

E 719:

E 720:

E 721

E 721

E 722:

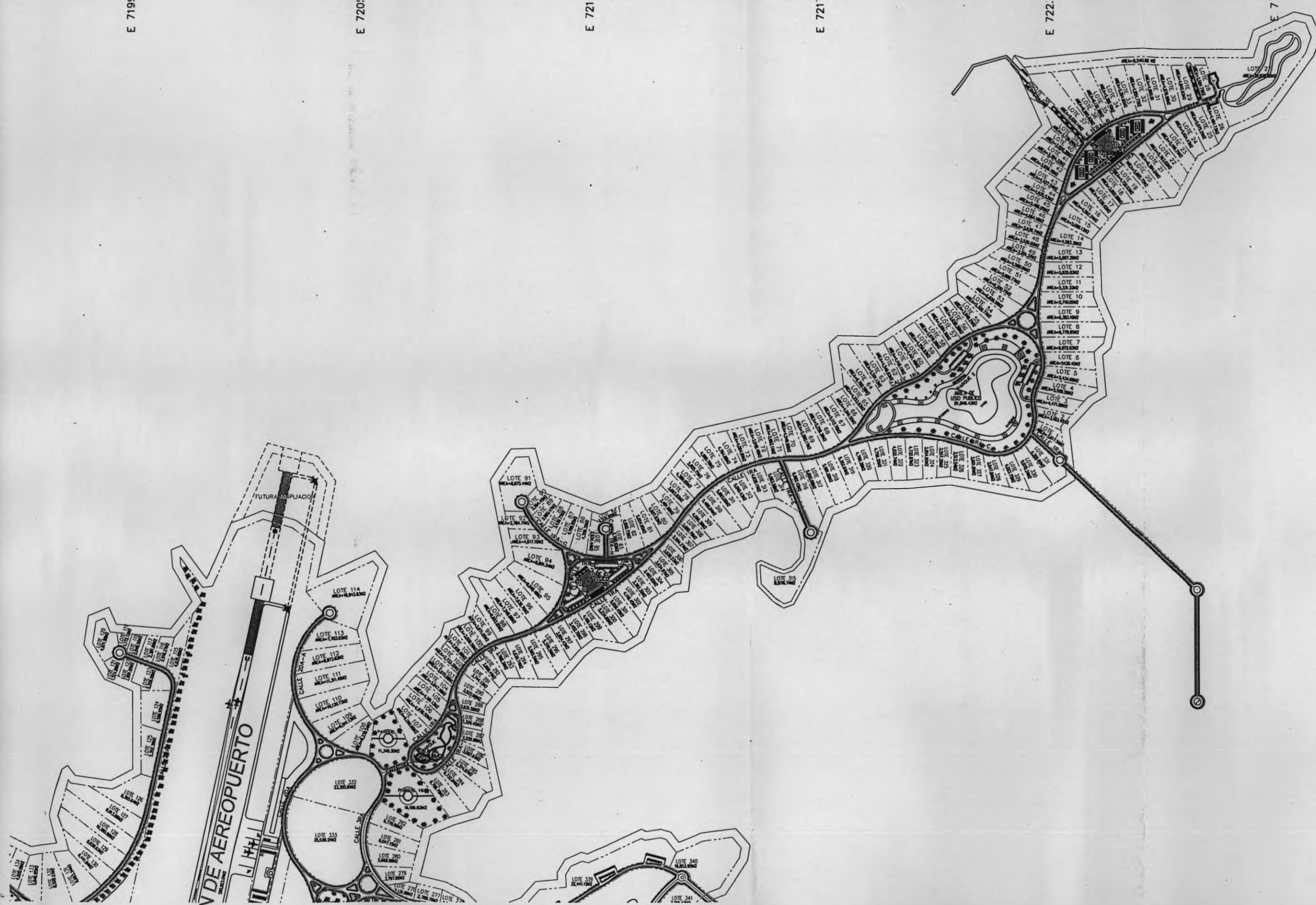
E 7

N 938600

N 938000

N 937400

N 936800



4. INDICAR CÓMO SERÁN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE, TAMAÑO, CAPACIDAD E INDICAR CÓMO SE DARÁ EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE Y LAS MEDIDAS QUE IMPLEMENTARÁ LA EMPRESA PARA EVITAR EL DERRAME DE PETRÓLEO EN LA DESCARGA Y LA PUESTA EN OPERACIÓN DE LA TERMOELÉCTRICA.

En el caso del combustible, tal y como hemos mencionado, hubo un cambio en la concepción del proyecto, pues no se utilizará una termoelectrica que utilice el combustible diesel o bunker, pues la empresa promotora no desea la contaminación del ambiente, además que el proyecto no puede correr riesgos de manejo de combustibles. Por lo tanto se tomó la decisión de utilizar otro combustible (gas) y una empresa que tuviera la experiencia en el manejo de esta clase de combustible (Panagás).

Los parámetros técnicos del combustible a usar serán:

- Tipo de gas: **Gas Licuado de Petróleo (GLP, propano)**
- Empresa distribuidora: **Panagás**
- Capacidad del tanque: **30,000 galones de GLP**
- Tamaño del tanque: **9 pies de diámetro por 50 pies de longitud**

Para efectos del transporte del tanque a la Isla Viveros, se utilizará una barcaza y para movilizarlo e instalarlo se utilizará una grúa de 80 toneladas y una cama baja.

Abastecimiento y trasiego del gas en la isla:

El gas sería llevado en un remolque cisterna de 10,000 galones de capacidad, con su cabezal, en la Barcaza alquilada por la Empresa Promotora. El Cabezal con la cisterna desembarcaría en la isla y transitaría por las calles desde el desembarcadero hasta el tanque y viceversa. El Cisterna está provisto de una bomba para trasegar el gas hacia el tanque estacionario de 30,000 galones.

Importante es señalar, que el desembarcadero estará ubicado en el muelle, el cual será construido una vez sea presentado el estudio de impacto ambiental por separado.

Medidas de seguridad para evitar derrames y accidentes:

Según las especificaciones y recomendaciones pedidas a la empresa distribuidora del gas, Panagás, podemos afirmar lo siguiente:

Una instalación de Gas-LP es un sistema presurizado cerrado, hermético, que no permite fuga ni derrame de producto durante su operación. El diseño de la instalación debe contemplar todos los aspectos de seguridad para garantizar esta condición, siguiendo las normas que rigen la industria de gas y que mayormente se basan en la norma NFPA-58 y evitar cualquier falla en el sistema. Por lo tanto las medidas son básicamente preventivas y de mantenimiento.

Así mismo, la empresa Panagás, asegura que cuando se diseña el sistema conforme a la NFPA-58, por persona competente, no debe haber fugas. **El control total del producto garantiza que es un sistema seguro.** Un análisis de riesgo determinaría si se requiere un sistema de protección contra incendios y el mismo sería fijo con bomba de agua y rociadores conforme a NFPA- 15, 13, 29 y 25.

El sistema sería el mismo que se utiliza en las estaciones de combustible para almacenar y el gas y prevenir accidentes.

5. INDICAR QUE NORMA SE ACOGERÁ EL PROMOTOR PARA EL VERTIMIENTO DEL EFLUENTE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. SEÑALAR ADEMÁS EL USO QUE SE PRETENDE DAR AL LAGO ARTIFICIAL.

En cuanto a los efluentes líquidos de la planta o sistema de tratamiento de aguas, El Promotor se acogerá a la norma DGNTI-COOPANIT 35-2000, debido a que las descargas de los efluentes líquidos que se emitirán en el proyecto residencial y turístico serán directas a cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. También se acogerán a la norma DGNTI-COOPANIT 47-2000, sobre el destino final de lodos. Estos lodos serán utilizados como abono para mejorar las condiciones de las áreas verdes y aumentar la fertilidad del suelo. La Empresa Promotora se acogerá a lo expuesto en las normas. Debido a que el sistema de tratamiento de aguas servidas emitirá limpiará las mismas en un 95 %, estas serán depositadas en el lago artificial, el cual tendrá un espejo de aguas de aproximadamente 9 hectáreas.

Parte de estas aguas serán destinadas para usos de jardinería. En general, el lago artificial será utilizado también como área de reposo, recreativa y estética, con el fin de que los residentes y visitantes puedan hacer ejercicios al lado del lago. Para estos efectos, la Promotora del proyecto se acogerá a la norma DGNTI-COOPANIT 24-99, sobre reutilización de aguas tratadas en sistemas de tratamientos de aguas residuales. (Ver mapa de ubicación y detalles en los anexos).

6. DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MUELLE A CONSTRUIR Y LOS IMPACTOS DIRECTOS QUE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTA INFRAESTRUCTURA ACARREARÁ SOBRE EL MEDIO MARINO.

La Empresa Promotora ha decidido **no presentar** en este estudio el proyecto de construcción del muelle. El proyecto de muelle se presentará separadamente en un estudio propio debido a lo complicado del mismo y que no se han realizado los estudios de batimetría exigidos por la Autoridad Marítima de Panamá.

7. PRESENTAR LA LÍNEA BASE DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS QUE SE UTILIZARÁ PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A TRAVÉS DE LA APERTURA DE POZOS. INDICAR EL TRATAMIENTO QUE SE LE REALIZARÁ AL AGUA EXTRAIDA DE LOS POZOS.

En Julio del presente año, la Empresa Promotora contrató los servicios de la empresa Hidrogeo Servicios Consultores S. A., para realizar una evaluación hidrogeológica con el fin de dotar de agua potable al proyecto de Desarrollo Turístico Isla Viveros. El resultado de estos estudios se presentan a continuación y en el cual se indica la viabilidad de que existe la reserva de agua dulce suficiente para abastecer por fuente subterránea las necesidades de agua de proyecto en su primera fase con el área considerada (Sector de la pista de aterrizaje).

En la página 25 del documento que presentamos, se encuentra la caracterización de estas aguas subterráneas, comparadas con las normas DGNTI-COOPANIT – 395-99, la cual contiene los valores máximos permisibles para el agua potable.

Actualmente se está utilizando el agua obtenida de estos pozos subterráneos y es tratada de la siguiente forma:

- Primera fase: almacenamiento y sedimentación en tanque sobre la superficie.
- Segunda fase clorificación: a través de un dosificador, se clorifica el agua de tal manera que quede libre de patógenos.
- Filtrado: se están utilizando filtros de carbono para filtra el agua para que sea totalmente segura para el consumo humano.

En las siguientes páginas presentamos el estudio hidrogeológico.

REPUBLICA DE PANAMA
GRUPO VIVEROS, S.A.

EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA

**CON EL FIN DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN EL
DESARROLLO TURÍSTICO ISLA VIVEROS**



HIDROGEO SERVICIOS CONSULTORES, S.A.

JULIO, 2006

INDICE

	Pag.
1 LOCALIZACIÓN Y ACCESO AL PROYECTO	1
2 OBJETIVO	1
3 CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DEL PROYECTO	2
3.1 CLIMA	2
3.2 PRECIPITACIÓN	3
3.3 GEOMORFOLOGÍA	4
3.4 MARCO GEOLÓGICO	5
3.5 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO	6
4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN APLICADA	7
4.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CAPTADORES REALIZADOS	7
4.2 LOCALIZACIÓN DE SISTEMAS DE POZOS TIPO PUNTERAS	8
4.3 PERFORACIÓN DE POZOS	11
4.4 DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA DE ESTRATIGRÁFICA	13
4.5 DISEÑO DE LA RED DE SUCCIÓN DE LAS PUNTERAS	13
4.6 HIDRÁULICA DE POZOS	15
4.6.1 METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE PRUEBA DE BOMBEO	15
4.6.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS	17
4.6.2.1 DEFINICION DE TERMINOS MAS USADOS EN HIDRAULICA DE POZO	17
4.6.2.2 ECUACIONES GENERALES DE MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA	18
4.6.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE BOMBEO	19
4.7 INVESTIGACIONES HIDROQUÍMICAS	24
5 BALANCE HÍDRICO PARA EL SECTOR DE LA PISTA DE ATERRIZAJE	27
5.1 DISCUCIÓN SOBRE EL POTENCIAL ACUIFERO Y EL RENDIMIENTO SEGURO	27
5.2 BALANCE HÍDRICO	28
5.2.1 ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE RESERVA DE AGUA	28
5.2.2 ESCORRENTIA	28
5.2.3 EVAPOTRANSPIRACION	28
5.2.4 INFILTRACIÓN EFECTIVA	29

5.3	RESERVAS ESTÁTICAS (Q_{est})	30
6	RELACIÓN AGUA DULCE – AGUA SALADA EN LAS REGIONES COSTERAS	31
6.1	PRINCIPIOS GENERALES	31
6.2	CÁLCULO DE LA POSICIÓN DE LA INTERFASE – ISLA VIVEROS	33
6.3	FORMACIÓN DE DOMO SALOBRE DEBAJO DE POZO	38
6.4	CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS DE EXPLOTACIÓN	39
7	PLAN DE MONITOREO	40
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41



EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA CON EL FIN DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DESARROLLO TURÍSTICO ISLA VIVEROS

1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO AL PROYECTO

El Desarrollo Turístico Isla Viveros esta localizado en el Archipiélago Las Perlas a unos 70 Kms al sureste de la ciudad de Panamá. El acceso al área del proyecto es por vía aérea a quince minutos por avión o vía marítima, a menos de dos horas en lancha.

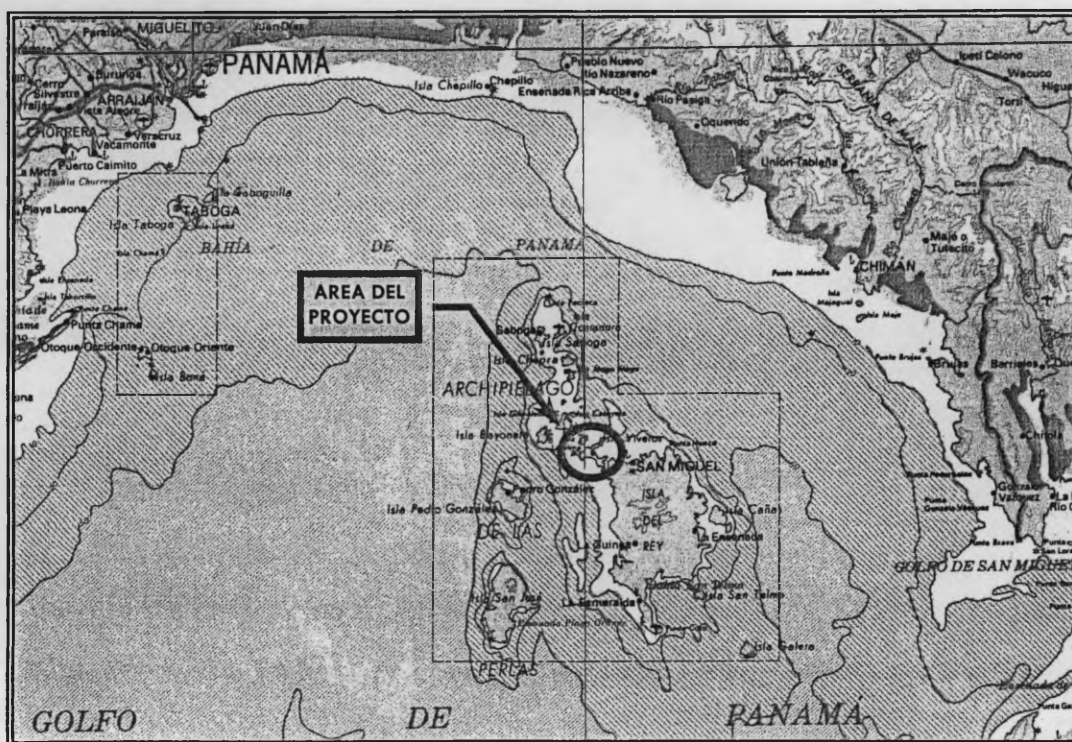


Figura No. 1-1 Localización Regional del Proyecto

2. OBJETIVO

Obtener agua dulce de las reservas subterráneas con el fin de abastecer las necesidades de agua potable del Desarrollo Turístico Isla Viveros, que comprende en

su primera fase la construcción en el sector llamado “Norte” de 50 unidades de viviendas tipo residencial con todas las facilidades y un Hotel de 100 habitaciones.

3. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DEL PROYECTO

3.1 CLIMA

El clima del área del Proyecto esta determinado por la localización geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el relieve y la extensión territorial. Para la clasificación climática se utilizó el sistema del climatológico alemán W. Köppen, teniendo en cuenta las características pluviométricas y térmicas del área de influencia (Figura No. 1.3-1):

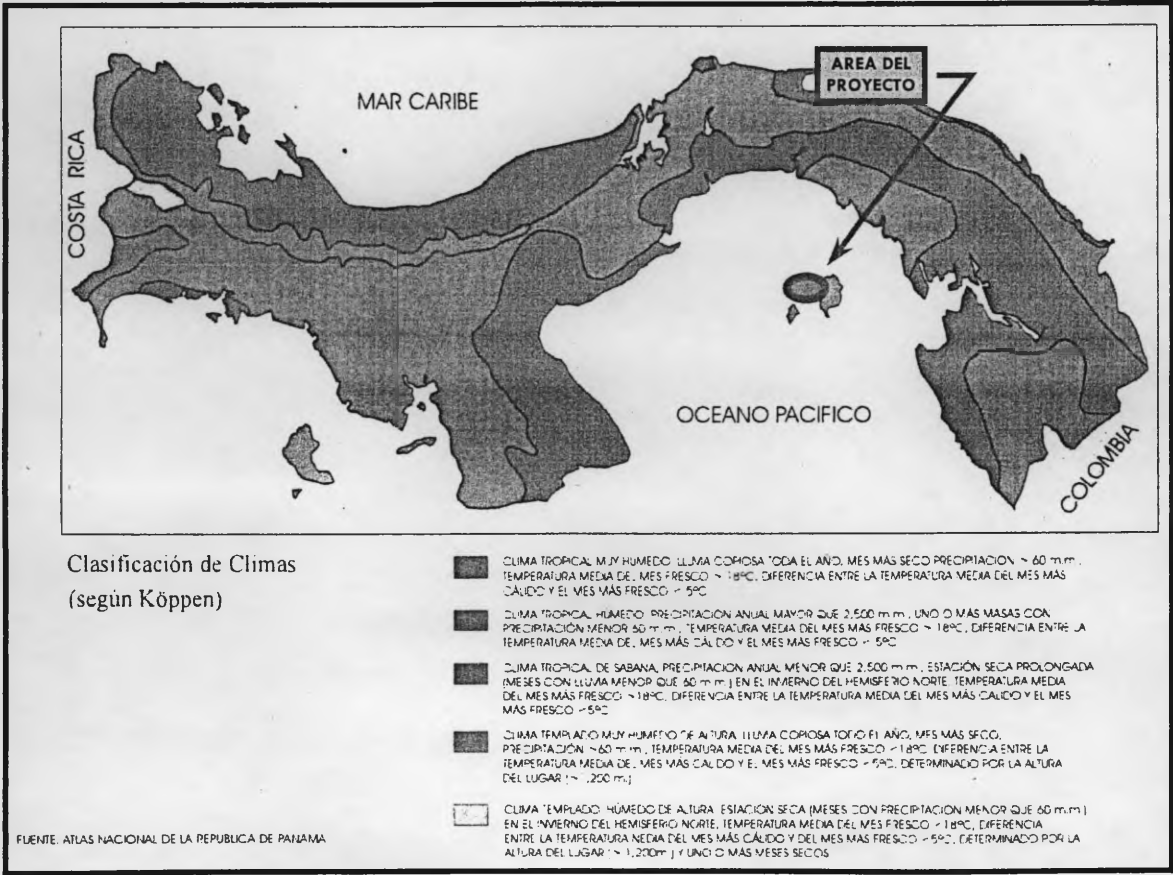


Figura No. 3.1-1 Clasificación de Climas (según Köppen)

Según esta clasificación, regionalmente tenemos el **clima tropical húmedo (Ami)**, con las siguientes características: **Precipitación anual mayor que 2,500 mm; uno o más meses con precipitación menor de 60 mm; temperatura media del mes más fresco $> 18^{\circ}\text{C}$; diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco $< 5^{\circ}\text{C}$.** La temperatura media anual del aire superficial en el área de proyecto es de 25°C .

3.2 PRECIPITACIÓN

El régimen anual de precipitación característico del área del proyecto es de tipo monomodal, con un período seco de 5 meses de Diciembre a Abril, acentuado de Febrero a Marzo y un período lluvioso de 7 meses, de Mayo a Noviembre, siendo mayores las lluvias en Octubre (Figura No. 3.2-1):

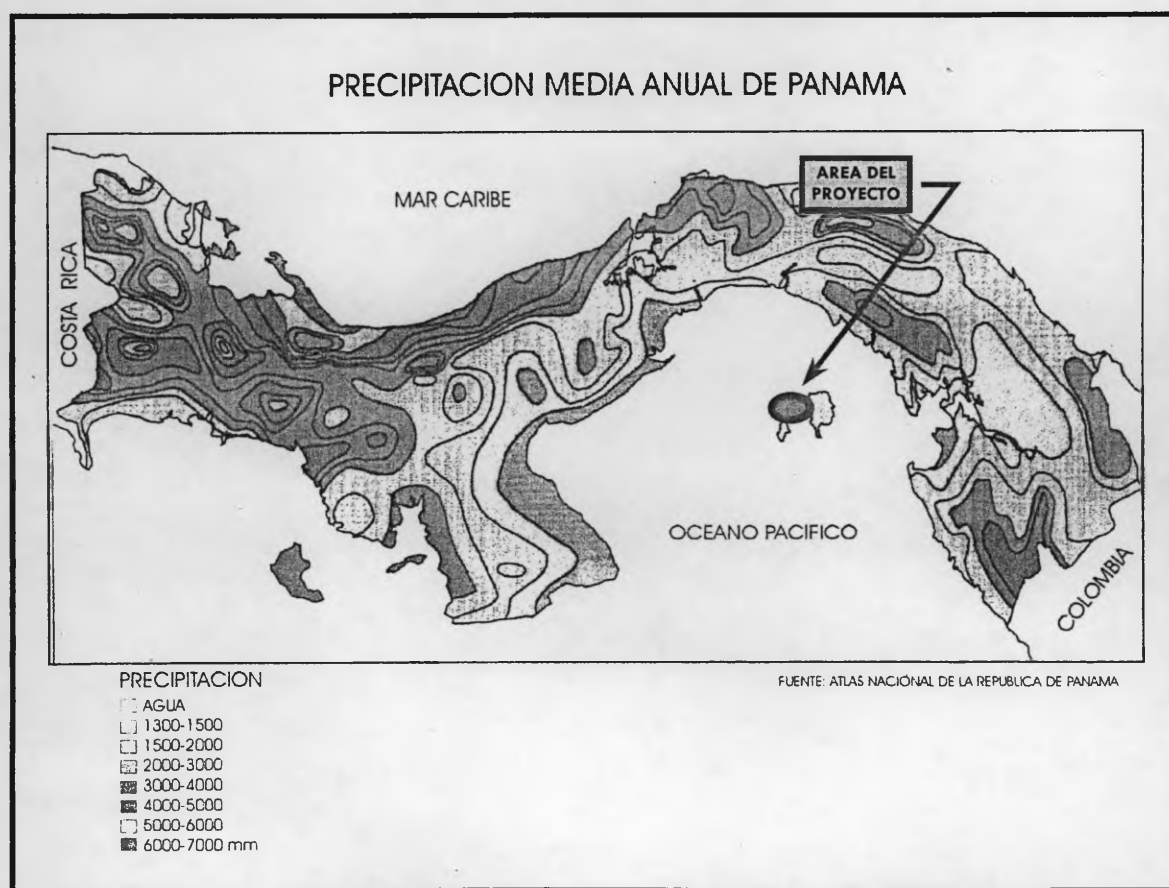


Figura No. 3.2-1 Precipitación Media Anual del área del Proyecto

Este período se caracteriza por los máximos de precipitaciones coincidentes con el paso de la ITCZ (Zona de Convergencia Intertropical) en dirección al norte (junio) y en sentido meridional (octubre) en su desplazamiento siguiendo la trayectoria de la declinación anual del sol. La Precipitación en la zona de estudio es mayor a 2,500 mm por año.

3.3 GEOMORFOLOGÍA

El área del Proyecto morfoestructuralmente esta representada por la unidad geomorfológica denominada como **Regiones de Cerros Bajos y Colinas** (Figura No. 3.3-1). En el contexto estructural corresponde a litología de rocas sedimentarias afectadas por eventos volcánicos y alternadas con capas de lava basáltica y piroclásticos, ubicadas morfoestructuralmente en el Mioceno Inferior del Período Terciario.

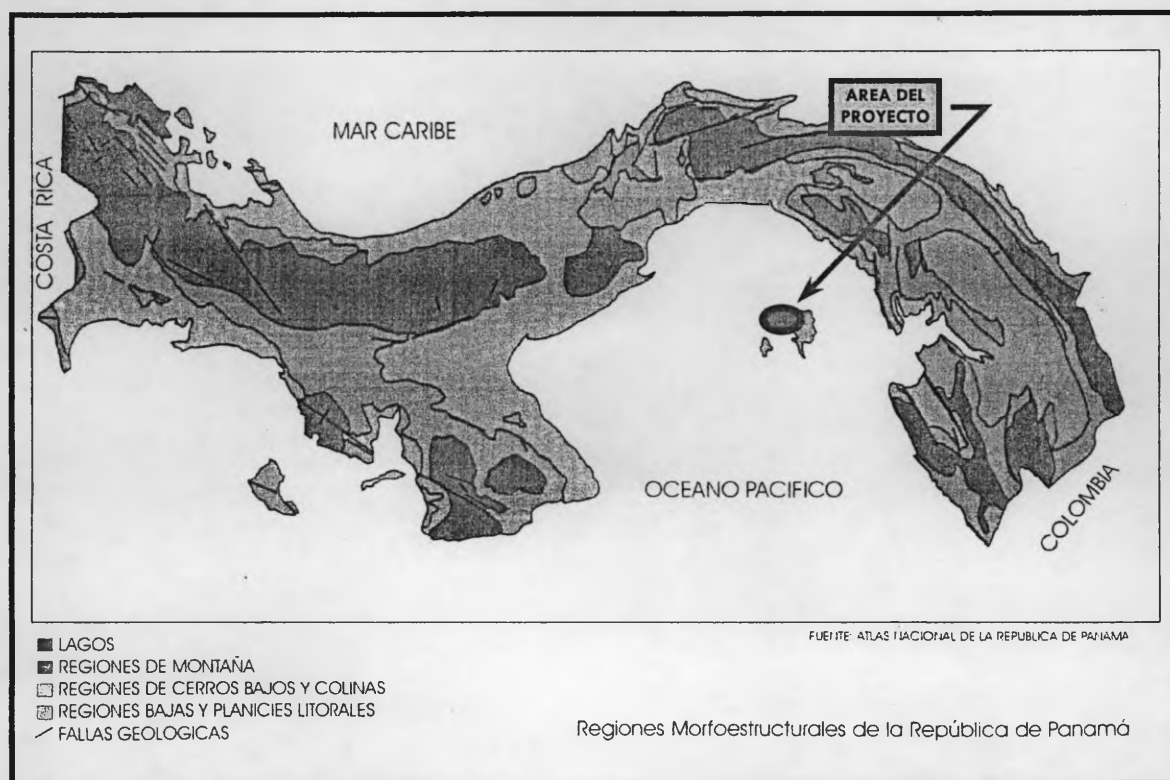


Figura No. 3.3-1 Regiones Morfoestructurales de Panamá

3.4 MARCO GEOLÓGICO

El área del Proyecto esta representada por dos formaciones geológicas. Una es la formación volcánica **Las Perlas (TOM-LP)** con materiales como andesitas/basaltos, lavas y piroclásticos, desplegada en el sector sur de la isla en la zona predestinada para el campo de golf. La otra, la formación sedimentaria **Topaliza (TOM-TZ)**, compuesta por calizas, limolitas, lutitas, areniscas tobáceas y tobas, donde se realizaron todas las perforaciones, cubre el resto de la isla. Existen afloramientos representativos de esta formación en el área donde se encuentra el inicio de la pista de aterrizaje. (Figura No. 3.4-1)

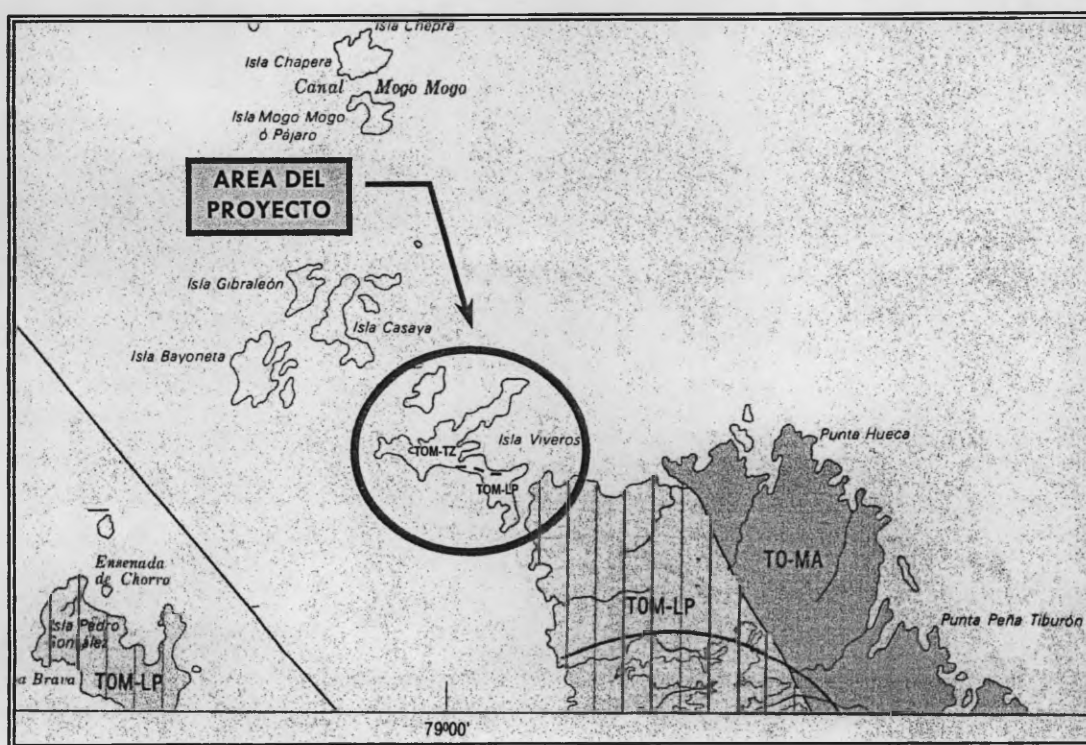


Figura No. 3.4-1 Mapa Geológico del Área del Proyecto

Es importante destacar que la Cía. Earth Sciences Associates de Palo Alto, California, USA realizó en el año 1971 una exploración perimetral de Isla Viveros, describiendo las capas geológicas aflorantes en la costa. En esta oportunidad no hubo compromiso de clasificación de las formaciones geológicas. Por otra parte, el Mapa Geológico

Nacional, escala 1:250,000, no revela contactos geológicos en esta isla. Por tal motivo, analizando las rocas existentes en el área del proyecto a nivel de inspección de campo de núcleos de perforaciones y afloramientos, por lo tanto hemos tenido a bien hacer la asignación de las formaciones geológicas respectivas,

3.5 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO

La referencia del Mapa Hidrogeológico de Panamá, Escala 1:1,000,000 (Figura No. 3.5-1), atribuye al área de estudio el siguiente tipo de acuíferos:

- Acuíferos predominantemente fisurados (discontinuos) y moderadamente productivos ($Q=3-0 \text{ m}^3/\text{h}$), con permeabilidad variable, pertenecientes a las formaciones geológicas Las Perlas (TOM-LP) y un importante componente sedimentario como lo es la formación Topaliza (TOM-TZ). Son acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, comprenden un conjunto de andesitas/basaltos, lavas y piroclásticos, además de calizas, limolitas, lutitas, areniscas tobáceas y tobas. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

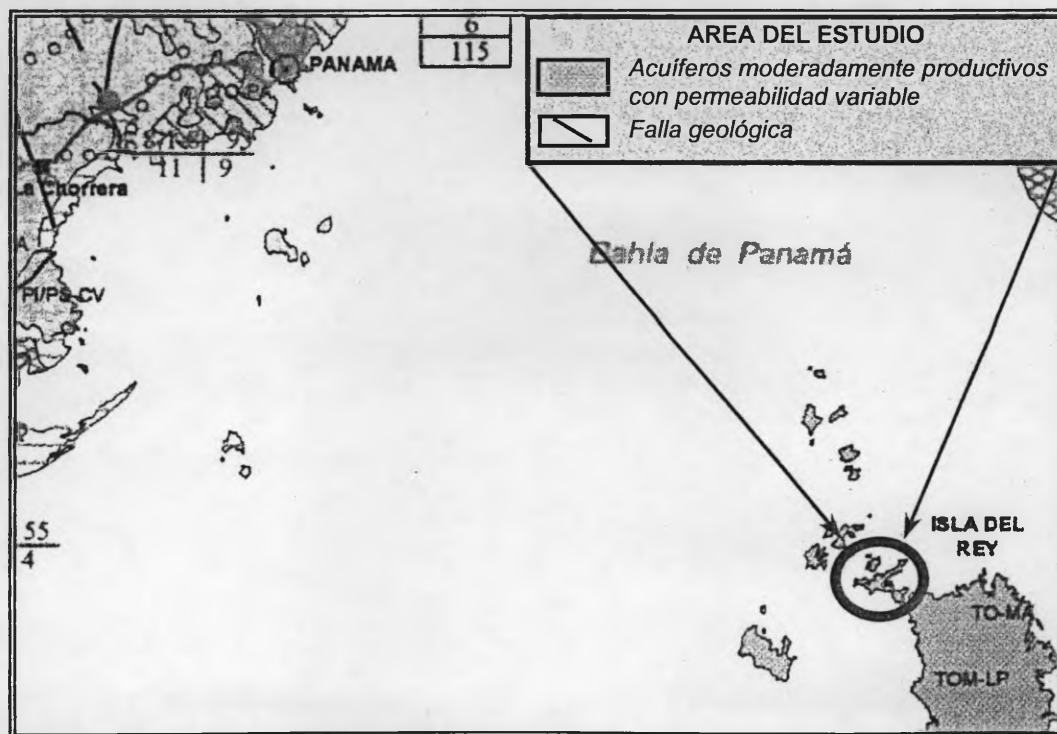


Figura No. 3.5-1 Mapa Hidrogeológico del Área del Proyecto

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

4.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CAPTADORES REALIZADOS

El proyecto Desarrollo Turístico Isla Viveros se encuentra localizado en el Golfo de Panamá sobre una isla que tiene forma de "V" vista de oeste a este. Cada una de sus ramas son de aproximadamente 5 Kms de largo y abarcan un área de 580 Has, incluyendo 18 Kms de playa y 35 Kms de costas.

Debido a estas reducidas dimensiones de la isla y con una configuración geométrica desfavorable para fines de explotación de aguas subterráneas, fue sugerido captar parte de las reservas existentes de agua dulce de la isla, contenida en pequeños lentejones a través del **sistema de pozos tipo punteras**. Esta sugerencia obedeció a que el sistema de punteras tiene la misma capacidad de extracción de pozos profundos unitarios, pero con las ventajas de repartir la carga hidráulica de la extracción sobre un área mucho mayor sin necesidad de calar profundamente el acuífero, lo cual protege a este último de los peligros de intrusión salina o domo salobre que conlleva toda extracción de agua dulce en zonas costeras o insulares.

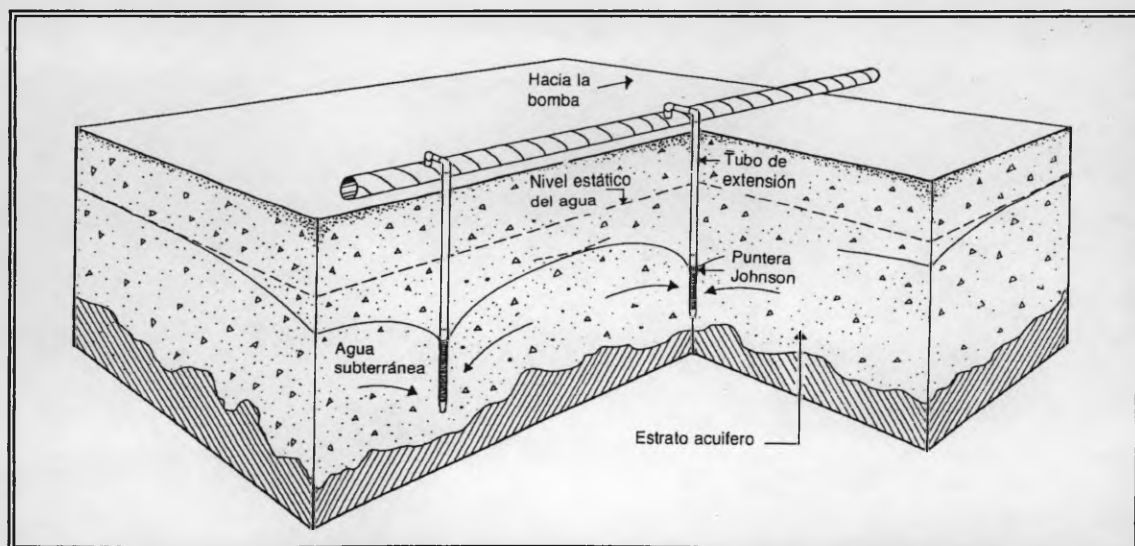


Figura No. 4.1-1 Esquema general de un sistema de pozos tipo punteras

Este objetivo de dotación de agua potable al proyecto Desarrollo Turístico Isla Viveros se logró mediante el exitoso despliegue de varias baterías de pozos poco profundos unidos por una tubería de aspiración a su respectiva bomba autocebante. Estos sistemas captadores han sido ubicados de manera estratégica, cercano a los puntos de descarga naturales como drenajes y quebradas.

4.2. LOCALIZACIÓN DE SISTEMAS DE POZOS TIPO PUNTERAS

La referencia de localización de los sistemas captadores esta basada en coordenadas UTM obtenidas de aparatos manuales de Posicionamiento Global por Satélite GPS.

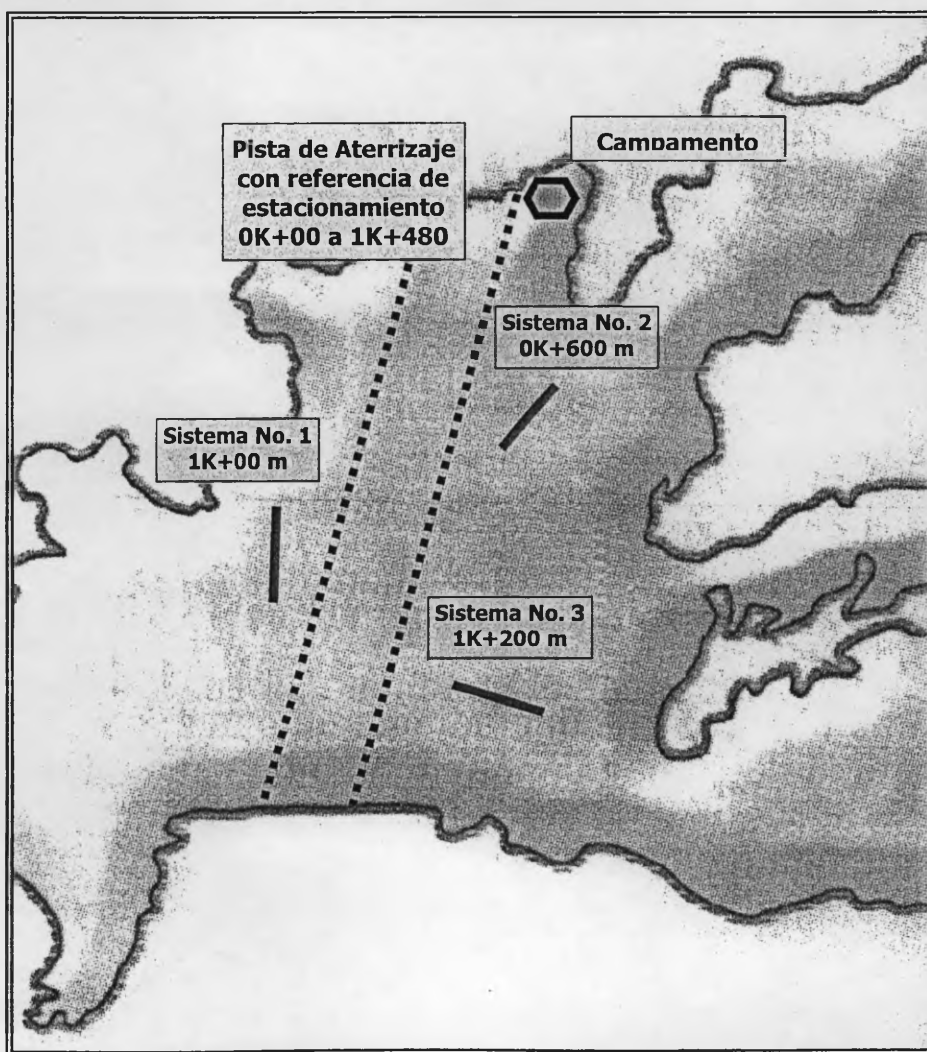


Figura No. 4.2-1 Esquema de ubicación de los sistemas de pozos tipo punteras

No obstante para fines prácticos son válidos los estacionamientos de topografía que ofrece el trazado de la pista de aterrizaje.

De esta manera tenemos:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ▪ Sistema Captador No. 1 | Estacionamiento 1K + 00 |
| ▪ Sistema Captador No. 2 | Estacionamiento 0K + 600 |
| ▪ Sistema Captador No. 3 | Estacionamiento 1K + 200 |



Figura No. 4.2-2 Ubicación del Sistema Captador No. 1

A nivel individual por cada Sistema a partir de un amarre inicial con el GPS se realizó un levantamiento con tránsito de bolsillo que incluye referencias de distancia y elevación entre los pozos y entre los mismos y la línea de la costa, los cuales fueron utilizados para valoración de la relación agua dulce - agua salobre.



Figura No. 4.2-3 Ubicación del Sistema Captador No. 2



Figura No. 4.2-4 Ubicación del Sistema Captador No. 3

El emplazamiento de los Sistemas Captadores de agua subterránea respondió al aprovechamiento de los puntos de descarga naturales superficiales como quebradas y drenajes, manteniendo una distancia no menor de unos 4 m de la orilla del curso de agua. Cabe destacar que en la época de verano pudimos observar que las mismas no mantienen sus causes, aunque el nivel freático se localiza a unos pocos centímetros por debajo de los lechos secos.

4.3 PERFORACIÓN DE POZOS

La perforación de los pozos tipo puntera en la Isla Viveros fue realizada con equipo portátil de perforación rotativa con coronas de diamante y de percusión.

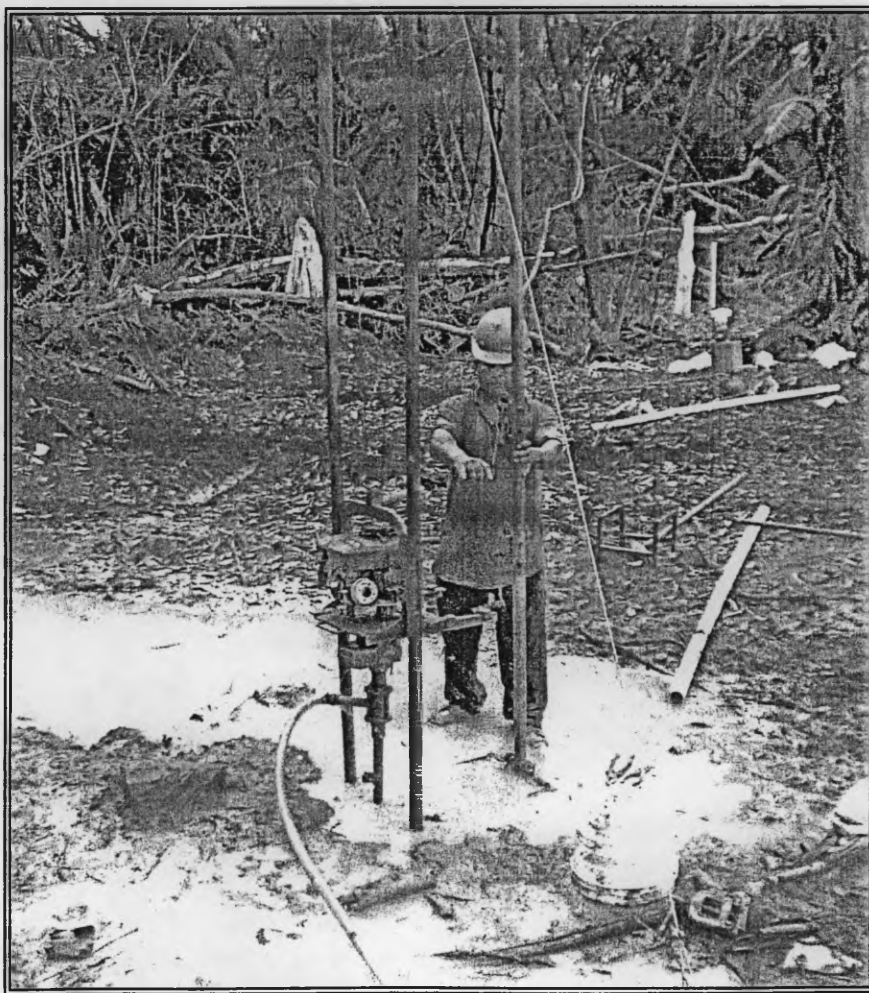


Figura No. 4.3-1 Equipo portátil de perforación rotativa. Sistema de Captación No. 1

Podemos considerar que el proceso de perforación fue una ardua labor, debido a la dureza de algunas capas de toba fina encontradas principalmente en el Sistema Captador No. 1, Figura No. 4.3-1.

Todos los pozos fueron perforados en diámetro de 3 pulgadas y forrados con tuberías PVC diámetro 2 pulgadas, ranuradas, con un espacio anular relleno con empaque de grava filtrante. Los pozos en cuestión fueron debidamente aislados de las aguas superficiales con un sello sanitario de concreto. Las perforaciones realizadas penetraron en la roca hasta una profundidad por el orden de 20 pies (6 metros), ejecutándose un total de 468 pies lineales de corte, Cuadro No. 4.3-1.

Cuadro No. 4.3-1. Detalle de profundidades de perforaciones realizadas

No. de pozo	Profundidad, pies	Nivel Freático, m
SISTEMA No. 1 (1K+00)		
1	20	0.20
2	20	0.68
3	20	1.58
4	20	1.25
5	20	0.86
6	20	1.12
7	17	2.31
8	17	1.67
9	20	1.50
10	17	1.81
SISTEMA No. 2 (0K+600)		
1	19	0.59
2	19	0.14
3	21	0.89
4	19	0.93
5	20	0.38
6	19	1.33
SISTEMA No. 3 (1K+200)		
1	20	1.78
2	20	1.50
3	20	1.14
4	20	0.73
5	20	1.26
6	20	1.22
7	20	1.40
8	20	0.46

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA DE ESTRATIGRÁFICA

Durante las perforaciones a nivel de superficie nos encontramos con un suelo saprolítico con espesor de unos 1.50 – 1.80 metros, compuesto por arcilla de mediana plasticidad color chocolate amarilloso con gravas angulares residuales parcialmente meteorizadas dispersas. Luego una zona de transición entre el suelo y la roca sana, compuesta por roca meteorizada con espesor de unos 60 cm. Pasado el suelo, los tres sistemas de captación durante las perforaciones encontraron un mismo tipo de estratos geológicos, tratándose de rocas pertenecientes a la formación sedimentaria Topaliza. En el Sistema No. 1 predominaron las tobas de granulación fina, en el Sistema No. 2 se atravesaron capas de caliza con intercalamientos tobáceos y en el Sistema No. 3 se perforó arenisca limolítica.

4.5 DISEÑO DE LA RED DE SUCCIÓN DE LAS PUNTERAS

Con la ubicación definitiva de los tres Sistemas de Captadores, las profundidades de los pozos y los rendimientos demostrados en las pruebas de bombeo individuales, se diseñó la red de succión.

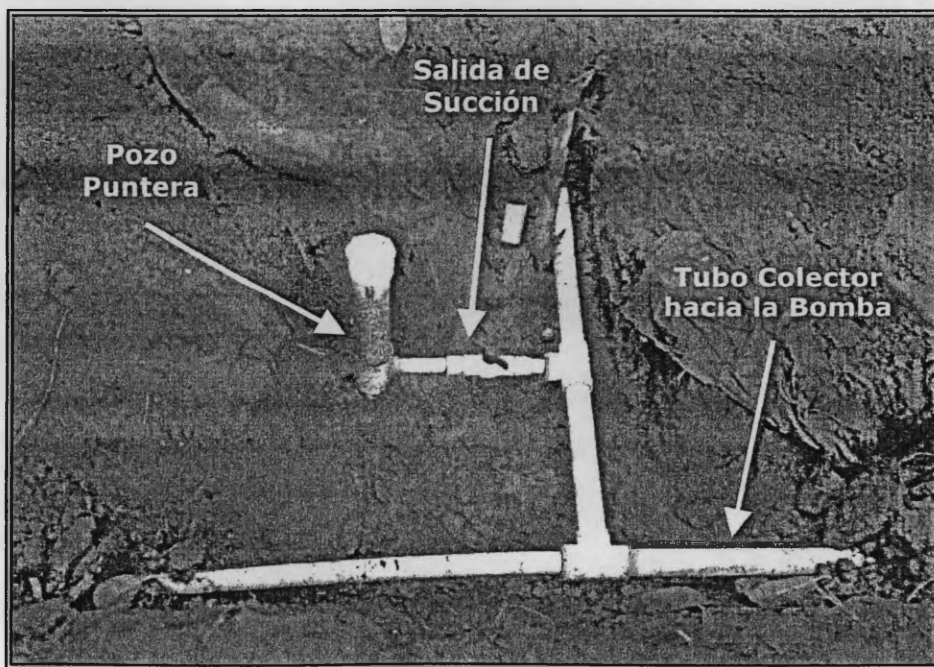


Figura No. 4.5-1 Detalle típico del diseño de la línea de succión

El sistema de extracción mencionado incluye elementos como tubería de bajada de la succión, ramales colectores y accesorios necesarios para llegar a las bombas.

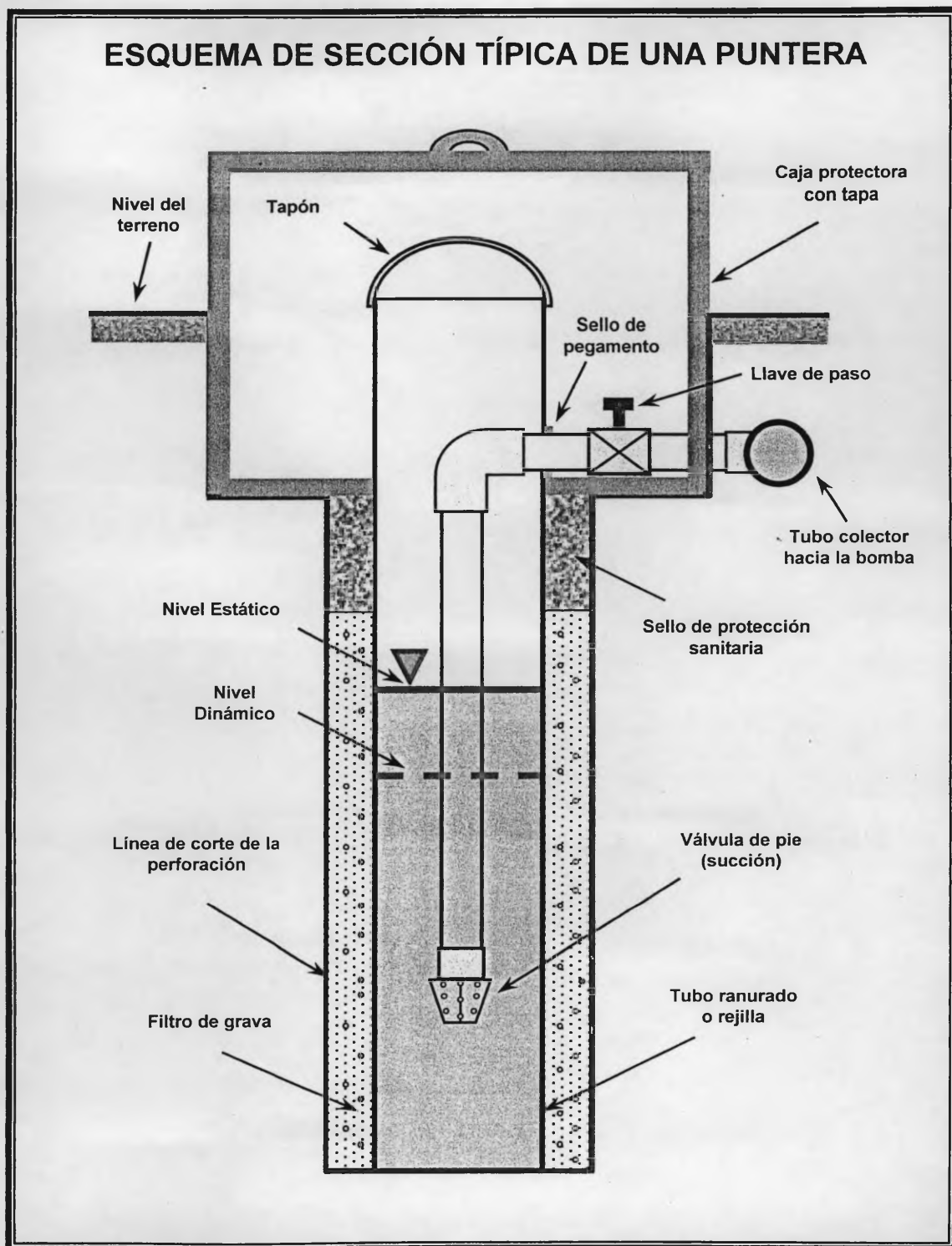


Figura No. 4.5-2 Esquema de sección típica de una puntera

Se utilizó el criterio de dividir en dos ramales la línea de succión, teniendo como centro la bomba tipo autocebante y se asignó a la línea de succión un diámetro pequeño al inicio de cada pozo en el extremo del ramal, es decir, le fue instalado un diámetro inicial de $\frac{3}{4}$ ". Luego de este paso, se incrementa el diámetro de la tubería a 1" después de incorporar el tercer pozo, para terminar en una colectora de 1 $\frac{1}{4}$ ", con la cual se pasa a la bomba que conducirá el agua al tanque de reserva en las etapas subsiguientes del proyecto.

4.6 HIDRÁULICA DE POZOS

4.6.1 METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE PRUEBA DE BOMBEO

Para cumplir el objetivo del proyecto de dotar de agua potable al Desarrollo Turístico Isla Viveros en su primera fase y determinar los parámetros hidrogeológicos que caracterizan principalmente las propiedades filtrantes de suelos y rocas, se empleó en el ensayo hidrodinámico de campo más frecuente, conocido como **prueba de bombeo**.

Se efectuaron las pruebas de bombeo de corta duración en cada pozo perforado con el fin de verificación de rendimiento unitario del captador. Las pruebas de bombeo finales fueron realizadas independientemente en los tres sistemas de captación con una duración de 6 horas continuas cada una. El propósito de estas pruebas fue la evaluación final de los sistemas de captación para observar la respuesta del medio filtrante al bombeo prolongado.

Durante el período de bombeo se registraron los descensos del nivel del agua (abatimientos) y la extracción se efectuó a un caudal constante.



Figura No. 4.6.1-1 Prueba de bombeo unitaria en el Pozo # 5 que integra el Sistema No. 1-A

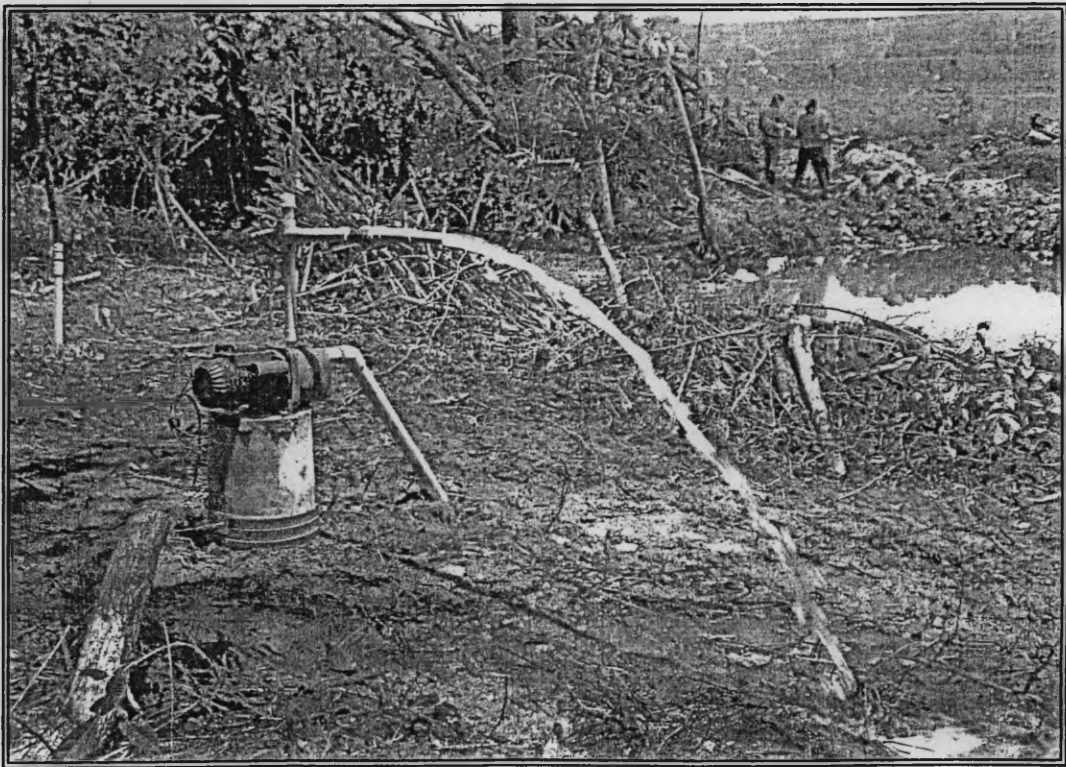


Figura No. 4.6.1-2 Prueba de bombeo final del Sistema Captador No. 2



Figura No. 4.6.1-3 Prueba de bombeo final del Sistema Captador No. 3

4.6.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

4.6.2.1 DEFINICION DE TERMINOS MAS USADOS EN HIDRAULICA DE POZOS

NIVEL ESTATICO (NIVEL FREÁTICO) - N.E. (N.F.)

Este es el nivel en que agua permanece dentro del pozo cuando no se esta extrayendo agua del acuífero por bombeo o descarga libre.

NIVEL DINAMICO - N.D.

Se refiere al nivel que alcanza el agua al ser bombeado el pozo.

ABATIMIENTO - s

Es la diferencia de nivel entre los niveles Estático y Dinámico.

COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO - S

Es el volumen de agua cedida o tomada del almacenamiento del mismo, por unidad de área superficial, cuando se produce un cambio unitario de carga.

COEFICIENTE DE TRANSMISIVIDAD - T

Es la razón por la cual fluye el agua a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado del mismo, cuando el gradiente hidráulico es igual a 1, o sea 100%.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - K

Es la cantidad de agua que puede fluir a través de una sección transversal de área unitaria dentro de un material poroso, por unidad de tiempo y bajo gradiente hidráulico de 1.00 (100%) a una temperatura dada.

4.6.2.2 ECUACIONES GENERALES DE MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Con el fin de valorar el potencial del depósito acuífero se efectuaron labores de cálculo de hidráulica de pozos. El marco conceptual dentro del cual se desarrolla este ejercicio de cálculo es el de las fórmulas de Theis y Jacob de flujo radial hacia un pozo. El medio acuífero se considera de tipo freático, es decir, no-sujeto a presión de confinamiento y a su vez de característica granular. Los acuíferos granulares son los que mejor coinciden con los modelos matemáticos aplicados en la hidráulica de pozos.

Coeficiente de Transmisividad (T)

El coeficiente de transmisividad se calculó a partir del caudal de bombeo y de la pendiente de la recta de tiempo – abatimiento, utilizando para ello la relación:

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta s}$$

en la cual:

T = Coeficiente de Transmisividad, en $\text{m}^3/\text{hora}/\text{metro}$

Q = Descarga del pozo de bombeo, en m^3/hora

Δs = Pendiente de la recta, que se expresa como la diferencia de abatimiento entre dos valores del tiempo cuya relación sea de 10 en la escala logarítmica (un ciclo logarítmico).

Coeficiente de Permeabilidad (K)

El Coeficiente de Permeabilidad (K), se calculó con la fórmula:

$$K = \frac{T}{m}$$

donde:

K = Coeficiente de Permeabilidad, en $\text{m}/\text{día}$

T = Coeficiente de Transmisividad, en $\text{m}^3/\text{día}/\text{m}$

m = Espesor saturado del acuífero antes del bombeo, en m

Coeficiente de Almacenamiento (S)

Dado el caso de que cálculos más precisos de almacenamiento requieren costosos pozos de observación y debido a que los datos geológicos de campo permiten clasificar el tipo de acuífero según su condición de freático o artesiano, se utilizó el criterio de dar un valor asumido que recomienda la literatura especializada. En nuestro caso particular, teniendo acuíferos **Libres con Entrega Retardada**, el valor correspondiente de *Coeficiente de Almacenamiento* fue asumido $S = 0.10$, (Johnson Division UOP Inc., Minnesota, 1975)

4.6.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE BOMBEO

A consecuencia de la ejecución y elaboración de los datos de la prueba de bombeo, utilizando las formulas de la filtración, se determinaron los parámetros hidrogeológicos básicos siguientes: caudal Q , coeficiente de filtración K y la transmisividad T .

Cuadro No. 4.6.2.3-1 Registro de niveles freáticos y de caudales obtenidos

No. de pozo	Profundidad, pies	Nivel Freático, m	Caudal de Bombeo, gpm	Fecha de Bombeo
SISTEMA No. 1 (1K+00)				
MODULO A				
1	20	0.20	12	28/05/06
2	20	0.68		
3	20	1.58		
4	20	1.25		
5	20	0.86		
MODULO B				
6	20	1.12	5	12/06/06
7	17	2.31		
8	17	1.67		
9	20	1.50		
10	17	1.81		
SISTEMA No. 2 (0K+600)				
1	19	0.59	18	11/06/06
2	19	0.14		
3	21	0.89		
4	19	0.93		
5	20	0.38		
6	19	1.33		
SISTEMA No. 3 (1K+200)				
1	20	1.78	18	01/07/06
2	20	1.50		
3	20	1.14		
4	20	0.73		
5	20	1.26		
6	20	1.22		
7	20	1.40		
8	20	0.46		

SISTEMA CAPTADOR No. 1**Cuadro No. 4.6.2.3-2 Parámetros hidráulicos obtenidos en el Sistema No. 1**

Q = 17 gpm = 92.66 m ³ /día	Caudal de Bombeo – 10 pozos
T = 4.00 m ² /día	Coeficiente de Transmisividad
K = 0.90 m/día	Coeficiente de Permeabilidad
m _{prom.} = 4.50 m	Horizonte Productivo
S _{prom.} = 4.00 m	Abatimiento Máximo Promedio

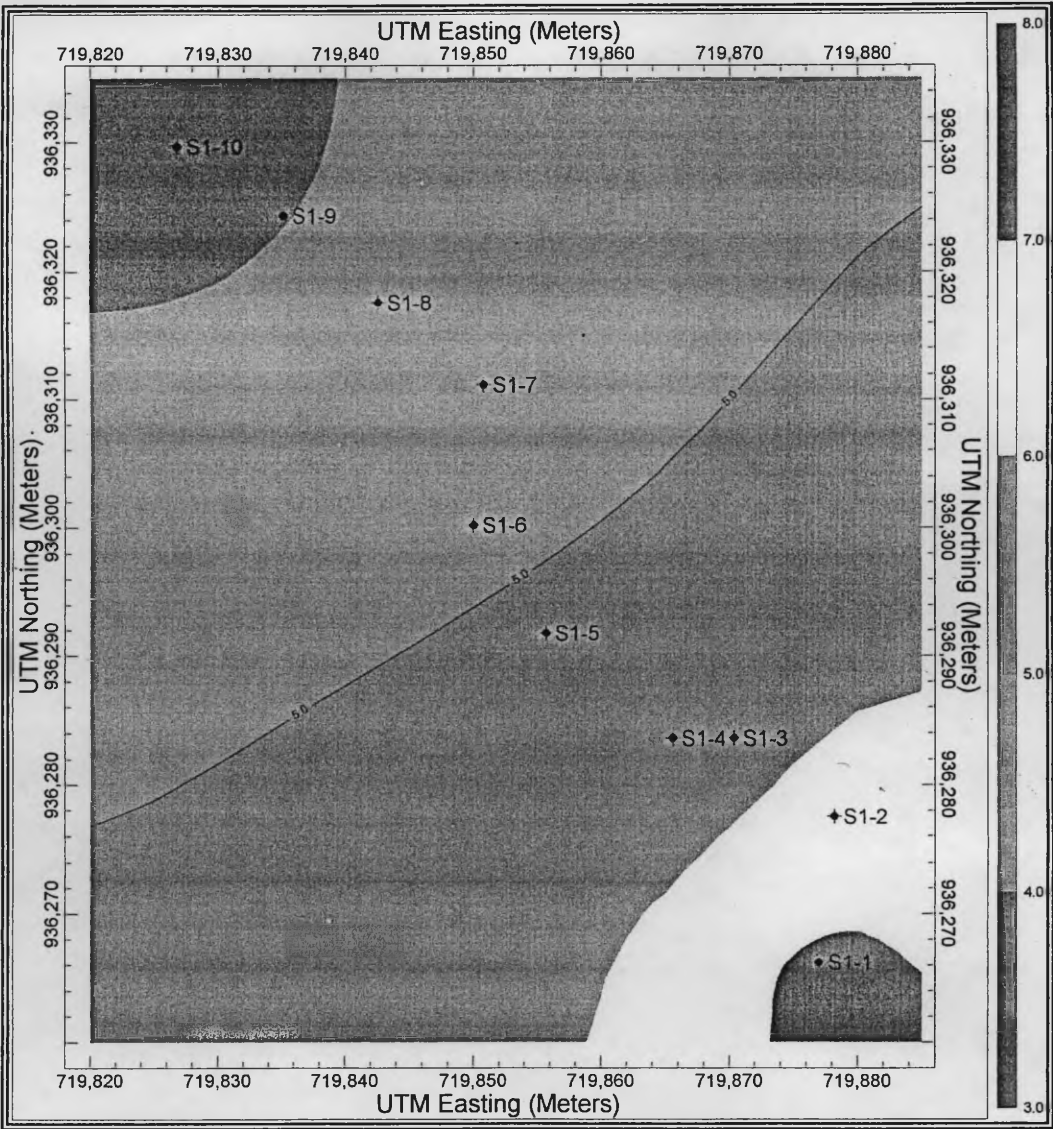


Figura No. 4.6.2.3-1 Mapa de niveles freáticos de agua subterránea y posición de pozos

SISTEMA CAPTADOR No. 2

Cuadro No. 4.6.2.3-3 Parámetros hidráulicos obtenidos en el Sistema No. 2

Q = 18 gpm = 98.11 m ³ /día	Caudal de Bombeo – 6 pozos
T = 11.10m ² /día	Coeficiente de Transmisividad
K = 2.30 m/día	Coeficiente de Permeabilidad
m _{prom.} = 4.86 m	Horizonte Productivo
S _{prom.} = 1.98 m	Abatimiento Máximo Promedio

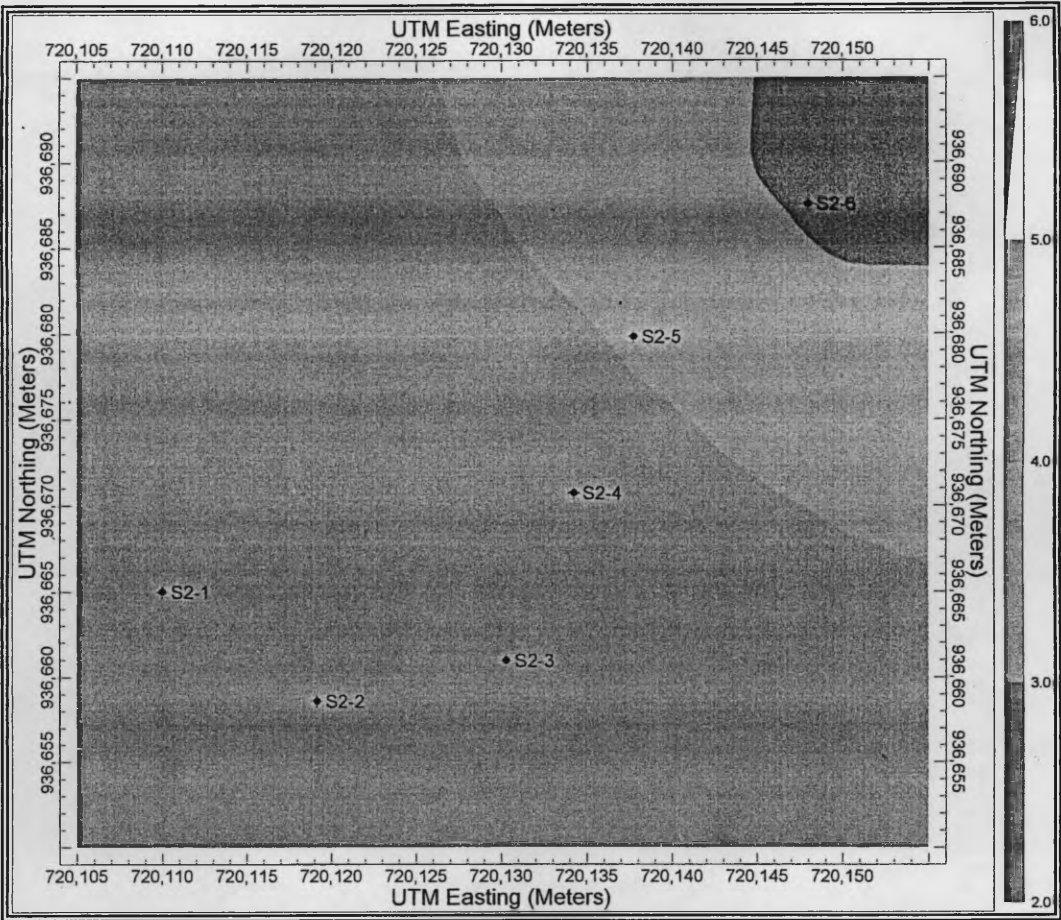


Figura No. 4.6.2.3-2 Mapa de niveles freáticos de agua subterránea y posición de pozos

SISTEMA CAPTADOR No. 3

Cuadro No. 4.6.2.3-4 Parámetros hidráulicos obtenidos en el Sistema No. 3

Q = 18 gpm = 98.11 m ³ /día	Caudal de Bombeo – 8 pozos
T = 5.00 m ² /día	Coeficiente de Transmisividad
K = 1.1 m/día	Coeficiente de Permeabilidad
m _{prom.} = 4.65 m	Horizonte Productivo
S _{prom.} = 3.05 m	Abatimiento Máximo Promedio