



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**Evaluación y complemento de estudio hidrogeológico de Mixco, a través
de la perforación de pozos mecánicos profundos en sectores específicos
del Municipio.**

Luis Enrique Monroy González

Asesorado por: Ing. José Fernando Samayoa Roldán

Guatemala, septiembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN Y COMPLEMENTO DE ESTUDIO
HIDROGEOLÓGICO DE MIXCO, A TRAVÉS DE LA PERFORACIÓN
DE POZOS MECÁNICOS PROFUNDOS
EN SECTORES ESPECÍFICOS DEL MUNICIPIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS ENRIQUE MONROY GONZÁLEZ

AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marta Lidia Samayoa de Hernández
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Velásquez Ávila
EXAMINADOR	Ing. Armando Ola Hernández
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN Y COMPLEMENTO DE ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE MIXCO, A TRAVÉS DE LA PERFORACIÓN DE POZOS MECÁNICOS PROFUNDOS EN SECTORES ESPECÍFICOS DEL MUNICIPIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 4 de septiembre de 2001.

Luis Enrique Monroy González

CTO QUE DEDICO :

A Dios

A mis Padres

Juan José Monroy

Elva Leticia González de Monroy

A mi Esposa e Hija

Elida Mariana Valdez de Monroy

Luisa Mariana Monroy Valdez

A mis Hermanos

Aurora Carolina Monroy de Motta

Juan José Monroy González

Luz Elena Monroy González

A mis Abuelitos

Luz Aurora Acuña Enríquez

Enrique Amancio González

María Lucila Monroy Amézquita

José Humberto Guevara

Como homenaje póstumo a mi primo

David Estuardo Guerra González

A la tierra que me vio crecer

Asunción Mita, Jutiapa

AGRADECIMIENTOS :

Al Ingeniero José Fernando Samayoa Roldán por su acertada asesoría y revisión del presente trabajo.

A los Sres. César Antonio Cordón Lemus, René Waldemar García Peñate y al personal de IMTERSA. En los tiempos difíciles se conocen los verdaderos amigos, sin su apoyo este trabajo no habría visto la luz.

A los Ingenieros Ronald Estuardo Galindo Cabrera, Fredy Adolfo Alvarado Hernández, Marco Tulio Altán Ramírez, Jorge Linton Cruz, Guillermo Monroy Horta. Por su amistad, sabios consejos y valiosa contribución a la realización del presente trabajo.

A la empresa Servicios Hidráulicos DAHO, S.A. y, en especial al Ingeniero Oscar Hernán Torres Townson, por la invaluable colaboración y facilidades prestadas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Exploración del agua subterránea.....	1
1.2 Lineamientos para realizar una exploración del agua subterránea.....	2
1.3 Ciencias auxiliares que evalúan las condiciones geológicas del agua subterránea.....	4
1.3.1 Reconocimientos geológicos.....	4
1.3.2 Reconocimientos hidrológicos.....	5
1.3.3 Métodos geofísicos.....	5
1.3.3.1 Método eléctrico-resistivo.....	6
1.3.3.2 Método sísmico.....	7
1.3.4 Estudios hidrogeológicos.....	8
2 PERFORACIÓN DE POZOS	11
2.1 Partes de que consta un pozo.....	12
2.2 Tipos de pozos.....	12
2.3 Métodos de perforación.....	13
2.4 Diseño de pozos profundos.....	20

2.4.1 Elementos principales en el diseño.....	20
2.5 Desarrollo y limpieza de pozos.....	24
3 GENERALES DEL ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL MUNICIPIO DE MIXCO.....	35
3.1 Contenidos del estudio.....	35
3.2 Geología del área de estudio.....	37
3.3 Estratigrafía.....	37
3.4 Geología estructural de los alrededores del Municipio de Mixco.....	45
3.5 Conclusiones y recomendaciones del estudio.....	46
4 RESULTADOS DE LAS PERFORACIONES.....	59
4.1 Ubicación de los pozos.....	69
4.2 Estratigrafía.....	70
4.3 Estudio geofísico.....	74
4.4 Resultados hidrogeológicos observados.....	81
4.5 Diseño final de los pozos.....	89
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ciencias auxiliares que evalúan las condiciones geológicas del agua subterránea.....	4
2	Mapas de condiciones hidrogeológicas de pozos perforados.....	9
3	Componentes de un equipo de perforación por percusión.....	15
4	Equipo de perforación por el método del sistema rotatorio.....	17
5	Martillo de fondo.....	19
6	Gráfica comparativa área abierta diferentes tipos de rejilla.....	21
7	Partes principales de un pozo mecánico.....	23
8	Principio del desarrollo natural de un pozo.....	24
9	Acción de vaivén en el desarrollo de un pozo.....	26
10	Desarrollo mediante pistón o émbolo buzo.....	28

11	Esquema ilustrativo del principio de chorro horizontal.....	29
12	Localización del Municipio de Mixco y alrededores.....	36
13	Geología superficial del Municipio de Mixco y alrededores.....	53
14	Isoyetas de niveles freáticos de aguas subterráneas.....	54
15	Perfiles geológicos del Municipio de Mixco y alrededores.....	55
16	Perfiles geológicos del Municipio de Mixco y alrededores.....	56
17	Geología superficial y estructural del área en estudio.....	57
18	Geología superficial del área en estudio y ubicación de los pozos.....	58
19	Ubicación de los pozos.....	69
20	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 9 Santa Marta.....	74
21	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 7 Santa Marta.....	75
22	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 2 Valle del Sol.....	76
23	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 4 Jardines de San Juan.....	77

24	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 3 San Ignacio.....	78
24	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 8 Santa Marta.....	79
25	Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 2 La Esperanza.....	80
27	Gráficas de alturas, profundidades , niveles y caudal específico.....	82
28	Datos hidrogeológicos de pozos.....	83
29	Planta general.....	84
30	Perfil A-A.....	85
31	Perfil B-B.....	86
32	Comparación entre niveles de agua subterránea previstos en el estudio y niveles estáticos encontrados en los pozos.....	87
33	Diseño final pozo 9 Santa Marta.....	89
34	Diseño final pozo 7 Santa Marta.....	90
35	Diseño final pozo 2 Valle del Sol.....	91

36	Diseño final pozo 4 Jardines de San Juan.....	92
37	Diseño final pozo 3 San Jacinto.....	93
38	Diseño final pozo 8 Santa Marta.....	94
39	Diseño final pozo 2 La Esperanza.....	95
40	Superposición de isoyetas de niveles de aguas subterráneas previstos en el estudio versus niveles encontrados en los pozos perforados.....	100
41	Diseño para el pozo propuesto en el área de la bodega municipal de la Paralela, ubicada en Montserrat II.....	103
42	Geología superficial y estructural de Mixco y sus alrededores ampliado.....	119
43	Isoyetas de niveles freáticos de Mixco y alrededores ampliado.....	121
44	Perfiles geológicos de Mixco y sus alrededores ampliado.....	123
45	Perfiles geológicos de Mixco y sus alrededores ampliado.....	125

TABLAS

I	Resultados hidrogeológicos observados.....	81
II	Prueba de bombeo pozo 9 Santa Marta.....	108
III	Prueba de bombeo pozo 8 Santa Marta.....	109
IV	Prueba de bombeo pozo 4 Jardines de San Juan.....	111
V	Prueba de bombeo pozo 2 La Esperanza.....	113
VI	Prueba de bombeo pozo 3 San Ignacio.....	114
VII	Prueba de bombeo pozo 2 Valle del Sol.....	116
VIII	Prueba de bombeo pozo 7 Santa Marta.....	117

LISTA DE SÍMBOLOS

Qal	Aluviones
Qign	Flujos de ignimibritas muy locales
Qb	Lavas andesíticas muy locales
Qp	Flujos de piroclastos y cenizas
Qd	Depósitos de lacustres diamictones
Tt	Tefras
Tv	Lavas andesíticas del terciario
Tr	Riolitas
Ki	Rocas intrusivas graníticas
Kcd	Calizas
Pzm	Filitas y esquistos fuertemente tectonizados

GLOSARIO

Abatimiento	Se trata de la disminución de agua al bombear, del nivel estático al nivel dinámico, varía según el rendimiento del pozo y la capacidad de la bomba, se determina usualmente en pies de descarga. En nuestro medio se mide en pies.
Acuífero	Formación geológica que permite el almacenamiento y la circulación de agua subterránea, siendo factible su aprovechamiento en forma continua y económica.
Aluvión	Depósito de materiales sueltos, gravas, arenas, etc. dejadas por un curso de agua. El fondo de todos los grandes valles está compuesto de aluviones.
Anfibol	Silicato de constitución complicada.
Augita	Mineral muy extendido en rocas eruptivas jóvenes y en pizarras cristalinas.
Basalto	Roca ígnea extrusiva, se forma al solidificarse lava o material piroclástico después de una erupción volcánica. Constituye el 95% de las lavas continentales y oceánicas.

Bomba sumergible	Bomba centrífuga que consta en una sola pieza de motor y bomba, usualmente opera bajo el agua.
Calizas	Rocas sedimentarias carbonatadas que contienen al menos un 50 % de calcita, pudiendo estar acompañadas de otros minerales. Las calizas tienen poca dureza, y en frío dan efervescencia bajo la acción de un ácido diluido. Contiene frecuentemente fósiles.
Cabalgamiento	Movimiento tectónico que lleva a un conjunto de materiales a cubrir a otro mediante un contacto anormal poco inclinado.
Ceniza	Fragmentos de roca volcánica de un tamaño menor a 2 mm.
Diamictones	Roca volcánica formada por un conglomerado de piroclastos y fragmentos de lavas basálticas dispuestas caóticamente.
Esquistos	Toda roca susceptible de dividirse en hojas. Por ejemplo: esquistos bituminosos, esquistos pizarrosos, moteados, etc.
Feldespatos	Minerales esenciales de roca magmática.
Filitas	Roca micácea con brillo característico.

Graben	Depresión de forma alargada, limitada por fallas más o menos paralelas y elevadas.
Granito	Rocas duras y granudas de cualquier naturaleza petrográfica, pero susceptible de ser pulida y utilizada en decoración.
Ignimbritas	Conglomerado volcánico formado por acumulación de fragmentos de rocas volcánicas de forma y tamaño diverso.
Lapilli	Fragmentos de roca proyectados por los volcanes, cuyo tamaño está entre 2 y 30 mm. También llamada Puzolana.
Lava andesítica	Roca ígnea extrusiva, se forma al penetrar el magma en otro tipo de roca y solidificarse.
Nivel estático	Nivel natural del agua subterránea, sin ejercer ningún tipo de bombeo. Usualmente medido en pies.
Nivel dinámico	Nivel de bombeo. Usualmente medido en pies.
Riolitas	Roca volcánica rica en vidrio, color claro, compuesta generalmente por cuarzo, feldespatos y biotita.

Roca ígnea

Es el resultado de la solidificación de una masa fundida que, en algún tiempo estuvo sometida a altas temperaturas, conocida como magma o lava, la cual se enfrió y cristalizó para formar una roca compuesta de un conjunto de agregados minerales de silicatos. Cuando se deposita en la tierra por medio de erupciones volcánicas es llamada extrusiva. Cuando se produce la cristalización lenta del magma, bajo la superficie, recibe el nombre de intrusiva.

Roca metamórfica

Son rocas que por lo general presentan características que en algunos aspectos son intermedias entre las rocas ígneas y las sedimentarias. Abarcan aquellas rocas que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos a ciertas condiciones físicas o químicas, o combinaciones de ellas, impuestas por la presión, temperatura y profundidad.

Roca sedimentaria

Este tipo de rocas se forman por la acumulación de sedimentos que se consolidaron en rocas duras, firmes estratificadas. Están compuestas de material que, finalmente se deriva de la desintegración por intemperismo y erosión de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

- Tefra** Conjunto de material sólido y líquido que proceden del magma y de rocas de la chimenea volcánica, arrastrada por los gases y expulsados con ellos en las erupciones volcánicas.
- Toba** En vulcanología se aplica genéricamente a los depósitos de piroclastos soldados.

RESUMEN

El ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL MUNICIPIO DE MIXCO, fue una investigación realizada sobre la base de varios informes hidrogeológicos hechos en el país por diferentes instituciones que se dedicaron a ello, podemos citar: IAEA. (1972); I.G.N. (1973); INSIVUMEH-PNUD-IGN (1978); JICA (1970-1984); INSIVUMEH (1997); y las conclusiones del estudio en mención dan margen para determinar posibles profundidades de perforación, diámetros de perforación, características geológicas aproximadas del suelo donde se encontrarán mantos adecuados, etc.

En este trabajo de graduación, se evaluarán y complementarán las conclusiones a las que llegó el estudio, por medio de la recopilación de los datos hidrogeológicos obtenidos mediante la perforación de pozos profundos en el área de las Colonias Santa Marta, Valle del Sol, Jardines de San Juan, San Ignacio y La Esperanza del municipio de Mixco en el transcurso de los años 2000 al 2001; se obtendrán sus respectivas muestras, se realizarán los estudios geofísicos y pruebas de bombeo con el fin de complementar en parte la teoría del estudio. Además, sobre la base de dicha evaluación y complemento, generar recomendaciones para hacer un uso racional y planificado del recurso de agua subterránea del municipio.

OBJETIVOS

General

Evaluar y complementar en parte las conclusiones del estudio teórico con los resultados obtenidos en el trabajo de campo durante la perforación de los pozos profundos, (1300 pies o más), en sectores específicos, dejando establecidas las bases para efectuar estudios posteriores mucho más amplios, y generar recomendaciones para un uso racional del recurso hídrico subterráneo del Municipio de Mixco.

Específicos

1. Evaluar mediante muestras, las características geológicas encontradas en las perforaciones y cotejarlas con las que indica el estudio.
2. Determinar si encontramos mantos adecuados de agua, a las profundidades mencionadas en el estudio.
3. Verificar si los diámetros y profundidades de perforación recomendados en el estudio, son en realidad los adecuados para obtener un caudal de agua razonable, tanto para satisfacer las necesidades actuales, como para pensar en una planeación a un futuro razonable, tomando en cuenta que el nivel freático disminuye considerablemente como resultado de la sobreexplotación de los acuíferos en el área bajo estudio.

4. Sobre la base de las conclusiones del trabajo de graduación, generar alternativas y recomendaciones para efectuar un uso racional y planificado de los recursos de aguas superficiales y subterráneas con los que cuenta el municipio.

INTRODUCCIÓN

El Municipio de Mixco, está ubicado al occidente del valle de la Ciudad de Guatemala, su cabecera municipal era anteriormente uno de tantos pueblos pequeños que rodeaban a la Capital. En las últimas décadas, la emigración de gran parte de la población rural del interior del país hacia el área metropolitana y su región de influencia, ha provocado un crecimiento exagerado y desordenado de los asentamientos humanos e industriales en los municipios situados en la cercanía de la Ciudad Capital, lo cual provocó una demanda exagerada de los servicios básicos, entre ellos el suministro de agua entubada, tanto para uso industrial como apta para consumo humano (al año 2000 se calcula la demanda aproximada total del municipio en $3.0 \text{ m}^3/\text{segundo}$) . Y Mixco no ha sido la excepción dada la cercanía con la urbe, de tal forma que careciendo tanto como la Capital de fuentes de agua superficiales, se optó por la perforación de pozos artesanales que de acuerdo a la época y al lugar en que se perforaron tienden a ser más profundos.

Posteriormente, el gradual desarrollo en el país, de los métodos y sistemas de perforación de pozos y extracción de agua subterránea, permitió la construcción de pozos con fines habitacionales, comerciales e industriales, careciendo de una regulación que tendería a evitar una sobreexplotación del recurso hídrico. Dicha situación dio como resultado el descenso de los mantos o capas freáticas, al grado que hoy, si no se cuenta con los conocimientos y el equipo adecuados para establecer lugares en donde se encuentre agua subterránea, el lograr llegar a ella es casi imposible. Haciéndose necesario para la Municipalidad de Mixco, contar con estudios hidrogeológicos específicos para poder determinar puntos posibles de perforación de pozos y datos geológicos

adicionales. A finales del año de 1999, se llevó a cabo el : **ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL MUNICIPIO DE MIXCO**, con el fin de cubrir el vacío de información que había, con respecto a profundidades aproximadas de mantos y datos generales que pudieran utilizarse en el diseño de pozos profundos ejecutados por la Municipalidad de Mixco como responsable directo del suministro de agua entubada en el Municipio, y por ende fortalecer a la Dirección de Aguas, como ente responsable, para tratar de llevar a cabo una explotación racional y planificada del recurso de agua subterránea de la región. En este trabajo de graduación se evaluarán y complementarán las conclusiones a las que llegó el estudio, por medio de la recopilación de los datos hidrogeológicos obtenidos mediante la perforación de pozos profundos en el área de las colonias Santa Marta, Valle del Sol, Jardines de San Juan, San Ignacio y La Esperanza, sus respectivas muestras, estudios geofísicos y pruebas con el fin de complementar la teoría del estudio.

1. ANTECEDENTES

El recurso de agua subterránea es susceptible de aprovechamiento para la realización de proyectos que requieran de este vital líquido. Este aprovechamiento se hace a través de obras de captación y colocación del equipo adecuado para la explotación de los acuíferos. Para dichos propósitos, es indispensable el conocimiento de la disponibilidad del agua en la zona, lo cual se realiza de la siguiente forma:

1.1 Exploración del agua subterránea

Una de las primeras etapas para obtener información sobre la presencia del agua subterránea es la exploración de la misma y de las condiciones geológicas que puedan presentarse en la zona de interés.

Con ciertas observaciones se puede estimar de una forma preliminar la presencia de agua subterránea y estas son:

- a) Se encuentra con mayor probabilidad en los valles que en las partes altas.
- b) La vegetación que se localiza en las zonas áridas, indica que existe agua que la nutre a poca profundidad.

- c) En las partes altas, donde el agua aflora en la superficie, como manantiales, pantanos, ríos y lagos; también se manifiesta la existencia de agua subterránea.
- d) La localización más exacta se hace mediante estudios hidrogeológicos, que relacionan las formaciones geológicas con el ciclo hidrológico.
- e) El análisis geológico de las rocas, sus características y las condiciones de transmisión del agua. Entre ellas están: grava, arena, rocas volcánicas fracturadas, areniscas fracturadas y las calizas fracturadas karstificadas; sin embargo, éstas sólo constituyen una parte de las rocas que forman la corteza terrestre y tienen relación con el comportamiento del flujo y almacenamiento del agua subterránea.

1.2 Lineamientos para realizar una exploración del agua subterránea

Se procede a realizar las actividades que a continuación se detallan:

- a) Se elabora un plano geológico que muestre los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie y secciones transversales que permitan ver su distribución en el suelo. El plano geológico, las secciones y explicaciones anexas nos pueden indicar en cuáles rocas existe mayor probabilidad de formación de acuíferos.
- b) Reunir toda la información sobre pozos mecánicos, su localización, profundidad del nivel de agua, caudal promedio y el tipo de rocas que se hayan encontrado al perforar.

Los apuntes donde el perforador ha tenido el cuidado de registrar la profundidad y el tipo de los diferentes estratos que ha ido encontrando al realizar la perforación, son de gran utilidad para conocer las condiciones hidrogeológicas de cualquier región. La importancia de estos apuntes es realmente útil cuando incluye lo siguiente:

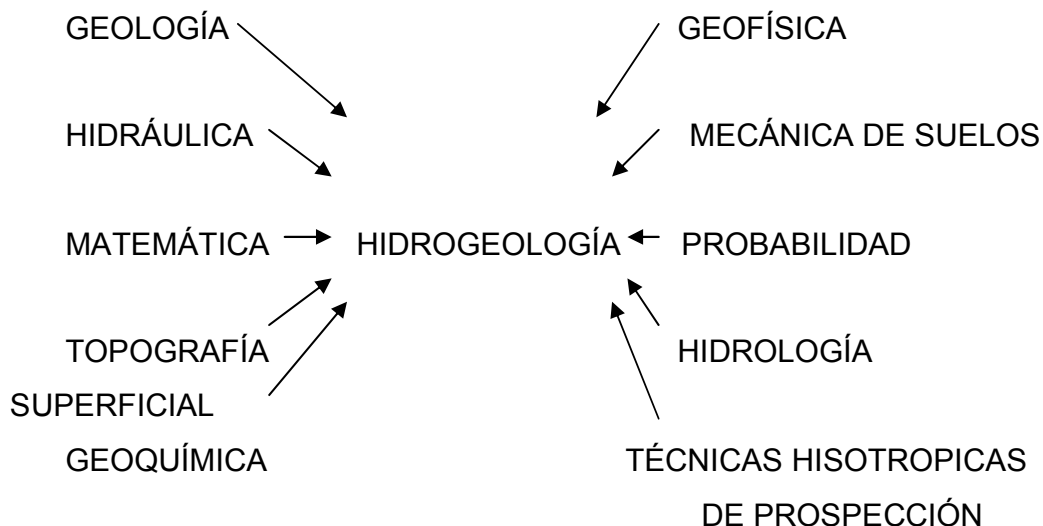
- Muestra de rocas.
- Registros eléctricos.
- Profundidad en que se encuentra el nivel estático del agua.
- Datos de las pruebas de bombeo y registros eléctricos recabados con el fin de poder determinar cuánta agua puede aportar el acuífero, y cuánto se abate el nivel del agua (nivel dinámico), de acuerdo a los caudales de bombeo.

Cuando no se tiene información de pozos, es necesario perforar algunos de exploración o piezómetros de monitoreo, con los cuales se obtienen muestras del material encontrado; durante el avance de perforación éste es analizado y examinado posteriormente para ver que estratos pueden contener agua, y cuál es el espesor de la formación. Los reportes y planos deben mencionar los lugares más propicios para encontrar el agua subterránea, la calidad química de la misma, cantidad que puede obtenerse y lugar de la recarga y descarga natural de los acuíferos.

1.3 Ciencias auxiliares que evalúan las condiciones geológicas del agua subterránea

Para una adecuada evaluación del potencial del agua subterránea, se requiere la aplicación práctica de las siguientes ciencias auxiliares de la hidrogeología, como:

Figura 1. Ciencias auxiliares que evalúan las condiciones geológicas subterránea



Cada una de estas ciencias aportan información importante, en especial la geología, que ayuda a obtener información sobre el medio donde se puede mover y almacenar el agua subterránea.

1.3.1 Reconocimientos geológicos

En la exploración, el geólogo se sirve de la petrografía, de la estratigrafía, de la geología estructural y de la geomorfología.

1.3.2 Reconocimientos hidrológicos

Los estudios hidrológicos, aportan información acerca del ciclo hidrológico: la cantidad de agua útil para la recarga de los acuíferos, de la facilidad con que se produce la misma y de la localización y cuantificación del volumen de agua que se descarga en la superficie.

1.3.3 Métodos geofísicos

Al realizar un proyecto sobre la explotación de agua, que no sea manantial o agua superficial, se hace necesario un estudio que incluya ensayos geofísicos, así como mapas que proporcionen la información hidrogeológica sobre la existencia y profundidad de acuíferos definidos.

Para mejor entendimiento del funcionamiento de los métodos geofísicos empezaremos por definir que es Geofísica: Es la ciencia y técnica que, a partir de fenómenos físicos, naturales o provocados, trata de conocer la distribución de los materiales en el sub-suelo y sus propiedades.

La idea base es reconocer el terreno a partir de la perforación efectuada, lo que en principio puede parecer innecesario, pues con el sondeo se obtienen testigos que permiten su estudio. La realidad es que los testigos obtenidos son una pobre muestra de los terrenos atravesados, puesto que el propio proceso de perforación perturba y altera intensamente el terreno, en especial si éste es flojo y blando, hasta el punto que, en este caso, obtener testigos que pudieran considerarse como inalterados es labor difícil y muy costosa.

En un sondeo no es fácil obtener la totalidad del testigo, parte de éste se destroza y convierte en fragmentos, que permiten conocer la naturaleza litológica de la roca perforada, pero no su estado, fracturamiento, porosidad, etc.

Los registros de control o de sondeo permiten de hecho, averiguar ciertas características del sondeo y del propio terreno, difíciles o imposibles de obtener a base de los testigos recuperables, lo que es una importante razón para su creciente aplicación.

Estos métodos son aplicables en forma superficial o mediante perforaciones de sondeo preliminares. Podemos mencionar entre los métodos geofísicos hechos dentro de los pozos, los siguientes:

- Potencial espontáneo.
- Registro eléctrico-resistivo.
- Registro Gamma.
- Registros Cáliper.

El principal método geofísico utilizado en nuestro medio es el llamado: ELÉCTRICO–RESISTIVO. Y en algunas ocasiones es utilizado el llamado METODO SÍSMICO, el cual es efectuado de forma superficial.

1.3.3.1 Método eléctrico-resistivo

Este tipo de registros determinan la resistividad de la roca a lo largo del pozo. Para obtenerlo, es necesario que el sondeo esté sin entubar y con agua (aunque hay dispositivos que soslayan esta última condición). Para obtener un

buen registro, hay que tener presentes los siguientes obstáculos: desigualdades en el diámetro de sondeo, alta conductividad del lodo o líquido que lo rellene y espesor excesivo del depósito de lodo en las paredes.

En este tipo de registro existe una sonda, que se introduce en el sondeo y que aloja uno o varios electrodos

que, junto con los establecidos en la superficie, forman un circuito en el cual se mide el potencial creado entre dos de los electrodos al introducir en el terreno una intensidad de corriente.

Los potenciales establecidos accionan una pluma que dibuja de forma continua sobre un gráfico, la resistividad absoluta o relativa. El papel sobre el que se desplaza la pluma se mueve proporcionalmente al recorrido de la sonda, con lo que la curva queda dibujada a escala.

1.3.3.2 Método sísmico

El principio se basa en la reacción que poseen las masas geológicas frente a vibraciones inducidas artificialmente en la superficie de la tierra, por impacto de un instrumento pesado o por explosivos que producen ondas sísmicas que viajan a distintas velocidades, entre los métodos sísmicos están:

- a. DE REFLEXIÓN
- b. DE REFRACCIÓN

Siendo el más utilizado el método sísmico de refracción, los geófonos o detectores de las ondas sísmicas, se alinean a partir del punto de tiro, según una recta única. Si los materiales son homogéneos o isótropos, los frentes de

las ondas originadas a partir de la explosión serán esféricas y estarán centrados en el punto de tiro; si éste no es el caso se encuentran variaciones litológicas.

1.3.4 Estudios hidrogeológicos

El propósito de un estudio hidrogeológico es determinar por medio de un modelo tridimensional del subsuelo, la mayor zona de circulación y almacenamiento de agua subterránea, además de la presencia de acuíferos.

Los estudios hidrogeológicos son representados por medio de mapas estructurales que explican la distribución y espesor de los acuíferos; éstos mapas son:

- A. Mapa de geología general.
- B. Mapa estructural.
- C. Mapa de condiciones hidrogeológicas generales de pozos perforados.
- D. Mapas de perfiles hidrogeológicos..

Mapa de geología general

Este importante mapa refleja la información geológica del área en estudio, tal y como se encuentra en la superficie del terreno.

Mapa estructural

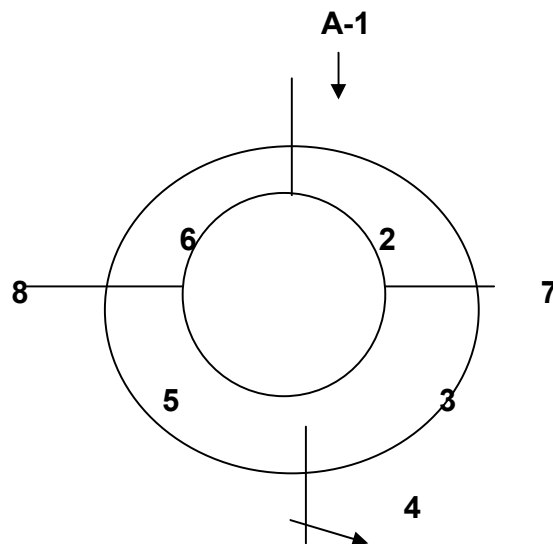
Indica la ubicación aproximada de las fallas geológicas en el área de estudio, además de información geológica adicional como tipos de estratos de

roca existentes, la altitud absoluta estimada de la base del acuífero (basamento), etc.

Mapas de condiciones hidrogeológicas de pozos perforados

Proporcionan las condiciones de los pozos clasificándolos a través de:

Figura 2. Mapas de condiciones hidrogeológicas de pozos perforados



- 1. Número de orden**
- 2. Profundidad**
- 3. Diámetro**
- 4. Nivel estático**
- 5. Nivel de bombeo**
- 6. Caudal**
- 7. Caudal específico**
- 8. Fecha de construcción**

Mapas de perfiles hidrogeológicos

Indican el nivel del agua subterránea determinados a través de métodos de sondeos de perforación o estudios de resistividad eléctrica y de refracción sísmica. Se representan estos perfiles por medio de gráficas; en donde escalas representan la distancia en kilómetros o metros.

2. PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS

Como recurso natural el agua subterránea es de vital importancia, ésta se ha venido acumulando a través del tiempo, aumentando su volumen cada año por la recarga de lluvia. Es de suma importancia, para un estudio detallado, la realización de sondeos de explotación, para establecer la profundidad, el espesor y la naturaleza de los acuíferos, con el objeto de obtener información general y muestra de los materiales.

Las perforaciones para sondeos testigos se practican con unos diez centímetros de diámetro y se efectúan con ellos pruebas de permeabilidad, para la determinación de las distintas características, se obtienen muestras representativas de las formaciones naturales.

Dichas muestras deben rotularse, indicando localización, profundidad, registro de los niveles; de las capas encontradas durante la perforación y se toman muestras de agua de cada acuífero.

Perforar un pozo no es más que hacer una cavidad abierta en el terreno con el objeto de investigar el subsuelo, extraer agua o una fuente de energía. Existen desde el punto de vista del fin para el que serán construidos, podemos mencionar diferentes tipos de pozos:

- Pozos de exploración.
- Pozos de exploración-explotación.
- Pozos de explotación.

2.1 Partes de que constan los pozos

Consta de la parte superior o brocal del mismo. En su parte superior se construye una plataforma de concreto que servirá de base para la sujeción del equipo de bombeo. En la parte inferior va el revestimiento, el cual refuerza la excavación para evitar derrumbes de material. El revestimiento se hace con tubos o encamisado de acero u otro material adecuado; usualmente se construyen de diámetros que van de cuatro (´4) a veinticuatro pulgadas (´24).

2.2 Tipos de pozos

Existen dos tipos de pozos, que determinan la utilidad y necesidad de cada uno de ellos.

- A. Pozos poco profundos
- B. Pozos profundos

Pozos poco profundos

Los pozos hasta de 30 metros (aprox. 100 pies), de profundidad se clasifican como poco profundos. Comprenden una amplia variedad de tipos de pozos excavados artesanalmente utilizados en granjas, viviendas o pequeñas comunidades. Su recubrimiento es generalmente de hormigón o de ladrillo con mortero.

Pozos profundos

Comprenden los pozos excavados a profundidades de 100 pies en adelante, por lo general su construcción se lleva a cabo con máquinas especiales (dependiendo de la situación se utilizan diferentes métodos). La extracción de agua subterránea se hace a través de tubería vertical de 100 a 1,500 pies de profundidad. Sus diámetros pueden ser de **4"**, **6"**, **8"**, **10"**, **12"**, **20"** y **24"**.

2.3 Métodos de perforación

A través de la historia, la necesidad de dotar al hombre del elemento líquido vital desembocó en una larga tarea de investigación respecto de la forma en la cual debería excavar los pozos, las diversas situaciones encontradas por las personas ocupadas en esta actividad dieron como resultado que en la actualidad existan diversos métodos para la perforación de pozos, sin embargo, los que han alcanzado mayor uso son:

Método de percusión

Método del sistema rotatorio.

Método de rotopercusión.

Antes de elegir un método de perforación en particular, deben considerarse aspectos como:

El diámetro del pozo.

La profundidad del pozo.

Las formaciones geológicas a ser penetradas.

El último factor es uno de los más importantes, porque conociendo la geología de un lugar, es posible planear y proyectar con anticipación el método de perforación más conveniente.

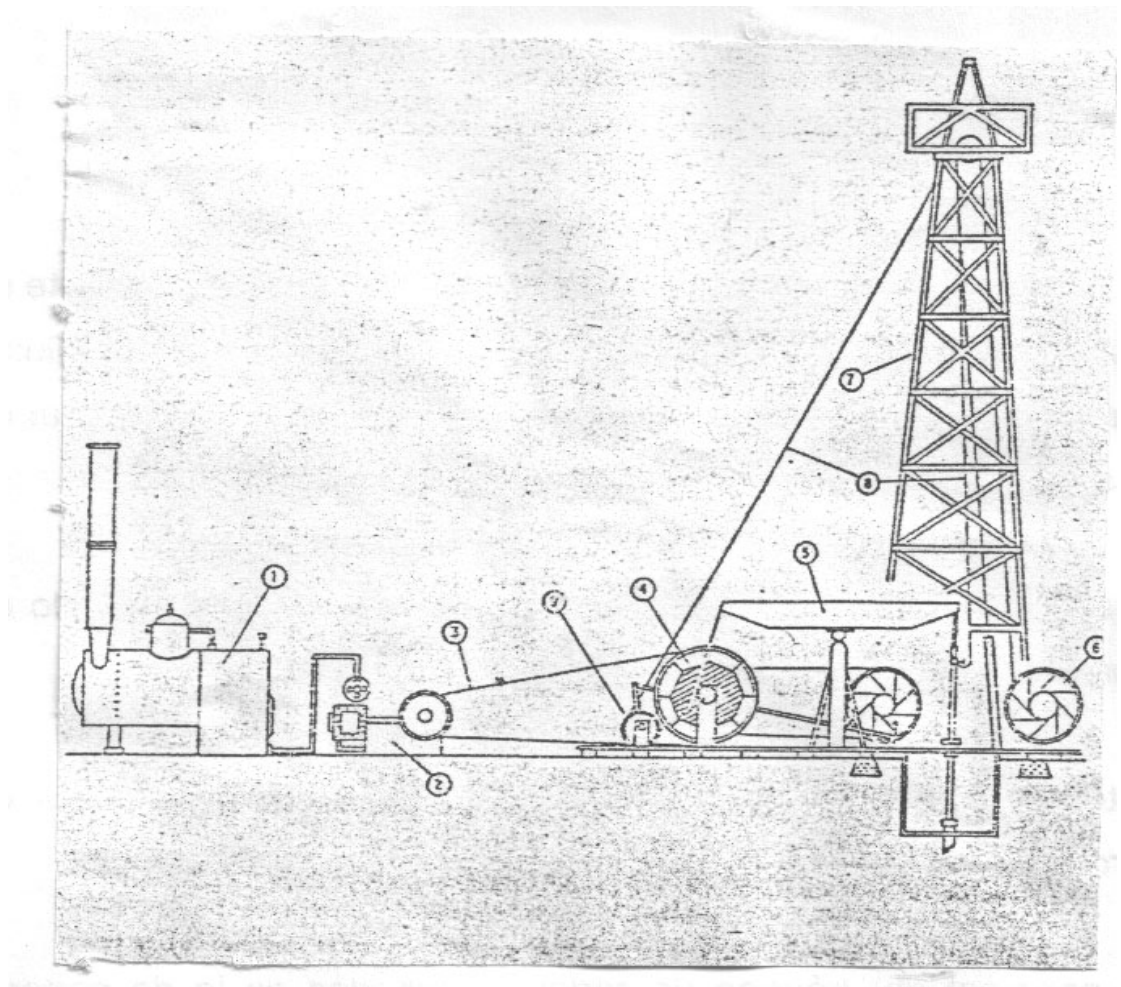
Método de percusión

El método de perforación de pozos por medio de percusión, consiste básicamente en realizar la perforación mediante el movimiento de subida y bajada de una pesada masa que en su caída va fracturando o disgregando la roca, los fragmentos de la perforación son extraídos del agujero mediante una válvula o cuchara de limpieza. Este método es utilizado para perforar rocas sedimentarias duras, tales como calizas, dolomitas y areniscas cementadas.

El método de percusión de buenos resultados en terrenos predominantemente arenosos o arcillosos, pero su mayor efectividad la obtiene en la combinación de ambos. La utilización del método depende de cuatro factoras principales:

1. El diámetro del pozo.
2. El peso de la sarta de herramientas.
3. Longitud de la caída de las herramientas.
4. Velocidad o número de golpes por minuto que tengan las herramientas martilladoras, ya que su efecto cortante aumenta con el número que se apliquen, así como la intensidad del impacto que es variable.

Figura 3. Componentes de un equipo de perforación por percusión



La potencia es por medio de un sistema de carretes y polipastos para introducir herramientas, tuberías y demás implementos hasta el fondo del pozo, por medio de cables de diferentes usos; en este sistema de perforación no es necesaria la circulación de fluidos, lo que hace que las potencias requeridas sean bajas y ventajosas. Por su simplicidad y fácil manejo aún se sigue utilizando con bastante frecuencia. Su costo de operación es económico, debido

a que se requieren cuadrillas de personal reducidas, así como su baja potencia consumida. La inconveniencia en su utilización es la falta de verticalidad del pozo, presentándose una tendencia a la desviación.

Método del sistema rotatorio

El método de rotación para perforación de pozos, consiste básicamente en una broca rotatoria para perforar el material presente en el agujero y un fluido que continuamente está circulando para extraer los fragmentos de material de los cortes hechos por la broca.

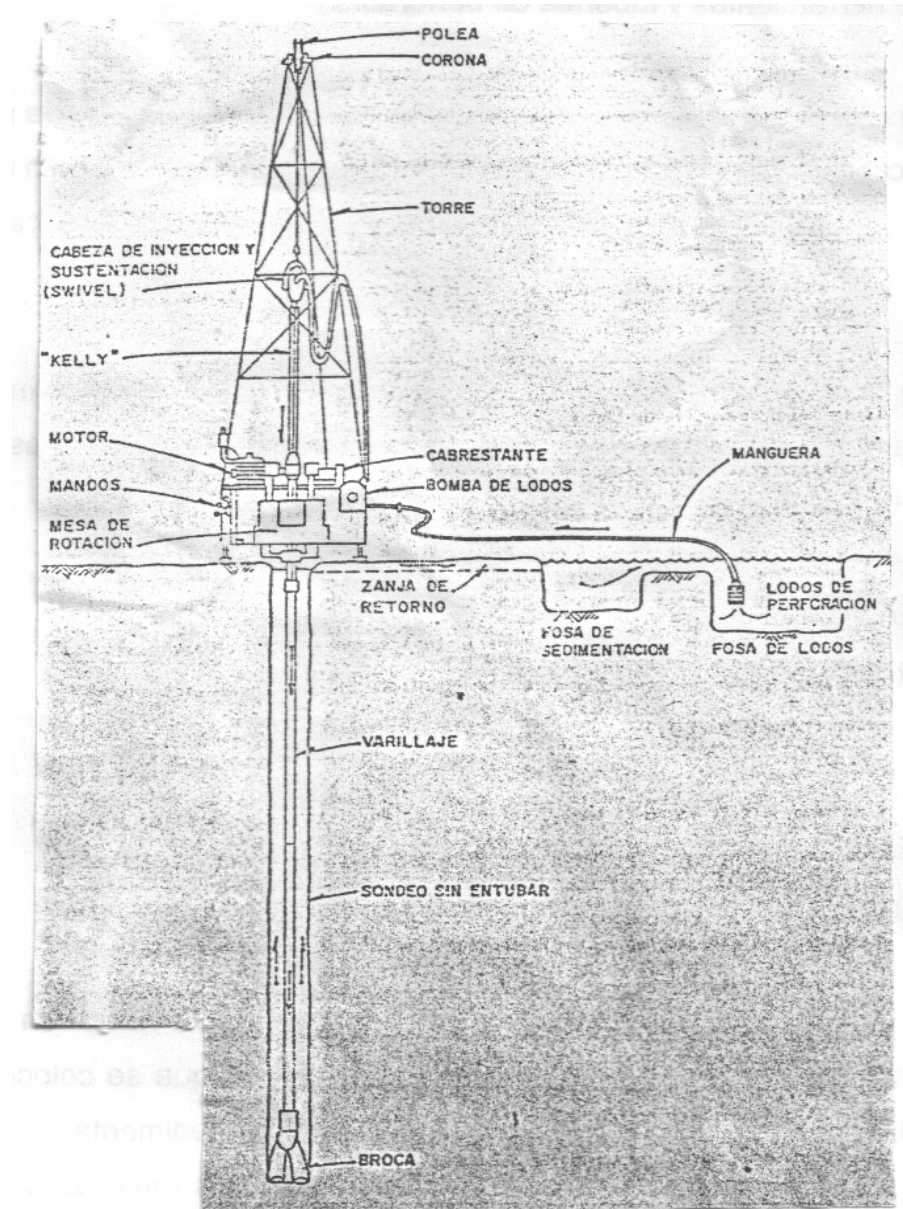
Hay dos elementos claves en la perforación de pozos por el método de rotación. Estos son la broca o trépano y el fluido.

Básicamente en este sistema de perforación se utilizan dos tipos de trépanos y son: rodetes dentados y de arrastre (cola de pez y tres aletas).

La función principal del trépano de rodetes dentados es la de cortar y triturar, logrando cortar con mayor efectividad las formaciones duras. Por encima de cada rodete y por el interior del trépano o broca se hace dirigir un chorro de fluido de perforación que lava las superficies que han sido cortadas.

Hay varios diseños para el uso de rodetes dentados, uno es el trépano cónico, el cual tiene rodetes en forma cónica, montados sobre ejes y cojinetes colocados a cierto ángulo con el eje del trépano. Otro tiene cuatro rodetes, dos de los cuales están fijados a un ángulo y los otros dos normalmente, al eje vertical del trépano. El número y longitud de los dientes depende principalmente del tipo de formación rocosa que haya que penetrar.

Figura 4. Equipo de perforación por el método del sistema rotatorio



El equipo demás equipo utilizado para éste método, consta de una plataforma de perfiles de acero, sobre la cual se ajusta a una torre mástil, generalmente construida en dos secciones; su extremo superior tiene instalada

varias poleas, conectadas por medio de cables que realizan las maniobras de izado de herramientas y tuberías de perforación.

En la base de la torre se encuentra instalada la llamada mesa rotatoria, la cual es concéntrica al eje del mástil y cuya finalidad es transmitir un movimiento de rotación a la tubería de perforación y, por consiguiente, a la broca o trépano, instalado en la extremidad inferior de ésta.

En la figura 4 pueden observarse los componentes de la máquina, así como la utilización de un sistema de circulación de lodos. Las funciones principales de fluido o lodo de perforación son:

- Estabilizar las paredes del pozo.
- Recoger fragmentos del fondo.
- Sellar las paredes del agujero.
- Mantener los fragmentos de la perforación en suspensión.
- Enfriar y limpiar la broca.
- Lubricar equipo de perforación.

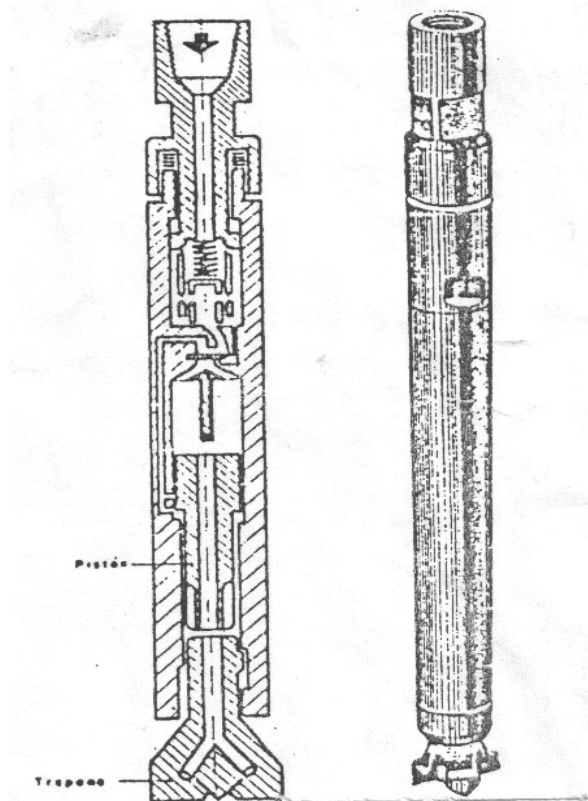
El fluido de perforación va desde la perforación hasta un tanque de sedimentación, encauzado mediante una zanja en la que se coloca una criba que detiene los fragmentos cortados. En el tanque de sedimentación el fluido se detiene un rato para que se asiente la arena y otros materiales granulares, pasando posteriormente al tanque de succión en donde es nuevamente absorbido.

Método de roto-percusión

Básicamente, la perforación de pozos por medio de roto-percusión se trabaja con un martillo neumático normal, el cual produce un impacto en el

fondo del agujero que se va amortiguando cada vez según la longitud del agujero. Para que siga teniendo la misma energía de choque, es necesario ir aumentando el tamaño del martillo y, como consecuencia, diámetro de las barras de empalme. Se llega pues a un equipo excesivamente voluminoso. A cada golpe los instrumentos que sostienen el martillo van girando un poco para que el martillo golpee en distinta posición. La velocidad de rotación viene a ser de 10 a 30 revoluciones por minuto. El aire de escape servirá para sacar al exterior los fragmentos de la perforación.

Figura 5. Martillo de fondo



2.4 Diseño de pozos profundos

Las bases técnicas sobre las cuales realizamos el diseño son: El muestreo geológico realizado durante la perforación, los registros de velocidad de perforación, el nivel freático regional y por último el estudio geofísico llamado registro eléctrico. Los datos obtenidos de los mismos nos sirven para conocer las características de cada estrato de suelo atravesado y su potencial con fines de explotación de acuíferos.

En esta fase crucial se determinan los puntos de colocación, longitudes y material de las llamadas rejillas por las cuales tendremos el ingreso de agua al interior del pozo propiamente dicho.

2.4.1 Elementos principales en el diseño

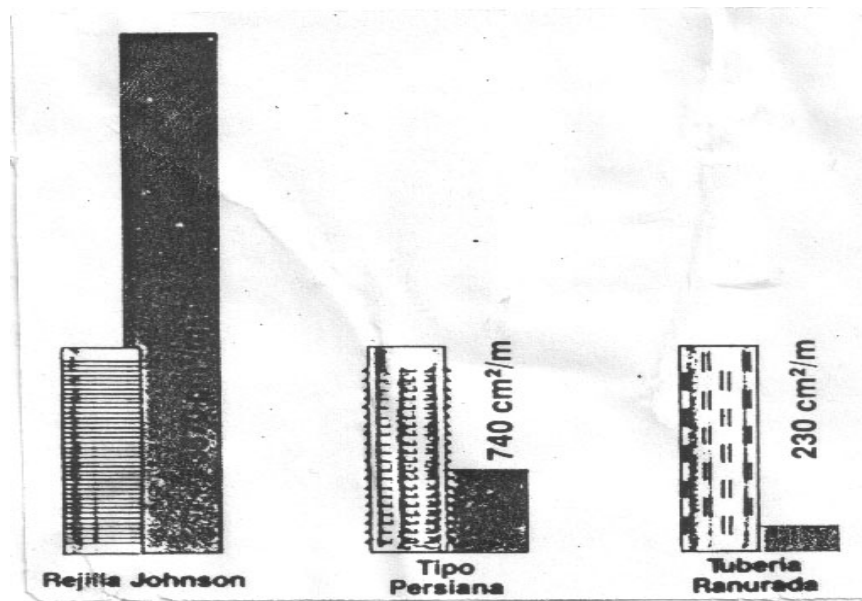
El pozo, como una obra de captación para agua subterránea, posee dos elementos principales a considerar:

1. Entubado principal (también llamado tubería ciega): Parte del pozo que sirve de alojamiento del equipo de bombeo y como conducto vertical, a través del cual fluye el agua en su movimiento ascendente, desde el acuífero hasta el nivel en que hace su entrada a la bomba. Usualmente es de construcción impermeable y se extiende hacia abajo desde la superficie hasta la formación situada inmediatamente encima de una capa acuífera o a una profundidad segura bajo el nivel anticipado de bombeo de agua.
2. Una rejilla de pozo (también llamada tubería de captación o filtro), adecuadamente diseñada, construida y colocada a continuación y entre

la tubería ciega, permite que el agua entre al pozo libremente y a baja velocidad, evitando así que la arena penetre al pozo junto con el agua y sirve, además, como retenedor estructural que soporta el material suelto. Existen, a su vez diferentes tipos de rejilla:

- Rejilla tipo Johnson.
- Tipo persiana.
- Tubería ranurada (de fábrica o con acetileno).

Figura 6. Gráfica comparativa área abierta de diferentes tipo de rejilla



Las diferencias entre ellas estriban en por ejemplo, el material utilizado, además de un aspecto importantísimo como lo es el área abierta para admisión

de agua. Es claro que el pozo no puede producir más agua a la salida de la bomba que la que puede entrar al pozo a través de la rejilla, y entre mayor sea el área de admisión, mayor la cantidad de agua que podríamos obtener.

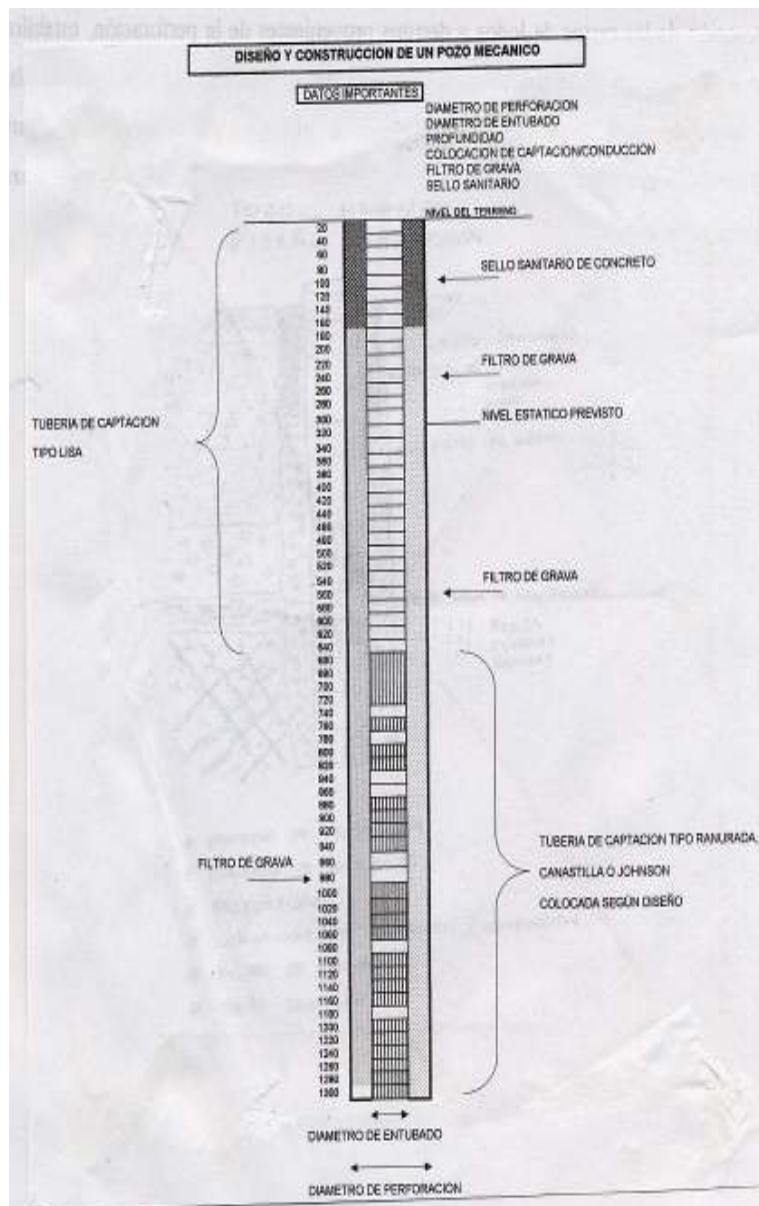
Análisis de los elementos principales en el diseño

Al considerar estos tres elementos principales básicos para todo diseño de un pozo, el diseñador elabora un programa de trabajo, en donde realiza estudios de:

- Diámetro de entubado (tubería ciega y de captación).
- Profundidad del pozo.
- Longitud, dimensiones y material de la rejilla, y de la tubería de conducción (tubería ciega).
- Diseño de filtros de grava (buscando la granulometría ideal) .
- Diseño para protección sanitaria.

Al analizar estos elementos el diseñador posee datos sobre estudios de exploración de agua subterránea, así como la demanda y condiciones de la zona de interés, para tratar de conseguir los mejores resultados.

Figura 7. Partes principales de un pozo mecánico



2.5 Desarrollo y limpieza de pozos

Después de que se ha procedido al entubamiento del pozo, el procedimiento a seguir se denomina desarrollo del pozo. Se entiende por desarrollo al proceso de extracción de los restos de lodos y detritus provenientes de la perforación, estabilizar la formación acuífera en lo que respecta a las arenas y arcillas a la vez que tratar de obtener el mayor caudal específico posible. Dicha actividad es fundamental para el aprovechamiento de los pozos. Existen diferentes métodos de desarrollo de pozos, a continuación expondremos brevemente los más utilizados en nuestro medio.

Figura 8. Principio del desarrollo natural de un pozo



Desarrollo por sobre bombeo

Conocido comúnmente con el nombre de desarrollo por sobre bombeo. Este método de desarrollo consiste en bombear el pozo con un caudal notablemente superior al que se pretende extraer normalmente del mismo.

El equipo necesario para hacerlo únicamente es una bomba de gran potencia (no siempre está disponible), y la maquinaria necesaria para bajarla al pozo y sacarla de él.

Es un método sencillo y económico, pero es incompleto puesto que el fuerte flujo de bombeo sólo va en un sentido; los granos finos de arena se trasladan hacia la rejilla y se acumulan entre los granos gruesos resultando una estabilización parcial de las arenas acuíferas.

Hay que tomar en cuenta que el caudal específico de un pozo no puede aumentar mucho cuando se desarrolla empleando únicamente la técnica del sobrebombeo debido a que las arenas forman puentes que no se rompen sino existe flujo a contracorriente.

Desarrollo por lavado a contra corriente, bombeo intermitente y cuchareo

Conocido como método de desarrollo por lavado a contracorriente, bombeo intermitente y cuchareo.

El método se basa en el principio del oleaje, vaivén o agitación de los elementos finos de la formación acuífera para evitar que las partículas de arena formen puentes.

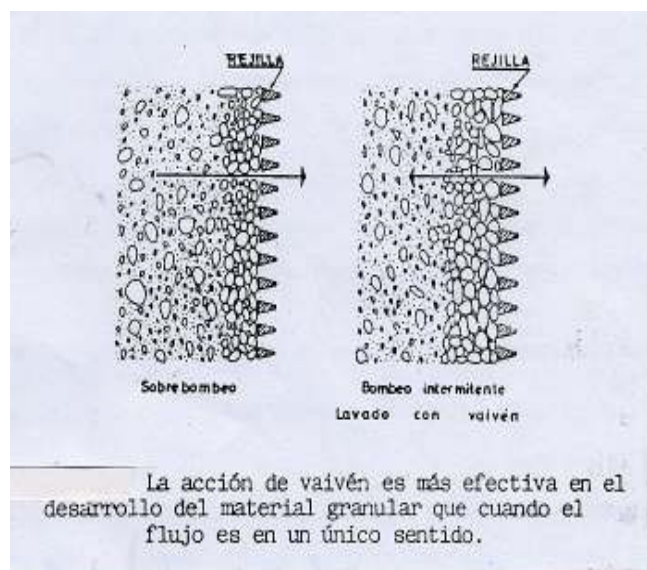
Se utilizará preferentemente una bomba centrífuga de eje vertical, pero es de esperar un gran desgaste del material. No se coloca válvula de pie para que el agua de la columna de bombeo pueda caer al pozo.

Este método consiste en provocar paros y arranques sucesivos de la bomba, con el fin de crear variaciones bruscas de presión. El efecto que se

consigue es hacer bajar y elevar intermitentemente el nivel de agua del pozo, de manera que la dirección del caudal quede invertida alternativamente. El caudal de salida de este ciclo deshace los puentes de las partículas de arena y el caudal de entrada traslada el material fino hacia el filtro y el interior del pozo del cual puede ser extraído mediante la operación denominada cuchareo, que consiste en introducir al pozo una válvula que deja entrar la arena y los detritus en su interior, y que se cierra automáticamente al sacarla del pozo.

El resultado en general es mucho mejor que el realizado con el método anterior, ya que los puentes del material fino del acuífero se rompen, y éste puede ser perfectamente extraído del pozo, de esta manera puede aumentarse su rendimiento específico.

Figura 9. Acción de vaivén en el desarrollo de un pozo



Desarrollo mediante chorros de aire comprimido

Predominan dos sistemas generales:

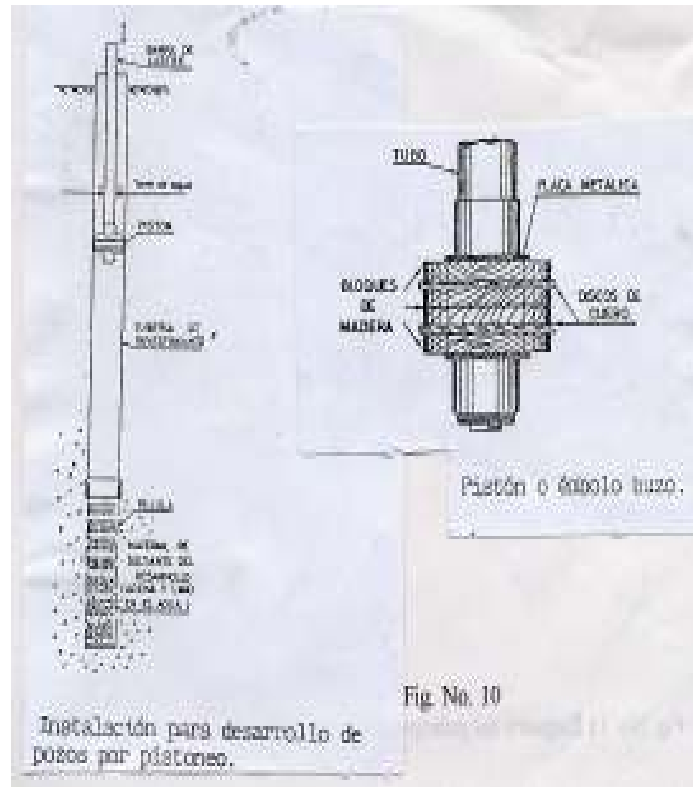
- Método del pozo abierto: Su principio fundamental es combinar la oleada y el bombeo. Produciendo el oleaje soltando repentinamente grandes volúmenes de aire en el pozo por medio de un potente compresor, y el bombeo se efectúa por elevación normal de agua mediante un equipo de bombeo normal.
- Método del pozo cerrado: Este método de desarrollo consiste en cerrar la parte superior del entubado y disponer del equipo de manera que la presión de aire generada por el compresor de aire pueda acumularse dentro del entubado y forzar el agua a través de la rejilla hacia la formación acuífera. Para luego bombear el agua.

En ambos métodos se requiere de un equipo compresor de aire lo suficientemente potente como para vencer la presión del agua en el interior del pozo y equipo de bombeo normal.

Desarrollo de pozos con pistón o émbolo buzo

Llamado comúnmente desarrollo con pistón. Para producir el efecto de vaivén se puede hacer bajar y subir un pistón especialmente hecho y ajustado, al que se le da el nombre de embolo buzo, dentro del entubado o dentro de la rejilla.

Figura 10. Desarrollo mediante pistón o émbolo buzo

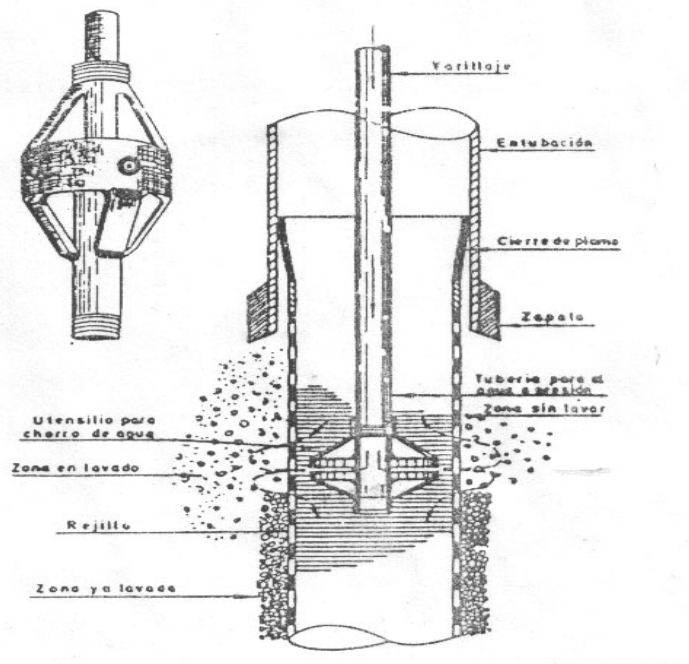


La operación consiste en comprimir y aspirar el agua del pozo con el subir y bajar del pistón, para producir un enérgico flujo de agua, hacia dentro y hacia fuera del acuífero a través de las ranuras de la rejilla, para así forzar el material más fino del acuífero a entrar al pozo. Este material debe ser retirado después, utilizando algún método conocido. Si en el pozo hay lodo de perforación es conveniente realizar una limpieza previa por bombeo o con chorro de agua. En general se obtienen buenos resultados con el método.

Desarrollo mediante chorros de agua horizontales

Llamado desarrollo mediante chorros de agua horizontales. El procedimiento consiste en lanzar chorros de agua horizontales a alta presión a través de las aberturas de la rejilla de modo que se agite vigorosamente la formación acuífera.

Figura 11. Esquema del principio de operación del chorro horizontal



Debemos contar con un potente equipo de bombeo de agua y el lanzador de chorro, dispositivo que es capaz de concentrar el agua bombeada en pequeños agujeros orientados hacia la rejilla. Es necesario que la rejilla tenga una gran superficie abierta para que el chorro sea suficientemente eficaz,

también que sus aberturas sean de un diseño apropiado, preferentemente horizontales.

El método es eficaz para eliminar la costra que queda depositada en las paredes del pozo de lodo de perforación, en especial cuando se ha perforado a rotación con lodos.

Desarrollo por métodos químicos

Llamado también desarrollo por acidificación. El desarrollo por medio de químicos consiste en atacar el medio acuífero, cuando está formado por rocas susceptibles de ser afectadas, mediante un ácido u otro tipo de químicos que degraden el material del sub-suelo.

No es necesario mayor equipo, únicamente suficiente cantidad de químico que pueda ser aplicada al pozo. Los resultados generalmente son satisfactorios en rocas permeables por fisuración, ya que poco se consigue en las rocas porosas, sino es ensanchar un poco el sondeo o efectuar una limpieza local.

Análisis hidrogeológico particular de los pozos

Después de haber efectuado la perforación, el entubado y desarrollo del pozo, se realiza un análisis del acuífero que se explotará para satisfacer la demanda del proyecto. Este estudio se realiza con la información recabada durante la perforación del pozo y principalmente la llamada prueba de bombeo.

Pruebas de bombeo

Toda vez que se ha finalizado con el desarrollo del pozo, la prueba de bombeo puede definirse como el ensayo que utilizamos para estimar la capacidad del equipo a instalar con el pozo finalizado.

Para ello se realiza la instalación de un equipo de bombeo de capacidad mayor a la estimada, esto con el fin de establecer la capacidad de producción de agua límite del pozo en cuestión, así como la variación en el nivel de bombeo (nivel dinámico), del agua y establecer también el tiempo de recuperación del pozo a su nivel normal (nivel estático), que no es más que el tiempo transcurrido desde que finaliza la prueba de bombeo hasta que el nivel estático queda restablecido o no a su situación original.

La diferencia entre el nivel normal del agua o nivel estático, y su nivel de bombeo o nivel dinámico, es llamada abatimiento, la que es una medida de capital importancia en la evaluación del desempeño final del pozo.

El tiempo de duración de éstas pruebas de bombeo pueden variar entre 8 a 48 horas continuas, dependiendo del tipo de proyecto, y más que todo, del comportamiento de los parámetros hidrogeológicos.

Los resultados de los ensayos de bombeo en sus múltiples variantes, son la principal herramienta de que se dispone para el estudio del comportamiento de pozos, predicción de caudales y descensos futuros y obtención de valores representativos de las características de los acuíferos, tales que no tengan el carácter local y la dudosa validez de los ensayos en laboratorios o en sondeos.

En general, los ensayos de bombeo son caros y por lo tanto precisan de una correcta planificación para no cometer errores lamentables que después impidan una adecuada interpretación.

Tipos de ensayos de bombeo y de aforos de pozos

- Los bombeos para estudiar las características de los pozos suelen designarse con el nombre de **aforos o ensayos de descenso** y en general no conforman la observación de los niveles del agua en pozos o piezómetros próximos.
- Los bombeos en los que se observan los descensos producidos en otros pozos o en piezómetros próximo (el pozo de bombeo se suele medir también) se llaman **ensayos de bombeo** y también específicamente **ensayos de interferencia**.
- La medición de los niveles del agua, después del cese de bombeo en el propio pozo de bombeo, se llama **ensayo de recuperación**. Todos esos bombeos se realizan en condiciones controladas, a fin de que después de conocida la variación de una magnitud y sus efectos, se puedan determinar las características del acuífero o del pozo de bombeo.
- Se pueden considerar ensayos de bombeo, en sentido amplio, de muy diversas categorías, desde el simple aforo para hallar el caudal de explotación, hasta ensayos de bombeo para el estudio de las características de sistemas acuíferos.

Al realizar un estudio sobre el aforo del pozo se obtienen las siguientes informaciones de sumo interés que son:

- a) Caudal particular de explotación del pozo.
- b) Una estimación de la transmisividad del acuífero.

Con un ensayo de bombeo de interferencia se puede obtener:

- a) Transmisividad del acuífero.
- b) Coeficiente de almacenamiento del acuífero.
- c) Características del acuífero propias o en relación con su contorno (semiconfinamiento, recarga, drenaje diferido).
- d) Datos para extrapolar razonablemente los descensos del pozo sometidos a una larga explotación.
- e) Eficiencia real del pozo.
- c) Caudal óptimo o aconsejable de explotación del pozo.

Hacemos la salvedad que en el presente estudio únicamente se analizaron los aforos o pruebas de bombeo individuales (ensayos de descenso), en los pozos perforados.

3. GENERALES DEL ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL MUNICIPIO DE MIXCO

Nota: Debido a cuestiones de espacio, únicamente mencionaremos los aspectos importantes del estudio, mismos que aparecen en negritas.

3.1 CONTENIDO DEL ESTUDIO:

3.1.1 Aspectos generales

3.1.1.1 Descripción del área de estudio.

3.1.1.2 Objetivos

3.1.1.3 Trabajos previos

3.1.1.4 Enfoque general del estudio

3.1.2 Geología

3.1.2.1 Condiciones geológicas regionales

3.1.2.2 Geología del área de estudio

3.1.2.3 Estratigrafía

3.1.2.4 Geología estructural

3.1.3 Climatología e hidrología

3.1.3.1 Climatología

3.1.3.2 Hidrología

3.1.4 Estudio hidrogeológico

3.1.4.1 Objetivos

3.1.4.2 Inventario de pozos

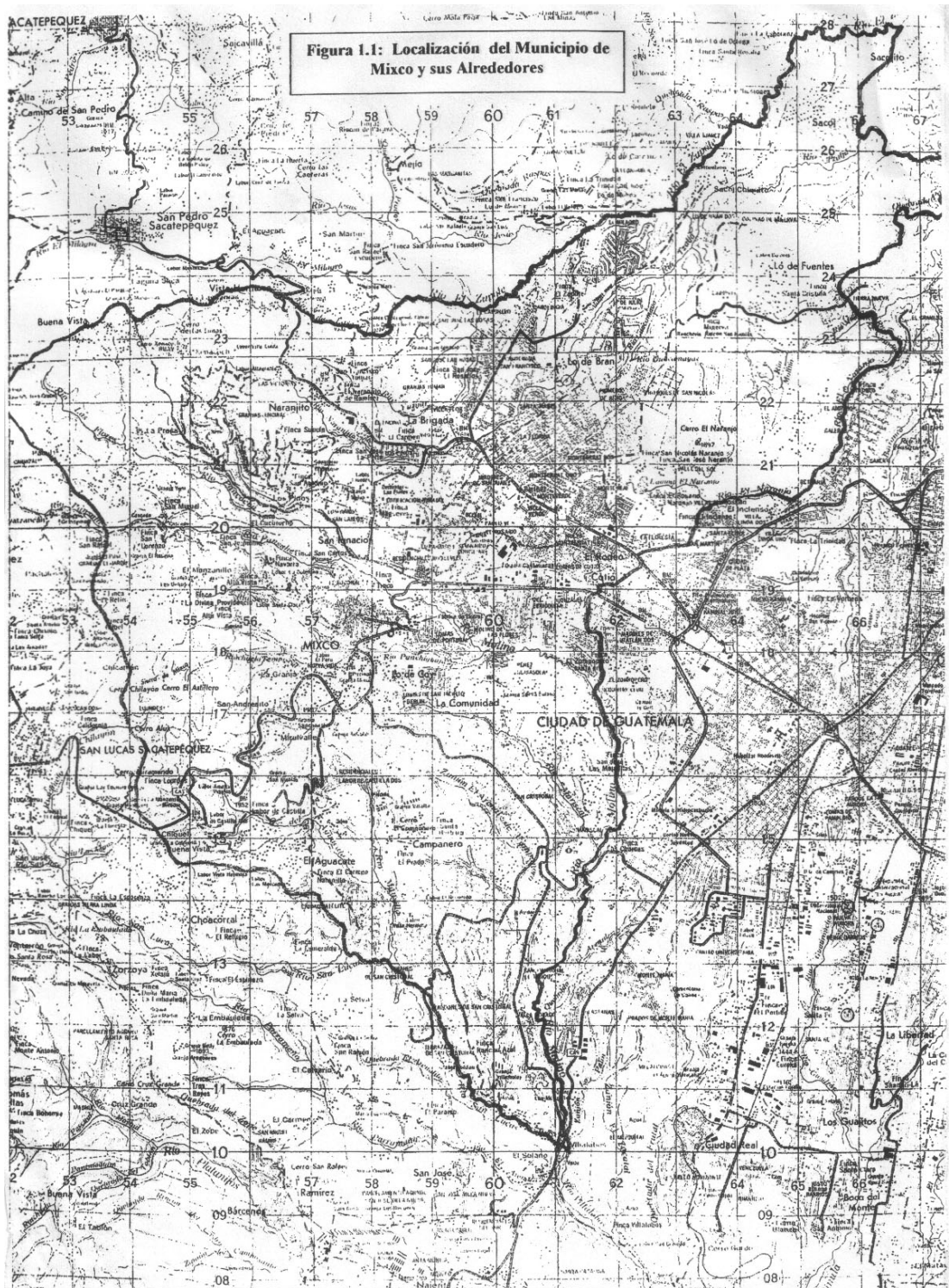
3.1.4.3 Acuíferos del área de estudio

3.1.4.4 Características del agua subterránea

3.1.4.5 Parámetros hidrogeológicos

3.1.5 Conclusiones y recomendaciones

Figura 12. Localización del Municipio de Mixco y alrededores



3.1.2.2 Geología del área de estudio

A continuación se presenta **un breve resumen** de las principales unidades geológicas que afloran en la región y que han sido objeto de investigaciones previas, y que sirven de marco de referencia geológico para ubicar el área de estudio dentro del contexto geológico regional.

3.1.2.3 Estratigrafía

La geología del área de Mixco, está constituida por nueve unidades y/o formaciones geológicas, las cuales son: Aluviones (Qal), flujos de Ignimbritas muy locales (Qign), Lavas Andesíticas muy locales (Qb), flujos de Piroclastos y caída de cenizas (Qp), depósitos de Lacustres Diamictones (Qd), que incluyen los Diamictones H, T, L, y R; así como a las Tefras H, T, Z1-Z2, S, Y, X, W, R1 Y R2; Tobas consolidadas de color café claro (Tt), Lavas Andesíticas/Basálticas del terciario (Tv), riolitas de color blanco (T), rocas intrusivas graníticas (Ki), calizas, que en algunos lugares están fuertemente metamorfizadas (Kcd), y finalmente la unidad geológica que constituye el basamento de rocas metamórficas específicamente constituida por filitas y esquistos fuertemente tectonizados (Pzm). A continuación se realiza una descripción detallada de estas unidades.

Unidad de aluviones (Qal)

En el área de estudio, no se encuentra desarrollada ésta unidad. Se encontró poco desarrollo de aluviones como producto de erosión de los principales drenajes superficiales del área de estudio. Solamente se

encontraron sobre los cauces y tributarios principales del río Villalobos en su parte baja, muy cercanos a Villa Nueva, pero aún estos aluviones tienen muy poca importancia desde el punto de vista hidrogeológico, y los cuales no tienen la distribución y su espesor es de poca importancia para ser dibujados en el mapa geológico del área de estudio.

Unidad de ignimbritas (Qign/Qb)

Esta unidad tiene poca importancia debido a su poca extensión de afloramiento (aproximadamente de 0.5 kilómetros cuadrados), y su espesor que no supera los 50 metros. Únicamente se encontró en la ribera del río Pinula al noreste de los Guajitos. Esta unidad está caracterizada por ignimbritas posiblemente originadas por fracturas, ya que está localizada sobre un alineamiento (ver mapa geológico adjunto). Esta unidad tiene muy poca importancia desde el punto de vista hidrogeológico.

Unidad de depósitos piroclastos (Qp)

Esta unidad se encuentra bien distribuida en el área de estudio y es proveniente de las erupciones recientes de la cadena volcánica ubicada al sur del área de estudio. Está constituida por estratos de piroclastos interestratificado con depósitos denominados de caída, específicamente cenizas volcánicas. Esta unidad tiene una amplia distribución en el área de estudio, cubriendo superficialmente a las rocas subyacentes. Son depósitos de poco espesor, pero se observó que el centro se encuentra con mayor espesor disminuyendo su espesor al sur y oeste del área que se investigó. Al centro se encuentra con un espesor máximo de 10 metros de espesor y disminuye este

espesor hacia el Oeste y hacia el Sur. Son rocas que tienen una buena selección, muy porosas y permeables y en pocos lugares se observó que las fallas las disectan.

Unidad de diamictones (Qd)

Esta unidad es la más importante en el área de estudio debido a su amplia distribución en la misma tal y como se puede observar en el mapa geológico y en los perfiles . Por tal razón se le dedicó la mayor atención. Se encuentra principalmente aflorando en los principales afluentes del área, se encuentra en todos los cauces y riberas de los ríos y quebradas como en los ríos Villalobos y sus afluentes como el río Molino, que drenan a los alrededores de ciudad San Cristóbal. En estos lugares se observaron espesores que superan fácilmente los 150 metros, los afloramientos se encontró que esta conformada esta unidad geológica por fragmentos de piroclastos y fragmentos de lavas basálticas, andesíticos dispuestos caóticamente, es decir, sin ninguna selección; por lo tanto la selección de los fragmentos es muy pobre, pero si se observaron que están bien redondeados lo que indica que estos materiales tuvieron durante su proceso de transporte bastante lejos. El origen de este depósito proveniente de la explosión violenta de un antiguo volcán situado en los alrededores del lago de Atitlán. La cementación del material también indica que fue depositado a altas temperaturas (probablemente cercano a los 300 grados centígrados). La pobre selección de los fragmentos indica que ese depósito fue bastante rápido, rellenando la topografía antigua existente en ese tiempo. Este estrato se caracteriza porque en su parte superior se encuentra pink zone, (Mclean. H., 1970). Este es un estrato del que tiene como característica que se encuentra de color rosado y forma la parte superior de esta unidad con un espesor variable, pero en promedio es de alrededor de 1 metro. Sobreyaciendo

a la zona de color rosado se encuentra los depósitos lacustres que fueron depósitos por el antiguo lago de Amatitlán. En el informe de Alvarez & Baldizón y otros, (1,997), se puede encontrar la antigua orilla del lago, definido en base de la distribución de los depósitos lacustres. Al centro del área de estudio también se observaron los afloramientos de esta unidad, específicamente en el cauce del río Narango y río la Barranca. En el lugar en donde se construye el puente sobre el río Naranjo se observó que en la base de la unidad de grandes bloques de lava andesítica que tienen un espesor entre 1 y 1.5 metros de diámetro (ver foto 9 y 10). El grado de cementación en este lugar es mayor lo cual puede influir en la permeabilidad y porosidad del material.

También se puede observar que existe evidencias de flujos hidrotermales y minerales que fueron formados a temperaturas cercanas a los 300 grados centígrados, lo cual permite concluir que este material cuando se depositó tenía una temperatura cercana a la indicada anteriormente. Este material se transporta a gran velocidad ocupando los antiguos cauces de los ríos preexistente en esa época. Por lo tanto encuentra que esos lugares, es decir, en los cauces actuales esta unidad tiene un espesor bastante grande, superior a los 150 metros, disminuyendo este espesor hacia el Oeste, Este y al Norte de la zona de estudio. Esta unidad se encuentra fuertemente fallada como se puede observar en varios afloramientos. La alta densidad de fracturamiento y fallamiento puede indicarse que afecta a esta unidad, lo que puede ser una característica favorable para la circulación del agua subterránea.

Unidad de tobas consolidadas (Tt)

Esta unidad está constituida por Tobas con un alto grado de cementación de color café claro muy meteorizadas y fracturadas y sobreyace a las lavas basálticas andesíticas del Terciario. Se observaron con un espesor máximo de

20 metros en los alrededores de la antigua carretera que conduce del Municipio de Mixco hacia la Antigua Guatemala. Solamente en esta área fueron observados afloramientos de ésta roca y en el borde norte del lago de Amatitlán, por lo que se concluyó que no tiene mayor importancia hidrogeológica. En la antigua carretera hacia Antigua, se observa el contacto inferior y sobreyacen sobre las lavas basálticas. El contacto superior no fue observado.

Unidad de lavas andesítico-basálticas (Tv)

Esta unidad está constituida por flujos de lavas provenientes de erupciones volcánicas que sucedieron en el Terciario. Sirven de basamento sobre el cual se depositaron todos los depósitos descritos anteriormente, que únicamente permiten la filtración del agua proveniente de las lluvias y agua superficial. Esta unidad es importante debido a que es en ella en la cual se desarrollan los principales acuíferos de los cuales se obtiene la mayor cantidad de agua, que se utiliza actualmente. Son rocas que en la mayoría de los afloramientos observados se encuentra fuertemente fallados y fracturados, y, es a través de éstas en las cuales fluye el agua. Las fallas que se pueden observar en el mapa geológico, la mayoría afectan éstas rocas, lo cual también se determinó al efectuar las descripciones de los rios de perforación, obtenidos durante la perforación de pozos en el Municipio de Mixco y en la ciudad de Guatemala. Con la información obtenida de las descripciones de los rios de perforación, se utilizó para efectuar la morfología subterránea de éstas lavas. Tal y como se puede observar en los perfiles geológicos, la unidad de lavas se encuentra fuertemente falladas y es la razón por la cual se ubicaron cuidadosamente los afloramientos de lavas, los cuales se encuentran en posiciones con diferencia de nivel, es decir, se encuentran afloramientos de

lavas en el cauce del río Villalobos, colonia El Mezquital y en la carretera de Mixco-San Lucas en la inmediación del mirador de la carretera CA-1, con diferencias de nivel de 600 metros, aproximadamente entre los dos lugares. Esto indica que al centro de la ciudad de Guatemala, estas lavas se encuentran más profundas, en tanto que en los cerros en donde se ubican los Municipios de Mixco y Santa Catarina Pinula, las lavas se encuentran aflorando en la superficie. Esto indica que éstas lavas se encuentran fuertemente falladas. Este control estructural es importante estudiarlo porque permite entender de mejor manera como circula el agua subterránea en el área de estudio. Razón por la cual debe continuarse con estudios de investigación geológica a más detalle para mejorar las interpretaciones obtenidas con el presente estudio. Esta unidad se encuentra aflorando hacia el este del Valle, y hacia el oeste en los alrededores de la carretera hacia El Salvador y Sta. Catarina Pinula.

Unidad de riolitas (Tr)

Esta unidad se encuentra aflorando en varios lugares del área de estudio, pero principalmente se observó en el cerro del Naranjo, aunque se observaron afloramientos en la carretera que conduce a San Juan Sacatepéquez, y en la carretera a El Salvador, así como en los alrededores de Santa Catarina Pinula. Estas rocas son de color blanco y contienen una abundancia de cuarzo, feldespato y plagioclasas en la mayoría de los afloramientos y muestras obtenidas durante la perforación de los pozos se observó que están fuertemente meteorizados. Forman parte del basamento y únicamente se observan afloramientos al norte del Municipio de Mixco, no se observó ningún afloramiento al sur; lo cual permite deducir que debe existir una anomalía geológica que separa ambos segmentos. Esta anomalía geológica tiene una orientación este-oeste y se ubica en forma paralela a la divisoria continental de

aguas, lo que indica que la divisoria separa los dos segmentos, el del sur que está más hundido, mientras que el segmento del norte fue más levantado, lo cual permite encontrar rocas más antiguas en éste segmento. Este control estructural tiene mucha influencia desde el punto de vista hidrogeológico, los bloques de roca se encuentran segmentados a profundidad y están conformados por rocas más productivas o menos, tal como en el caso de las lavas basálticas que son rocas en donde se encontró mayor capacidad para almacenar y circulación del agua subterránea, en tanto que en las rocas riolíticas esta capacidad es mucho menor. En el pozo perforado en la colonia Primero de Julio se observaron estos tipos de rocas, así como la presencia de una falla inversa de bajo ángulo que conforma el cabalgamiento de la Primero de Julio. Estas rocas tienen un espesor variable, y en el cerro del Naranjo es donde se puede apreciar la parte superior de la unidad. En la carretera hacia El Salvador, se puede también observar la relación con las lavas basálticas, que le sobreyacen; así como en la carretera hacia San Juan Sacatepéquez. El contacto inferior no se observó en ninguno de los afloramientos, solamente se observó en las muestras del pozo de la Primero de Julio. En el cerro del Naranjo, ésta unidad de riolitas está en la superficie debido a un pequeño horst, o levantamiento de la corteza terrestre, son observables fallas que definen el control estructural. Una característica de ésta unidad es que al norte del área de estudio, se observan pequeños cerros, algunos como El Naranjo; están conformados por riolitas y la mayoría de los mismos se encontró que afloran rocas calizas que subyacen a las riolitas.

Unidad de calizas (Kcd)

Esta unidad tiene una gran importancia hidrogeológica en la región, ya que algunos acuíferos se desarrollan en este tipo de roca. En esta unidad se observaron calizas, margas (rocas formadas por un 50% de CaCO_3 y 50% de CaMg), lutitas de color negro y en las muestras de ripios de perforación de color café oscuro. Las calizas se encuentran aflorando en un amplia área del Municipio de Mixco, en su totalidad se encuentran aflorando en el segmento norte del área. En el área de estudio se encuentran el noreste de ciudad Quetzal. No se observa que en encuentran cavernas desarrolladas por Karst. No se encuentran zonas de disolución. Se presentan en forma masiva de color blanco y en algunos lugares se observó que tienen evidencias de metamorfismo resultado de la fuerte actividad tectónica. En algunos pocos afloramientos se puede observar desarrollo de fracturas muy incipiente, aunque en la mayoría de estas fracturas se encuentran colmatadas. Lo cual impide en su mayor parte la circulación del agua subterránea.

La unidad de calizas se encuentra fuertemente fallada y se observó fallas de cabalgamiento inversas de bajo ángulo tal y como se pudo observar en el afloramiento que se ubica a 200 metros debajo de la confluencia del río Zapote y el tributario del mismo, el río Jesús. En este afloramiento se observa lavas terciarias en el cauce del río y en la cima del cerro donde se ubica la Finca San José lo de Molina (al sur de Ciudad Quetzal), se encontraron calizas, esto indica una falla muy importante como se indicó anteriormente de cabalgamiento. Otra evidencia de este tipo de falla se observó cuando se efectuó la descripción de los ripios de perforación del pozo perforado en la colonia Primero de Julio, ésta falla se dispone en forma paralela a la mencionada al principio de éste párrafo.

Unidad de rocas metamórficas (Pzm)

Esta unidad está conformada por filitas y esquistos y en pocos lugares se observó gneiss. Los afloramientos de esta unidad se localizan al norte del Municipio de Mixco, y son las rocas más antiguas del área y conforman el basamento de la región. Estas rocas también fueron observadas en los ripios de perforación del pozo perforado en la Colonia Primero de Julio. Tienen muy poca importancia hidrogeológica. En el centro del área de estudio se localizan a una gran profundidad ya que en ninguno de los pozos perforados se ha observado su presencia.

3.1.2.4 Geología estructural de los alrededores del municipio de Mixco

La caldera de Amatitlán está delimitada por la intersección de dos fallas regionales importantes: la fractura de Palín (FP) y el sistema de falla de Jalpatagua (FJ). La FP, se dispone con una orientación N-S, es una fractura que separa segmentos de la corteza terrestre y se localiza entre los volcanes de Pacaya y Agua (Stoiber y Carr, 1973; Carr y otros 1982). Otra estructura importante que se ubica al norte del Lago de Amatitlán es la FJ, la cual es muy evidente por el escape de falla de aproximadamente 300 metros de diferencia de nivel topográfico entre la superficie del Lago de Amatitlán y la montaña entre los que se encuentra el Parque Nacional de Naciones Unidas. Aunque Carr (1974), estima que el movimiento total de la FJ es mucho mayor a los 500 metros de desplazamiento vertical. El escape de falla, se observa afloramiento de lavas andesíticas basálticas fuertemente fracturadas y con evidencias de alteración hidrotermal debido al flujo de gases volcánicos del interior de la tierra, de edad posible del Terciario. El movimiento de la falla de Jalpatagua (FJ), es de sentido horizontal aunque se han determinado movimientos en el

sentido vertical en el sur oriental, en Jalpatagua, Jutiapa. Otras fallas muy importantes en la región, es el sistema de fallas de Mixco (FM), y el sistema de fallas de Santa Catarina Pinula, (FCP). Estos dos sistemas de fallas de Mixco y Santa Catarina Pinula, tienen un desplazamiento vertical, es decir, son fallas normales y definen que el bloque en donde se localiza la ciudad de Guatemala se encuentre hundido, esto se define como un graben. Es importante indicar que dentro del graben principal se originaron otras pequeñas estructuras hundidas y otras levantadas y esto es observable en los alrededores del área de estudio del Municipio de Mixco.

3.1.5 Conclusiones y recomendaciones del estudio

a) Con respecto a la elevación media de las cuencas en estudio

La elevación máxima de la zona de estudio es de aproximadamente 2255 m.s.n.m. Y se ubica al noroeste del municipio de Mixco a inmediaciones de la aldea Buena Vista. La elevación más baja es de aproximadamente 1300 m.s.n.m. al sur del municipio a inmediaciones del puente de Villalobos. Tomando como referencia el estudio hipsométrico de la sub-cuenca del río El Molino, la elevación media es de aproximadamente 1500 m.s.n.m.

b) Con respecto a la precipitación

La precipitación media multianual para el período 1970-95, utilizado el método de Isoyetas es de 1140 mm./año para la sub-cuenca del río Molino – Villalobos.

c) Con respecto a la temperatura media

Las variaciones de la temperatura media durante todo el año no son extremas, sino por el contrario presentan una variación estacional suave , respondiendo básicamente a los períodos seco y húmedo del año. La temperatura media anual de la zona de estudio tomando como referencia la estación tipo A, INSIVUMEH, es de 18 grados centígrados .

d) Con respecto al escurrimiento superficial

Considerando las condiciones geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio, las áreas de más alto riesgo de contaminación de acuíferos, está localizada en los cauces de los ríos, debido a que los cauces de los ríos están formados de la unidad geológica denominada aluvial, de gran potencia como es el caso específico del aluvial del río Villalobos, los cuales tienen una gran permeabilidad que permite que las aguas que circulan a través de los ríos se infiltren con gran facilidad. Asimismo debajo de los cauces de los ríos, se localizan los espesores menos potentes de la zona no saturada, es decir, son zonas en donde el nivel freático se encuentra más cercano a la superficie del terreno, dando como consecuencia que las aguas contaminada infiltradas, se transporten a los reservorios subterráneos con mayor rapidez.

e) Con respecto a la geología

Se identificaron las siguiente secuencia de unidades litoestratigráficas : piroclastos (Qp), diamictones (Qd), ignimbritas (Qign/Qb), lavas basálticas y andesíticas (Tv), riolitas (Tr), granitos (Ki), calizas (Kcr), y rocas metamórficas (Pzm).

De las unidades identificadas se concluye que las rocas basálticas y andesíticas (Tv) y calizas son de interés hidrogeológico y en menor importancia son las rocas metamórficas.

Del estudio fotogeológico realizado en el gabinete y con su correspondiente comprobación de campo se determinaron la alta intensidad de fracturamiento, de las diferentes unidades geológicas, siendo esto muy evidente en la unidad de diamictones, lavas riolíticas y calizas; lo cual es muy favorable para la circulación del agua en el interior de la tierra y formación de los acuíferos correspondientes. Sin embargo, por la escasa información que se tiene de las perforaciones es una interpretación tentativa la que se ofrece en los perfiles geológicos. Por lo tanto debe continuarse con este estudio con más información obtenida de los ripsos de perforación.

f) Con respecto a las condiciones hidrogeológicas

La zona no saturada de la zona de estudio está constituida geológicamente y principalmente por piroclastos con intercalaciones de lacustres y paleosuelos.

En el área de estudio se distinguen como parte de la zona saturada dos acuíferos de piroclastos importantes: acuífero superior y acuífero inferior, los cuales por sus características geológicas tiene buena conexión hidráulica entre sí.

El acuífero superior está constituido esencialmente por potentes depósitos cuaternarios de piroclastos pomáceos compactos hasta sueltos, mal clasificados y mal estratificados, en los cuales existen localmente

intercalaciones de sedimentos fluvio-lacustres, paleosuelos y lavas. Se han incluido dentro del acuífero superior los sedimentos aluviales depositados en la parte media e inferior de los valles del río Villalobos, Pinula y las Minas, los depositados en el delta que el río Villalobos forma al desembocar en el lago de Amatitlán.

Los piroclastos tienen una permeabilidad primaria, la cual es en general baja. Los sedimentos lacustres, también en intercalación con los piroclastos, actúan, debido a su carácter arcillo-limoso, a manera de acuicludos.

El acuífero superior descansa en gran parte del área de estudio sobre lavas andesíticas y tobas vítricas soldadas. Las lavas principalmente, por sus características de permeabilidad, fracturación, extensión y espesor, constituye el principal acuífero del área. Según información obtenida el pozo ojo de agua II –Empagua-, el espesor de las lavas es superior a 218 metros.

La permeabilidad de las lavas es secundaria y alcanza valores altos, especialmente en el sur del área, debido a que ellas están intensa y profundamente fracturadas.

Debido a que la topografía del área es muy variable, las profundidades al nivel de saturación también lo son, tal como puede observarse en la tabla de historial de niveles.

Al noroeste de la zona de estudio, a inmediaciones de la Villa de Mixco, los niveles de agua subterránea se encuentran entre los 110 y 150 metros de profundidad, debido a la gran explotación de aguas subterráneas y baja permeabilidad de las unidades piroclásticas de la zona.

En la planicie central del valle de Guatemala, los niveles del agua subterránea varían de forma gradual del oeste (cerca de la colonia La Brigada), al centro del Valle (Reforma), de 120 a 60 metros aproximadamente. Del centro al este del valle (Santa Catarina Pinula), los niveles de aguas subterráneas varían aproximadamente de 60 a 100 metros respectivamente.

En la parte sur de la zona de estudio, oscilan en función de la topografía del terreno, presentando en las zonas de la planicie del valle de Guatemala, niveles de agua subterránea a una profundidad de aproximadamente 50 metros, sin embargo, a la altura del campo de pozos El Diamante, San Miguel Petapa, la profundidad del nivel de agua subterránea es de aproximadamente 10 metros, y representa una de las zonas bajas de la zona de estudio y, por consiguiente, con el más alto riesgo de contaminación.

En las cercanías de Villa Canales y la desembocadura del río Villalobos al Lago de Amatitlán, los niveles de aguas subterráneas varían de 20 a 1 metro de profundidad.

En las subcuencas del río Villalobos y Zapote, el agua subterránea escurre desde el extremo occidental de la cuenca los cuales son controlados por la divisoria continental, las primera que tiene un flujo preferencial hacia el lago de Amatitlan y la segunda siguiendo los cauces del río Zapote hacia las Vacas. Como puede observarse en el mapa de isolíneas de aguas subterráneas, los flujos preferenciales de aguas subterráneas siguen los alineamientos de los ríos Molino y Villalobos al sur y los alineamientos del río Zapote Pinula al norte de la zona de estudio. Los gradientes mayores se verifican en el borde occidental de la zona de estudio (que representa la cabecera de las cuencas), siguiendo el patrón morfológico de las cuencas, es decir, se presentan mayores gradientes en donde la topografía es más abrupta.

Al efectuar una comparación con el mapa de isolíneas de aguas subterráneas con respecto a 1978, se puede establecer que las direcciones de flujo no han cambiado. Sin embargo, se puede establecer que los niveles de aguas subterráneas de la zona de estudio han descendido alarmantemente, particularmente en la zona occidental de la cuenca del río Molino (cercanías de Mixco y áreas circunvecinas), estableciéndose que los niveles han descendido aproximadamente 55 metros en los últimos 30 años, a una razón de descenso de aproximadamente 1.85 metros / año.

En los alrededores de la colonia Montserrat, los descensos de nivel han sido menores al antes mencionado, sin embargo, han descendido los niveles de 36 a 50 metros en los últimos 30 años, a una tasa de descenso entre 1.07 y 1.38 metros / año.

Al norte de la zona de estudio, es decir, a inmediaciones del Boulevard Liberación, Avenida Reforma y Américas, los descensos de nivel por año se encuentran aproximadamente en los 0.4 a 1.0 metros / año.

En la zona sur de la zona de estudio, los descensos de niveles de agua subterránea en el acuífero superior, son menores a los del acuífero inferior. Los descensos del nivel (estáticos) de las aguas subterráneas en el acuífero inferior, y específicamente a inmediaciones del lugar denominado ojo de agua, en donde se encuentra el campo de pozos más importante de la ciudad de Guatemala, y del país, y en donde se localiza la mayor explotación de las aguas subterráneas para abastecimiento de agua potable de la ciudad (aproximadamente 1/3 parte de la producción de las aguas subterráneas), los descensos de niveles son mayores debido a la gran explotación de la misma.

Las tasas de descenso son aproximadamente 1.2 metros / año, a pesar que la zona represente hidrogeológicamente un gran potencial para el aprovechamiento del agua subterránea, dadas sus características de alta permeabilidad y capacidad de almacenamiento.

En base a las pruebas de bombeo analizadas de los 20 pozos nuevos del municipio de Mixco, se puede establecer que las transmisividades del acuífero superior de dicha zona son bastante bajas, es decir, oscilan entre 5 y 20 m³ / día / m de lo cual se concluye que es la causa de que la producción de los mismos sea baja. Sin embargo, se puede establecer que las transmisividades de las rocas fracturadas constituidas por lavas y calizas las producciones son mayores, es decir, presentan valores entre 25 y 400 m³ / día / m.

De lo anterior se establece que las zona más propicias para la explotación de las aguas subterráneas en el Municipio de Mixco, deben ubicarse en aquellas unidades constituidas por lavas principalmente, las cuales se localizan a profundidades superiores a los 250 a 350 metros. (820.21 a 1148.29 pies). En consecuencia, se recomienda que los pozos futuros sean construidos con diámetros no menores a los 30.48 cms. (12 pulgadas), y profundidades no menores a los 365.76 metros (1200 pies).

Figura 13. Geología superficial del Municipio de Mixco y alrededores

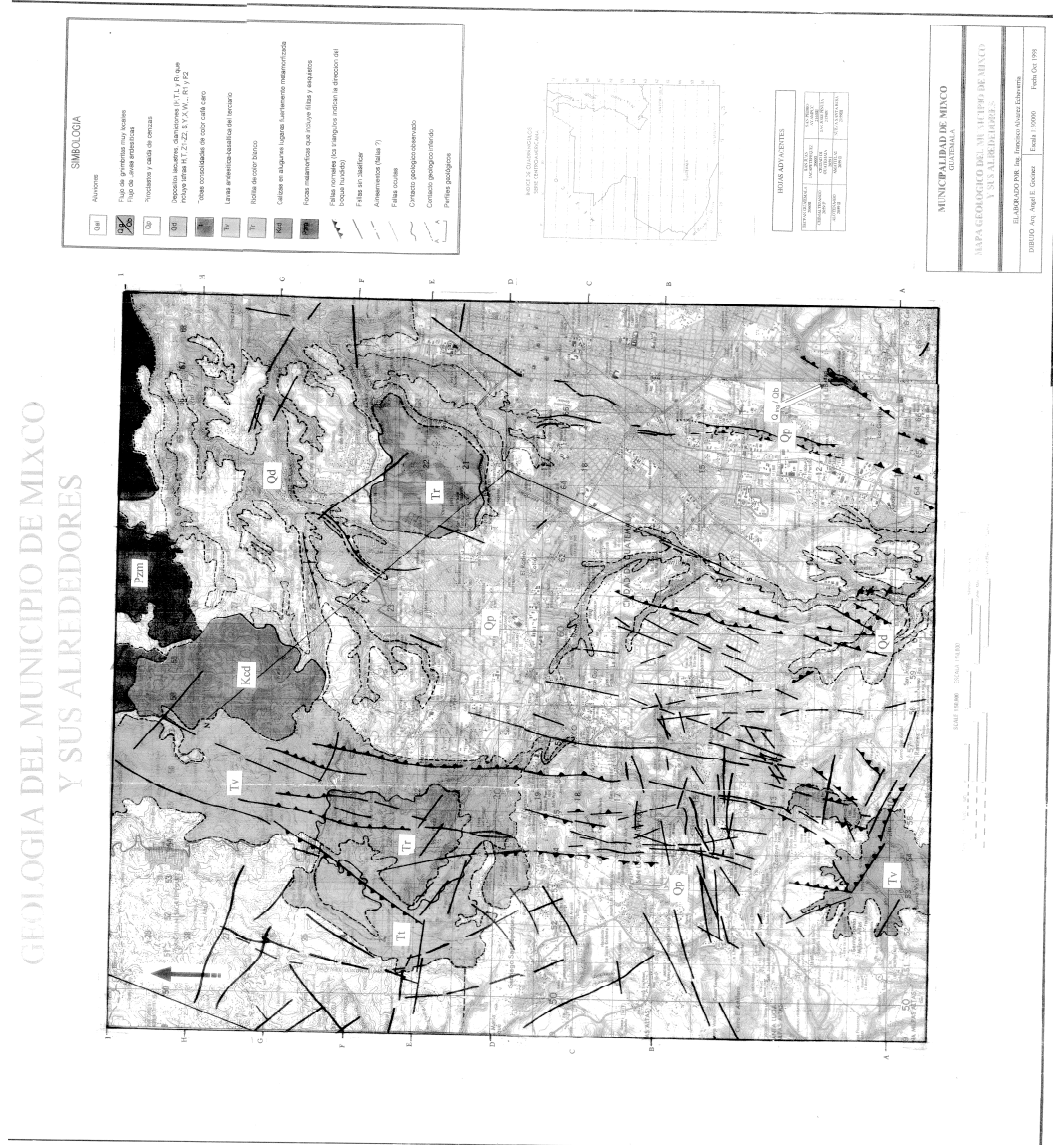


Figura 14. Isoyetas de niveles freáticos de agua subterránea

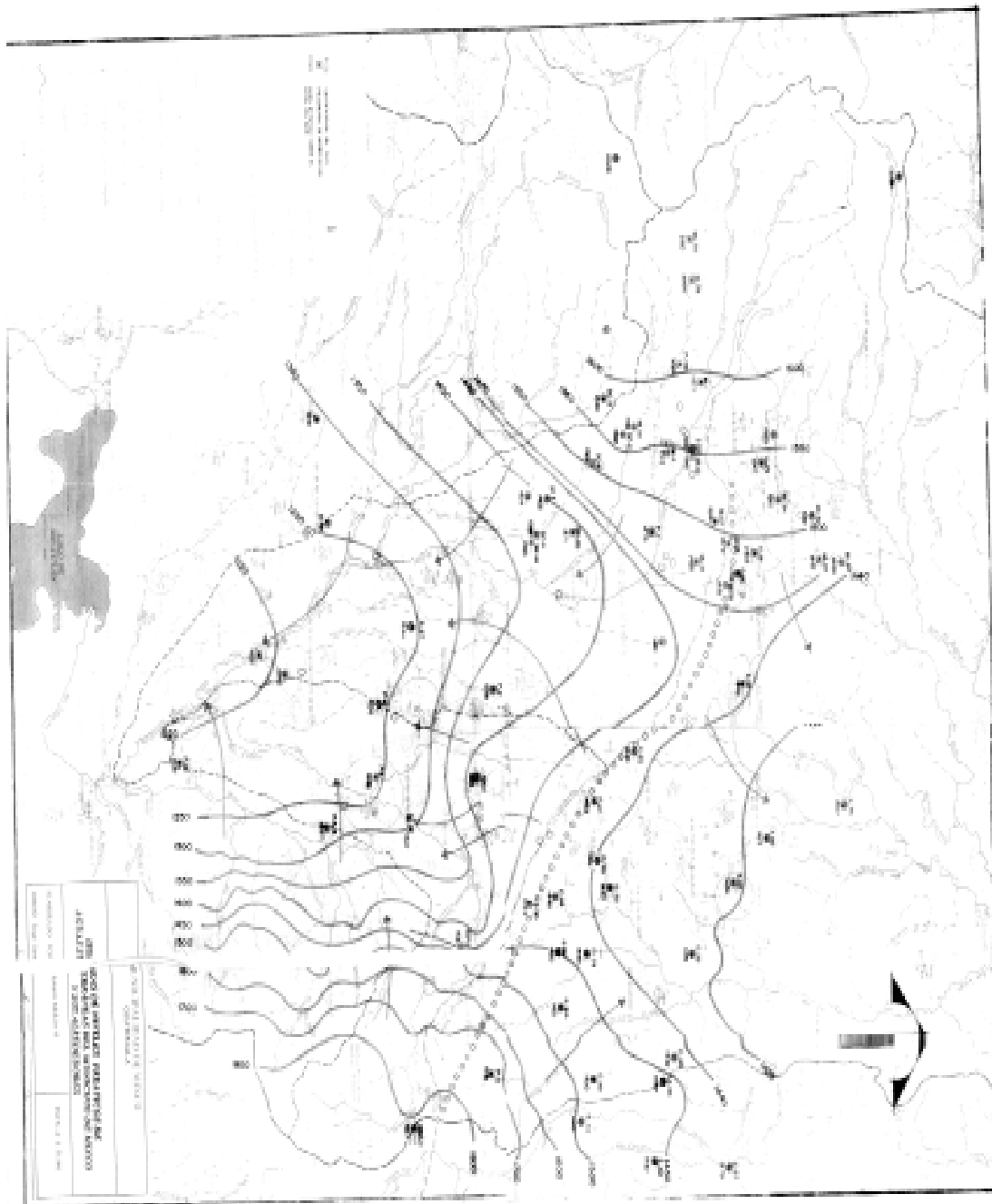


Figura 15. Perfiles geológicos del Municipio de Mixco y alrededores

PERFILES GEOLOGICOS DEL MUNICIPIO DE MIXCO
Y SUS ALREDEDORES

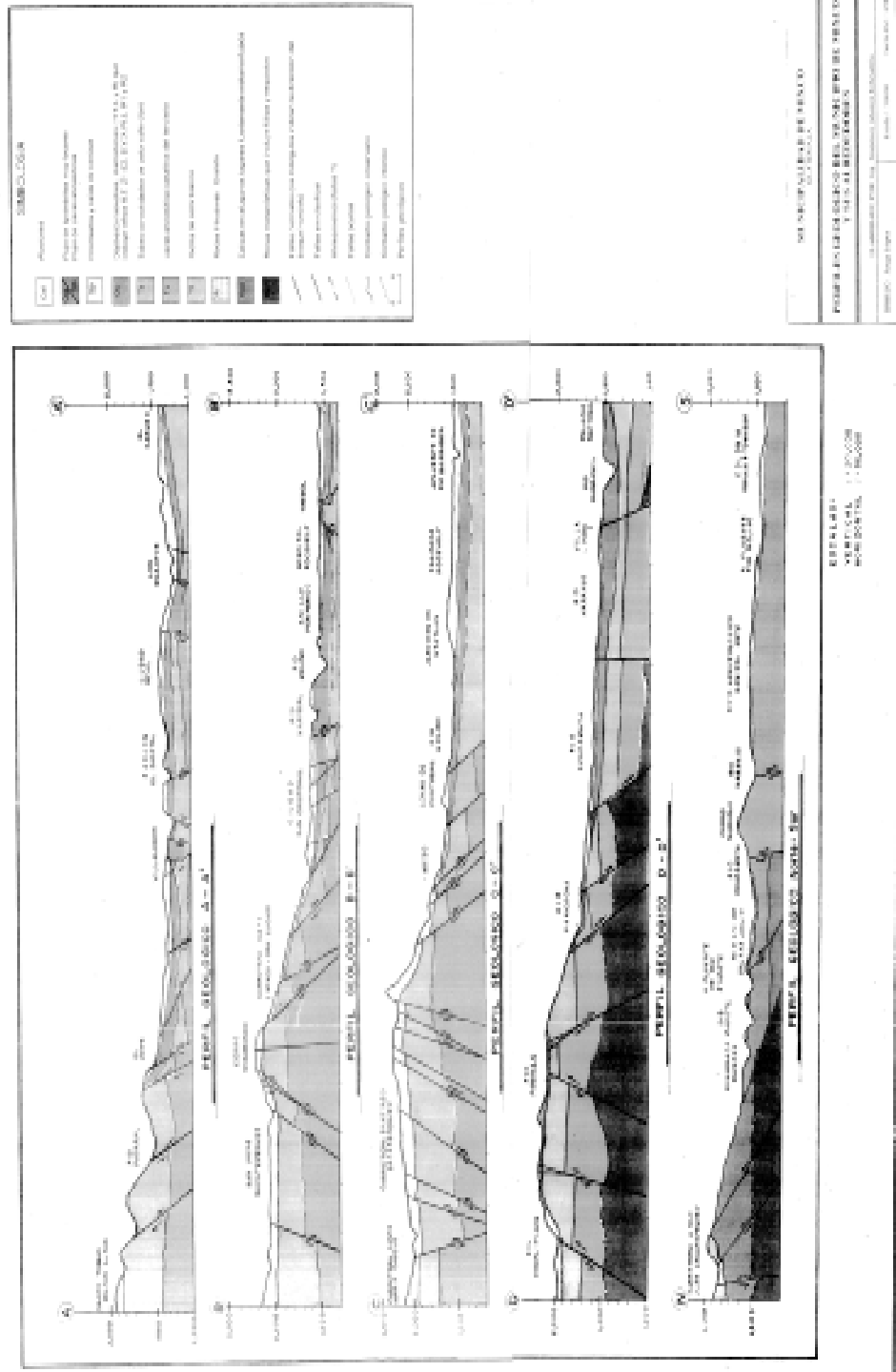
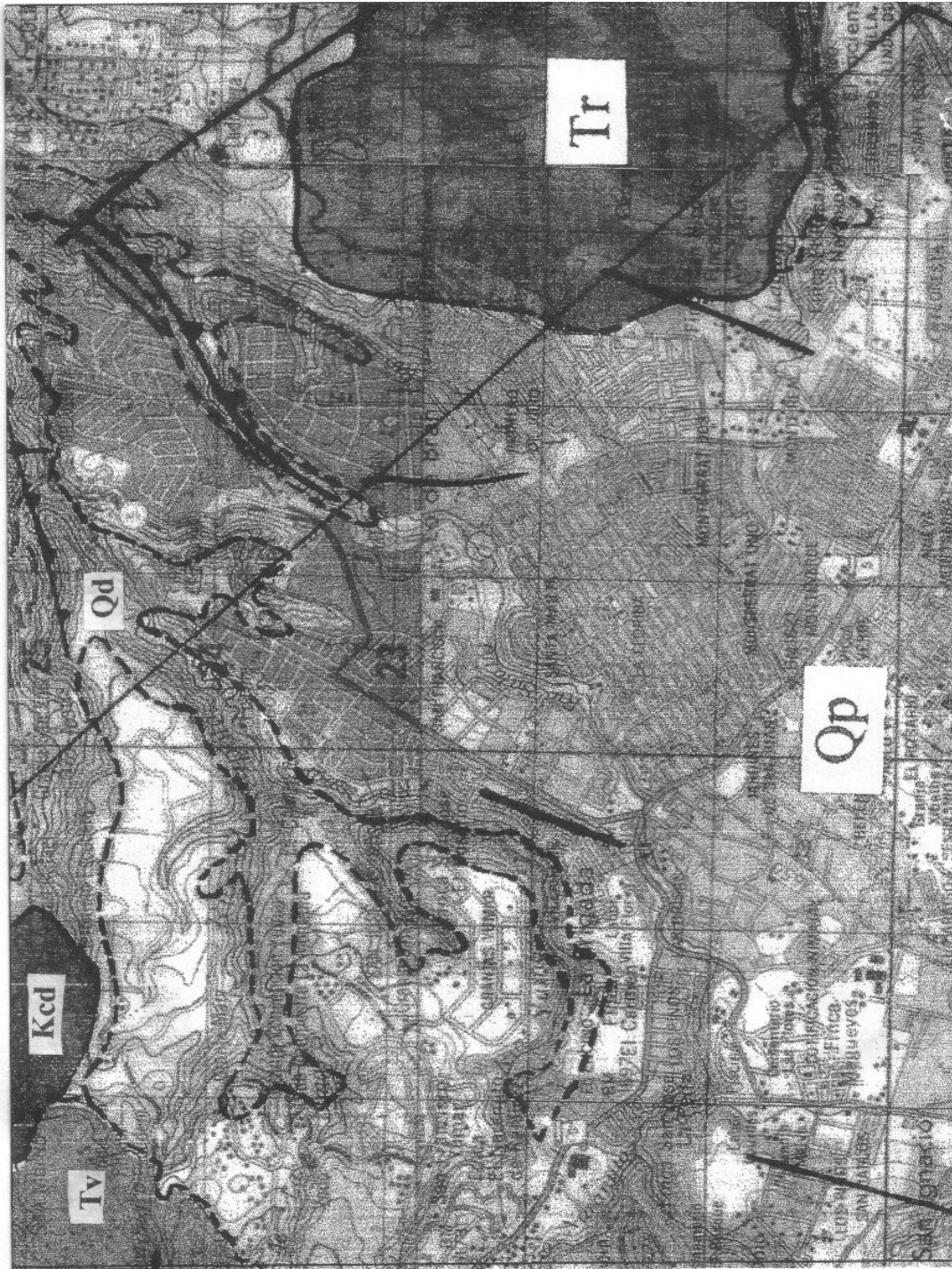


Figura 17. Geología superficial y estructural del área en estudio



4. RESULTADOS DE LAS PERFORACIONES

DATOS FINALES POZO 9 SANTA MARTA

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 9 Colonia Santa Marta

LOCALIZACIÓN: 6ta. Calle "A" 0-74 Colonia Santa Marta Z. 6 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 607223

ALTURA M.S.N.M.: 1612 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 92 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1300 pies, equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 127 Galones / minuto, equivalentes a 8.01 litros/seg,

es decir el caudal necesario para dotar de agua a 346 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 825 pies, equivalentes a 251.52 metros.

Nivel dinámico: 1108 pies equivalentes a 337.80 metros.

Abatimiento: 283 pies, equivalentes a 86.28 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 4.01 Mtrs3/Día/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

En esta perforación, no hubo necesidad de llegar más allá de 1300 pies y luego de realizar el registro eléctrico nos dimos cuenta que el espesor del acuífero era suficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 127 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo al llegar a los 1300 pies de profundidad. Como puede verse, el abatimiento es bastante empieza a disminuir con relación a los dos primeros pozos, lo que indica que el acuífero alcanzado empieza a variar y a cambiar de transmisividad, presentando características parecidas a las del pozo 8.

DATOS FINALES POZO 7 SANTA MARTA

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 7 Colonia Santa Marta, Zona 7 de Mixco.

LOCALIZACIÓN: 5 Ave. 0-31 Z.5 de Mixco Colonia Santa Marta.

COORDENADAS UTM: 599214

ALTURA M.S.N.M.: 1633 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 93 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1840 pies, equivalentes a 560.83 mtrs.

Diámetro de entubado 12 y 10 pulgadas, equivalentes a 0.30 y 0.25 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 68 galones / minuto, equivalentes a 4.29 litros/seg, es

decir el caudal necesario para dotar de agua a 185 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 552 pies, equivalentes a 168.25 metros.

Nivel dinámico: 1115 pies equivalentes a 340.85 metros.

Abatimiento: 566 pies, equivalentes a 172.56 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 1.07 Mtrs3/Día/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Tuvo que profundizarse la perforación hasta un máximo de 1840 pies, o sea, 540 pies más de lo previsto debido a que luego de llegar a 1300 pies y realizar dos veces el registro eléctrico nos dimos cuenta de que el espesor del acuífero era insuficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 65 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo hasta llegar a los 1840 pies de profundidad. Como puede verse, el abatimiento es bastante grande, lo que indica que el acuífero alcanzado es muy bajo en transmisividad de agua.

DATOS FINALES POZO 2 VALLE DEL SOL

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 2 Colonia Valle del Sol

LOCALIZACIÓN: 5ta. Calle y 15 Ave. "A" esquina, Colonia Valle del Sol Z.4 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 622207

ALTURA M.S.N.M.: 1570 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 47 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1300 pies, equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 326 galones / minuto, equivalentes a 20.57 litros/seg,

es decir el caudal necesario para dotar de agua a 889 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 300 pies, equivalentes a 91.44 metros.

Nivel dinámico: 542 pies equivalentes a 165.24 metros.

Abatimiento: 242 pies, equivalentes a 73.78 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 12.04 Mtrs3/Día/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Esta perforación, no hubo necesidad de llegar más allá de 1300 pies y luego de realizar el registro eléctrico nos dimos cuenta que el espesor del acuífero era suficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 300 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo al llegar a los 1300 pies de profundidad. Como puede verse, el abatimiento es mínimo con relación a los otros pozos, lo que indica que el acuífero alcanzado es totalmente diferente del de la otra área, presentando características muy diferentes, por lo que deducimos que éste está mucho menos explotado que lo que están los

acuíferos de la zona este del municipio, además, que sabemos que en las cercanías del pozo existió anteriormente la llamada laguna del Naranjo, que explica la existencia de grandes cantidades de agua subterránea.

DATOS FINALES POZO 4 JARDINES DE SAN JUAN

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 4 colonia Jardines de San Juan, Zona 7 de Mixco.

LOCALIZACIÓN: 4ta. Avenida 6-59 dolonia Jardines de San Juan, Z. 7 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 597208

ALTURA M.S.N.M.: 1638 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 40 días hábiles.

DISEÑO ORIGINAL: 597207

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1500 pies, equivalentes a 457.20 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 108 galones / minuto, equivalentes a 6.81 litros/seg, es

decir el caudal necesario para dotar de agua a 294 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 390 pies, equivalentes a 118.87 metros.

Nivel dinámico: 1115 pies equivalentes a 339.85 metros.

Abatimiento: 725 pies, equivalentes a 220.98 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 1.33 Mtrs³/Día/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Tuvo que profundizarse la perforación hasta un máximo de 1500 pies, o sea, 200 pies más de lo previsto debido a que luego de llegar a 1300 pies y realizar dos veces el registro eléctrico nos dimos cuenta de que el espesor del acuífero era insuficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 100 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo hasta llegar a los 1500 pies de profundidad. Como puede verse, el abatimiento es bastante grande, lo que indica que el acuífero alcanzado es muy bajo en transmisividad de agua.

DATOS FINALES POZO 8 SANTA MARTA

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 8 Colonia Santa Marta

LOCALIZACIÓN: 4ta. Calle y 5ta. Ave. Colonia Santa Marta Z. 6 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 605218

ALTURA M.S.N.M.: 1613 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 38 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1300 pies, equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 108 Galones / minuto, equivalentes a 6.81 litros/seg, es

decir el caudal necesario para dotar de agua a 294 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 680 pies, equivalentes a 207.26 metros.

Nivel dinámico: 964 pies equivalentes a 293.90 metros.

Abatimiento: 284 pies, equivalentes a 86.59 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 3.40 Mtrs3/Dia/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Esta perforación, no hubo necesidad de llegar más allá de 1300 pies y luego de realizar el registro eléctrico nos dimos cuenta que el espesor del acuífero era suficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 108 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo al llegar a los 1300 pies de profundidad. Como puede verse, el abatimiento es bastante empieza a disminuir con relación a los dos primeros pozos, lo que indica que el acuífero alcanzado empieza a variar y a cambiar de transmisividad.

DATOS FINALES POZO No. 3 SAN IGNACIO

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 3 Colonia San Ignacio.

LOCALIZACIÓN: 16 Ave. "A" esquina, Colonia San Ignacio Z.7 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 581202

ALTURA M.S.N.M.: 1688 mtrs. (+5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 37 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1300 pies, equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de entubado 10 y 8 pulgadas, equivalentes a 0.25 y 0.2 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 143 galones / minuto, equivalentes a 9.02 litros/seg,

es decir el caudal necesario para dotar de agua a 390 medias pajas durante un período de

bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 360 pies, equivalentes a 109.73 metros.

Nivel dinámico: 862 pies equivalentes a 262.80 metros.

Abatimiento: 502 pies, equivalentes a 153.05 metros.

Rendimiento promedio del pozo: 2.55 Mtrs³/Día/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Esta perforación, no hubo necesidad de llegar más allá de 1300 pies y luego de realizar el registro eléctrico nos dimos cuenta que el espesor del acuífero era suficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 143 galones por minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, lo que se llevó a cabo al llegar a los 1300 pies de profundidad. Por cuestión de espacio no fue posible realizar el trabajo con una máquina de gran capacidad, por lo que se optó por colocar en los últimos 200 pies tubería con un diámetro de 8 pulgadas, la cual pesa menos. Como puede verse, el abatimiento es mínimo con relación a los otros pozos, lo que indica que el acuífero alcanzado es diferente del de las otra áreas, presentando

otras características, por lo que deducimos que éste se ubica en el principio del acuífero que abastece de agua subterránea al municipio, y que baja de la zona de infiltración.

DATOS FINALES POZO 2 LA ESPERANZA

NOMBRE DEL POZO: Pozo # 2 Colonia La Esperanza

LOCALIZACIÓN: 30 Calles y 1ra. Avenida "B" La Esperanza Z.6 de Mixco.

COORDENADAS UTM: 617240

ALTURA M.S.N.M.: 1575 mtrs. (+ 5.00, -5.00)

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PERFORACIÓN: 144 días de trabajo.

DISEÑO ORIGINAL:

Profundidad de 1300 pies equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de perforación de 17.5 pulgadas, equivalentes a 0.44 metros.

Diámetro de entubado 10 pulgadas, equivalentes a 0.25 metros.

DISEÑO FINAL:

Profundidad de 1300 pies, equivalentes a 396.24 metros.

Diámetro de entubado 10 y 8 pulgadas, equivalentes a 0.25 y 0.2 metros.

CARACTERÍSTICAS:

Caudal de trabajo recomendado: 602 galones / minuto, equivalentes a 37.98 litros/seg,

es decir, el caudal necesario para dotar de agua a 1641 medias pajas durante un período de bombeo de 12 horas.

Nivel estático: 720 pies, equivalentes a 219.46 metros.

Nivel dinámico: 815 pies equivalentes a 248.48 metros.

Abatimiento: 95 pies, equivalentes a 28.96 metros.

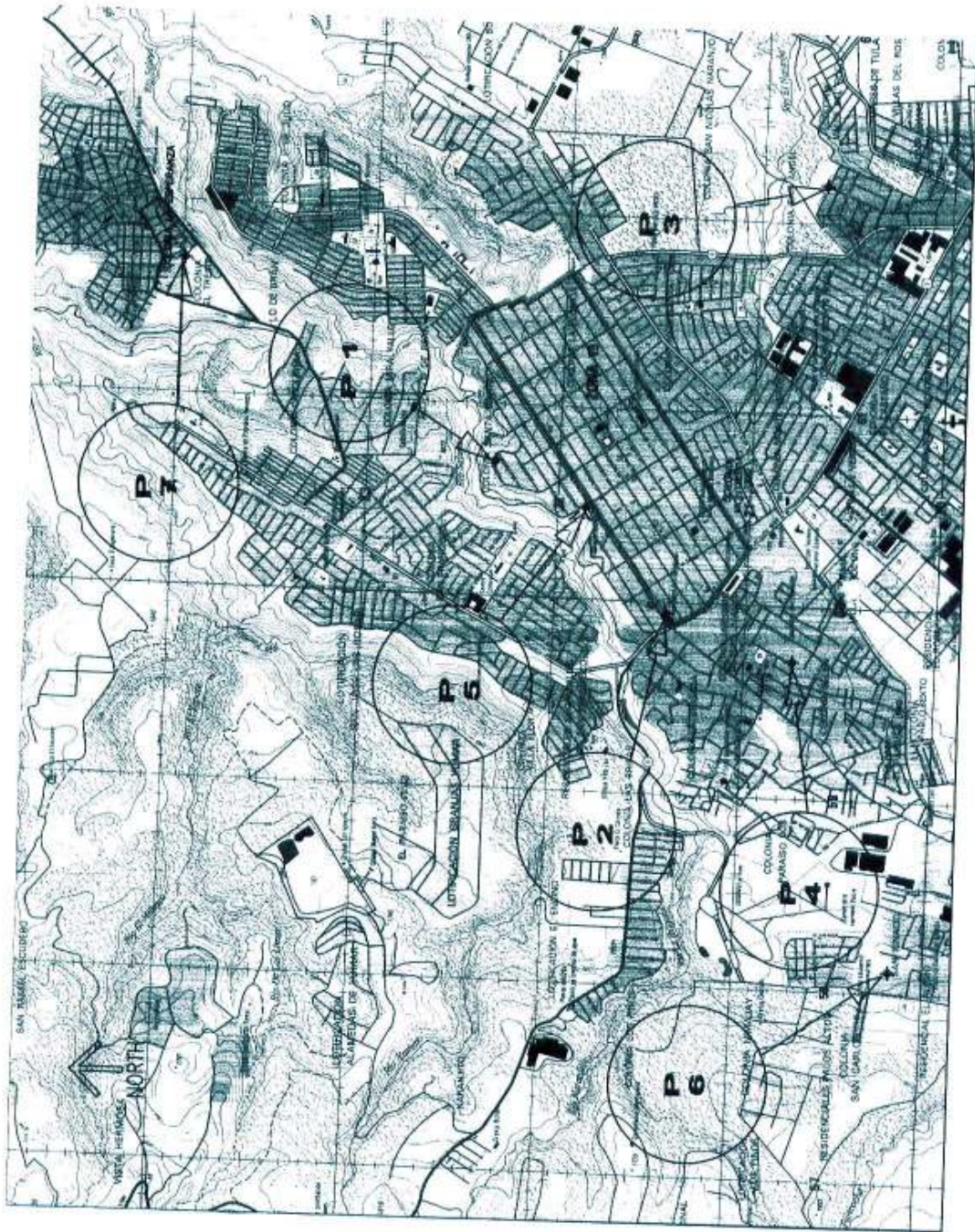
Rendimiento promedio del pozo: 56.65 Mtrs3/Dia/Metro de abatimiento

OBSERVACIONES:

Esta perforación, no hubo necesidad de llegar más allá de 1300 pies y luego de realizar el registro eléctrico nos dimos cuenta que el espesor del acuífero era suficiente para las necesidades del proyecto, de manera que quisimos producir por lo menos 400 galones / minuto para justificar y garantizar la inversión realizada, **aunque la prueba de bombeo reveló un caudal enorme (602 gpm), no se recomienda la explotación a esa capacidad para evitar el agotamiento del acuífero, sino es preferible explotar únicamente 400 GPM, que cubren en gran medida la necesidad de la colonia.** Por otro lado, por cuestión de espacio no fue posible realizar el trabajo con una máquina de gran capacidad y la máquina utilizada no podía cargar la totalidad de los tubos de 10 pulgadas en el entubamiento, por lo que se optó por colocar en los últimos 200 pies tubería con un diámetro de 8 pulgadas, la cual pesa menos. Como puede verse, el abatimiento es mínimo con relación a los otros pozos, lo que indica que el acuífero alcanzado es diferente del de las otras áreas, presentando otras características, por lo que deducimos que éste se ubica en el principio del acuífero que abastece de agua subterránea al municipio, y que baja de la zona de infiltración. Podemos darnos cuenta que el acuífero es diferente pues se halla localizado a una profundidad mayor que la de los demás, pero su capacidad es bastante mucho mayor. Se tienen referencias de pozo cercanos pertenecientes a ACOVA (entidad responsable del suministro de agua en la colonia El Milagro), que reflejan las mismas condiciones que éste pozo, de alguna manera se esperaba esta producción. Otro dato interesante es que la dureza del material del acuífero es considerable y hubo necesidad de perforar en diámetros menores (14 $\frac{3}{4}$, 10 $\frac{5}{8}$, y 9 $\frac{5}{8}$), para tener un menor volumen de corte.

4.1 Ubicación de los pozos

Figura 19. Ubicación de los pozos



4.2 ESTRATIGRAFÍA

De acuerdo a los resultados de las perforaciones realizadas, podemos decir que en general la estratigrafía varía en los pozos y, encontramos algunas de las principales unidades geológicas mencionadas en el estudio. **Aunque de alguna manera es difícil determinar el origen exacto de las muestras extraídas en el proceso de perforación debido la transformación que sufren las rocas durante éste.**

DATOS POZO 9 SANTA MARTA

Se encontró al principio, y como era de esperarse, material piroclástico (piedra pómez), en diversos tamaños. Posteriormente al seguir perforando surgió un estrato de roca oscura granulosa y gran cantidad de grava, posiblemente diamictón por el tipo de formación. De los 620 a los 760 pies encontramos roca gris, aparentemente lava andesítico-basáltica con alto grado de fracturamiento. En adelante fue imposible extraer muestras, pues **no se recuperó la circulación del pozo.**

DATOS POZO 7 SANTA MARTA

Encontramos depósitos piroclásticos al principio. Las capas subsiguientes muestran gran parecido con las encontradas en el pozo anterior. Al principio tuvimos roca oscura, arena y pómez. (componentes del material piroclástico). Desde los 620 a los 1000 pies, se perdió la circulación del pozo y fue imposible recuperarla encontrando luego lo que pareció ser una formación de lava andesítica fracturada, bajo ésta capa nos llamó la atención un estrato de roca blanca mezclada con una abundante cantidad de cuarzo, que corresponde

probablemente a la llamada unidad de riolitas, la cual según el estudio hidrogeológico, conforma el **basamento** sobre el cual están depositados todos los demás estratos en el valle de la ciudad de Guatemala. Posteriormente se volvió a perder la circulación de la perforación. Este pozo fue el más profundo alguna vez excavado en todo el municipio (1840 pies), pero la pérdida de circulación al final del pozo (de 1400 pies de profundidad en adelante), impidieron una adecuada toma de muestras a esa profundidad.

DATOS POZO 2 VALLE DEL SOL

Los resultados encontrados en ésta perforación difieren en gran manera de las demás perforaciones realizadas. De algún modo, esto está definido por ser parte del área del cerro El Naranjo, cuya situación geológica es diferente a todo el municipio. Por otro lado, la perforación se llevó a cabo en las cercanías de la antigua laguna del Naranjo, y aunque ésta influenciaría de alguna manera los acuíferos superficiales, pensamos que el grado de fracturamiento en el área de los estratos de roca, permite una muy buena comunicación entre los acuíferos superior e inferior. Asimismo según consta en el perfil del pozo proporcionado por DAHO, S.A. no existieron pérdidas de circulación a lo largo del desarrollo del proyecto, caso contrario a la mayoría de los otros pozos. Iniciamos la perforación con depósitos piroclásticos, hasta los 180 pies aproximadamente. Posteriormente encontramos un estrato que se asemeja en gran manera a la llamada unidad de diamictones, que según el estudio tiene fuerte presencia en el área, hasta una profundidad de 400 pies. Luego encontramos una roca característica por su color claro, la llamada unidad de riolitas, según el estudio éstas están fuertemente meteorizadas, aunque éste es un estrato con espesor mínimo (alrededor de 40 pies). A continuación observamos en este caso que el estrato preponderante en esta área es la

unidad de lavas andesítico-basálticas, según pudimos observar en las muestras durante el proceso de perforación, la roca estaba bastante fracturada, y sobre esta base pensamos que es debido a eso que existe una muy buena comunicación en el acuífero, éste estrato continuó con muy poca variación hasta alcanzar los 1300 pies. En las cercanías de la Villa de Mixco podemos decir que es en este estrato donde se encuentra un acuífero adecuado para su explotación, está bastante profundo, pero los resultados son satisfactorios a nuestros propósitos.

DATOS POZO 4 JARDINES DE SAN JUAN

En la realización de este pozo, se tuvo infinidad de problemas relacionados con la falta de circulación de los lodos de perforación. A tal grado que no se pudo obtener ninguna muestra de material del pozo después de los 90 pies aproximadamente. Situación difícil para el seguimiento de este informe pues no tenemos datos fidedignos sobre los cuales basarnos para interpretar los datos en su conjunto. Como puede verse en el perfil del pozo, se perforó incluso hasta los 1500 pies y los resultados no fueron de ninguna manera concluyentes en lo que a estratigrafía se refiere.

DATOS POZO 8 SANTA MARTA

En la perforación de este pozo (como puede verse en el perfil del mismo), se tuvo idénticos resultados que en el pozo 4 de Jardines de San Juan, pues perdimos la circulación de los lodos de perforación después de los 70 pies y, no volvió a recuperarse en todo el desarrollo del proyecto, hasta los 1300 pies.

DATOS POZO 3 SAN IGNACIO

En la perforación de este pozo (como puede verse en el perfil del mismo), se tuvo idénticos resultados que en el pozo 8 Santa Marta, pues perdimos la circulación de los lodos de perforación después de los 140 pies y, no volvió a recuperarse en todo el desarrollo del proyecto, hasta los 1300 pies

DATOS POZO 2 LA ESPERANZA

Las condiciones de esta perforación son en todos los aspectos muy diferentes de las realizadas en los otros sectores del municipio, tanto en la situación geológica como en los resultados finales de bombeo de dicho pozo. Durante el desarrollo del proyecto pudimos constatar que en campo, los datos suministrados por el estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco son un reflejo fiel de la realidad tanto geológica como hidrogeológicamente. En el pozo en mención, tuvimos al principio el anteriormente mencionado, depósito de material piroclástico, como en la mayoría de los otros pozos. Pero al promediar los 180 pies de profundidad, el panorama geológico cambia totalmente presentándose un estrato muy profundo de la llamada unidad de calizas, mencionada en el estudio citado anteriormente. Dicho estrato se prolonga a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, y es exactamente después de los 840 pies de profundidad donde se dan unas asombrosas condiciones hidrogeológicas, pues el fracturamiento del estrato unido a la favorable disposición de la roca en sí, permiten extraer cantidades de agua enormes, relativamente hablando. Se consiguió explotar hasta 602 galones por minuto en un pozo de 1300 pies. El estrato de roca caliza fue fácilmente identificable por su color claro característico, aunque los minerales que le acompañan suelen variar en una cantidad mínima de acuerdo a la profundidad, brindándole un color ligeramente diferente.

4.3 Estudio geofísico

Figura 20. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 9 Santa Marta

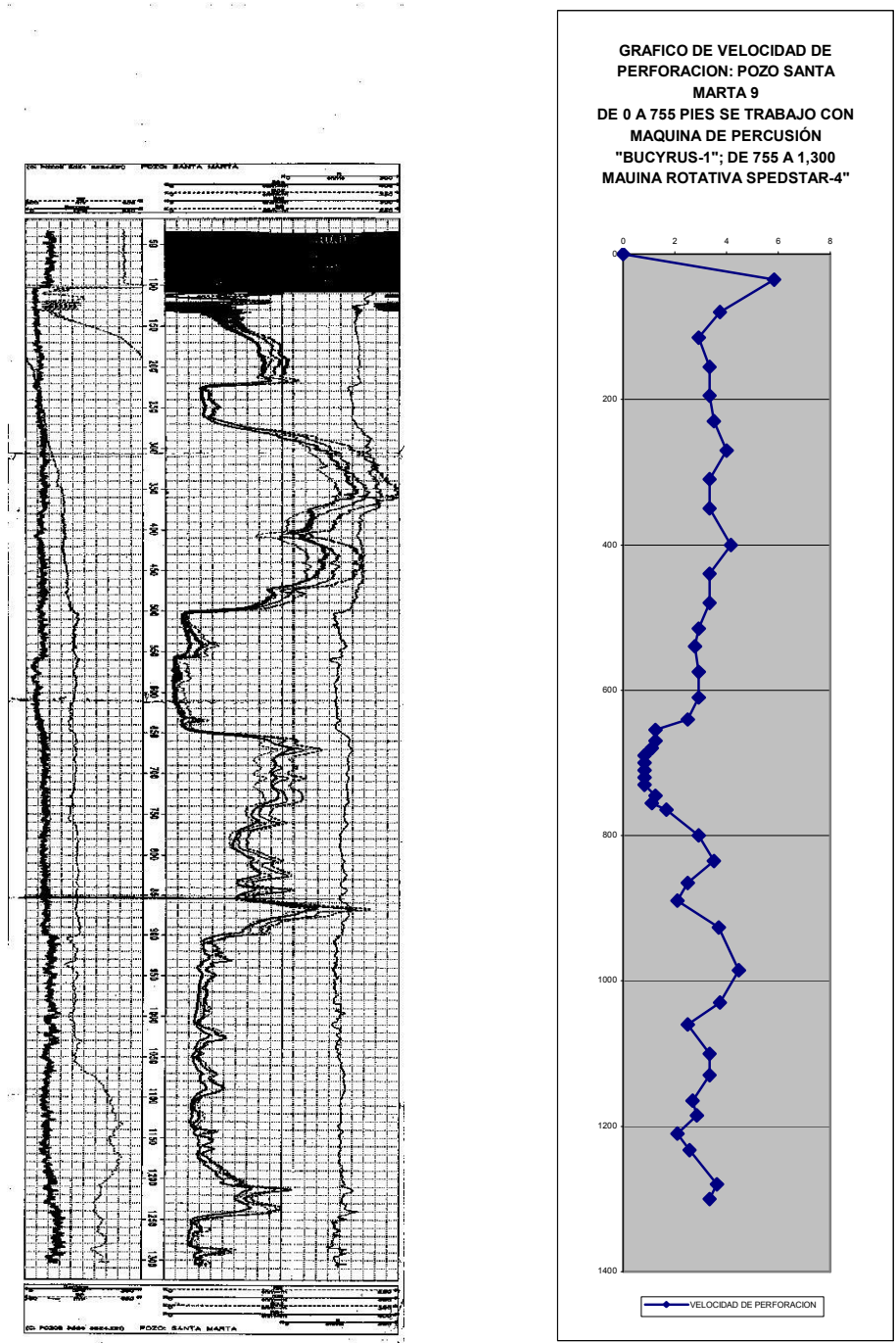


Figura 21. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 7 Santa Marta

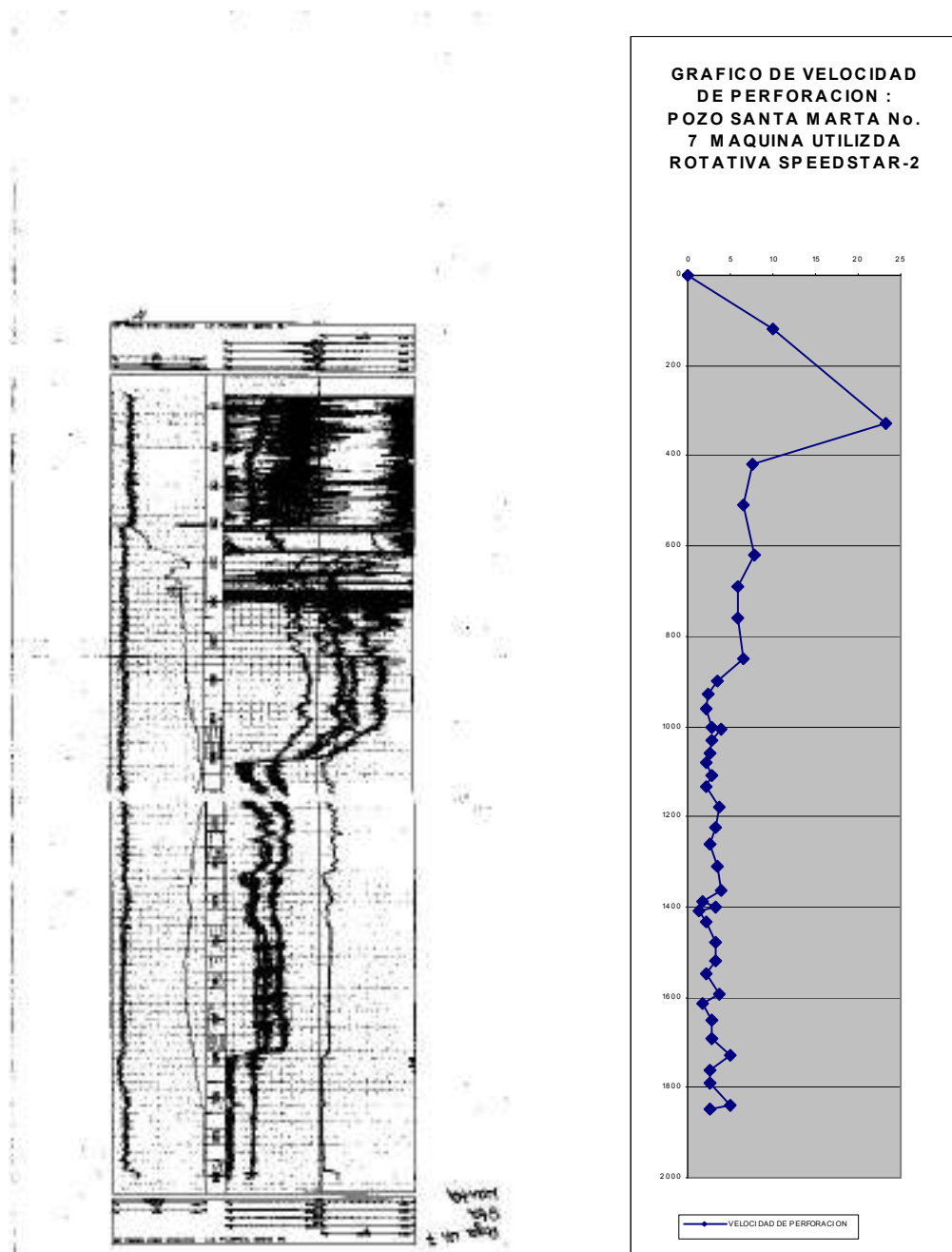


Figura 22. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 2 Valle del Sol

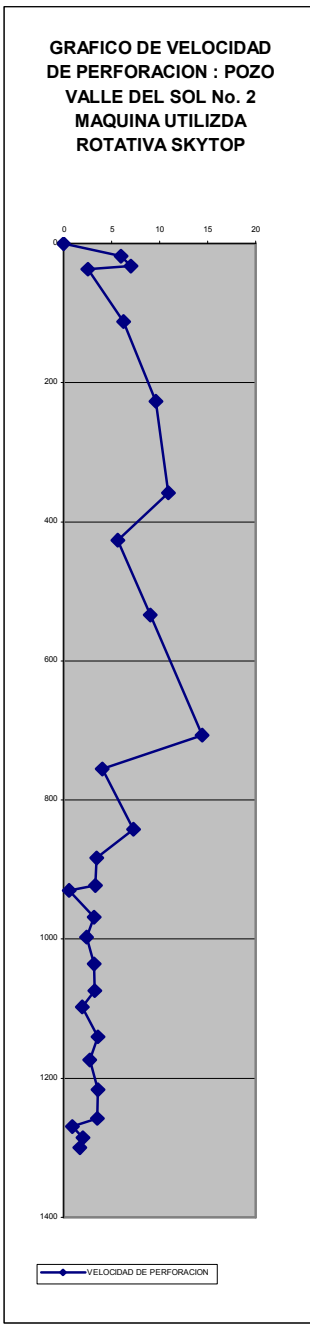


Figura 23. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 4 Jardines de San Juan

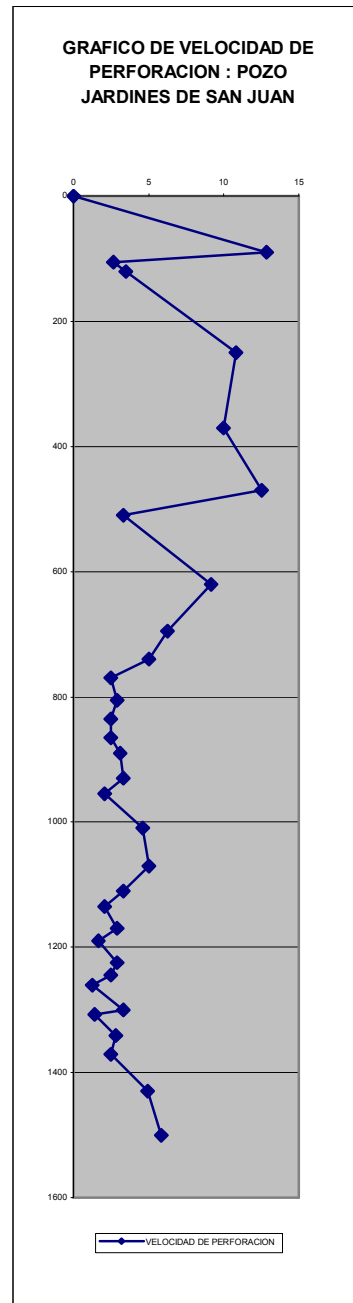


Figura 24. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 3 San Ignacio

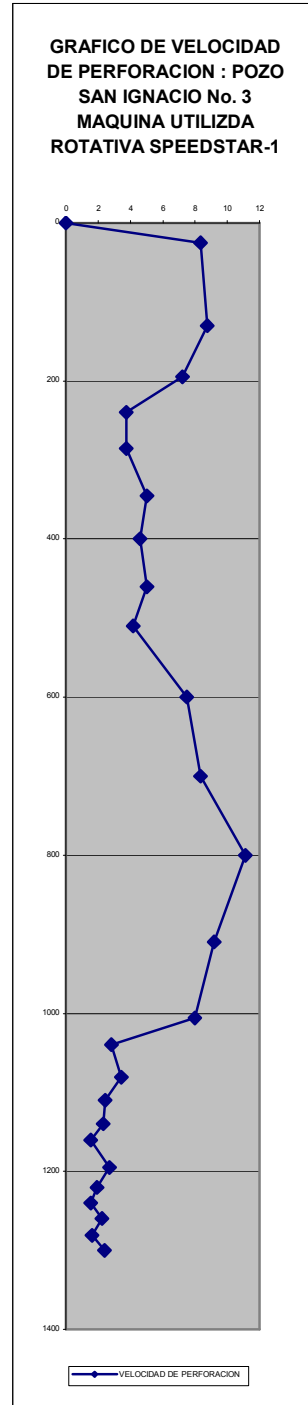
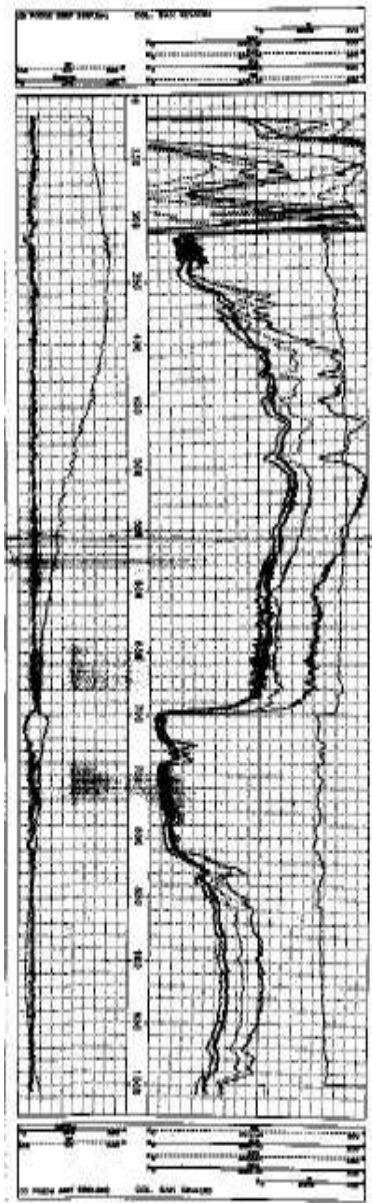


Figura 25. Registro eléctrico, gráfica velocidad de perforación pozo 8 Santa Marta

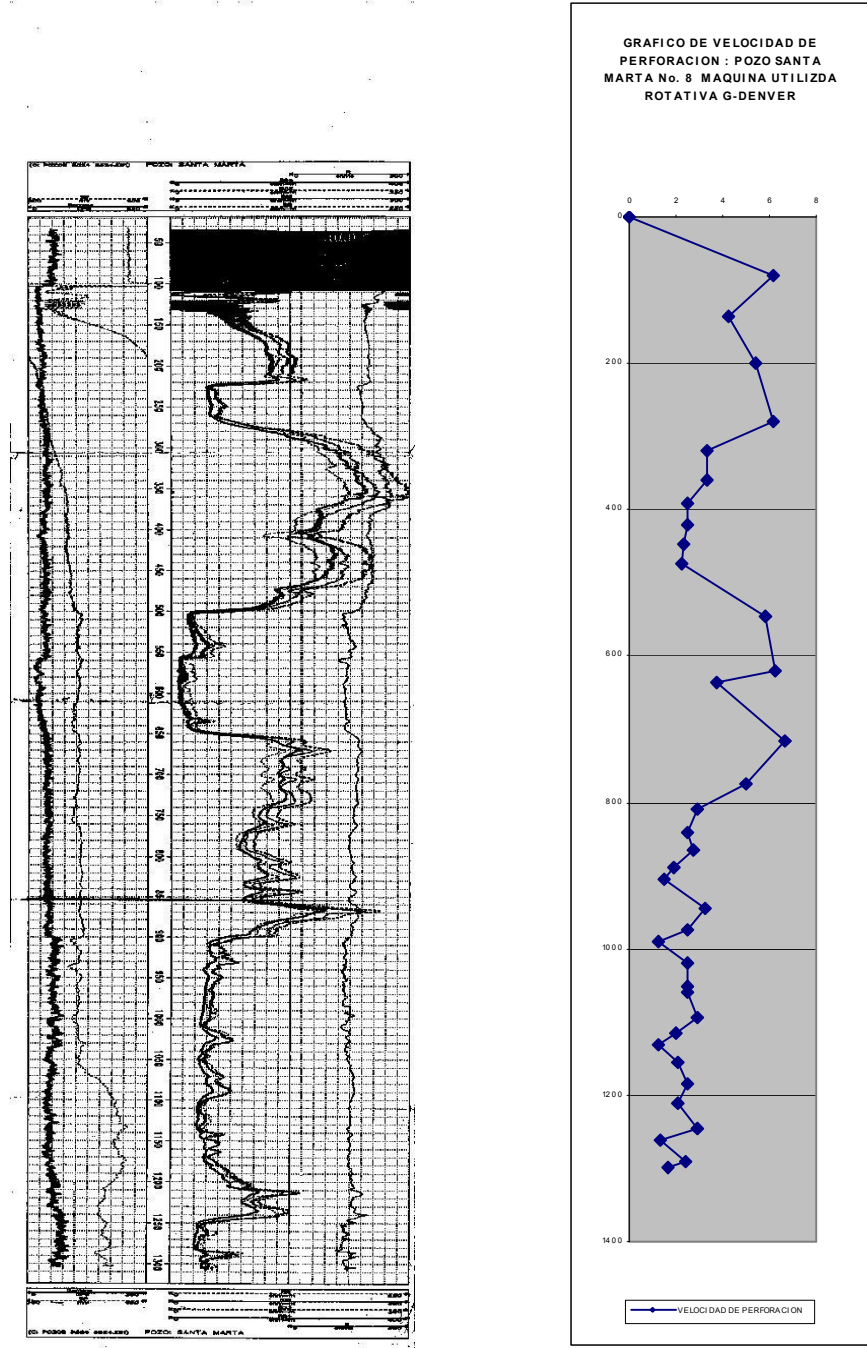
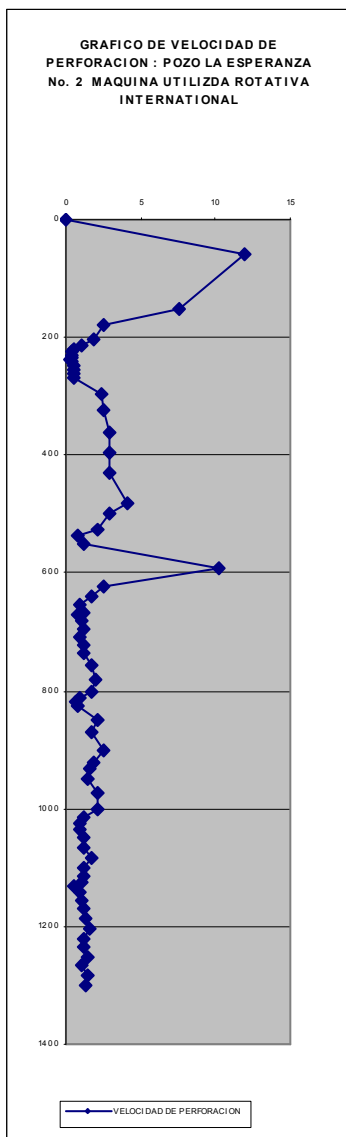


Figura 26. Gráfica velocidad de perforación pozo 2 La Esperanza



**No fue posible obtener datos
Registro eléctrico pozo No. 2
La Esperanza...**

6.4 Resultados hidrogeológicos observados

Tabla I. Resultados hidrogeológicos observados

DESCRIPCION DE POZO	ALTURA M.S.N.M.	PROF. EN PIES		PROF. EN METROS		PROF. M.S.N.M.		NIVEL ESTATICO (NE) EN PIES		NIVEL ESTATICO EN METROS		NIVEL ESTATICO ABSOLUTO		NIVEL DINAMICO (ND) EN PIES		NIVEL DINAMICO EN METROS		NIVEL DINAMICO ABSOLUTO	
		EN PIES	EN METROS	EN PIES	EN METROS	M.S.N.M.	EN PIES	EN METROS	ABSOLUTO	EN PIES	EN METROS	ABSOLUTO	EN PIES	EN METROS	ABSOLUTO	EN PIES	EN METROS	ABSOLUTO	EN PIES
P1 STA MARTA 9	1612	1300	-396.24	1215.76	825.00	251.46	1360.54	1108.00	337.72	1274.281									
P2 STA MARTA 7	1633	1840	-560.83	1072.17	552.00	168.25	1464.75	1118.00	340.77	1292.233									
P3 VALLE DEL SOL 2	1570	1300	-396.24	1173.76	300.00	91.44	1478.56	542.00	165.20	1404.798									
P4 JARDINES 4	1638	1500	-457.20	1180.80	390.00	118.87	1519.13	1115.00	339.85	1298.147									
P5 STA MARTA 8	1613	1300	-396.24	1216.76	680.00	207.26	1405.74	964.00	293.83	1319.172									
P6 SN IGNACIO 3	1688	1300	-396.24	1291.76	380.00	108.73	1578.27	862.00	262.74	1425.262									
P7 LA ESPERANZA 2	1575	1300	-396.24	1178.76	720.00	219.46	1355.54	815.00	248.41	1326.587									

DESCRIPCION DE POZO	ABATIMIENTO ND-NE (PIES)	CAUDAL GAL/MINUTO (GPM)	CAUDAL ESPECIFICO	
			CAUDAL GAL/MINUTO	CAUDAL/ABATIMIENTO GPM/PIE
P1 STA MARTA 9	283.00	60	0.2120	
P2 STA MARTA 7	566.00	68	0.1201	
P3 VALLE DEL SOL 2	242.00	326	1.3471	
P4 JARDINES 4	725.00	108	0.1490	
P5 STA MARTA 8	284.00	108	0.3803	
P6 SN IGNACIO 3	502.00	143	0.2849	
P7 LA ESPERANZA 2	95.00	602	6.3368	

Figura 27. Gráficas de alturas, profundidades, niveles y caudal específico

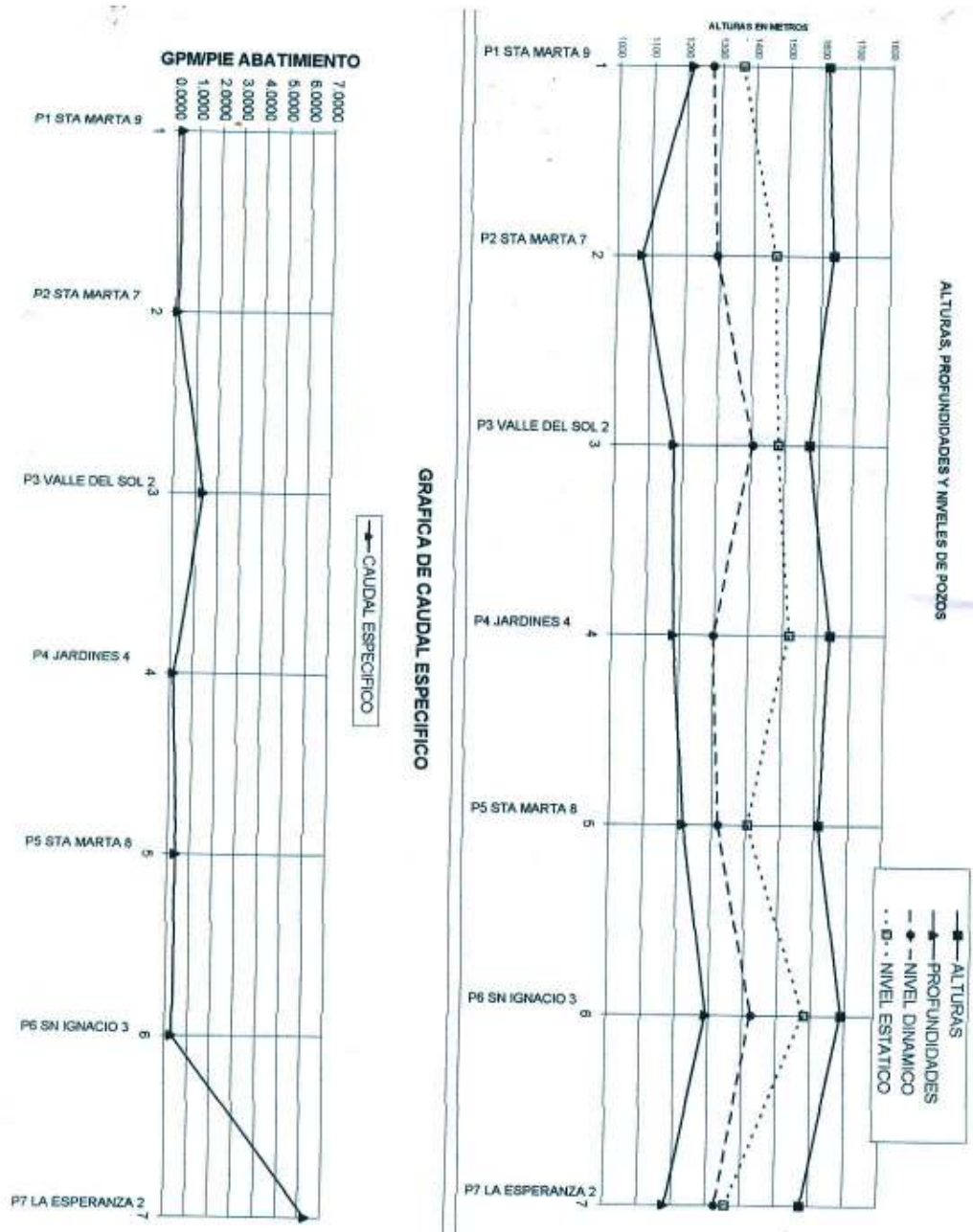


Figura 28. Datos hidrogeológicos de pozos

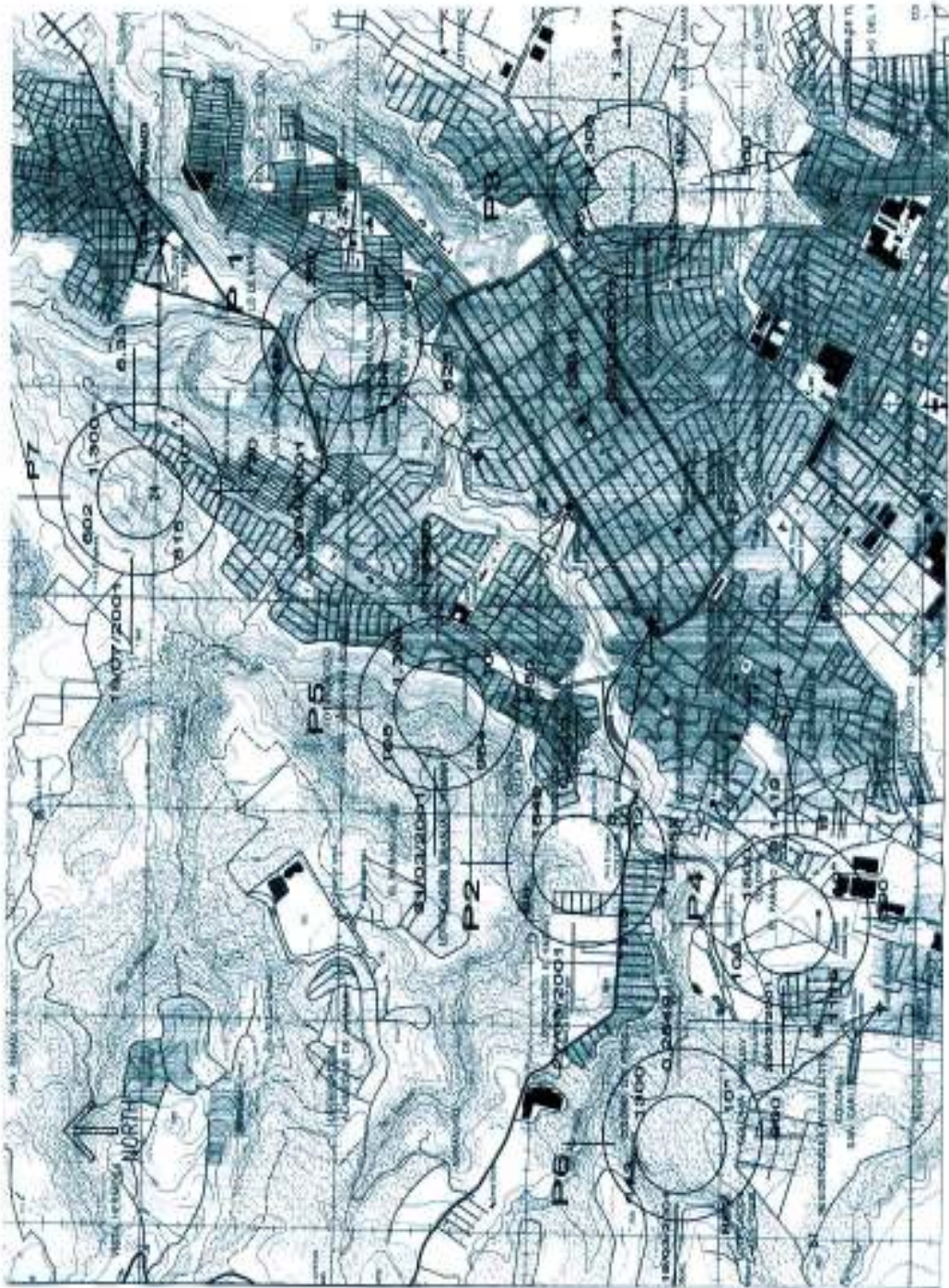


Figura 29. Planta general

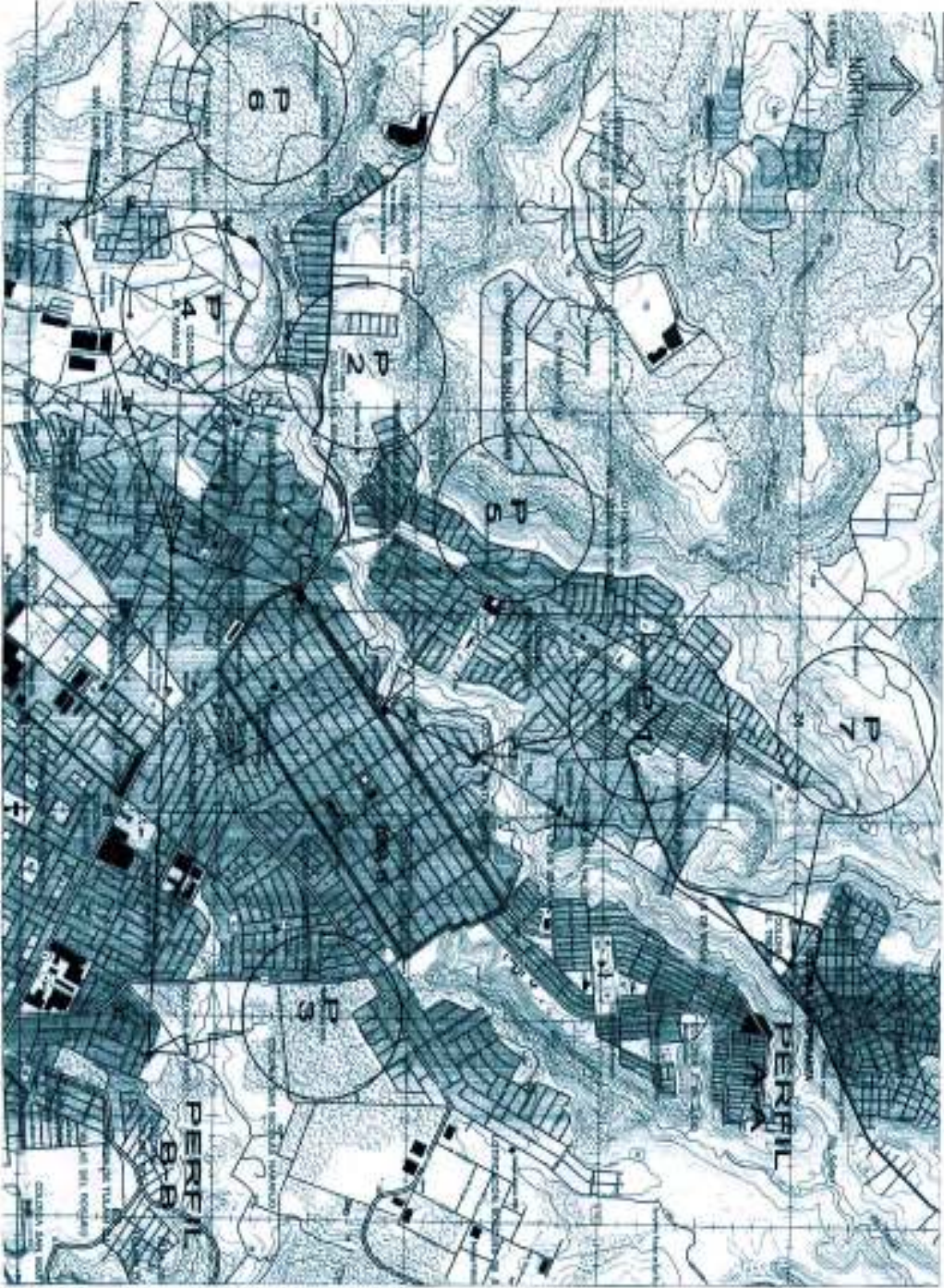


Figura 30. Perfil A-A

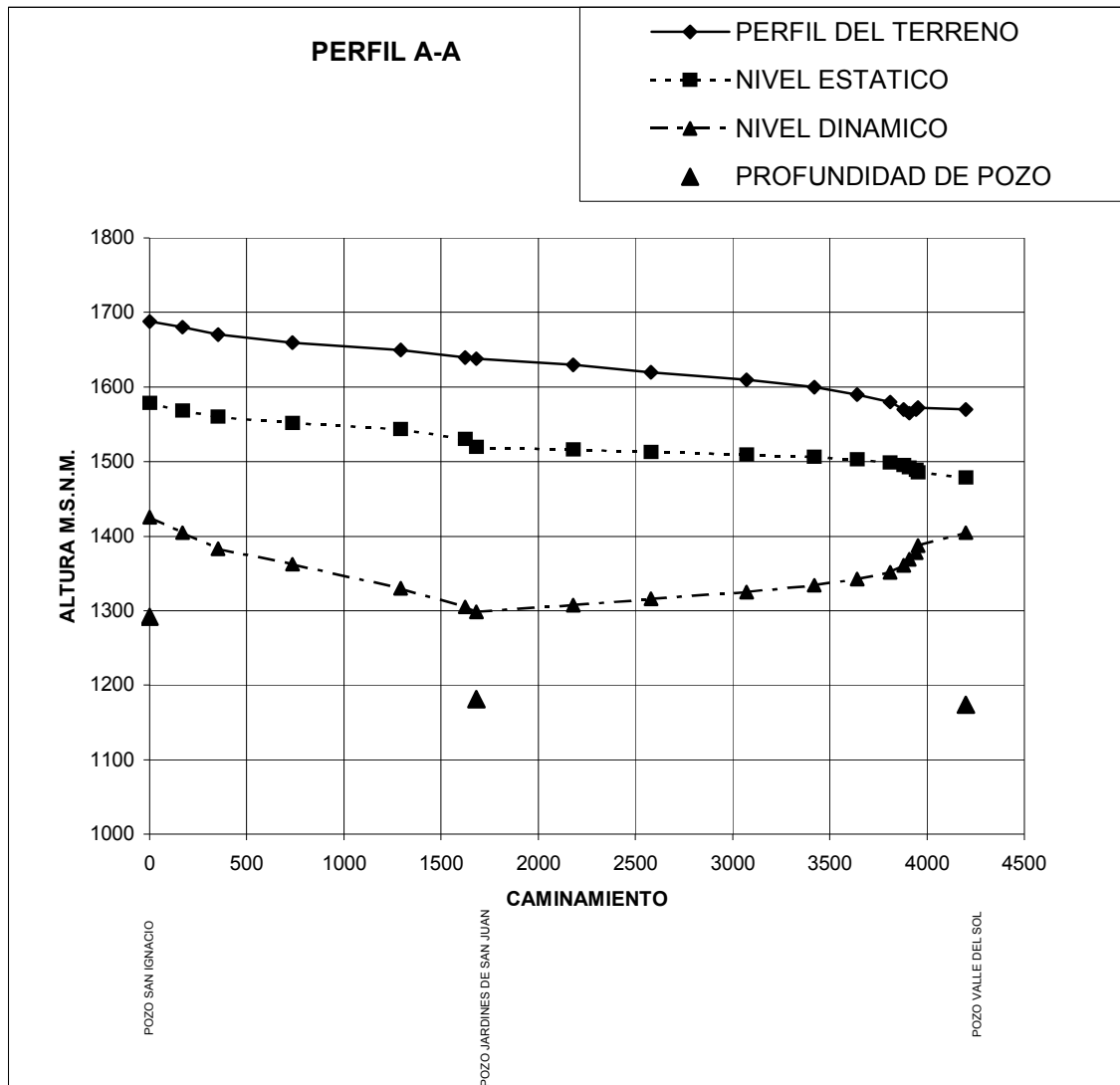


Figura 31. Perfil B-B

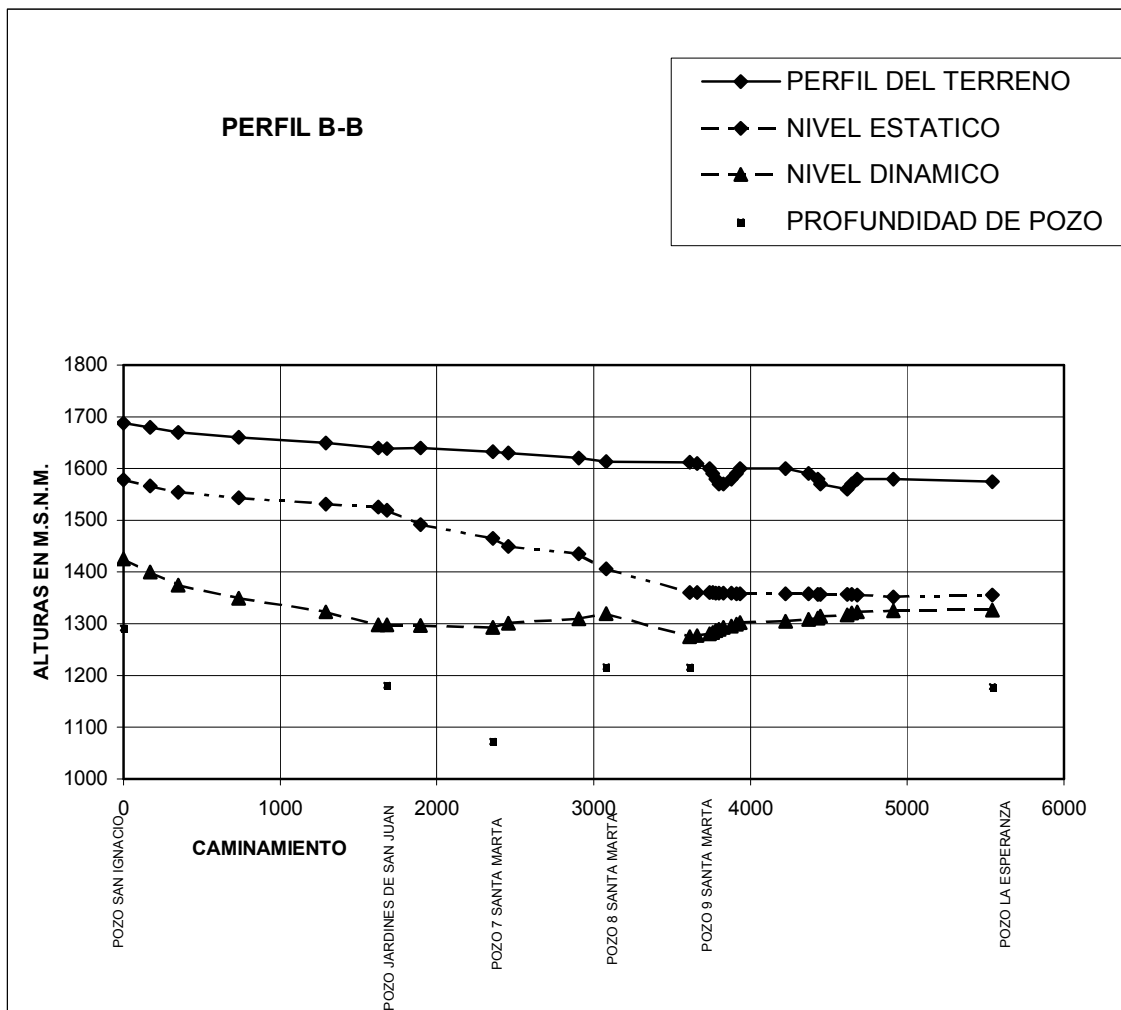
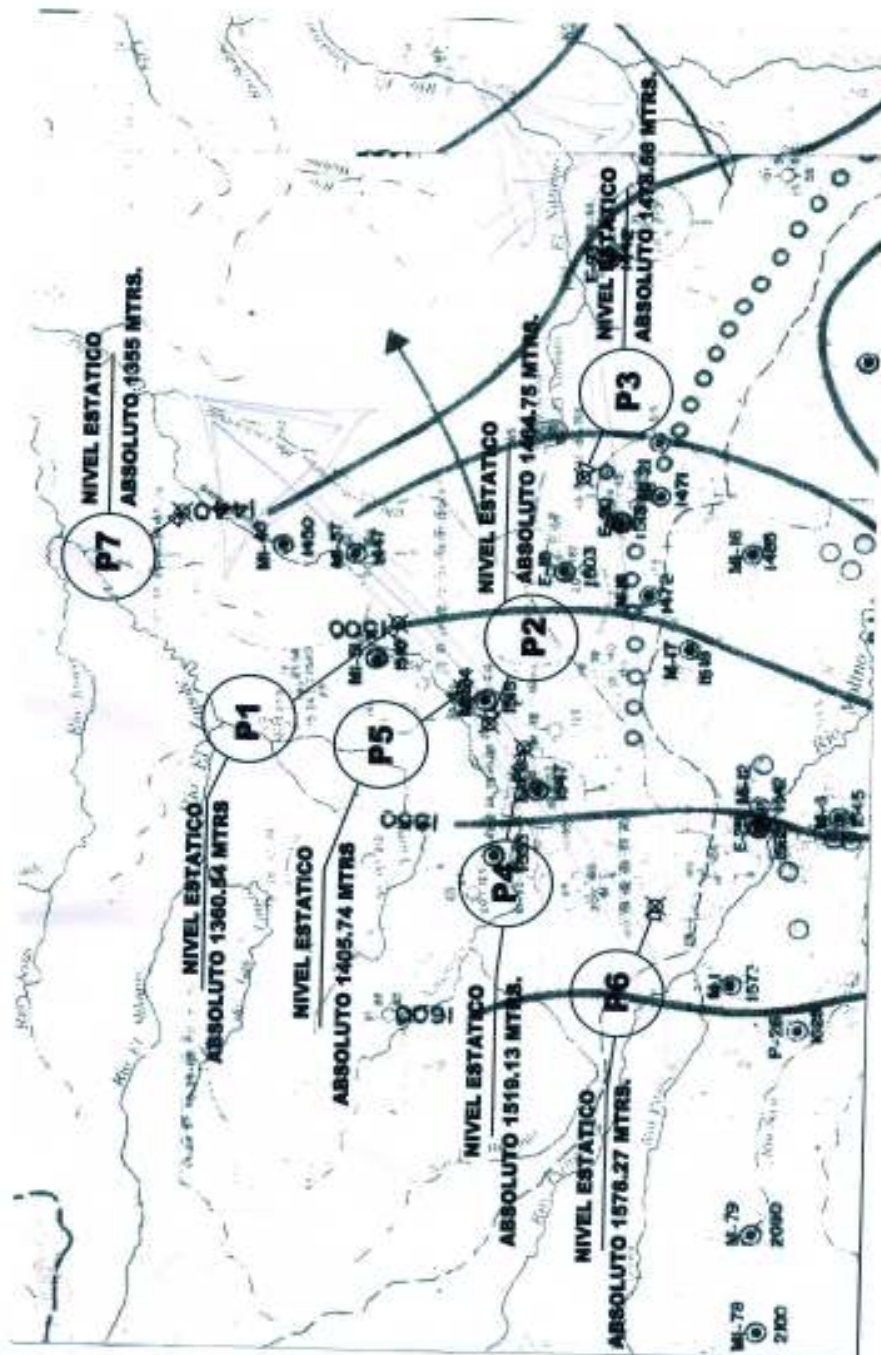


Figura 32. Comparación entre niveles de agua subterránea previstos en el estudio y niveles estáticos encontrados en los pozos



4.4 Diseño final de los pozos

Figura 33. Diseño final pozo 9 Santa Marta

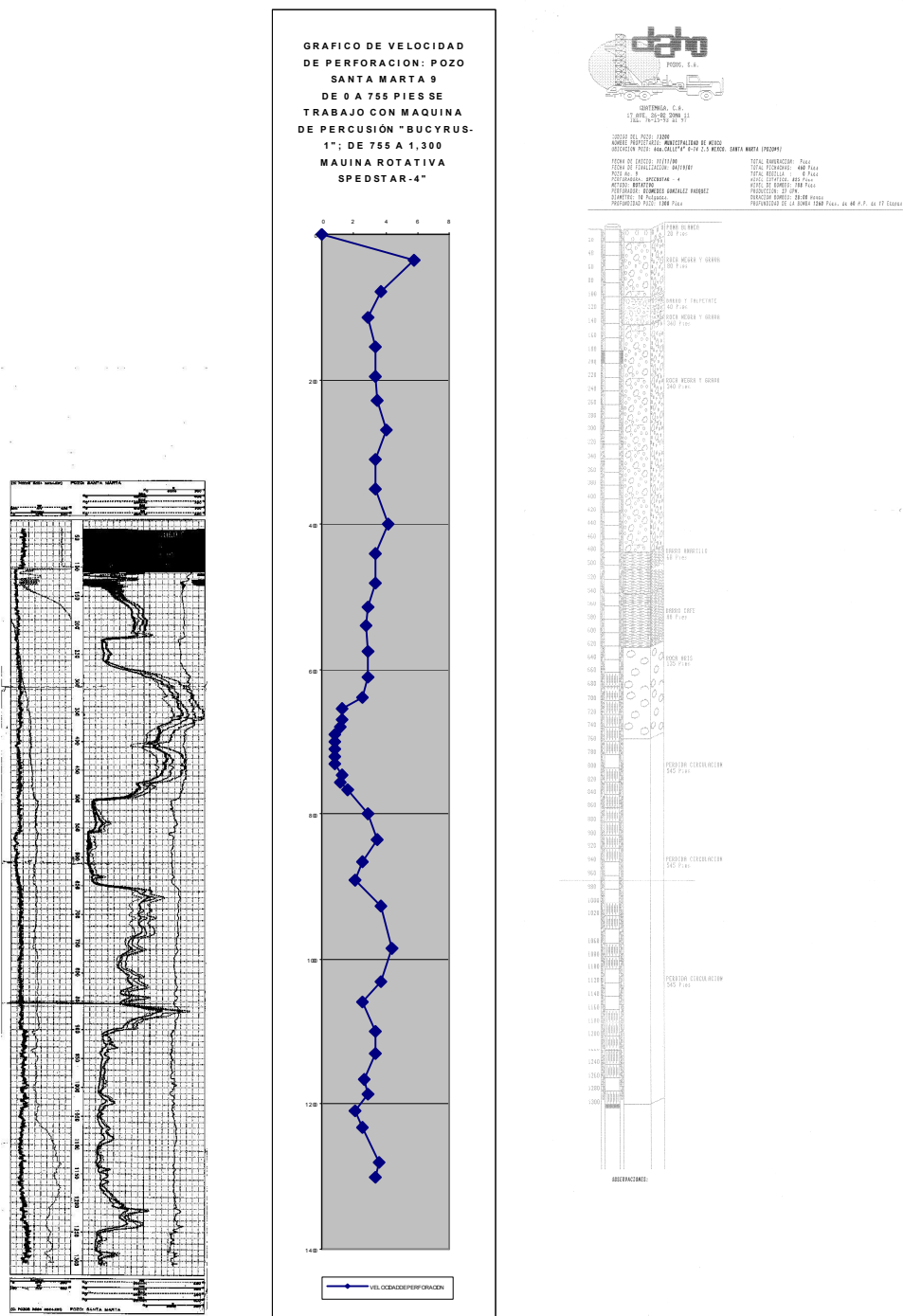


Figura 34. Diseño final pozo 7 Santa Marta

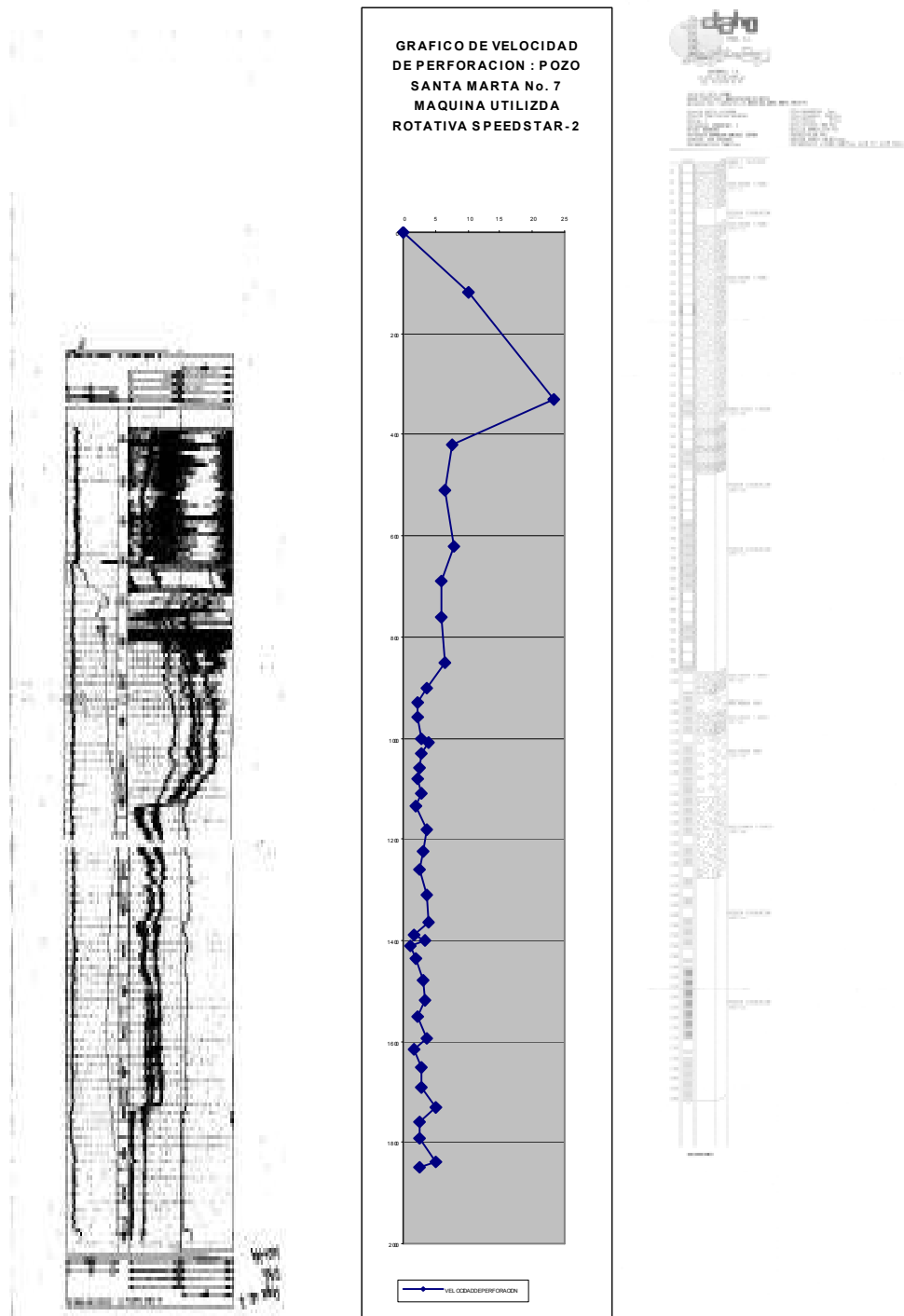


Figura 35. Diseño final pozo 2 Valle del Sol

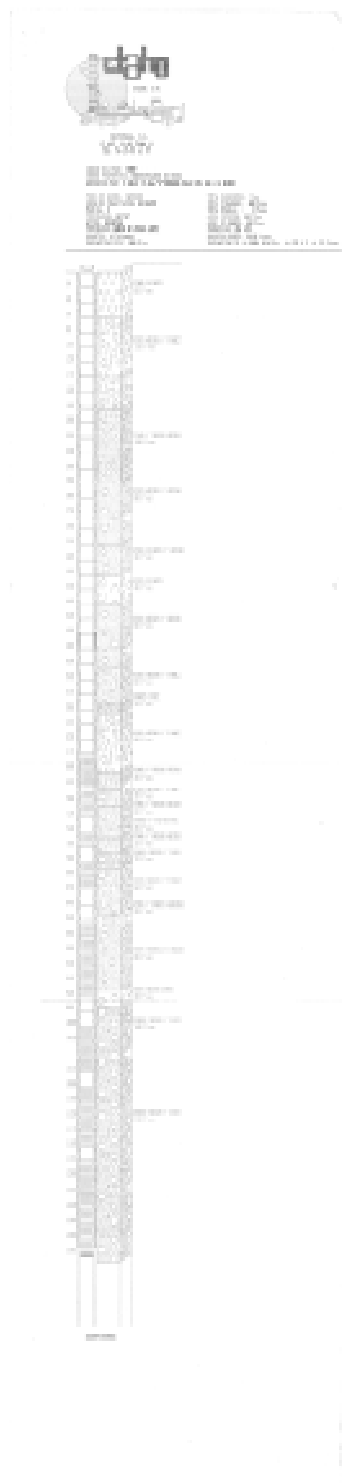
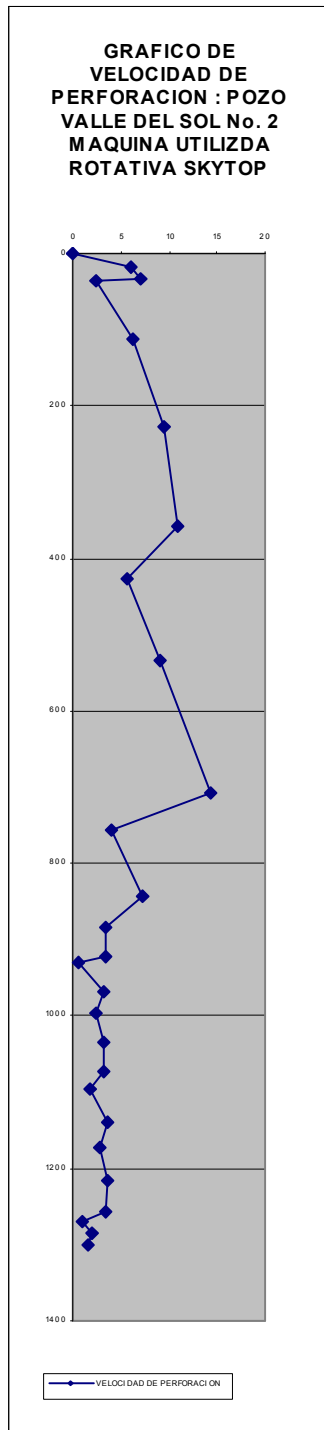


Figura 36. Diseño final pozo 4 Jardines de San Juan

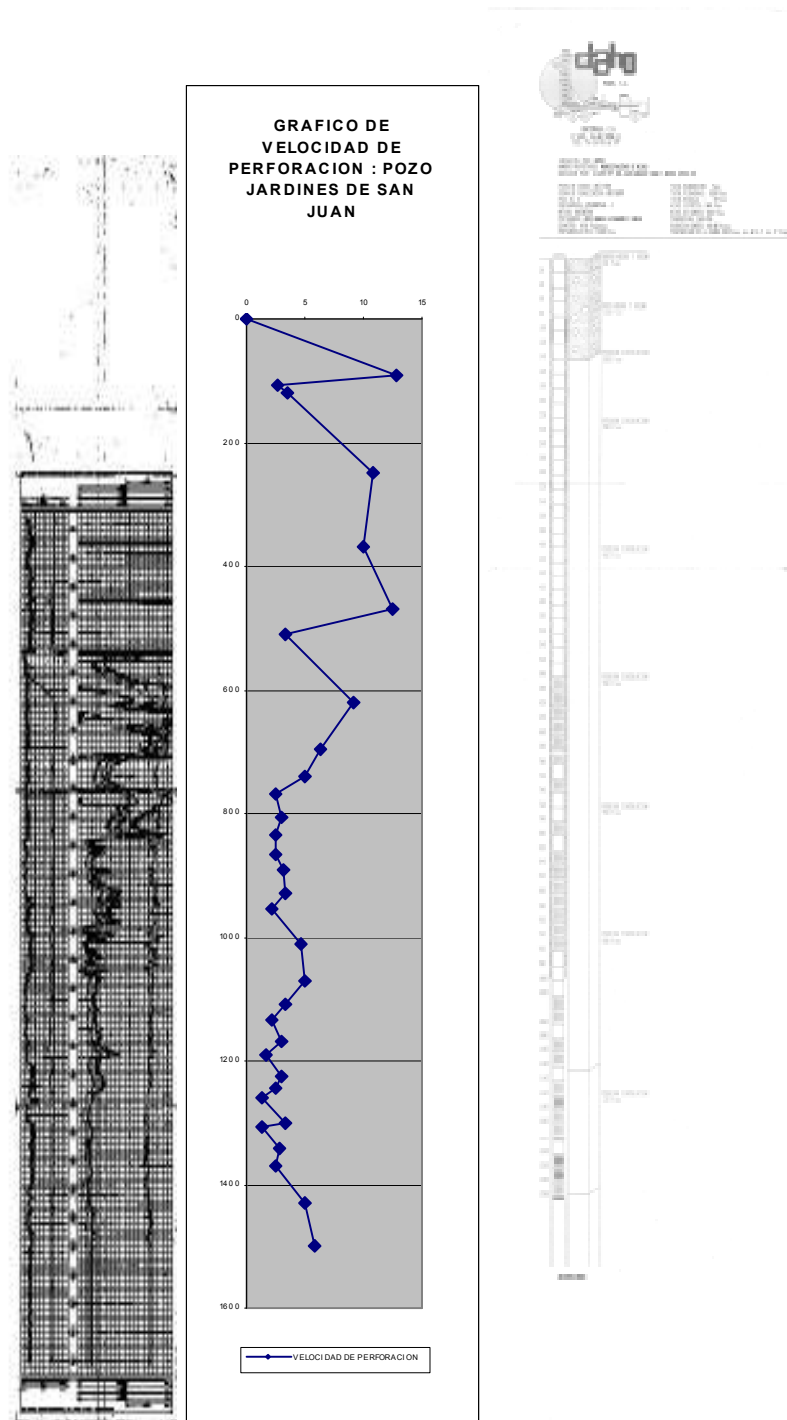


Figura 37. Diseño final pozo 3 San Ignacio

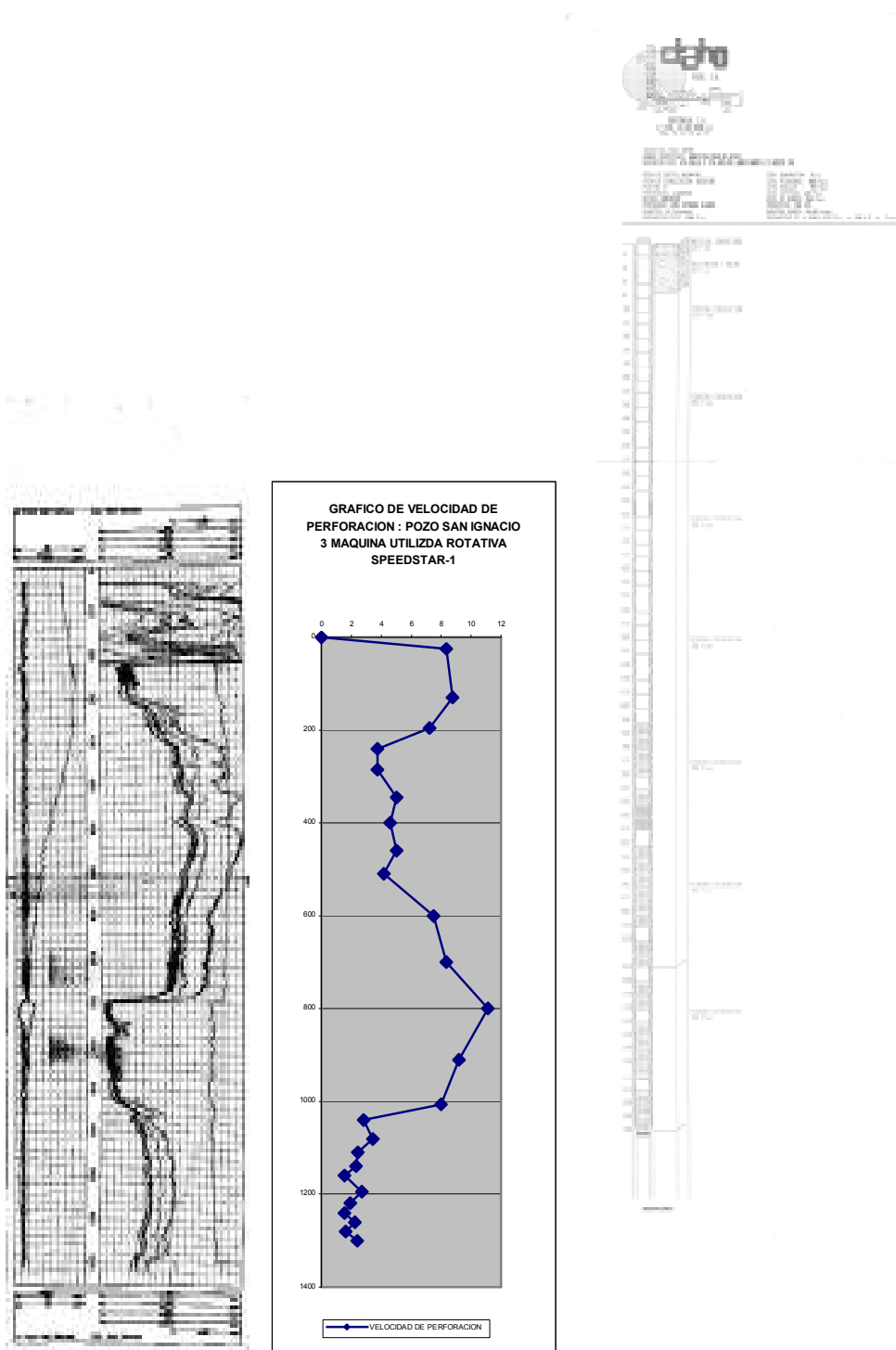


Figura 38. Diseño final pozo 8 Santa Marta

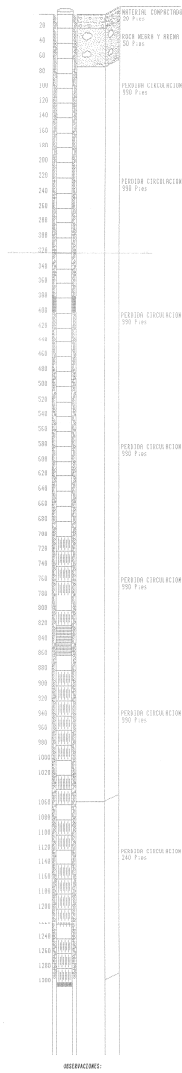
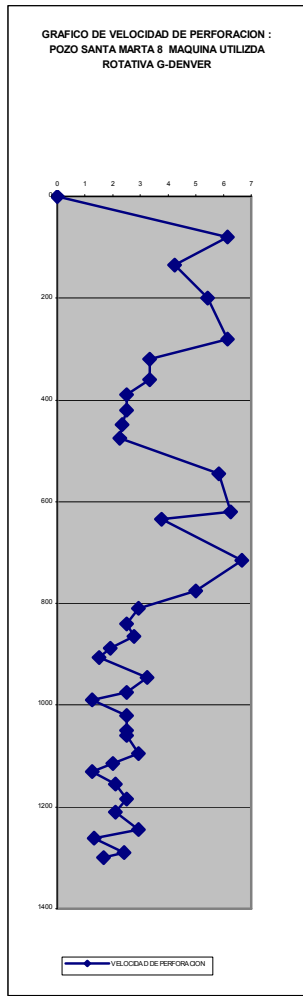
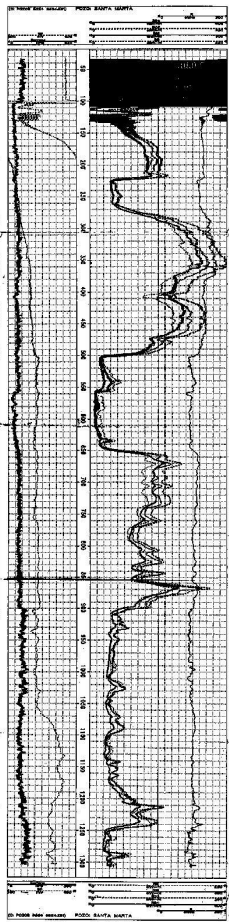


GENTONIA, C.A.
 CARRANZA, C.A.
 CARRANZA, C.A.
 CARRANZA, C.A.

CORRIDA DEL POZO: 08047
USUARIO PROYECTADO: MUNICIPALIDAD DE MEDIO
UBICACION POZO: PARQUE DE LA AMOLACION SANTA MARTA 2.5 MEDIO (A)

FECHA DE DISEÑO: ABRIL 2010
ESTADO DE CONSERVACION: BUENO
POZO NO. 8
PROYECTADO: G. DENVER
PROYECTADO: JUAN ESTEBAN BLANCO
DISEÑADO: M. PARRALES
PROYECTADO POZO: 1300 Pies

TOTAL BOMBACION: 7000 Pies
TOTAL TUBERIAS: 400 Pies
ESTADO DE CONSERVACION: BUENO
PROYECTADO: G. DENVER
PROYECTADO: JUAN ESTEBAN BLANCO
DISEÑADO: M. PARRALES
PROYECTADO POZO: 1300 Pies



CONCLUSIONES

1. Sobre la base de las muestras obtenidas en el momento de las perforaciones, podemos decir que en la mayoría de éstas, las muestras coinciden con las formaciones geológicas descritas en el estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco. Existieron limitaciones en el sentido que en algunos de los pozos no pudo obtenerse las muestras debido a la pérdida de circulación, situación que indica la posible existencia de grietas o cavernas, en las formaciones geológicas que impiden el retorno del flujo continuo del lodo de perforación y los cortes de roca provenientes de la actividad normal de la perforación. Pensamos que de alguna manera la presencia de amplias cavernas o fracturas en el subsuelo es una consecuencia de un descenso en el nivel del agua subterránea, pues el agua, al bajar de nivel desaloja las grietas, fracturas, fallas o cavidades de los estratos donde antes fluía, dejándolas con espacios vacíos. Es importante notar que la presencia de estas cavidades puede ser mayor en los lugares y estratos (San Ignacio, Jardines de San Juan, Santa Marta), donde se tuvieron los más bajos rendimientos en lo que a caudal y capacidad de transmisividad de agua se refiere. Aunque sabemos también que, en algunas formaciones y condiciones de acuífero, la pérdida de circulación se puede relacionar con la presencia de una zona saturada.
2. El estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco, no especifica lugares en los cuales sea factible el desarrollo de proyectos de perforación de pozos mecánicos. El estudio se limita a mencionar que de preferencia debe perforarse donde existan estratos de lavas principalmente a profundidades de entre 250 y 350 metros. En el

desarrollo del presente trabajo, se pudo constatar que existen zonas donde la factibilidad de los proyectos de perforación (aunque sean de 350 metros de profundidad o más), es bastante baja debido a las condiciones hidrogeológicas existentes. Podemos mencionar que en el área de las colonias: Santa Marta, Jardines de San Juan, La Brigada, Montserrat I, **las condiciones hidrogeológicas son lo suficientemente adversas como para considerar no factible el desarrollo de proyectos de perforación de pozos que tengan como objeto la obtención de un caudal elevado con fines habitacionales, comerciales o industriales.**

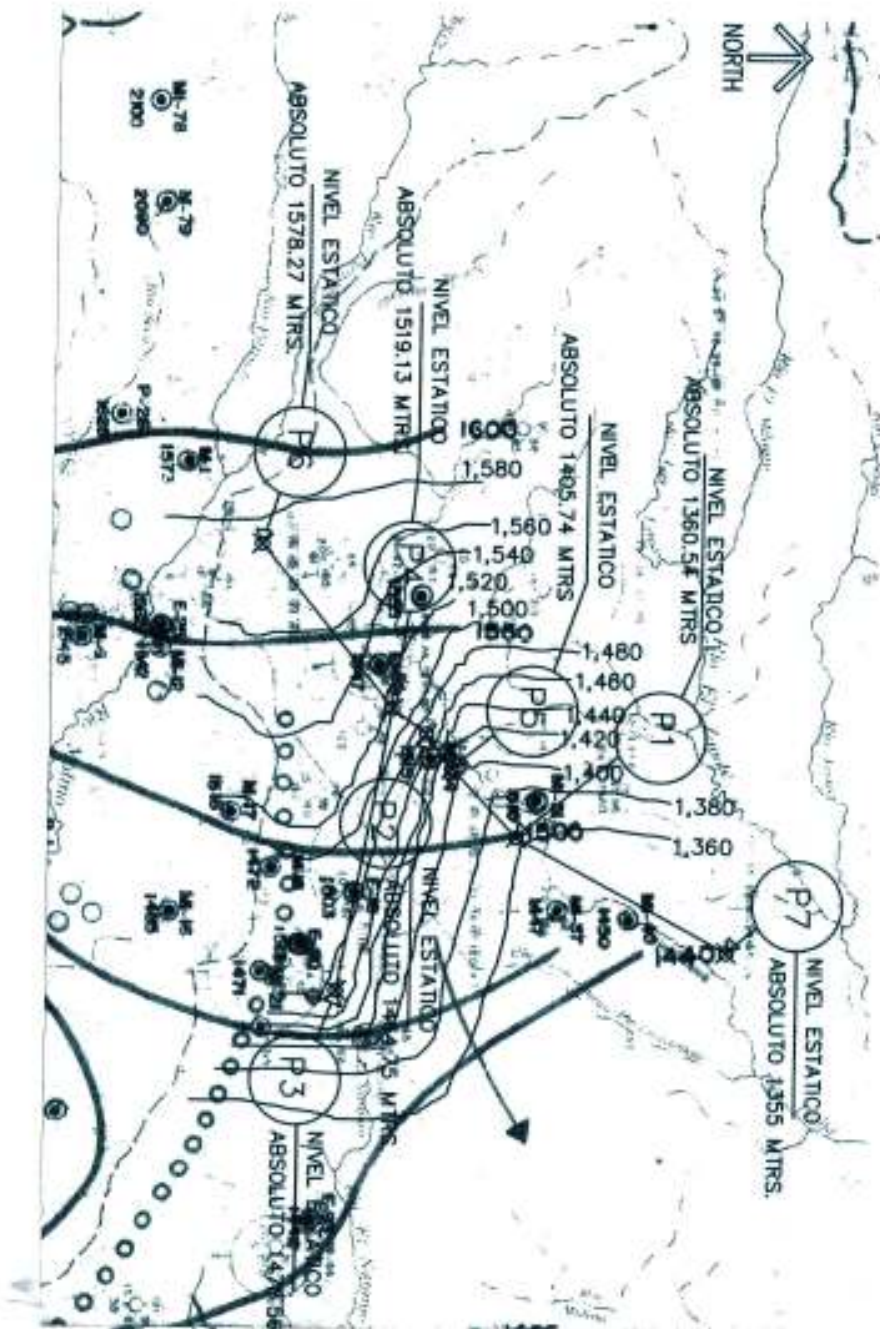
3. El estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco, menciona que en el futuro, el entubado de los pozos sea de por lo menos 12 pulgadas de diámetro y 1200 pies de profundidad mínimos. Basados en la experiencia de éste trabajo, **reafirmamos** esas conclusiones tomando en cuenta que, el desarrollo de proyectos de perforación de pozos, debe prever que las condiciones futuras de niveles de agua subterránea disminuyan cada vez más. El estudio menciona una tasa de descenso de hasta 1.85 metros, o más por año.

4. Según los datos recabados en el transcurso de las perforaciones podemos concluir que, en los casos de los pozos 4 Jardines de San Juan, 2 de Valle del Sol y 3 de San Ignacio, los niveles estáticos de agua subterránea corresponden a los indicados en el estudio, en lo que respecta a los demás, se presentan diferencias considerables, llama la atención que dichas variaciones en los niveles previstos de agua subterránea sean mayores en el área de Santa Marta y La Esperanza, con una tendencia a la disminución en cuanto más al norte del Municipio nos ubiquemos. Según el análisis efectuado, el área de Santa Marta y la

Esperanza son hidrogeológicamente diferentes y los acuíferos alcanzados pertenecen a diferentes estratos que los demás pozos. Mientras que en San Ignacio, Jardines de San Juan y Valle del Sol aún tenemos los niveles del acuífero superior, en los otros pozos (Santa Marta y La Esperanza), es el acuífero inferior (regional), el que influye en el nivel de agua subterránea, y el que ha comenzado a explotarse. En la figura siguiente observamos la superposición de isoyetas de niveles indicados en el estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco, versus los niveles encontrados durante la perforación de los pozos mencionados en este trabajo de tesis.

5. De acuerdo a los resultados de las perforaciones, podemos concluir que las zonas del sector en estudio con mayor potencial hidrogeológico según el análisis efectuado comprenden por un lado el área en las cercanías del cerro El Naranjo: Bosques de San Nicolás, Valle del Sol, la parte baja de Montserrat II y Nueva Montserrat, Lomas del Rodeo, Monte Real; y por otro lado el área norte del Municipio: 1ro. De Julio, El Milagro, La Esperanza, Carolingia. Estas áreas presentan condiciones hidrogeológicas que puedan favorecer la explotación de caudales mayores, sabiendo que debe llevarse a cabo la infraestructura (que representa una fuerte inversión), necesaria para llevar el agua de estos lugares a las zonas donde el abastecimiento es deficiente.

Figura 40. Superposición de isoyetas de niveles de aguas subterráneas previstos en el estudio versus niveles encontrados en los pozos perforados



RECOMENDACIONES

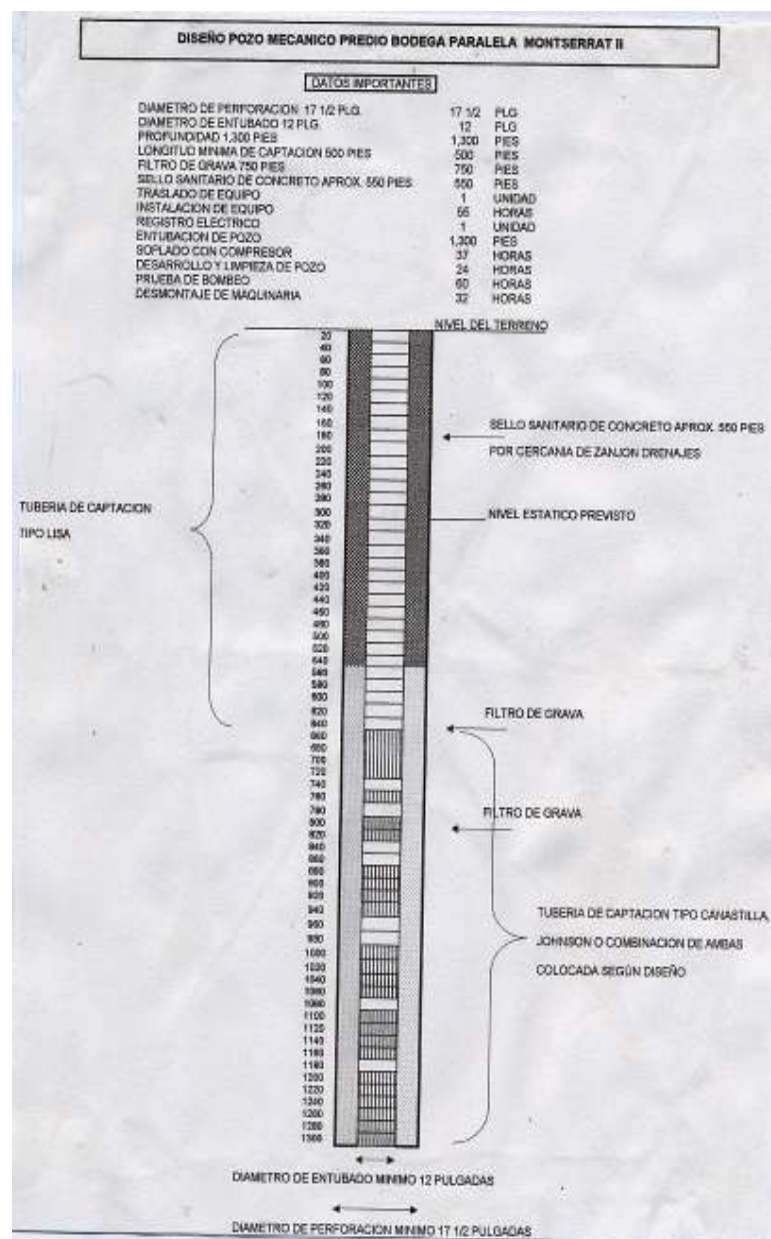
1. Debería de buscarse que en el futuro, la ubicación de los proyectos de perforación **que busquen caudales mayores**, traten de alejarse o restringirse en áreas que son hidrogeológicamente no muy buenas, colonias como: Santa Marta, San Francisco, San José Las Rosas, La Brigada, Jardines de San Juan, Montserrat I, Monte Verde, San Francisco I y II. Se deben buscar mejores áreas para la explotación que, como indica el estudio, son las constituidas por lavas y calizas principalmente, con pozos a profundidades de 1200 pies o más y diámetros iguales o mayores a las 12 pulgadas. Las colonias situadas en las cercanías del cerro El Naranjo: Bosques de San Nicolás, Valle del Sol, la parte baja de Nueva Montserrat, Lomas del Rodeo, Monte Real; y las colonias situadas en la zona norte del municipio: 1ro. De Julio, El Milagro, La Esperanza, Carolingia.
2. Es de urgente necesidad, implementar, tanto a nivel nacional como municipal una normativa de aguas, con los mecanismos técnicos y legales necesarios que tiendan a regular los aspectos del recurso hídrico, sin que por ello se vea afectado el desarrollo en general de la sociedad.
3. Debería manejarse en el ámbito municipal, el tema de regular las perforaciones de pozos privados en áreas donde aún se puede obtener un caudal suficiente de agua subterránea, y tratar que ese recurso beneficie a la mayoría de comunidades de Mixco. En este sentido es necesario que se tengan los instrumentos técnicos y legales necesarios para poder llevar a cabo un inventario exhaustivo de los pozos

existentes, y de esa manera tener una mayor información del aprovechamiento hídrico.

4. Es vital buscar alternativas al problema del abastecimiento de agua entubada en el Municipio de Mixco. Se podrían implementar proyectos de plantas de tratamiento que reciclen el agua, aunque éstas representen una fuerte inversión (es necesario un apoyo interinstitucional). En el futuro serán necesarias, para depender menos del agua subterránea que año con año es, y será cada vez más escasa. A la vez podrían implementarse proyectos de recarga de acuíferos, para tratar de minimizar el descenso, en los niveles de agua subterránea.
5. Dada la magnitud del sistema de agua del Municipio de Mixco, es imperativa la creación de la empresa municipal de agua y drenajes, como entidad autónoma, que cuente con los mecanismos legales para llevar a cabo las acciones necesarias para minimizar la crisis de abastecimiento de agua entubada, y que actúe al margen de cuestiones políticas que muchas veces impiden la toma de decisiones técnicas adecuadas. Dicha empresa deberá contar con los recursos y el personal calificado en las diferentes actividades a desarrollar para planificar acciones de operación y mantenimiento adecuados de los equipos e infraestructura, así como de las fuentes de agua y mantener un monitoreo preventivo de los mismos.
6. Proponemos también la perforación de un pozo mecánico con características adecuadas en el área del predio de la bodega municipal de la Paralela en Montserrat II, ya que por ubicarse en área del cerro El Naranjo, consideramos que tiene el suficiente potencial hidrogeológico

para obtener un caudal importante de agua. En la figura siguiente, proponemos un diseño para dicho pozo.

Figura 41. Diseño para el pozo propuesto en el área de la bodega municipal de la Paralela, ubicada en Montserrat II



BIBLIOGRAFÍA

1. Mathurin Vélez, Juan Carlos. Óptimo equipamiento de pozos mecánicos para explotación de agua subterránea de acuerdo a su requerimiento. Tesis Ing. Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2000. 126 páginas.
2. Municipalidad de Mixco. **Informe final estudio de aguas subterráneas del Municipio de Mixco**. Mixco, Guatemala. 1,999. 150 páginas.
3. Pearl, Richard M. **Geología**. Tercera edición. México D.F. Compañía Editorial. Continental S.A. 1971. 125 páginas.
4. Ramos Llamas, E. Custodio. **Hidrología subterránea**. 2da. Edición Tomo I. Barcelona, España. Editorial Omega. 1983. 236 páginas.
5. Ulric P. Gibson y Robert Singer. **Manual de los pozos pequeños**. Ingeniería, UNAM. Imprenta UNAM. 1985. 180 páginas.
6. Velásquez Díaz, José Alfonso. Criterios de diseño para pozos de agua. Tesis de Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 125 páginas.
7. Tinajero González, Jaime A. **Apuntes de aspectos fundamentales en el estudio de agua subterránea**. 1ra. Edición. México. Facultad de Ingeniería, UNAM. Imprenta UNAM. 1985. 180 páginas.

ANEXOS

Tabla II. Prueba de bombeo pozo 9 Santa Marta

pozo no. 9 - Sta. Marta

Fecha : 2001-04-22 10:40:30		P R U E B A D E B O M B E O					Página : 1
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5524
UBICACION : STA. CALLE "A" 0-74 ZONA 5 MEXCO, COC., SANTA MARTA (POZO #9)							Prueba: 827
EQUIPO : 854-(00097017) SPEED STAR OCC 1979							
OPERADOR : DIÓGENES GONZÁLEZ VARGAS							
GRUFISSO 3" EN PURO DE 4"			LORRA DE AIRE A 1,257 PIES				
NIVEL ESTÁTICO 806 PIES			PROYECCION DEL PURO 60 G.P.M.				
NIVEL DINÁMICO 1,197 PIES			ESTADIA DE LA BOMBA 22				
BOMBA INSTALADA A 1,280 PIES			DISTANCIA DE LA BOMBA 120 H.P.				
Hora	Minutos	Presión (Lbs/plg ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abatimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
MARZO	5	2,060					
11:21	1	180	20.00	887	81	187	
11:22	2	180	20.00	887	81	187	
11:23	3	180	20.00	887	81	187	
11:24	4	220	20.00	887	91	187	
11:26	6	155	20.00	899	93	187	
11:28	8	153	20.00	899	88	187	
11:30	10	189	20.00	913	100	187	
11:35	15	144	20.00	924	105	187	
11:40	20	117	20.00	948	132	187	
11:43	23	100	20.00	1,026	220	187	
11:50	30	92	18.00	1,044	238	157	
11:51	31	88	18.00	1,054	248	157	
11:52	32	88	18.00	1,058	252	133	
11:53	33	84	18.00	1,063	257	133	
11:54	34	88	18.00	1,072	266	133	
11:55	35	79	18.00	1,081	275	133	
11:58	38	74	18.00	1,086	280	133	
11:57	37	72	18.00	1,091	285	133	
11:58	38	70	18.00	1,095	289	133	
11:59	39	68	18.00	1,100	294	133	
12:00	40	64	18.00	1,106	300	133	
12:05	45	58	18.00	1,120	314	133	
12:10	50	56	18.00	1,127	321	133	
12:15	55	52	18.00	1,137	331	133	
12:20	60	48	18.00	1,146	340	133	
12:30	70	30	18.00	1,174	368	133	

Fecha : 2001-04-22 10:41:30		P R U E B A D E B O M B E O					Página : 2
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5524
UBICACION : STA. CALLE "A" 0-74 ZONA 5 MEXCO, COC., SANTA MARTA (POZO #9)							Prueba: 827
EQUIPO : 854-(00097017) SPEED STAR OCC 1979							
OPERADOR : DIÓGENES GONZÁLEZ VARGAS							
Hora	Minutos	Presión (Lbs/plg ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abatimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
12:40	80	32	10.00	1,183	377	133	
12:50	90	26		1,197	391	60	SE PUDO PRUEBA DE BOMBEO, RECUPERACION DEL NIVEL.
12:51	1	25		1,198	384		
12:52	2	28		1,186	397		
12:53	3	31		1,185	379		
12:54	4	32		1,183	377		
12:55	5	34		1,176	372		
12:56	10	34		1,176	372		
12:58	20	40		1,165	359		
13:04	30	50		1,128	322		
13:05	40	50		1,095	289		
13:09	50	88		1,056	252		
13:50	60	99		1,030	238		
14:00	70	104		1,017	211		
14:03	80	130		1,003	197		
14:20	90	115		991	185		
14:30	100	120		980	174		
14:40	110	112		951	146		
14:50	120	139		943	127		
15:00	130	118		936	133		
15:30	140	140		924	120		
15:38	150	142		929	123		
15:39	160	144		924	118		
15:40	170	148		920	114		
15:50	180	148		915	109		
16:00	190	152		906	100		
16:04	200	154		901	95		
16:20	210	156		897	91		
16:30	220	154		897	91		
16:40	230	151		897	91		
16:54	240	138		892	86		
17:00	250	158		890	86		
17:05	260	160		887	83		

Tabla III. Prueba de bombeo pozo 8 Santa Marta

Fecha : 2001-04-06 08:18:58		P R U E B A D E B O M B E O					Página : 1	
PROPIETARIO : MUNICIPALIDAD DE MEXICO		LUBRIFICACION : 4TA CALLE Y STA. ADE. COL. SANTA MARTA ZONA 3 MEXICO (POZO #8)					Trabajo : 5572	
EQUIPO : LL-100041048 MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I		OPERADOR : EDGAR LOPEZ SICAN ZALAZAR					Prueba : 835	
DEPÓSITO : 3° DE TUBO DE 4"		LUBRIFICACION : 4TA CALLE Y STA. ADE. COL. SANTA MARTA ZONA 3 MEXICO (POZO #8)					Trabajo : 5572	
NIVEL DENOMINADO : #4 PIES		EQUIPO : LL-100041048 MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I					Prueba : 835	
CANTIDAD ENTREGADA : 1.237 PIES		LUBRIFICACION : 4TA CALLE Y STA. ADE. COL. SANTA MARTA ZONA 3 MEXICO (POZO #8)					Trabajo : 5572	
		EQUIPO : LL-100041048 MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I					Prueba : 835	
hora	Minutos	Presión (libras/pulg²)	L.Precalentado (Ingladas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones	
MARCO 27 2,001								
08:23	1	206	11.00	757	77	140		
08:22	2	192	11.00	769	89	140		
08:23	3	192	11.00	770	95	140		
08:24	4	190	11.00	780	100	140		
08:23	5	188	11.00	785	105	140		
08:24	6	187	11.00	787	109	140		
08:24	7	184	11.00	794	114	140		
08:24	8	181	11.00	801	121	140		
08:24	9	180	11.00	803	123	140		
08:24	10	179	11.00	806	126	140		
08:24	11	175	11.00	813	135	140		
08:25	12	168	11.00	821	141	140		
08:25	13	164	11.00	826	148	140		
08:25	14	159	11.00	832	157	140		
08:24	15	158	11.00	835	160	140		
08:24	16	154	11.00	840	168	140		
08:24	17	151	11.00	847	177	140		
08:24	18	148	11.00	852	182	140		
08:24	19	145	11.00	857	187	140		
08:24	20	143	11.00	859	189	140		
08:24	21	140	11.00	862	191	140		
08:24	22	138	11.00	864	193	140		
08:24	23	137	11.00	866	194	140		
08:24	24	136	11.00	867	195	140		
08:24	25	134	11.00	869	197	140		
08:24	26	133	11.00	871	199	140		
08:24	27	132	11.00	872	200	140		
08:24	28	131	11.00	873	201	140		
08:24	29	130	11.00	874	202	140		
08:24	30	129	11.00	875	203	140		
08:24	31	128	11.00	876	204	140		
08:24	32	127	11.00	877	205	140		
08:24	33	126	11.00	878	206	140		
08:24	34	125	11.00	879	207	140		
08:24	35	124	11.00	880	208	140		
08:24	36	123	11.00	881	209	140		
08:24	37	122	11.00	882	210	140		
08:24	38	121	11.00	883	211	140		
08:24	39	120	11.00	884	212	140		
08:24	40	119	11.00	885	213	140		
08:24	41	118	11.00	886	214	140		
08:24	42	117	11.00	887	215	140		
08:24	43	116	11.00	888	216	140		
08:24	44	115	11.00	889	217	140		
08:24	45	114	11.00	890	218	140		
08:24	46	113	11.00	891	219	140		
08:24	47	112	11.00	892	220	140		
08:24	48	111	11.00	893	221	140		
08:24	49	110	11.00	894	222	140		
08:24	50	109	11.00	895	223	140		
08:24	51	108	11.00	896	224	140		
08:24	52	107	11.00	897	225	140		
08:24	53	106	11.00	898	226	140		
08:24	54	105	11.00	899	227	140		
08:24	55	104	11.00	900	228	140		
08:24	56	103	11.00	901	229	140		
08:24	57	102	11.00	902	230	140		
08:24	58	101	11.00	903	231	140		
08:24	59	100	11.00	904	232	140		
08:24	60	99	11.00	905	233	140		
08:24	61	98	11.00	906	234	140		
08:24	62	97	11.00	907	235	140		
08:24	63	96	11.00	908	236	140		
08:24	64	95	11.00	909	237	140		
08:24	65	94	11.00	910	238	140		
08:24	66	93	11.00	911	239	140		
08:24	67	92	11.00	912	240	140		
08:24	68	91	11.00	913	241	140		
08:24	69	90	11.00	914	242	140		
08:24	70	89	11.00	915	243	140		
08:24	71	88	11.00	916	244	140		
08:24	72	87	11.00	917	245	140		
08:24	73	86	11.00	918	246	140		
08:24	74	85	11.00	919	247	140		
08:24	75	84	11.00	920	248	140		
08:24	76	83	11.00	921	249	140		
08:24	77	82	11.00	922	250	140		
08:24	78	81	11.00	923	251	140		
08:24	79	80	11.00	924	252	140		
08:24	80	79	11.00	925	253	140		
08:24	81	78	11.00	926	254	140		
08:24	82	77	11.00	927	255	140		
08:24	83	76	11.00	928	256	140		
08:24	84	75	11.00	929	257	140		
08:24	85	74	11.00	930	258	140		
08:24	86	73	11.00	931	259	140		
08:24	87	72	11.00	932	260	140		
08:24	88	71	11.00	933	261	140		
08:24	89	70	11.00	934	262	140		
08:24	90	69	11.00	935	263	140		
08:24	91	68	11.00	936	264	140		
08:24	92	67	11.00	937	265	140		
08:24	93	66	11.00	938	266	140		
08:24	94	65	11.00	939	267	140		
08:24	95	64	11.00	940	268	140		
08:24	96	63	11.00	941	269	140		
08:24	97	62	11.00	942	270	140		
08:24	98	61	11.00	943	271	140		
08:24	99	60	11.00	944	272	140		
08:24	100	59	11.00	945	273	140		
08:24	101	58	11.00	946	274	140		
08:24	102	57	11.00	947	275	140		
08:24	103	56	11.00	948	276	140		
08:24	104	55	11.00	949	277	140		
08:24	105	54	11.00	950	278	140		
08:24	106	53	11.00	951	279	140		
08:24	107	52	11.00	952	280	140		
08:24	108	51	11.00	953	281	140		
08:24	109	50	11.00	954	282	140		
08:24	110	49	11.00	955	283	140		
08:24	111	48	11.00	956	284	140		
08:24	112	47	11.00	957	285	140		
08:24	113	46	11.00	958	286	140		
08:24	114	45	11.00	959	287	140		
08:24	115	44	11.00	960	288	140		
08:24	116	43	11.00	961	289	140		
08:24	117	42	11.00	962	290	140		
08:24	118	41	11.00	963	291	140		
08:24	119	40	11.00	964	292	140		
08:24	120	39	11.00	965	293	140		
08:24	121	38	11.00	966	294	140		
08:24	122	37	11.00	967	295	140		
08:24	123	36	11.00	968	296	140		
08:24	124	35	11.00	969	297	140		
08:24	125	34	11.00	970	298	140		
08:24	126	33	11.00	971	299	140		
08:24	127	32	11.00	972	300	140		
08:24	128	31	11.00	973	301	140		
08:24	129	30	11.00	974	302	140		
08:24	130	29	11.00	975	303	140		
08:24	131	28	11.00	976	304	140		
08:24	132	27	11.00	977	305	140		
08:24	133	26	11.00	978	306	140		
08:24	134	25	11.00	979	307	140		
08:24	135	24	11.00	980	308	140		
08:24	136	23	11.00	981	309	140		
08:24	137	22	11.00	982	310	140		
08:24	138	21	11.00	983	311	140		
08:24	139	20	11.00	984	312	140		
08:24	140	19	11.00	985	313	140		
08:24	141	18	11.00	986	314	140		
08:24	142	17	11.00	987	315	140		
08:24	143	16	11.00	988	316	140		
08:24	144	15	11.00	989	317	140		
08:24	145	14	11.00	990	318	140		
08:24	146	13	11.00	991	319	140		
08:24	147	12	11.00	992	320	140		
08:24	148	11	11.00	993	321	140		
08:24	149	10	11.00	994	322	140		
08:24	150	9	11.00	995	323	140		
08:24	151	8	11.00	996	324	140		
08:24	152	7	11.00	997	325	140		
08:24	153	6	11.00	998	326	140		
08:24	154	5	11.00	999	327	140		
08:24	155	4	11.00	1000	328	140		
08:24	156	3	11.00	1001	329	140		
08:24	157	2	11.00	1002	330	140		
08:24	158	1	11.00	1003	331	140		
08:24	159	0	11.00	1004	332	140		
08:24	160	0	11.00	1005	333	140		
08:24	161	0	11.00	1006	334	140		
08:24	162	0	11.00	1007	335	140		
08:24	163	0	11.00	1008	336	140		
08:24	164	0	11.00	1009	337	140		
08:24	165	0	11.00	1010	338	140		
08:24	166	0	11.00	1011	339	140		
08:24	167	0	11.00	1012	340	140		
08:24	168	0	11.00	1013	341	140		
08:24	169	0	11.00	1014	342	140		
08:24	170	0	11.00	1015	343	140		
08:24	171	0	11.00	1016	344	140		

continuación Tabla III

Fecha : 2001-04-06 09:18:54		PUEBLO DE BOMBERO				Página : 4	
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MECO							
UBICACION : 4TA. CALLE Y 5TA. AVE. COL. SANTA MARTA ZONA 5 MECO (CODO 48)							
EQUIPO : LI-(CODIGOS) MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I							
OPERADOR : EDGAR LEONEL SIZON SALDANA							
Hora	Minutos	Presión (Libras/pulg²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
02:00	1,050	130	6.80	965	285	108	
02:30	1,082	131	6.80	963	283	108	
03:00	1,114	110	6.80	965	283	108	
03:30	1,146	110	6.80	965	283	108	
04:00	1,178	110	6.80	965	283	108	
04:30	1,210	110	6.80	965	283	108	
05:00	1,242	110	6.80	965	283	108	
05:30	1,274	110	6.80	965	283	108	
06:00	1,306	110	6.80	965	283	108	
06:30	1,338	110	6.80	965	283	108	
07:00	1,370	110	6.80	965	283	108	
07:30	1,402	110	6.80	965	283	108	
08:00	1,434	110	6.80	965	283	108	
08:30	1,466	110	6.80	965	283	108	
09:00	1,498	110	6.80	965	283	108	
09:30	1,530	110	6.80	965	283	108	
10:00	1,562	110	6.80	965	283	108	
10:30	1,594	110	6.80	965	283	108	
11:00	1,626	110	6.80	965	283	108	
11:30	1,658	110	6.80	965	283	108	
12:00	1,690	110	6.80	965	283	108	
12:30	1,722	110	6.80	965	283	108	
13:00	1,754	110	6.80	965	283	108	
13:30	1,786	110	6.80	965	283	108	
14:00	1,818	110	6.80	965	283	108	
14:30	1,850	110	6.80	965	283	108	
15:00	1,882	110	6.80	965	283	108	
15:30	1,914	110	6.80	965	283	108	
16:00	1,946	110	6.80	965	283	108	
16:30	1,978	110	6.80	965	283	108	
17:00	2,010	110	6.80	965	283	108	
17:30	2,042	110	6.80	965	283	108	
18:00	2,074	110	6.80	965	283	108	
18:30	2,106	110	6.80	965	283	108	
19:00	2,138	110	6.80	965	283	108	
19:30	2,170	110	6.80	965	283	108	
20:00	2,202	110	6.80	965	283	108	
20:30	2,234	110	6.80	965	283	108	
21:00	2,266	110	6.80	965	283	108	
21:30	2,298	110	6.80	965	283	108	
22:00	2,330	110	6.80	965	283	108	
22:30	2,362	110	6.80	965	283	108	
23:00	2,394	110	6.80	965	283	108	
23:30	2,426	110	6.80	965	283	108	
00:00	2,458	110	6.80	965	283	108	
00:30	2,490	110	6.80	965	283	108	
01:00	2,522	110	6.80	965	283	108	
01:30	2,554	110	6.80	965	283	108	
02:00	2,586	110	6.80	965	283	108	
02:30	2,618	110	6.80	965	283	108	
03:00	2,650	110	6.80	965	283	108	
03:30	2,682	110	6.80	965	283	108	
04:00	2,714	110	6.80	965	283	108	
04:30	2,746	110	6.80	965	283	108	
05:00	2,778	110	6.80	965	283	108	
05:30	2,810	110	6.80	965	283	108	
06:00	2,842	110	6.80	965	283	108	
06:30	2,874	110	6.80	965	283	108	
07:00	2,906	110	6.80	965	283	108	
07:30	2,938	110	6.80	965	283	108	
08:00	2,970	110	6.80	965	283	108	
08:30	3,002	110	6.80	965	283	108	
09:00	3,034	110	6.80	965	283	108	
09:30	3,066	110	6.80	965	283	108	
10:00	3,098	110	6.80	965	283	108	
10:30	3,130	110	6.80	965	283	108	
11:00	3,162	110	6.80	965	283	108	
11:30	3,194	110	6.80	965	283	108	
12:00	3,226	110	6.80	965	283	108	
12:30	3,258	110	6.80	965	283	108	
13:00	3,290	110	6.80	965	283	108	
13:30	3,322	110	6.80	965	283	108	
14:00	3,354	110	6.80	965	283	108	
14:30	3,386	110	6.80	965	283	108	
15:00	3,418	110	6.80	965	283	108	
15:30	3,450	110	6.80	965	283	108	
16:00	3,482	110	6.80	965	283	108	
16:30	3,514	110	6.80	965	283	108	
17:00	3,546	110	6.80	965	283	108	
17:30	3,578	110	6.80	965	283	108	
18:00	3,610	110	6.80	965	283	108	
18:30	3,642	110	6.80	965	283	108	
19:00	3,674	110	6.80	965	283	108	
19:30	3,706	110	6.80	965	283	108	
20:00	3,738	110	6.80	965	283	108	
20:30	3,770	110	6.80	965	283	108	
21:00	3,802	110	6.80	965	283	108	
21:30	3,834	110	6.80	965	283	108	
22:00	3,866	110	6.80	965	283	108	
22:30	3,898	110	6.80	965	283	108	
23:00	3,930	110	6.80	965	283	108	
23:30	3,962	110	6.80	965	283	108	
00:00	3,994	110	6.80	965	283	108	
00:30	4,026	110	6.80	965	283	108	
01:00	4,058	110	6.80	965	283	108	
01:30	4,090	110	6.80	965	283	108	
02:00	4,122	110	6.80	965	283	108	
02:30	4,154	110	6.80	965	283	108	
03:00	4,186	110	6.80	965	283	108	
03:30	4,218	110	6.80	965	283	108	
04:00	4,250	110	6.80	965	283	108	
04:30	4,282	110	6.80	965	283	108	
05:00	4,314	110	6.80	965	283	108	
05:30	4,346	110	6.80	965	283	108	
06:00	4,378	110	6.80	965	283	108	
06:30	4,410	110	6.80	965	283	108	
07:00	4,442	110	6.80	965	283	108	
07:30	4,474	110	6.80	965	283	108	
08:00	4,506	110	6.80	965	283	108	
08:30	4,538	110	6.80	965	283	108	
09:00	4,570	110	6.80	965	283	108	
09:30	4,602	110	6.80	965	283	108	
10:00	4,634	110	6.80	965	283	108	
10:30	4,666	110	6.80	965	283	108	
11:00	4,698	110	6.80	965	283	108	
11:30	4,730	110	6.80	965	283	108	
12:00	4,762	110	6.80	965	283	108	
12:30	4,794	110	6.80	965	283	108	
13:00	4,826	110	6.80	965	283	108	
13:30	4,858	110	6.80	965	283	108	
14:00	4,890	110	6.80	965	283	108	
14:30	4,922	110	6.80	965	283	108	
15:00	4,954	110	6.80	965	283	108	
15:30	4,986	110	6.80	965	283	108	
16:00	5,018	110	6.80	965	283	108	
16:30	5,050	110	6.80	965	283	108	
17:00	5,082	110	6.80	965	283	108	
17:30	5,114	110	6.80	965	283	108	
18:00	5,146	110	6.80	965	283	108	
18:30	5,178	110	6.80	965	283	108	
19:00	5,210	110	6.80	965	283	108	
19:30	5,242	110	6.80	965	283	108	
20:00	5,274	110	6.80	965	283	108	
20:30	5,306	110	6.80	965	283	108	
21:00	5,338	110	6.80	965	283	108	
21:30	5,370	110	6.80	965	283	108	
22:00	5,402	110	6.80	965	283	108	
22:30	5,434	110	6.80	965	283	108	
23:00	5,466	110	6.80	965	283	108	
23:30	5,498	110	6.80	965	283	108	
00:00	5,530	110	6.80	965	283	108	
00:30	5,562	110	6.80	965	283	108	
01:00	5,594	110	6.80	965	283	108	
01:30	5,626	110	6.80	965	283	108	
02:00	5,658	110	6.80	965	283	108	
02:30	5,690	110	6.80	965	283	108	
03:00	5,722	110	6.80	965	283	108	
03:30	5,754	110	6.80	965	283	108	
04:00	5,786	110	6.80	965	283	108	
04:30	5,818	110	6.80	965	283	108	
05:00	5,850	110	6.80	965	283	108	
05:30	5,882	110	6.80	965	283	108	
06:00	5,914	110	6.80	965	283	108	
06:30	5,946	110	6.80	965	283	108	
07:00	5,978	110	6.80	965	283	108	
07:30	6,010	110	6.80	965	283	108	
08:00	6,042	110	6.80	965	283	108	
08:30	6,074	110	6.80	965	283	108	
09:00	6,106	110	6.80	965	283	108	
09:30	6,138	110	6.80	965	283	108	
10:00	6,170	110	6.80	965	283	108	
10:30	6,202	110	6.80	965	283	108	
11:00	6,234	110	6.80	965	283	108	
11:30	6,266	110	6.80	965	283	108	
12:00	6,298	110	6.80	965	283	108	
12:30	6,330	110	6.80	965	283	108	
13:00	6,362	110	6.80	965	283	108	
13:30	6,394	110	6.80	965	283	108	
14:00	6,426	110	6.80	965	283	108	
14:30	6,458	110	6.80	965	283	108	
15:00	6,490	110	6.80	965	283	108	
15:30							

Tabla IV. Prueba de bombeo pozo 4 Jardines de San Juan

Fecha : 2001-03-29 09:53:02 PRUEBA DE BOMBEO Página : 1

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO Trabajo: 5370
 UBICACION : STA. ANA, 6-59, COL. JARDINES DE SAN JUAN, ZONA 7 MEXICO PUEBLA Prueba: 932
 POZOS : 502-(0061784) SPEED STAB 35-25 SP
 OPERADOR : VIDAL GOMEZ OOC

CRISTICO 3" PM TUBO DE 4" LÍNEA DE AGUA A 1.317 PIES
 NIVEL ESTÁTICO: 390 PIES PRODUCCIÓN DEL POZO 108 G.P.M.
 NIVEL DINÁMICO: 1.120 PIES ESTADO DE LA BOMBA 22
 BOMBA: IMPELLORA A 1.334 PIES POTENCIA DE LA BOMBA 225 H.P.

Hora	Minutos	Presión (Lbs/Plg ²)	L. Piezométrico (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
09:00	1	180	51.00	440	30	300	
09:01	2	180	49.00	440	30	295	
09:03	3	180	49.00	440	30	295	
09:04	4	174	48.00	440	31	295	
09:05	5	148	47.00	437	67	287	
09:06	6	144	46.00	436	96	284	
09:07	7	142	45.00	434	109	281	
09:08	8	137	45.00	433	113	281	
09:09	9	130	44.00	434	128	278	
09:10	10	127	43.00	434	136	278	
09:11	11	120	43.00	434	151	275	
09:12	12	117	43.00	436	150	275	
09:13	13	104	42.00	434	189	272	
09:14	14	100	42.00	438	188	272	
09:15	15	97	41.00	438	240	269	
09:16	16	94	40.00	435	235	269	
09:17	17	92	39.00	439	240	265	
09:18	18	85	39.00	434	248	263	
09:19	19	97	38.00	438	250	260	
09:20	20	75	38.00	440	259	260	
09:21	21	72	38.00	440	263	260	
09:24	24	70	37.00	437	267	257	
09:26	26	68	36.00	437	273	254	
09:28	28	68	35.00	430	290	250	
09:30	30	70	34.00	436	300	246	
09:32	32	48	30.00	430	310	240	

Fecha : 2001-03-29 09:53:02 PRUEBA DE BOMBEO Página : 2

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO Trabajo: 5370
 UBICACION : STA. ANA, 6-59, COL. JARDINES DE SAN JUAN, ZONA 7 MEXICO PUEBLA Prueba: 932
 POZOS : 502-(0061784) SPEED STAB 35-25 SP
 OPERADOR : VIDAL GOMEZ OOC

Hora	Minutos	Presión (Lbs/Plg ²)	L. Piezométrico (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
09:34	34	40	29.00	427	337	220	
09:36	36	28	25.00	424	364	210	
09:38	38	29	20.00	425	363	197	
09:40	40	175	16.00	413	523	167	
09:42	42	175	16.00	413	523	167	
09:44	44	175	16.00	413	523	167	
09:46	46	175	16.00	413	523	167	
09:48	48	175	16.00	413	523	167	
09:50	50	175	16.00	413	523	167	
09:52	52	175	16.00	413	523	167	
09:54	54	175	16.00	413	523	167	
09:56	56	175	16.00	413	523	167	
09:58	58	175	16.00	413	523	167	
10:00	60	175	16.00	413	523	167	
10:02	62	173	16.00	417	527	167	
10:04	64	176	16.00	424	534	167	
10:06	66	158	16.00	452	540	167	
10:08	68	155	16.00	459	559	167	
10:10	70	153	16.00	466	574	167	
10:12	72	153	16.00	466	574	167	
10:14	74	153	16.00	466	574	167	
10:16	76	133	16.00	464	574	167	
10:18	78	133	16.00	471	581	167	
10:20	80	148	16.00	490	574	167	
10:22	82	141	16.00	501	664	167	
10:24	84	125	16.00	1,060	615	167	
10:26	86	130	16.00	1,017	627	167	
10:28	88	122	16.00	1,026	638	167	
10:30	90	120	13.00	1,046	656	165	
10:35	95	118	13.00	1,048	654	151	
10:40	100	110	13.00	1,048	673	151	
10:45	105	80	13.00	1,123	742	149	
10:50	110	70	11.00	1,135	785	140	

Fecha : 2001-03-29 09:53:02 PRUEBA DE BOMBEO Página : 3

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO Trabajo: 5370
 UBICACION : STA. ANA, 6-59, COL. JARDINES DE SAN JUAN, ZONA 7 MEXICO PUEBLA Prueba: 932
 POZOS : 502-(0061784) SPEED STAB 35-25 SP
 OPERADOR : VIDAL GOMEZ OOC

Hora	Minutos	Presión (Lbs/Plg ²)	L. Piezométrico (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
10:52	112	68	10.00	1,107	771	133	
11:00	120	57	9.00	1,185	769	128	
11:02	122	51	9.00	1,199	806	128	
11:04	124	51	7.00	1,199	806	113	
11:10	130	51	7.00	1,199	806	113	
11:16	136	54	7.00	1,199	806	113	
11:22	142	51	7.00	1,199	806	113	
11:28	148	51	7.00	1,199	806	113	
11:34	154	51	7.00	1,199	806	113	
11:40	160	51	7.00	1,199	806	113	
11:46	166	51	7.00	1,199	806	113	
11:52	172	51	7.00	1,199	806	113	
11:58	178	51	7.00	1,199	806	113	
12:04	184	51	7.00	1,199	806	113	
12:10	190	47	7.00	1,202	812	115	
12:16	196	48	7.00	1,206	816	115	
12:22	202	48	7.00	1,211	821	115	
12:28	208	47	7.00	1,220	816	115	
12:34	214	38	7.00	1,229	830	115	
12:40	220	38	7.00	1,234	844	113	
12:46	226	38	7.00	1,236	848	113	
12:52	232	33	7.00	1,241	851	113	
12:58	238	32	7.00	1,242	853	113	
13:04	244	31	7.00	1,243	855	113	
13:10	250	31	7.00	1,243	855	113	
13:16	256	31	7.00	1,243	855	113	
13:22	262	30	6.00	1,245	858	113	
13:28	268	30	6.00	1,250	846	108	SE CERRÓ LLAVE REGULADORA 108 G.P.M.
13:34	274	22	6.00	1,191	807	108	
13:40	280	20	6.00	1,155	785	108	
13:46	286	20	6.00	1,129	785	108	
13:52	292	20	6.00	1,133	785	108	
13:58	298	20	6.00	1,133	785	108	
14:04	304	20	6.00	1,133	785	108	

continuación Tabla IV

Fecha : 2001-03-29 00:33:00							PRUEBA DE BORRÉO		Página : 4	
PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE MICO									Trabajo : 3370	
UBICACION : 4TA. AVE. 4-55, COL. JARDINES DE SAN JUAN, ZONA 1 MICO PROCEA									Prueba : 832	
EQUIPO : 302-(C0687764) SEYED STAR 20-25 HP										
OPERADOR : VIDAL CARL OSC										
hora	Minutos	Presión (Lbs/psi)²	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abundancia (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones			
20:50	60	70	6.00	1,125	765	188				
21:00	70	70	6.00	1,155	765	188				
22:00	78	70	6.00	1,155	765	188				
23:00	80	70	6.00	1,155	765	188				
00:00	80	70	6.00	1,155	765	188				
00:00	2,901									
01:00	90	70	6.00	1,155	765	188				
02:00	1,020	70	6.00	1,155	765	188				
03:00	1,080	70	6.00	1,155	765	188				
04:00	1,140	70	6.00	1,155	765	188				
05:00	1,200	70	6.00	1,155	765	188				
06:00	1,260	70	6.00	1,155	765	188				
07:00	1,320	70	6.00	1,155	765	188				
08:00	1,380	70	6.00	1,155	765	188				
09:00	1,440	70	6.00	1,155	765	188				
09:01	1	70		1,125	765	188				SE PARO FUERA DE BORRÉO.
09:02	2	79		1,144	764	187				RECUPERACION DEL PICO.
09:03	3	88		1,132	762	187				
09:04	4	85		1,021	771	171				
09:05	5	82		1,094	764	187				
09:06	6	101		1,094	694	187				
09:07	7	138		1,060	673	187				
09:08	8	138		1,044	664	187				
09:09	9	125		1,028	658	187				
09:10	10	138		999	648	187				
09:11	11	145		982	632	187				
09:12	12	150		971	621	187				
09:13	13	157		994	564	187				
09:14	14	162		940	573	187				
09:15	15	166		934	564	187				
09:16	16	170		924	534	187				
09:17	17	172		920	530	187				

Fecha : 2001-03-29 09:33:02							PRUEBA DE BORRÉO		Página : 5	
PROPIEDAD: MUNICIPALIDAD DE MICO									Trabajo : 3370	
UBICACION : 4TA. AVE. 4-55, COL. JARDINES DE SAN JUAN, ZONA 1 MICO PROCEA									Prueba : 832	
EQUIPO : 302-(C0687764) SEYED STAR 20-25 HP										
OPERADOR : VIDAL CARL OSC										
hora	Minutos	Presión (Lbs/psi)²	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abundancia (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones			
09:18	18	174		913	522	187				
09:19	19	178		910	520	187				
09:20	20	177		908	518	187				
09:21	21	177		906	518	187				
09:22	22	177		906	518	187				
09:23	23	4		810	428	187				
09:24	24	8		801	411	187				
09:25	25	12		797	406	187				
09:26	26	15		784	394	187				
09:27	27	19		775	383	187				
09:28	28	24		764	374	187				
09:29	29	30		758	360	187				
09:30	30	35		738	348	187				
09:35	35	40		727	337	187				
09:40	40	55		652	302	187				
09:45	45	60		680	290	187				
09:50	50	67		669	279	187				
09:55	55	71		655	265	187				
10:00	60	76		643	253	187				
10:15	75	91		609	210	187				
10:30	90	104		579	189	187				
10:45	105	108		570	180	187				

Tabla V. Prueba de bombeo pozo 2 La Esperanza

La Esperanza, Pozo # 2

Fecha : 2004-06-24 13:00:30		PRUEBA DE BOMBEO					Pozo : 1
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO							Trabajo : 5600
UBICACION : 30 CALLE 1A, AVE. 707 LA ESPERANZA, ZONA 4 DE MEXICO (POZO #2)							Prueba : 001
EQUipo : 11-CO-110W1 LIMPIEZA P002 1078 10 70 80							
OPERADOR : EDGAR LEONEL SUCAN SALDANA							
ORIFICIO: 5" 80 YUMI 6"			LÍNEA DE AIRE A 3,000 PIES				
MUEL. ESTÁTICO: 720 PIES			PRODUCCIÓN DEL POZO 682 U.P.M.				
MUEL. DINÁMICO: 615 PIES			TEMAS DE LA BOMBA: 12				
MUEL. ESTÁTICO A 1,273 PIES			PITOPETA DE LA BOMBA: 200 U.P.				
Hora	Minutos	Presión (Lbs/pulg ²)	L. Piezométrico (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (l/min)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
JULIO 07 2,001							
08:31	1	122	38.00	776	58	480	PRUEBA DE BOMBEO CON BOMBA 2000P.
08:32	2	118	38.00	787	57	608	
08:33	3	116	38.00	782	57	608	
08:34	4	115	38.00	784	57	608	
08:35	5	113	38.50	789	57	602	
08:36	6	112	38.50	811	57	602	
08:37	7	111	38.50	804	54	602	
08:38	8	111	38.50	804	54	602	
08:39	9	111	38.50	804	54	602	
08:40	10	110	38.50	806	50	602	
08:42	12	110	38.50	806	50	602	
08:45	15	110	38.50	806	50	602	
08:48	18	110	38.50	806	50	602	
08:51	21	110	38.50	806	50	602	
08:54	24	110	38.50	806	50	602	
08:57	27	110	38.50	806	50	602	
09:00	30	110	38.50	806	50	602	
09:03	33	110	38.50	806	50	602	
09:06	36	110	38.50	806	50	602	
09:09	39	110	38.50	806	50	602	
09:12	42	110	38.50	806	50	602	
09:15	45	110	38.50	806	50	602	
09:18	48	110	38.50	806	50	602	
09:21	51	110	38.50	806	50	602	
09:24	54	110	38.50	806	50	602	
09:27	57	110	38.50	806	50	602	
09:30	60	110	38.50	806	50	602	
09:33	63	110	38.50	806	50	602	
09:36	66	110	38.50	806	50	602	
09:39	69	110	38.50	806	50	602	
09:42	72	110	38.50	806	50	602	

Fecha : 2004-06-24 13:00:30		PRUEBA DE BOMBEO					Pozo : 2
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO							Trabajo : 5600
UBICACION : 30 CALLE 1A, AVE. 707 LA ESPERANZA, ZONA 4 DE MEXICO (POZO #2)							Prueba : 001
EQUipo : 11-CO-110W1 LIMPIEZA P002 1078 10 70 80							
OPERADOR : EDGAR LEONEL SUCAN SALDANA							
Hora	Minutos	Presión (Lbs/pulg ²)	L. Piezométrico (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (l/min)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
10:00	00	118	38.50	806	66	602	
10:05	05	118	38.50	806	66	602	
10:10	10	118	38.50	806	66	602	
10:15	15	118	38.50	806	66	602	
10:20	20	118	38.50	806	66	602	
10:25	25	118	38.50	806	66	602	
10:30	30	118	38.50	806	66	602	
10:35	35	118	38.50	806	66	602	
10:40	40	118	38.50	806	66	602	
10:45	45	118	38.50	806	66	602	
10:50	50	118	38.50	806	66	602	
10:55	55	118	38.50	806	66	602	
11:00	00	118	38.50	806	66	602	
11:05	05	118	38.50	806	66	602	
11:10	10	118	38.50	806	66	602	
11:15	15	118	38.50	806	66	602	
11:20	20	118	38.50	806	66	602	
11:25	25	118	38.50	806	66	602	
11:30	30	118	38.50	806	66	602	
11:35	35	118	38.50	806	66	602	
11:40	40	118	38.50	806	66	602	
11:45	45	118	38.50	806	66	602	
11:50	50	118	38.50	806	66	602	
11:55	55	118	38.50	806	66	602	
12:00	00	118	38.50	806	66	602	
12:05	05	118	38.50	806	66	602	
12:10	10	118	38.50	806	66	602	
12:15	15	118	38.50	806	66	602	
12:20	20	118	38.50	806	66	602	
12:25	25	118	38.50	806	66	602	
12:30	30	118	38.50	806	66	602	
12:35	35	118	38.50	806	66	602	
12:40	40	118	38.50	806	66	602	
12:45	45	118	38.50	806	66	602	
12:50	50	118	38.50	806	66	602	
12:55	55	118	38.50	806	66	602	
13:00	00	118	38.50	806	66	602	
13:05	05	118	38.50	806	66	602	
13:10	10	118	38.50	806	66	602	
13:15	15	118	38.50	806	66	602	
13:20	20	118	38.50	806	66	602	
13:25	25	118	38.50	806	66	602	
13:30	30	118	38.50	806	66	602	
13:35	35	118	38.50	806	66	602	
13:40	40	118	38.50	806	66	602	
13:45	45	118	38.50	806	66	602	
13:50	50	118	38.50	806	66	602	
13:55	55	118	38.50	806	66	602	
14:00	00	118	38.50	806	66	602	
14:05	05	118	38.50	806	66	602	
14:10	10	118	38.50	806	66	602	
14:15	15	118	38.50	806	66	602	
14:20	20	118	38.50	806	66	602	
14:25	25	118	38.50	806	66	602	
14:30	30	118	38.50	806	66	602	
14:35	35	118	38.50	806	66	602	
14:40	40	118	38.50	806	66	602	
14:45	45	118	38.50	806	66	602	
14:50	50	118	38.50	806	66	602	
14:55	55	118	38.50	806	66	602	
15:00	00	118	38.50	806	66	602	
15:05	05	118	38.50	806	66	602	
15:10	10	118	38.50	806	66	602	
15:15	15	118	38.50	806	66	602	
15:20	20	118	38.50	806	66	602	
15:25	25	118	38.50	806	66	602	
15:30	30	118	38.50	806	66	602	
15:35	35	118	38.50	806	66	602	
15:40	40	118	38.50	806	66	602	
15:45	45	118	38.50	806	66	602	
15:50	50	118	38.50	806	66	602	
15:55	55	118	38.50	806	66	602	
16:00	00	118	38.50	806	66	602	
16:05	05	118	38.50	806	66	602	
16:10	10	118	38.50	806	66	602	
16:15	15	118	38.50	806	66	602	
16:20	20	118	38.50	806	66	602	
16:25	25	118	38.50	806	66	602	
16:30	30	118	38.50	806	66	602	
16:35	35	118	38.50	806	66	602	
16:40	40	118	38.50	806	66	602	
16:45	45	118	38.50	806	66	602	
16:50	50	118	38.50	806	66	602	
16:55	55	118	38.50	806	66	602	
17:00	00	118	38.50	806	66	602	
17:05	05	118	38.50	806	66	602	
17:10	10	118	38.50	806	66	602	
17:15	15	118	38.50	806	66	602	
17:20	20	118	38.50	806	66	602	
17:25	25	118	38.50	806	66	602	
17:30	30	118	38.50	806	66	602	
17:35	35	118	38.50	806	66	602	
17:40	40	118	38.50	806	66	602	
17:45	45	118	38.50	806	66	602	
17:50	50	118	38.50	806	66	602	
17:55	55	118	38.50	806	66	602	
18:00	00	118	38.50	806	66	602	
18:05	05	118	38.50	806	66	602	
18:10	10	118	38.50	806	66	602	
18:15	15	118	38.50	806	66	602	
18:20	20	118	38.50	806	66	602	
18:25	25	118	38.50	806	66	602	
18:30	30	118	38.50	806	66	602	
18:35	35	118	38.50	806	66	602	
18:40	40	118	38.50	806	66	602	
18:45	45	118	38.50	806	66	602	
18:50	50	118	38.50	806	66	602	
18:55	55	118	38.50	806	66	602	
19:00	00	118	38.50	806	66	602	
19:05	05	118	38.50	806	66	602	
19:10	10	118	38.50	806	66	602	
19:15	15	118	38.50	806	66	602	
19:20	20	118	38.50	806	66	602	
19:25	25	118	38.50	806	66	602	

Tabla VI. Prueba de bombeo pozo 3 San Ignacio

SELAS, Zarco L. UC 2010-11-3

Fecha : 2001-03-21 02:49:22							Página : 1
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo : 5587
UBICACION : 16 AVE. "A" COLONIA SAN IGNACIO, ZONA 7 DE MEXCO, (POZO 421)							Prueba : 838
EQUIPO : LB-CO306962) MAQUINA DE LIMPIEZA P022 I							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYOA MORALES							
OFICIO: 27 EN TURBO DE 8"			LÍNEA DE ALBA A 938 PIES				
MOTR. ESTÁTICO 365 PIES			PROYECTOR DEL POZO 140 G.P.M.				
MOTR. DINÁMICO 842 PIES			CENAS DE LA BOMBA 17				
BOMBA INSTALADA A 932 PIES			POTENCIA DE LA BOMBA 40 H.P.				
Hora	Minutos	Presión (Lbs/pulg ²)	L. Piezometro (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abstinencia (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
MANEJO 26 3,001							
11:21	1	90	25.08	481	81	210	
11:22	2	87	25.08	482	28	210	
11:23	3	75	25.08	470	146	210	
11:24	4	67	25.08	494	134	210	
11:25	5	62	25.08	510	150	210	
11:26	6	55	25.08	522	162	210	
11:27	7	47	25.08	540	180	210	
11:28	8	44	25.08	547	187	210	
11:29	9	40	25.08	527	197	210	
12:09	10	36	25.08	506	206	210	
12:09	11	30	25.08	500	210	210	
12:09	12	28	25.08	504	214	210	
12:09	13	23	25.08	506	216	210	
12:09	14	13	25.08	619	259	210	
12:09	15	9	25.08	621	271	210	
12:09	16	5	25.08	621	277	210	
12:09	17	3	25.08	649	289	210	
12:09	18	2	25.08	663	307	210	
12:09	19	1	25.08	679	325	210	
12:09	20	0	25.08	682	322	210	
12:09	21	0	25.08	689	329	210	
12:09	22	0	25.08	685	335	210	
12:09	23	0	25.08	722	342	210	
12:09	24	0	25.08	721	381	210	
12:09	25	0	25.08	732	372	210	
12:09	26	0	25.08	727	377	210	

Fecha : 2001-03-21 12:49:22							Página : 2
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo : 5587
UBICACION : 16 AVE. "A" COLONIA SAN IGNACIO, ZONA 7 DE MEXCO, (POZO 421)							Prueba : 838
EQUIPO : LB-CO306962) MAQUINA DE LIMPIEZA P022 I							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYOA MORALES							
Hora	Minutos	Presión (Lbs/pulg ²)	L. Piezometro (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abstinencia (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
MANEJO 27 3,001							
13:14	100	85	25.08	742	362	201	
13:40	118	85	22.80	742	362	199	
13:50	128	85	22.80	742	382	199	
14:05	135	81	22.80	751	386	197	
14:20	158	70	21.00	796	398	192	
14:35	165	79	20.00	736	386	187	
14:50	182	70	20.00	778	388	187	
15:20	215	75	18.50	745	415	185	
15:50	249	73	18.00	768	409	184	
16:20	270	73	18.50	768	409	180	
16:50	380	70	18.00	776	405	178	
17:00	380	68	17.50	781	421	175	
18:50	420	64	17.00	780	430	172	
19:50	480	62	17.00	785	435	172	
20:50	540	60	16.00	790	439	167	
21:50	600	57	16.00	811	471	167	
22:50	680	57	15.50	811	451	166	
23:50	720	57	15.00	816	456	162	
MANEJO 28 3,001							
00:50	780	58	15.00	825	460	162	
01:10	840	58	14.70	825	460	159	
02:50	900	48	14.54	827	467	159	
03:18	960	45	14.30	824	474	158	
04:38	1,020	45	14.00	834	474	157	
05:18	1,080	44	14.00	836	479	157	
06:38	1,140	42	14.00	841	481	157	
07:18	1,200	42	13.50	841	482	154	
08:38	1,260	42	13.30	841	481	154	
09:38	1,320	41	13.20	841	482	151	
10:58	1,380	40	13.00	846	486	151	
11:38	1,440	40	13.00	848	488	151	
12:50	1,500	40	13.00	846	484	151	

continuación Tabla VI

Fecha : 2001-03-21 12:49:22							Página : 3
P R U E B A D E B O M B E O							
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5587
UBICACION : 16 AVE. "A" COLONIA SAN IGNACIO, ZONA 7 DE MEXCO, (PROD #3)							Prueba: 826
EQUIPO : 18-(0299863) MAQUINA DE LIMPIEZA FOND 1							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SANCHEZ MORALES							
Hora	Motorps	Presion (Lbs/pig ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
13:30	1,560	39	12.50	608	488	147	
14:30	1,620	39	12.50	608	488	148	
15:30	1,680	39	12.50	608	488	148	
16:30	1,740	39	12.50	608	488	149	
17:30	1,800	36	12.00	607	485	148	
18:30	1,860	35	12.00	607	487	149	
19:30	1,920	35	12.00	607	487	146	
20:30	1,980	35	12.00	607	487	146	
21:30	2,040	35	12.00	607	487	146	
22:30	2,100	35	12.00	607	487	146	
23:30	2,160	34	12.00	608	489	146	
00:30	2,201						
01:30	2,230	33	11.50	602	502	143	
02:30	2,280	33	11.50	602	502	143	
03:30	2,330	33	11.50	602	502	143	
04:30	2,400	33	11.50	602	502	143	
05:30	2,450	33	11.50	602	502	143	
06:30	2,520	33	11.50	602	502	143	
07:30	2,590	33	11.50	602	502	143	
08:30	2,660	33	11.50	602	502	143	
09:30	2,700	33	11.50	602	502	143	
10:30	2,790	33	11.50	602	502	143	
11:30	2,850	33	11.50	602	502	143	SE PUDO PRUEBA DE BOMBEO RECUPERACION DEL POZO.
11:51	1	44		634	474		
11:52	2	33		611	451		
11:54	3	48		588	428		
11:54	4	73		565	405		
11:55	5	83		540	380		
11:56	6	88		535	375		
11:57	7	94		521	361		
11:58	8	103		502	342		

Fecha : 2001-03-21 12:49:22							Página : 4
P R U E B A D E B O M B E O							
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5587
UBICACION : 16 AVE. "A" COLONIA SAN IGNACIO, ZONA 7 DE MEXCO, (PROD #3)							Prueba: 826
EQUIPO : 18-(0299863) MAQUINA DE LIMPIEZA FOND 1							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SANCHEZ MORALES							
Hora	Motorps	Presion (Lbs/pig ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
21:50	0	107		641	391		
22:00	10	118		634	324		
22:02	12	128		601	301		
22:09	15	129		642	282		
22:08	18	134		624	264		
22:17	21	144		605	245		
22:14	24	33		598	206		
22:17	27	35		598	209		
22:28	30	38		559	196		
22:27	35	40		557	197		
22:30	40	40		557	197		
22:35	45	40		557	197		
22:48	50	48		540	180		
22:45	55	48		536	176		
22:58	60	50		534	174		
23:08	70	33		522	162		
23:18	80	58		515	153		
23:28	90	60		510	150		
23:38	100	63		503	143		
23:59	120	63		503	143		

Tabla VII. Prueba de bombeo pozo 2 Valle del Sol

sol. valle del sol 2002

PRUEBA DE BOMBEO							Página : 1
FECHA : 2001-03-06 04:53:06 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO DISTRICION : 5 CALLE 15 AVE. "A" SIQUIMA, COLONIA VALLE DEL SOL., 2.4 MEXICO POZOS : SOUTOP OPERADOR : RUBEN DE JESUS LOPEZ							Trabajo : 5558 Prueba : 816
OFICINA 4 ^{ta} EN UNO DE 4 ^{ta} NIVEL ESTADADO 300 PIES NIVEL DEMANDADO 242 PIES BOMBA INSTALADA A 515 PIES							LARGA DE TUBO A 600 PIES PRODUCCION DEL POZO 326 c.c.p.m. CARGAS DE LA BOMBA 22 PRESION EN LA BOMBA 122 M.P.
Hora	Wickets	Presion (Lbs/psi)*	L. Piezometro (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (C.C.P.M.)	Observaciones
FEVERO 26 3.000							
04:01	1	127	29.00	307	7	323	
04:02	2	137	26.00	307	7	323	
04:03	3	126	26.00	309	9	323	
04:04	4	138	26.00	309	9	323	
04:05	5	126	26.00	309	9	323	
04:06	6	126	26.00	309	9	323	
04:11	11	138	26.00	309	9	323	
05:14	14	125	26.00	309	9	323	
04:17	17	128	26.00	309	9	323	
04:20	20	124	26.00	309	9	323	
05:23	23	131	26.00	311	11	323	
05:30	30	125	26.00	311	11	323	
05:33	33	125	26.00	311	11	317	
05:48	48	125	25.80	311	11	317	
05:56	56	121	25.80	312	12	317	
05:58	58	123	25.80	312	12	317	
05:59	59	123	25.80	312	12	317	
06:00	60	119	25.80	312	12	317	
06:01	61	115	25.80	314	14	317	
06:02	62	118	25.80	314	14	317	
06:03	63	118	25.80	314	14	317	
06:04	64	123	25.80	315	15	317	
06:05	65	120	25.80	315	15	317	
06:06	66	119	25.80	315	15	317	
06:07	67	119	25.80	315	15	317	
06:08	68	115	25.80	314	14	317	
06:09	69	118	25.80	314	14	317	
06:10	70	120	25.80	315	15	317	
06:11	71	120	25.80	315	15	317	
06:12	72	120	25.80	315	15	317	
06:13	73	120	25.80	315	15	317	
06:14	74	120	25.80	315	15	317	
06:15	75	120	25.80	315	15	317	
06:16	76	120	25.80	315	15	317	
06:17	77	120	25.80	315	15	317	
06:18	78	120	25.80	315	15	317	
06:19	79	120	25.80	315	15	317	
06:20	80	120	25.80	315	15	317	
06:21	81	120	25.80	315	15	317	
06:22	82	120	25.80	315	15	317	
06:23	83	120	25.80	315	15	317	
06:24	84	120	25.80	315	15	317	
06:25	85	120	25.80	315	15	317	
06:26	86	120	25.80	315	15	317	
06:27	87	120	25.80	315	15	317	
06:28	88	120	25.80	315	15	317	
06:29	89	120	25.80	315	15	317	
06:30	90	120	25.80	315	15	317	
06:31	91	120	25.80	315	15	317	
06:32	92	120	25.80	315	15	317	
06:33	93	120	25.80	315	15	317	
06:34	94	120	25.80	315	15	317	
06:35	95	120	25.80	315	15	317	
06:36	96	120	25.80	315	15	317	
06:37	97	120	25.80	315	15	317	
06:38	98	120	25.80	315	15	317	
06:39	99	120	25.80	315	15	317	
06:40	100	120	25.80	315	15	317	

PRUEBA DE BOMBEO							Página : 2
FECHA : 2001-03-06 04:53:06 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO DISTRICION : 5 CALLE 15 AVE. "A" SIQUIMA, COLONIA VALLE DEL SOL., 2.4 MEXICO POZOS : SOUTOP OPERADOR : RUBEN DE JESUS LOPEZ							Trabajo : 5558 Prueba : 816
Hora	Wickets	Presion (Lbs/psi)*	L. Piezometro (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (C.C.P.M.)	Observaciones
16:30	490	81	28.50	413	113	347	
17:00	540	90	28.50	413	115	343	
18:00	600	75	28.00	427	127	340	
19:00	660	70	28.00	438	138	340	
20:00	720	67	28.00	445	145	340	
21:00	780	65	28.50	450	150	337	
22:00	840	64	28.50	452	152	337	
23:00	900	62	28.50	454	154	337	
00:00	960	60	28.50	456	156	337	
FEVERO 27 2.000							
01:00	1,020	60	28.00	464	164	335	
02:00	1,080	55	28.00	473	173	335	
03:00	1,140	54	28.00	475	175	335	
04:00	1,200	53	28.00	476	176	335	
05:00	1,260	52	28.00	480	180	335	
06:00	1,320	51	28.00	482	182	335	
07:00	1,380	50	28.00	485	185	335	
08:00	1,440	48	27.50	489	189	332	
09:00	1,500	47	27.50	491	191	332	
10:00	1,560	43	27.50	496	196	332	
11:00	1,620	43	27.50	501	201	332	
12:00	1,680	43	27.50	505	205	332	
13:00	1,740	40	27.00	509	209	329	
14:00	1,800	38	27.00	512	212	329	
15:00	1,860	38	27.00	517	217	329	
16:00	1,920	34	27.00	517	217	329	
17:00	1,980	35	27.00	519	219	329	
18:00	2,040	33	27.00	526	226	329	
19:00	2,100	33	26.50	526	226	326	
20:00	2,160	33	26.50	531	231	326	
21:00	2,220	33	26.50	531	231	326	
22:00	2,280	30	26.50	531	231	326	

PRUEBA DE BOMBEO							Página : 3
FECHA : 2001-03-06 16:53:06 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXICO DISTRICION : 5 CALLE 15 AVE. "A" SIQUIMA, COLONIA VALLE DEL SOL., 2.4 MEXICO POZOS : SOUTOP OPERADOR : RUBEN DE JESUS LOPEZ							Trabajo : 5558 Prueba : 816
Hora	Wickets	Presion (Lbs/psi)*	L. Piezometro (Piezómetros)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (C.C.P.M.)	Observaciones
23:00	2,340	30	26.50	531	231	326	
00:00	2,400	29	26.50	542	242	326	
FEVERO 28 2,400							
01:00	2,460	28	26.50	543	243	326	
02:00	2,520	28	26.50	543	243	326	
03:00	2,580	29	26.50	547	247	326	
04:00	2,640	29	26.50	542	242	326	
05:00	2,700	29	26.50	542	242	326	
06:00	2,760	29	26.50	542	242	326	
07:00	2,820	29	26.50	542	242	326	
08:00	2,880	29	26.50	542	242	326	
09:00	2,940	27	26.50	542	242	326	
10:00	3,000	29	26.50	542	242	326	
11:00	3,060	27	26.50	542	242	326	
12:00	3,120	29	26.50	542	242	326	
12:01	1	26	26.50	549	249	326	SE PAUSA PRUEBA DE BOMBEO.
12:02	2	28	26.50	549	249	326	RECUPERACION DEL POZO.
12:03	3	28	26.50	549	249	326	
12:04	4	28	26.50	549	249	326	
12:05	5	28	26.50	549	249	326	
12:06	6	28	26.50	549	249	326	
12:07	7	28	26.50	549	249	326	
12:08	8	28	26.50	549	249	326	
12:09	9	28	26.50	549	249	326	
12:10	10	28	26.50	549	249	326	
12:11	11	28	26.50	549	249	326	
12:12	12	28	26.50	549	249	326	
12:13	13	28	26.50	549	249	326	
12:14	14	28	26.50	549	249	326	
12:15	15	28	26.50	549	249	326	
12:16	16	28	26.50	549	249	326	
12:17	17	28	26.50	549	249	326	
12:18	18	28	26.50	549	249	326	
12:19	19	28	26.50	549	249	326	
12:20	20	28	26.50	549	249	326	
12:21	21	28	26.50	549	249	326	
12:22	22	28	26.50	549	249	326	
12:23	23	28	26.50	549	249	326	
12:24	24	28	26.50	549	249	326	
12:25	25	28	26.50	549	249	326	
12:26	26	28	26.50	549	249	326	
12:27	27	28	26.50	549	249	326	
12:28	28	28	26.50	549	249	326	
12:29	29	28	26.50	549	249	326	
12:30	30	28	26.50	549	249	326	
12:31	31	28	26.50	549	249	326	
12:32	32	28	26.50	549	249	326	
12:33	33	28	26.50	549	249	326	
12:34	34	28	26.50	549	249	326	
12:35	35	28	26.50	549	249	326	
12:36	36	28	26.50	549	249	326	
12:37	37	28	26.50	549	249	326	
12:38	38	28	26.50	549	249	326	
12:39	39	28	26.50	549	249	326	
12:40	40	28	26.50	549	249	326	
12:41	41	28	26.50	549	249	326	
12:42	42	28	26.50	549	249	326	
12:43	43	28	26.50	549	249	326	
12:44	44	28	26.50	549	249	326	
12:45	45	28	26.50	549	249	326	
12:46	46	28	26.50	549	249	326	
12:47	47	28	26.50	549	249	326	
12:48	48	28	26.50	549	249	326	
12:49	49	28	26.50	549	249	326	
12:50	50	28	26.50	549	249	326	
12:51	51	28	26.50	549	249	326	
12:52	52	28	26.50	549	249	326	
12:53	53	28	26.50	549	249	326	
12:54	54	28	26.50	549	249	326	
12:55	55	28	26.50	549	249	326	
12:56	56	28	26.50	549	249	326	
12:57	57	28	26.50	549	249	326	
12:58	58	28	26.50	549	249	326	
12:59	59	28	26.50	549	249	326	
13:00							

Tabla VIII. Prueba de bombeo pozo 7 Santa Marta

Cepo No. 3 Pozo No. 7

PRUEBA DE BOMBEO							Página : 1
Fecha : 2001-03-21 09:56:58 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE NIZZO UBICACION : 5 AVE. O-31 ZONA 5 DE NIZZO, COLOMBIA SANTA MARTA (POZO #7) EQUIPO : LS-(COPOLANCA) MAQUINA DE LIMPIEZA FURD 1 OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYRA MORALES							Trabajo : 5525
							Prueba : 833
OFICIO: 2.37 CM BORO DE 4" NIVEL ESTÁTICO: 332 PIES NIVEL DYNAMICO: 1.382 PIES NORMA INSTALADA A: 1.408 PIES				LINEA DE AIRE A 1.380 PIES PRODUCCION DEL POZO-05 G.P.M. CENAS DE LA BOMBA 23 POTENCIA DE LA BOMBA 60 H.P.			
Hora	Minutos	Presion (Lbs/pulg ²)	L.Pícnometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
MAÑANA 2-2,001							
09:21	1	108	30,00	664	112	230	PRUEBA DE BOMBEO #4. SE ABASTECIÓ BOMBEO CON OFICIO DE 3" EN TUBO DE 4"
09:22	2	165	28,00	671	119	326	
09:23	3	162	28,00	678	126	323	
09:24	4	160	27,00	682	130	219	
09:25	5	158	26,00	685	133	216	
09:26	6	151	25,50	783	151	212	
09:27	7	149	25,00	788	156	210	
09:28	8	147	24,50	782	160	207	
09:29	9	141	24,00	789	174	205	
09:30	10	140	24,00	794	177	203	
09:32	12	130	23,00	792	200	201	
09:35	15	120	22,00	795	223	197	
09:36	16	114	21,00	789	227	187	
09:41	21	108	17,50	803	221	175	
09:44	24	100	16,50	821	260	137	
09:47	27	96	16,00	830	270	167	
09:50	30	90	15,00	844	293	162	
09:55	35	80	14,00	867	315	157	
10:00	40	72	13,00	886	336	154	
10:05	45	67	12,00	887	345	146	
10:10	50	62	11,00	904	357	140	
10:15	55	57	10,50	920	360	137	
10:20	60	52	10,50	925	373	137	
10:30	70	44	8,50	950	386	130	
10:40	80	35	8,00	971	410	128	

PRUEBA DE BOMBEO							Página : 2
Fecha : 2001-03-21 09:56:58 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE NIZZO UBICACION : 5 AVE. O-31 ZONA 5 DE NIZZO, COLOMBIA SANTA MARTA (POZO #7) EQUIPO : LS-(COPOLANCA) MAQUINA DE LIMPIEZA FURD 1 OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYRA MORALES							Trabajo : 5525
							Prueba : 833
Hora	Minutos	Presion (Lbs/pulg ²)	L.Pícnometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abastecimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
10:55	90	28	6,50	971	418	129	SE COLOCÓ OFICIO 2.37" DE 4"
11:00	100	25	6,00	967	431	127	
11:10	110	24	7,00	997	443	115	
11:20	120	23	7,00	998	447	115	
11:25	125	6	6,00	1,028	486	104	
11:50	158	137	12,00	1,074	527	81	
12:05	185	300	11,00	1,098	538	78	
12:20	180	327	11,00	1,097	542	78	
12:50	219	327	11,00	1,097	545	76	
12:55	240	324	10,50	1,104	552	76	
13:00	250	116	10,50	1,122	550	76	
14:20	280	116	10,50	1,122	570	74	
15:20	300	109	9,50	1,138	586	72	
16:20	420	103	9,00	1,152	600	70	
17:20	480	103	9,00	1,152	600	70	
18:20	540	101	9,00	1,157	605	70	
19:20	600	99	9,00	1,161	609	66	
20:20	640	95	9,00	1,171	619	66	
21:20	720	93	7,50	1,175	622	64	
22:00	780	93	7,50	1,175	623	64	
22:20	840	93	7,50	1,175	623	64	
MAÑANA 2-1,001							
00:20	900	82	7,50	1,175	623	64	CAUDAL DEL POZO-MIÉRCOLES CON RECIPIENTE.
01:10	960	93	7,50	1,175	623	64	
02:10	1,020	96	7,50	1,182	638	64	
03:10	1,080	96	7,50	1,182	638	64	
04:10	1,140	92	7,50	1,182	638	64	
05:10	1,200	90	7,50	1,182	638	64	
06:10	1,260	90	7,50	1,182	638	64	
07:10	1,320	90	7,50	1,182	638	64	
08:10	1,380	91	7,50	1,182	638	64	

continuación Tabla VIII

Fecha : 2001-03-31 09:56:58							Página : 3
PRUEBA DE BOMBEO							
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5525
UBICACION : 5 AVE. 0-31 ZONA 5 DE MEXCO, COLONIA SANTA MARTA (POZO #7)							Prueba : 833
EQUIPO : LB-(C0096963) MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYOA MORALES							
Hora	Minutos	Presion (Lbs/pig ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abatimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
09:20	1,440	90		1,182	630	68	
10:20	1,500	90		1,182	630	68	
11:20	1,560	90		1,182	630	68	
12:20	1,620	90		1,182	630	68	
13:20	1,680	90		1,182	630	68	
14:20	1,740	90		1,182	630	68	
14:21	1	100		1,159	607		SE PARO PRUEBA DE BOMBEO.
14:22	2	105		1,147	595		RECUPERACION DEL POZO.
14:23	3	110		1,136	584		
14:24	4	115		1,124	572		
14:25	5	118		1,117	565		
14:26	6	121		1,110	558		
14:27	7	125		1,104	549		
14:28	8	127		1,097	545		
14:29	9	130		1,090	538		
14:30	10	133		1,083	531		
14:32	12	136		1,076	524		
14:35	15	141		1,064	512		
14:38	18	150		1,044	492		
14:41	21	155		971	419		
14:44	24	160		937	385		
14:47	27	161		911	359		
14:50	30	161		890	338		
14:55	35	161		870	318		
15:00	40	161		844	292		
15:05	45	160		821	269		
15:10	50	158		803	251		
15:15	55	145		786	234		
15:20	60	121		772	220		
15:30	70	135		740	188		
15:40	80	143		722	170		
15:50	90	151		703	151		
16:00	100	156		692	140		

Fecha : 2001-03-31 09:56:58							Página : 4
PRUEBA DE BOMBEO							
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE MEXCO							Trabajo: 5525
UBICACION : 5 AVE. 0-31 ZONA 5 DE MEXCO, COLONIA SANTA MARTA (POZO #7)							Prueba : 833
EQUIPO : LB-(C0096963) MAQUINA DE LIMPIEZA FORD I							
OPERADOR : VICTOR GERARDO SAMAYOA MORALES							
Hora	Minutos	Presion (Lbs/pig ²)	L. Piezometro (Pulgadas)	Nivel del Agua (Pies)	Abatimiento (Pies)	Caudal (G.P.M.)	Observaciones
16:00	110	180		682	120		
16:20	130	163		673	113		

