

Capítulo 6

La estrategia básica para el desarrollo de las nuevas fuentes de agua recomendada por INFOM puede resumirse en los siguientes términos.

- (a) Se les dará la primera prioridad a las aguas de manantiales y ríos que serán conducidas a los tanques de almacenamiento por flujo natural.
- (b) Se les dará la segunda prioridad a las aguas de los manantiales y ríos que serán elevadas desde las áreas de menor elevación y conducidas a través de bombas reforzadoras intermedias.
- (c) Se le dará la tercera prioridad al bombeo de aguas subterráneas mediante construcción de pozos entubados.

Esta estrategia se basa en los factores económicos de la operación y mantenimiento de los sistemas. La alternativa de desarrollar los pozos poco profundos será considerada en los lugares donde no se pueden construir pozos profundos.

6.1 Utilización de Agua Superficial

Los ríos y los manantiales que atraviesan o existen en la cercanía de los municipios son terciarios o tributarios pequeños. Comúnmente, el caudal es muy reducido en la época seca y seriamente contaminado por los desechos y basuras. Por lo tanto, la utilización de los ríos como fuentes de agua viene a ser cada vez más difícil en la mayoría de estas áreas.

Sin embargo, las siguientes áreas donde las aguas de los ríos

son relativamente limpias dependen aún de las aguas superficiales.

- (a) Uso doméstico como agua para beber, baño y lavado:
 - Chuarrancho (Gu): conducidas mediante bombas reforzadoras
 - San José Poaquil (Ch): conducidas por gravedad

- (b) Uso doméstico pero sólo para el baño y lavado:
 - Nahualá (So)
 - San Carlos Sija (Qu)
 - Cajolá (Qu)

Las áreas circunvecinas del municipio de Chuarrancho se componen de rocas metamórficas, en las que el desarrollo de las aguas subterráneas resulta muy difícil. Además, no sólo el caudal fluvial es inestable, sino que la calidad es cada vez más deteriorada. Por lo tanto, el incremento del volumen de toma de las aguas de los ríos resultaría difícil en el futuro.

Debido a que en esta área resulta difícil desarrollar cualquier tipo de fuentes de agua, el servicio de suministro de agua consistirá en transmitir las aguas desde otras áreas cercanas, como por ejemplo, San Raymundo que se ubica a 12 km. aproximadamente al suroeste de Chuarrancho (Fig.7.2.1(1)), donde el potencial de desarrollo de las aguas subterráneas es alto.

El municipio de San José Poaquil depende, en gran medida, de las aguas superficiales para el uso doméstico y agrícola. En este municipio, se recomienda desarrollar una nueva fuente de agua en el futuro, ya que la contaminación de las aguas superficiales viene agravándose gradualmente.

Las aguas superficiales de los municipios de Nahualá, San Carlos

Sija y Cajolá son suficientemente buenas en calidad aún en la época seca. Sin embargo, la contaminación de las aguas superficiales en estas áreas, igualmente, viene agravándose de tal manera que las aguas ya no pueden ser utilizadas como fuente de agua potable.

6.2 Utilización de Manantiales

De los 35 municipios candidatos, 30 están utilizando las aguas de manantiales como fuentes públicas de agua. Además, existen otros tantos manantiales en los terrenos privados o colectivos utilizados con fines domésticos y agrícolas.

Los manantiales utilizados como fuentes públicas de agua en estos 30 municipios suman un total de 90, y la descarga media se calcula en 1.84 lit./seg. aproximadamente. Las aguas de 78 de los 90 manantiales existentes son conducidas a los tanques de almacenamiento por sistema de gravedad, y las de los 12 manantiales restantes son conducidas a los tanques de distribución mediante bombas reforzadoras.

Los siguientes 21 municipios dependen totalmente de las aguas de los manantiales, que son utilizadas principalmente para fines domésticos.

Patzún (Ch):	3 manantiales (16.90 lit./seg)*
Patzicía (Ch):	3 manantiales (18.15 lit./seg)*
Sololá	4 manantiales (30.40 lit./seg)
Santa Lucía Utatlán (So):	4 manantiales (1.88 lit./seg)
Nahualá (So):	3 manantiales (3.47 lit./seg)
San Andrés Semetabaj (So):	8 manantiales (0.95 lit./seg)

* Las aguas son conducidas mediante bombas reforzadoras hacia los tanques de distribución.

Santa Catarina Palopó (So):	2 manantiales	(3.13 lit./seg)
San Antonio Palopó (So):	3 manantiales	(0.42 lit./seg)
Santa Cruz la Laguna (So):	4 manantiales	(0.80 lit./seg)
San Pablo la Laguna (So):	3 manantiales	(0.39 lit./seg)
San Marcos la Laguna (So):	1 manantial	(0.62 lit./seg)
San Juan la Laguna (So):	2 manantiales	(4.15 lit./seg)
Santa Clara la Laguna (So):	5 manantiales	(3.12 lit./seg)
San Francisco el Alto (To):	8 manantiales	(6.70 lit./seg)
Momostenango (To):	2 manantiales	(14.20 lit./seg)
San Carlos Sija (Qu):	3 manantiales	(2.8 lit./seg)
Cajolá: (Qu):	6 manantiales	(1.84 lit./seg)
Huitán (Qu):	2 manantiales	(0.91 lit./seg)
San Francisco la Unión (Qu):	1 nacimiento	(0.59 lit./seg)
Génova (Qu):	7 manantiales	(3.03 lit./seg)
Flores Costa Cuca (Qu):	1 nacimiento	(2.20 lit./seg)

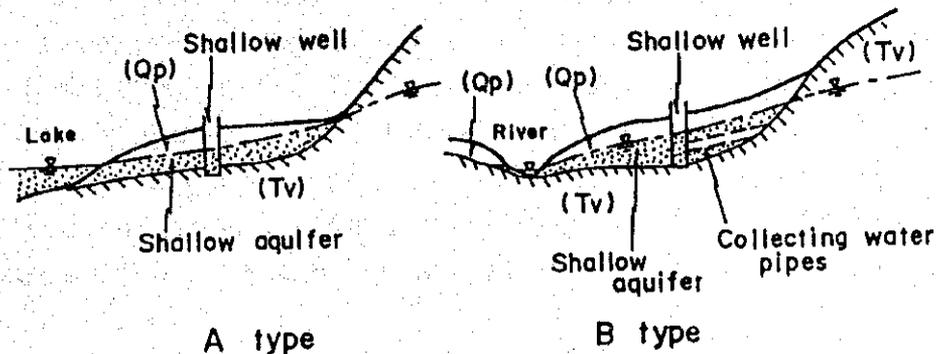
Como se mencionó anteriormente, las aguas de los manantiales constituyen las fuentes de agua más importantes y económicas en el Altiplano Central, y han sido casi totalmente explotadas y utilizadas por la comunidad local por mucho tiempo. Con el incremento de la población, sin embargo, el volumen de aquellos manantiales resulta, ahora, insuficiente para cubrir la demanda de agua, con la única excepción del municipio de San Antonio Palopó, donde recientemente fue desarrollado un nuevo manantial por INSIVUMEH en un punto ubicado a unos 5 km. hacia el este de dicho municipio.

Los 20 municipios restantes que dependen totalmente de los manantiales son los lugares donde deben ser desarrolladas las aguas subterráneas como fuentes complementarias ya sea por pozos profundos o poco profundos.

6.3 Desarrollo del Acuífero poco Profundo

En los municipios donde la demanda de agua en 2010 es relativamente reducida y la construcción de pozos profundos resulta geofísicamente difícil debido a las condiciones hidrogeológicas desfavorables o poca accesibilidad para el transporte de los equipos de perforación, se recomienda desarrollar los acuíferos poco profundos en los depósitos aluviales (Qa) y sedimentos de pómez (Qp).

El desarrollo del acuífero poco profundo consistirá en la construcción de los pozos que se ilustran más abajo. Para el diseño básico, véase e Informe Suplementario.



Los municipios clasificados en esta categoría son los siguientes.

- Santa Catarina Palopó (So): Tipo A
- Santa Cruz la Laguna (So): Tipo A
- San Pablo la Laguna (So): Tipo A
- San Marcos la Laguna (So): Tipo A
- San Juan la Laguna (So): Tipo A
- Santa Clara la Laguna (So): Tipo B
- San Andrés Semetabaj (So): Tipo B

- San Francisco el Alto (To): Tipo B

- Huitán (Qu): Tipo B
- San Carlos Sija (Qu)*: Tipo B
- San Francisco la Unión*: Tipo B

* El desarrollo del acuífero profundo podría ser también mediante la construcción de los pozos tubulares profundos.

6.4 Desarrollo de Aguas Subterráneas

En el Cuadro 6.4.1 se resumen los municipios para el desarrollo de las aguas subterráneas mediante la perforación de los pozos profundos según la "Categorización de los Municipios Candidatos". En este listado, sin embargo, no se incluyen los 10 municipios prioritarios donde se efectuará el Estudio de Factibilidad. La estrategia del desarrollo de las aguas subterráneas de estos 10 municipios están descritos en el Capítulo 7 (7.3.2), en base a los resultados de las pruebas de perforación y de bombeo, así como del análisis del balance hídrico.

Como se indica en el Cuadro 6.4.1, 5 municipios fueron clasificados en el Grupo D de la Clase I, y 10 municipios en el Grupo D de la Clase II.

En los 5 municipios del Grupo D, Clase I, se llevó a cabo el sondeo de resistividad eléctrica durante la Fase I del presente Estudio, y los sitios y profundidad de perforación recomendables fueron estudiados, aunque la prueba de perforación no fue ejecutada.

Cuadro 6.4.4.1 Estrategia de Desarrollo de Aguas Subterráneas (1)

Municipality (Classification)	Estimated Water Supply Shortage (ℓ /sec)	Estimated Conditions of Target Aquifer for G/W Development (Tv)	Presumable Potential of Water Production from One Well (ℓ /sec)	G/W Development Plan	
				Number of Wells	Drilling Length (m)
Gu 3 San José del Golfo (Group D - Class I)	2.10	Pyroclastic rocks with lava flow and weathered granitic rocks (Tv)	6.0	1	150
So 6 Nahualá (Group D - Class I)	5.73	Pyroclastic rocks with lava flow (Tv)	6.0	1	200
Qu 4 San Carlos Sija (Group D - Class I)	3.18	Fractured andesitic lava flow (Tv)	7.5	1	200
Qu 7 Cajola (Group D - Class I)	4.02	Pumice sediments (Qp) and fractured andesitic lava low (Tv)	7.5	1	200
Qu 22 Flores Costa Cuca (Group D - Class I)	4.95	Pyroclastic & volcanic mud flow (Qv)	9.0	1	180
Gu 1 Santa Catarina Pinula (Group D - Class II)	6.44	Pumice sediments (Qp) and pyroclastic rocks with lava flow (Tv)	10.0	1	200
Gu 6 San Pedro Ayampuc (Group D - Class II)	4.91	Pyroclastic rocks with fractured lava flow (Tv)	5.0	1	200
Gu 9 San Juan Sacatepéquez (Group D - Class II)	9.03	Fractured andesitic lava flow (Tv)	12.0	1	200

Cuadro 6.4.1.1 Estrategia de Desarrollo de Aguas Subterráneas (2)

Municipality (Classification)	Estimated Water Supply Shortage (ℓ/sec)	Estimated Conditions of Target Aquifer for G/W Development (Tv)	Presumable Potential of Water Production from One Well (ℓ/sec)	G/W Development Plan	
				Number of Wells	Drilling Length (m)
Gu 11 Chuarancho (Group D - Class II)	2.93	Pumice sediments (Qp), fractured lava flow (Tv) and weathered granitic rocks in San Raymundo	10.0	1	200
Sa 9 Santa Lucía M. Altas (Group D - Class II)	5.26	Pyroclastic rocks with fractured lava flow (Tv)	6.0	1	200
Ch 2 San José Poaquil (Group D - Class II)	3.93	Pyroclastic rocks with fractured lava flow (Tv) and fractured limestone	6.0 - 30.0	1	200
Ch 7 Patzún (Group D - Class II)	26.36	Pyroclastic rocks with lava flow and clastic sediments (Tv)	10.0	3	600 (200m x 3)
Ch 9 Patzicía (Group D - Class II)	19.71	Pumice sediments (Qp) and Pyroclastic rocks with lava flow and clastic sediments (Tv)	10.0	2	400 (200m x 2)
Qu 3 Olintepeque (Group D - Class II)	0.50	Pumice sediments (Qp) and fractured lava flow (Tv)	10.0	1	200
Qu 24 Palestina (Group D - Class II)	1.88	Pyroclastic rocks with fractured lava flow	13.0	1	200

Capítulo 7

7. Desarrollo de las Aguas Subterráneas

7.1 Hidrología

El objetivo de la investigación hidrológica es evaluar el potencial de las aguas subterráneas basado en el cálculo del balance hídrico en el Area de Estudio.

Se llevó a cabo la revisión y el análisis de los registros de precipitación y de descarga de los ríos obtenidos por INSIVUMEH, además de la revisión de los informes relacionados con el Area de Estudio.

Las encuestas fueron realizadas en los 54 municipios seleccionados para el estudio detallado, con excepción de unos pocos lugares que no fueron visitados.

7.1.1 Precipitación

Las principales estaciones meteorológicas en el Area de Estudio están distribuidas tal como se muestra en la Figura 7.1.1. El número de las estaciones en operación se ha visto reducido desde 1980; y los últimos "Datos Meteorológicos de las Cabeceras Departamentales, INSIVUMEH" publicados en 1992 muestran las informaciones de únicamente 16 estaciones en 6 Departamentos.

Las características generales de las 16 estaciones se muestran en el Cuadro 7.1.1. La estación que se ubica a una elevación más baja es la de Potrero (a 1,120 m.s.n.m) mientras que la más alta es la Estación de Labor Ovalle (a 2,380 m.s.n.m.).

La época de lluvia abarca, generalmente, los meses de mayo a octubre. La precipitación mensual presenta dos picos en junio y septiembre. Como un ejemplo representativo, la Estación de San Martín Jilotepeque registró una precipitación media anual de

1,200 mm. en el período 1928-1989. La intensidad mensual más alta ocurre en septiembre con 263 mm. y la segunda intensidad más alta ocurre en julio, con 253 mm. Las informaciones sobre precipitación mensual se anexan en el Libro de Datos.

La isoyeta anual ha sido confeccionada en base a la precipitación media anual registrada en estas estaciones y en otras, las que se muestran en la Fig. 7.1.1. Se llegó a la conclusión de que no existe una variación significativa en precipitación anual según los resultados obtenidos de los datos a mediano plazo de las estaciones INSIVUMEH, San Jerónimo y Labor Ovalle, como aparece en la Figura 7.1.2.

Como se indican en las líneas isoyetas, la zona de intensa lluvia se localiza en las faldas del sur del Altiplano Central, a una elevación que oscila entre 1,000 y 2,000 m. de elevación. Este fenómeno se explica por el hecho de que el aire húmedo de Océano Pacífico se eleva a lo largo de las pendientes montañosas; y las nubes producidas por el cambio de presión provocan intensas lluvias en áreas límites.

Debido a las deficiencias en la red de observación meteorológica, es difícil estimar precisamente la distribución de precipitación en los municipios candidatos. Además, debido a los relieves topográficos complicados, los datos de la precipitación anual varían no sólo según la elevación, sino también debido a las condiciones microclimáticas de cada una de las estaciones.

Con el fin de conducir el análisis del balance hídrico en los municipios propuestos, las informaciones sobre la precipitación anual en las estaciones meteorológicas más cercanas a cada municipio fueron seleccionadas como se muestra en el Cuadro 7.1.2.

7.1.2 Descarga Fluvial

(1) Agua superficial

- Ríos y Cuencas Fluviales

El territorio de Guatemala está dividido en tres vertientes principales:

- El Océano Pacífico
- El Mar Caribe
- El Golfo de México

La mayoría de los ríos en el Area de Estudio pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico, los cuales se originan en el Altiplano Central y fluyen hacia el sur.

En el siguiente Cuadro se muestran las cuencas fluviales del Area de Estudio.

Cuenca	Ríos Principales/ Lagos	Observaciones
1.3	Río Naranjo	Océano Pacífico
1.4	Río Ocosito	Océano Pacífico
1.5	Río Samala	Océano Pacífico
1.6	Río Ican	Océano Pacífico
1.7	Río Nahualate	Océano Pacífico
1.8	Lago de Atitlán	Océano Pacífico
1.9	Río madre Vieja	Océano Pacífico
1.10	Río Coyolate	Océano Pacífico
1.12	Río Achiguate	Océano Pacífico
1.13	Río María Linda (Lago Amatitlán)	Océano Pacífico
2.2	Río Motaqua	Mar de Caribe
3.1	Río Cuilco	Golfo de México
3.7	Río Chixoy o Negro	Golfo de México

Los ríos a ser analizados en el estudio son secundarios, terciarios o tributarios más pequeños, por lo cual el caudal de la estación seca es usualmente muy pequeño.

En la Figura 7.1.3 se muestra la ubicación de las estaciones de aforo; la observación de la descarga de los ríos fue conducida por INSIVUMEH. Muchas de estas estaciones fueron instaladas en la década de los 1960 a fin de realizar observaciones periódicas, pero desafortunadamente la mayoría de ellas fueron clausuradas en los años de 1980.

- Lagos

Los principales lagos dentro del Area de Estudio son el Atitlán y el Amatitlán. El lago Amatitlán se sitúa al sur de la ciudad de Guatemala, con una superficie de agua de aproximadamente 84 km². Las aguas servidas de los municipios cercanos son directamente descargadas al lago produciendo la contaminación. Como contramedida, el Gobierno Central ha planeado construir las plantas de tratamiento de las aguas lacustres.

El Lago Atitlán se sitúa en el Departamento de Sololá y constituye un recurso natural muy importante para el turismo en Guatemala. La superficie del espejo de agua es de aproximadamente 125 km², con un total del área de captación de 548 km². Debido a que este lago no tiene ríos de salida, todos los sedimentos y materiales arrastrados de las cuencas fluviales se acumulan dentro del lago por lo que es muy importante efectuar el tratamiento de las aguas residuales. Las informaciones sobre el nivel de agua del lago en 1948-1976 se anexan en el Libro de Datos.

(2) Análisis de la descarga fluvial

Pocas observaciones de descarga han sido realizadas en el Area de Estudio, recientemente. Por lo tanto, para conocer las condiciones generales de los mismos, ha sido necesario revisar los registros de los años 1960-1980.

En el siguiente cuadro se presentan los rasgos generales de las principales estaciones de aforo existentes dentro del Area de Estudio o en las áreas adyacentes (Para mayor detalle, véase el Cuadro 7.1.3).

Estación	Río	Area de captación (km ²)	Elevación (m.s.n.m.)
Cantel	Samalá	701.0	2,454
S.C. Ixtahuacán	Nahualate	144.7	1,670
Jaibal	Quiscab	146.5	1,550
Panajachel	Panajachel	51.7	1,600
Alotenango	Guacalate	328.5	1,350

En el Cuadro 7.1.4, asimismo, se resumen las descargas medias mensuales en el Area de Estudio. La descarga pico ocurre en los meses de septiembre y octubre, y la descarga mínima en los meses de febrero y marzo. Estos meses de descarga máxima y mínima corresponden a la variación de la precipitación mensual.

En la Fig. 7.1.4 se presenta la descarga en las estaciones Cantel y Candelaria. La estación Cantel tiene un área de captación de 700 km²., mientras que la Candelaria, aproximadamente de 850 km²., que corresponde a 1.2 veces más que la primera. Sin embargo, la descarga anual de Candelaria es casi el doble que la de Cantel. Esto se debe al hecho de que una parte del área de captación de la estación Candelaria está cubierta por una zona de intensa lluvia con un promedio anual de

3,000 mm. Desde este punto de vista, se sabe que aún el flujo base, que se considera que corresponde a la recarga de aguas subterráneas, se refleja directamente en el volumen de precipitación anual, si la estructura hidrogeológica corresponde a la cuenca fluvial.

En la Figura 7.1.5 se muestra la descarga específica en cada una de las estaciones del Area de Estudio, a saber: Cantel, Nahualate, Jaibal, Alotenango y Panajachel. Estas estaciones se ubican aguas abajo desde los respectivos municipios, y los registros de descarga fueron observados en diferentes años, por lo que estos datos de descarga sólo reflejan la situación general.

La descarga máxima en la estación de lluvia oscila entre 35-45 lit./seg./km² en las estaciones Ixtahuacán, Jaibal y Alotenango, mientras que entre 15-20 lit./seg./km² en las estaciones Panajachel y Cantel. Dos picos que ocurren entre los meses junio/julio y otro en octubre fueron observados en las estaciones Jaibal y Panajachel. La diferencia entre las descargas máxima y mínima se da en menor porcentaje en Cantel y Panajachel. Esta descarga decrece desde noviembre hasta mayo. Los valores permanecen casi constantes entre los meses de febrero a mayo, alrededor de los 7 lit./seg./km² en las estaciones Nahualate y Jaibal y de 4-5 lit./seg./km² en el resto de las estaciones.

En el Cuadro 7.1.5 se describe el cálculo de escurrimiento en estos ríos. El coeficiente de escurrimiento es de 30-50% en las estaciones Jaibal y Panajachel; de 12-28% en Cantel y Candelaria; y, de 10-18% en Alotenango.

En el caso específico de las estaciones de Jaibal y Panajachel, un alto porcentaje de precipitación en la zona alta del área de captación es recargado al acuífero. Este basamento, compuesto de

toba soldada compacta y masiva es profundo desde la superficie del suelo aguas arriba y, es poco profundo hacia aguas abajo y en el afloramiento de Sololá. La estación de Jaibal está ubicada en la zona baja, por lo que los valores de flujo son altos. En comparación con éstos, el coeficiente del resto de las estaciones es relativamente bajo, debido a que las áreas de captación presentan una alta permeabilidad y el agua escurre hacia los lugares de menor elevación.

La mayoría de los municipios relacionados pertenecen a la segunda condición descrita. Las aguas de lluvia son infiltradas hacia el acuífero y una pequeña parte se escurre superficialmente formando quebradas.

(3) Observación de Campo y Medición en Algunos Puntos

Las investigaciones de campo fueron llevadas a cabo de abril a mayo y de agosto a noviembre de 1994, con el fin de reconocer las condiciones generales de las cuencas fluviales.

A excepción de algunos municipios como San Raymundo y hacia el sur de Quetzaltenango, la mayor parte de la zona montañosa ha sido utilizada para fines agrícolas, lo que significa que la recarga se ha reducido y la erosión ha aumentado.

Las mediciones en puntos se realizaron en los sitios considerados importantes para evaluar la capacidad de las cuencas fluviales. En el Cuadro 7.1.6 se presenta un resumen de los resultados de descarga según ríos. En éstos, no se incluyen las aguas tomadas de la cuenca superior con fines de consumo humano y de irrigación.

La descarga en abril-mayo ha presentando un valor insignificante en muchos de los lugares. Una de las razones es que el nivel

freático es más bajo que el lecho del río en la época seca debido a las condiciones geológicas. Por ejemplo, las descargas en Jaibal y Panajachel, donde los puntos de medición son cubiertos por depósitos aluviales, fueron de 2.9 lit./seg./km² y menos de 5.1 lit./seg./km², respectivamente,

La medición de descarga en la época de lluvia fue conducida en los 10 municipios seleccionados, en agosto y noviembre de 1994. La descarga en la época de lluvia se estima de 2 a 6 veces mayor que en la época seca.

En las cuencas de los ríos de San José Poaquil, Cajolá y Nauhalá, la investigación se centró en la posibilidad de utilizar el agua de los manantiales. Estos municipios fueron seleccionados entre los que usan actualmente las aguas tomadas de los manantiales y que cuentan con áreas de captación más extensas.

A continuación se presentan las observaciones relevantes sobre las condiciones actuales de campo.

- Muchas de las comunidades pequeñas existen aguas arriba de las cuencas y se abastecen de agua tomada de los manantiales o de quebradas, para el consumo humano y uso doméstico. La población ha estado aumentando en los últimos años.
- Los terratenientes de la cuenca baja de Cajolá tienen el derecho de utilizar las aguas de manantiales dentro de su propiedad, mientras que los demás habitantes obtienen el derecho en las cuencas superiores.
- El agua de los manantiales y de las quebradas es para uso potable, doméstico y para la irrigación. El agua servida descargada después del lavado o la proveniente de la escorrentía de las tierras agrícolas, probablemente con

residuos de fertilizantes y de insecticidas, fluyen directamente hacia los ríos.

- La mayor parte del agua suministrada a San José Poaquil proviene de la corriente del río y una pequeña parte es obtenida de los manantiales. El caudal durante la estación seca es casi la mitad del de la estación lluviosa.
- Las cuencas de los ríos de San José Poaquil y de Cajolá no tienen suficiente agua superficial para cubrir la demanda. Para Nahualá se considerarán nuevas fuentes de agua superficial alrededor del área de "Paquix".

7.1.3 Manantiales

El Cuadro 7.1.7 muestra los resultados obtenidos por los estudios sobre las fuentes de agua ejecutados por INFOM en 1987 y por el equipo de estudio de JICA en 1994. Las fuentes de agua han ido cambiando desde manantiales hacia la combinación de manantiales y pozos en los Departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Chimaltenango.

Los municipios del Departamento de Sololá utilizan, actualmente, sólo las fuentes de manantiales, mientras que los municipios de Totonicapán y Quetzaltenango dependen en gran medida de los manantiales.

La Figura 7.1.6 muestra la distribución de los manantiales y el volumen de descarga respectivo. Los manantiales pequeños tienden a declinar en número, mientras que los manantiales grandes, como son los que se ubican en Sololá, Almolonga y San Juan Comalapa, han sido desarrollados en los últimos 7 años.

7.1.4 Nivel Freático e Instalaciones de Monitoreo

Se instalaron los registros automáticos de precipitación y del nivel freático en los pozos de los tres municipios de San José Pinula, San Pedro Sacatepéquez y Comalapa.

El nivel freático en el pozo existente en San José Pinula ha sido medido periódicamente mediante el uso del medidor manual de nivel de agua desde junio de 1994. Este pozo ha sido perforado por el gobierno municipal hasta una profundidad de 213 m., pero posteriormente fue abandonado por su baja productividad (0.76 lit./seg.)

El registro automático de nivel freático fue instalado en este mismo pozo, y se recogieron los datos desde el 16 de noviembre de 1994. El nivel de aguas fue alrededor de 31.6 m. debajo del nivel de suelo desde junio a septiembre. Posteriormente, en octubre el nivel se ha visto incrementado.

Cuadro 7.1.1 Lista de las Estaciones Meteorológicas

No.	Station	Regist.	Eleva.	Lat.	Long.	Municipality	Departament
1	SAN MARTIN JILOTEPEQUE	31101	1800	14.46.43	90.47.19	SAN MARTIN JILOTEPEQUE	CHIMALTENANGO
2	STA. CRUZ BALANYA	31401	2080	14.41.12	90.54.55	STA. CRUZ BALANYA	CHIMALTENANGO
3	INSIVUMER	60100	1502	14.35.11	90.31.58	GUATEMALA	GUATEMALA
4	FLORINDA	60117	1470	14.38.12	90.29.35	GUATEMALA	GUATEMALA
5	OJO DE AGUA	60124	1260	14.31.50	90.33.28	SAN MIGUEL PETAPA	GUATEMALA
6	JARDIN MIL FLORES	60203	1189	14.28.12	90.37.45	AMATITLAN	GUATEMALA
7	LA SOLEDADO	60903	1650	14.30.10	90.23.50	SAN JOSE PINULA	GUATEMALA
8	SAN PEDRO AYAMPUC	61201	1200	14.46.35	90.27.17	SAN PEDRO AYAMPUC	GUATEMALA
9	CRILLANI	61304	1400	14.43.20	90.32.10	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	GUATEMALA
10	POTRERO	61606	1120	14.21.11	90.31.40	VILLA CANALES	GUATEMALA
11	LABOR OVALLE	131401	2380	14.52.12	91.30.50	OLINTEPEQUE	QUEZALTENANGO
12	LA SUIZA CONTENTA	161101	2105	14.37.08	90.39.40	CIUDAD VIEJA	SACATEPEQUEZ
13	SANTA MARIA DE JESUS	161501	2065	15.29.34	90.42.34	SANTA MARIA DE JESUS	SACATEPEQUEZ
14	EL CAPITAN	191005	1562	14.38.35	91.08.26	SAN LUCAS TOLIMAN	SOLOLA
15	SANTIAGO ATITLAN	191904	1580	14.37.54	91.13.53	SANTIAGO ATITLAN	SOLOLA
16	SANTA LUCIA LA REFORMA	210701	1840	15.07.57	91.14.38	SANTA LUCIA LA REFORMA	TOTONICAPAN

Cuadro 7.1.2 Precipitación Anual Estimada

No.	Department	Municipality	A. RAIN (mm)	No.	Department	Municipality	A. RAIN (mm)
1	Guatemala	Chinautla	1135	28	Solola	Solola	1081
2		Churranchó	1063	29		Nahuala	1341
3		Mixco	1197	30		San Andrés Semetabaj	1010
4		San José del Golfo	1063	31		San Antonio Palopo	1010
5		San José Pinula	1650	32		San Juan la Laguna	1010
6		San Juan Sacatepequez	1032	33		San Marcos la Laguna	1010
7		San Raymundo	1122	34		San Pablo la Laguna	1010
8		Santa Catarina Pinula	1342	35		Santa Catarina Ixtahuacán	1341
9		Villa Canales	1524	36		Santa Catarina Palopo	1010
10		Villa Nueva	1213	37		Santa Clara la Laguna	1010
11		San Pedro Ayampuc	1063	38		Santa Cruz la Laguna	1010
12		San Pedro Sacatepequez	1032	39		Santa Lucía Utatlán	1341
13	Sacatepequez	Ciudad Vieja	992	40	Totonicapán	Momostenango	1341
14		Jocotenango	1031	41		San Andrés Xecul	843
15		Magdalena Milpas Altas	1031	42		San Francisco el Alto	1341
16		San Antonio Aguas C.	992				
17		San Bartolomé M. Altas	1031	43	Quetzaltenango	Almolonga	1594
18		Santa Lucía M. Altas	1031	44		Colomba	3423
19		Santa María de Jesús	1229	45		Concepción Chiquirichapa	2100
20		Santa Catarina Barahona	992	46		Cajolá	1057
				47		Flores Costa Cuca	3640
21	Chimaltenango	Comalapa	1414	48		Genova	3640
22		El Tejar	1234	49		Huitán	936
23		Patzicía	1283	50		Olintepeque	843
24		Patzún	1283	51		Palestina de los Altos	1027
25		San José Poaquil	1272	52		San Carlos Sija	1027
26		San Martín Jilotepeque	1272	53		San Francisco la Unión	843
27		Zaragoza	1283	54		San M. Sacatepequez	2100

Cuadro 7.1.3 Lista de las Estaciones de Medición

No.	Station	Regist.	River	No.	Catchment Area	C.A. Eleva.		Lat.	Long.	Municipality	Department
						(km ²)	(m)				
1	COATEPEQUE	1030102	NARANJO	1.03	NARANJO	501	291	14.43.05	91.52.25	COATEPEQUE	QUETZALTENANGO
2	CABALLO BLANCO	1040101	OCOSITO	1.04	OCOSITO	462	48	14.29.57	91.51.03	RETALHULEU	RETALHULEU
3	CANTEL	1050102	SAMALA	1.05	SAMALA	701	2454	14.48.33	91.27.03	CANTEL	QUETZALTENANGO
4	CANDELARIA	1050101	SAMALA	1.05	SAMALA	861	720	14.39.04	91.33.55	EL PALMAR	QUETZALTENANGO
5	PAQUID	1070102	YATZA	1.07	NANUALATE	38	1679	14.40.56	91.19.42	SAN JUAN LA LAGUNA	SOLOLA
6	S. C. IXTARUACAN	1070101	NANUALATE	1.07	NANUALATE	145	1670	14.46.08	91.21.20	S. C. IXTARUACAN	SOLOLA
7	SAN MIGUEL MOCA	1070103	NANUALATE	1.07	NANUALATE	620	176	14.27.32	91.22.27	SAN JOSE EL IDOLO	SUCHITEPEQUEZ
8	JAIBAL	1080301	QUISCAB	1.08	LAGO ATITLAN	147	1550	14.45.00	91.11.00	SOLOLA	SOLOLA
9	PANAJACHEL	-	PANAJACHEL	1.08	LAGO ATITLAN	52	1600	14.45.30	91.08.30	PANAJACHEL	SOLOLA
10	CONCEPCION POTRERO	1080201	PANAJACHEL	1.08	LAGO ATITLAN	38	1889	14.47.30	91.08.26	CONCEPCION	SOLOLA
11	ALOTENANGO	1120301	GUACALATE	1.12	ACHIGUATE	329	1350	14.28.56	90.53.26	ALOTENANGO	SACATEPEQUEZ
12	PANAJAX	2020109	LOS PLATANOS	2.02	MOTAGUA	1503	408	14.52.12	90.23.54	SANARATE	EL PROGRESO

Cuadro 7.1.4 Precipitación Media Mensual

STATION	YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
SAN MARTIN JILOTEPEQUE	69-' 89	3	6	17	25	111	258	203	198	263	151	32	5	1273
STA. CRUZ BALANYA	72-' 89	2	5	17	21	111	197	140	148	203	108	17	3	970
INSIVUMEH	28-' 89	3	4	9	20	126	250	192	184	248	134	21	7	1197
FLORINDA	67-' 89	6	6	13	28	147	276	186	218	284	120	24	5	1310
OJO DE AGUA	73-' 84	4	14	13	21	107	223	175	175	244	102	15	2	1094
JARDIN MIL FLORES	67-' 89	3	1	5	23	90	192	133	190	209	61	16	3	924
LA SOLEDAD	68-' 89	8	7	5	40	163	318	248	248	324	205	59	17	1639
SAN PEDRO AYAMPUC	69-' 89	4	5	17	25	105	231	151	164	211	119	25	6	1063
CHILLANI	58-' 89	2	7	13	35	125	26	194	181	290	121	23	17	1032
POTRERO	67-' 83	0	2	10	37	120	268	226	223	369	221	41	7	1524
LABOR OVALLE	53-' 89	1	8	12	32	119	151	98	128	198	74	19	4	843
LA SUIZA CONTENTA	10-' 89	3	7	13	18	124	200	141	181	219	63	17	7	992
SANTA MARIA DE JESUS	72-' 89	8	3	4	32	128	317	159	195	254	111	15	3	1229
EL CAPITAN	70-' 89	2	10	17	29	118	226	124	156	231	80	17	3	1012
SANTIAGO ATITLAN	70-' 89	3	16	31	47	122	211	103	146	217	82	29	5	1010
SANTA LUCIA LA REFORMA	77-' 89	2	5	11	48	101	216	122	143	213	58	15	7	939

Cuadro 7.1.5 Cálculo de Escurrimiento

River Basin	Station	River Basin (km)	Year	Q (m ³ /sec)	Q x 1,000,000 (m ³ /year)	R (mm/year)	R x 1,000,000 (m ³)	Q/R
Lago de Atitlan	Jaibal	147	66-67	2.412	76.1	1454	213.0	35.7
		147	66-68	1.804	56.9	763	111.8	50.9
	Panajachel	52	66-67	0.752	23.7	1454	75.1	31.6
Rio Samala	Cantel	701	77-78	4.94	155.8	932	653.3	23.8
		701	80-81	4.169	131.5	967	677.9	19.4
		701	81-82	6.822	215.1	1425	998.9	21.5
		701	82-83	4.592	144.8	1692	1186.1	12.2
		701	83-84	4.516	142.4	1316	922.5	15.4
		701	84-85	5.843	184.3	1325	928.8	19.8
	Candelaria	849	82-83	9.167	289.1	1692	1437.3	20.1
		849	83-84	8.734	275.4	1316	1117.9	24.6
		849	85-86	10.36	326.7	1332	1131.5	28.9
Rio Antiquate	Alotenango	329	73-74	1.29	40.7	1294	425.1	9.6
		329	74-75	1.53	48.3	961	315.7	15.3
		329	75-76	1.74	54.9	944	310.1	17.7
		329	76-77	1.24	39.1	868	285.1	13.7
		329	77-78	1.01	31.9	720	236.5	13.5
		329	78-79	1.25	39.4	900	295.7	13.3
		329	79-80	1.305	41.2	1165	382.7	10.8
		329	81-82	1.211	38.2	1104	362.7	10.5
		329	83-84	1.063	33.5	949	311.7	10.8
		329	84-85	1.329	41.9	1034	339.7	12.3
		329	85-86	1.137	35.9	1062	348.9	10.3

Cuadro 7.1.6 Resultados de la Medición de Descargas

No.	Department	Municipality	River	C.A.	Dry Season		Rainy Season		
					Q	S. D.	Q	S. D.	
4	Guatemala	San Jose del Golfo	Queb. Agua Zarca	5.13	0	0.00	1.23	0.24	
5		San Jose Pinula	Q. Las Anonas	5.65	45.7	8.09	107.84	19.09	
			Rio El Bijague	20	26.2	1.31	9.64	0.48	
			Rio El Pinula		6.6		20.62		
6		San Juan Sacatepequez	Rio Rastunya	4.62	1.2	0.26			
			Rio Santiago	12.94	4	0.31	205.4	15.87	
			Rio Paxot		0.23				
12		San Pedro Sacatepequez	Rio El Miagro	3.4	3	0.88	18.2	6.35	
			Rio El Miagro	5.16	34.75	6.73	205.4	39.81	
21		Chimaltenango	Comalapa	Rio Picaya	17.98	59	3.28		0.00
				Rio Coloya	12.42	99	7.97	139.77	11.25
26			San Martin Jilotepequez	Rio Frio	4.79	3	0.63	180	37.58
	Rio Cucuya			3.98	3	0.75	190.19	47.79	
28	Solola	Solola	Rio Quiscab	135.2	390	2.88	1146	8.48	
			Rio Quiscab	146.6	180	1.23	30.86	0.21	
			Rio Cojolya	5.89	12	2.04	2.49	0.42	
			Rio Rio Buenaventura	5.82	30	5.15	16.18	2.78	
			Rio Panajachel	51.66	262	5.07	167.7	3.25	
29		Nahuala	Rio Guatchojoje	15.32	202	13.19	719	46.93	
			Rio Nahualate	24.56	150	6.11	448	18.24	
30		Santa Lucia Utatlan	Rio Flores	3.95	5	1.27		0.00	
			Rio Pugualtui	35.3	104	2.95		0.00	
			Rio Pamacha	4.2	25	5.95	104	24.76	
	Rio Pamacha		5.89	33	5.60	84.5	14.35		
52	Quetzaltenango	San Carlos Sija	Rio Caquixa o Samala	53.6	22	0.41	1350	25.19	
53		San Francisco la Union	Riachuelo Chinataren	6.46	15	2.32	272	42.11	
54		San M. Sacatepequez	Rio Talcana	6.21	13	2.09		0.00	

*** Legend

C.A. : Catchment Area (km²)

Q : Discharge (l/sec)

S.D. : Specific Discharge (l/s/km²)

Cuadro 7.1.7 Condiciones de Manantiales en 1987 y 1994(1)

No.	Municipality	INFOM Record in 1987			JICA Study in 1994				
		Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)	Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)
Dept.: Guatemala									
1	Chinautla	NG1	3	2.6	0.87	N2, P1	2	0.05	0.03
2	Chuarrancho	NB	1	1	1.00	N1, RB1	1	0.01	0.01
3	Mixco	NG4, PB4	4	8.6	2.15	N9, P4	9	5.79	0.64
4	San Jose del Golfo	NG2, PB1	2	0.96	0.48	N1, P2	1	0.31	0.31
5	San Jose Pinula	NG2	2	9.8	4.90	P4	-	-	-
6	San Juan Sacatepequez	NG2, PB1, RG2	3	2.8	0.93	N3, P5	3	10	3.33
7	San Raymundo	PB2, RGT1	-	-	-	P2	-	-	-
8	Santa Catarina Pinula	NG2, PB1, RG3	2	1.1	0.55	N2, P2	2	8.67	4.34
9	Villa Canales	NB1, PB1	2	5.2	2.60	N1, P3	1	45	45.00
10	Villa Nueva	NG3, PB4, RGT1 with Rio	-	-	-	N1, P5	1	4.98	4.98
11	San Pedro Ayampuc	NG1, PB1	1	0.6	0.60	N2, P2	2	2.03	1.02
12	San Pedro Sacatepequez	NG2, PB1	2	4.5	2.25	N3, P1	3	4.24	1.41
	Total		22	37.16			25	81.08	
	Av.			1.69				3.24	
Dept.: Sacatepequez									
13	Ciudad Vieja	NG1, PB2	1	1.5	1.50	N1, P3	1	0.55	0.55
14	Jocotenango	NG1, PB3	1	7.6	7.60	N1, P3	1	-	0.00
15	Magdalena Milpas Altas	NG6	7	3.8	0.54	N4, P1	4	0.81	0.20
16	San Antonio Aguas C.	NG5	5	11.9	2.38	N4, P1	3	8.45	2.82
17	San Bartolome M. Altas	NG2, PB1	2	2.4	1.20	N2, P2	2	0.4	0.20
18	Santa Lucia M. Altas	PB1	-	-	-	P2	2	8	4.00
19	Santa Maria de Jesus	NG3, PB1	3	1.6	0.53	N2, P1	2	1.5	0.75
20	Santa Catarina Barahona	NG4	4	25.1	6.28	N4	4	25.12	6.28
	Total		23	53.9			19	44.83	
	Av.			2.34				2.36	
Dept.: Chimaltenango									
21	Comalapa	NG11	3	7.8	2.60	NB2, P1	2	34	17.00
22	El Tejar	NG2, PB2	2	1.3	0.65	P3	-	-	-
23	Patzicia	NG3, NB2, RG1	5	0.23	0.05	NB3	3	8.58	2.86
24	Patzun	NG3, NB1	4	10.8	2.70	NB3	3	16.9	5.63
25	San Jose Poaquil	NG1, RGT1	1	0	0.00	N2, R1	2	0.93	0.47
26	San Martin Jilotepeque	NG4, PB1, RG1	5	1.73	0.35	N3, P1	3	8.87	2.96
27	Zaragoza	NG8	6	14.6	2.43	N5, P1	5	10.42	2.08
	Total		26	36.46			18	79.7	
	Av.			1.40				4.43	

Cuadro 7.1.7 Condiciones de Manantiales en 1987 y 1994(2)

No.	Municipality	INFOM Record in 1987			JICA Study in 1994				
		Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)	Type	No.	Q (l/s)	Q/No. (l/s/pc)
Dept.: Solola									
28	Solola	NG2	3	5.9	1.97	N2	2	30.4	15.20
29	Nahuala	NG2	2	9.9	4.95	N3	3	30.47	10.16
30	San Andres Semetabaj	NG2	2	0.00	0.00	N8	8	0.95	0.12
31	San Antonio Palopo	NG3	6	1	0.17	N1	1	0.42	0.42
32	San Juan la Laguna	NG1	2	2.5	1.25	-			
33	San Marcos la Laguna	NG1	1	0.62	0.62	-			
34	San Pablo la Laguna	NG2, RG1	3	0.4	0.13	-			
35	Santa Catarina Ixtahuac	NG2	2	1.2	0.60	N3	3	7.29	2.43
36	Santa Catarina Palopo	NG2	4	1.2	0.30	-			
37	Santa Clara la Laguna	NG5	5	3.1	0.62	-			
38	Santa Cruz la Laguna	NG3	4	0.8	0.20	-			
39	Santa Lucia Utatlan	LG1	6	0.06	0.01	N4	4	1.88	0.47
	Total		40	26.68			21	71.41	
	Av.			0.67				3.40	
Dept.: Totonicapan									
40	Momostenango	NG2	2	5.6	2.80	NG2	2	14.2	7.10
41	San Andres Xecul	NG2	2	2.4	1.20	N1, P1	1	2.3	2.30
42	San Francisco el Alto	NG5	3	5.8	1.93	N8	8		
	Total		7	13.8	1.97		3	16.5	
	Av.			1.97				5.50	
Dept.: Quetzaltenango									
43	Almolonga	NG4	4	7.17	1.79	N1, P3	1	23.87	23.87
44	Colomba	NG2	2	17.3	8.65	N2	2	17.31	8.66
45	Concepcion Chiquirichap	NG2	5	8.8	1.76		2	11.57	5.79
46	Cajola	NG4	5	2.1	0.42	N7	7	2.2	0.31
47	Flores Costa Cuca	NG2	2	3.7	1.85	N1, P1	1	2.25	2.25
48	Genova	NG1	1	4.3	4.30	N7	7	3.03	0.43
49	Huitan	NG2	2	1.8	0.90	N2	2	0.91	0.46
50	Ollentepeque	NG6, PB1	6	1.5	0.25	N1, P1	1	0.94	0.94
51	Palestina de los Altos	NG1	2	4.5	2.25	P1	1	13.89	13.89
52	San Carlos Sija	NG2	2	4.5	2.25	N3	3	2.8	0.93
53	San Francisco la Union	NB1	1	0.25	0.25	NB1	1	0.59	0.59
54	San M. Sacatepequez	NG2	2	4.8	2.40	N2	2	3.15	1.58
	Total		34	60.72			30	82.51	
	Av.			1.79				2.75	

1926
 □ Neboj

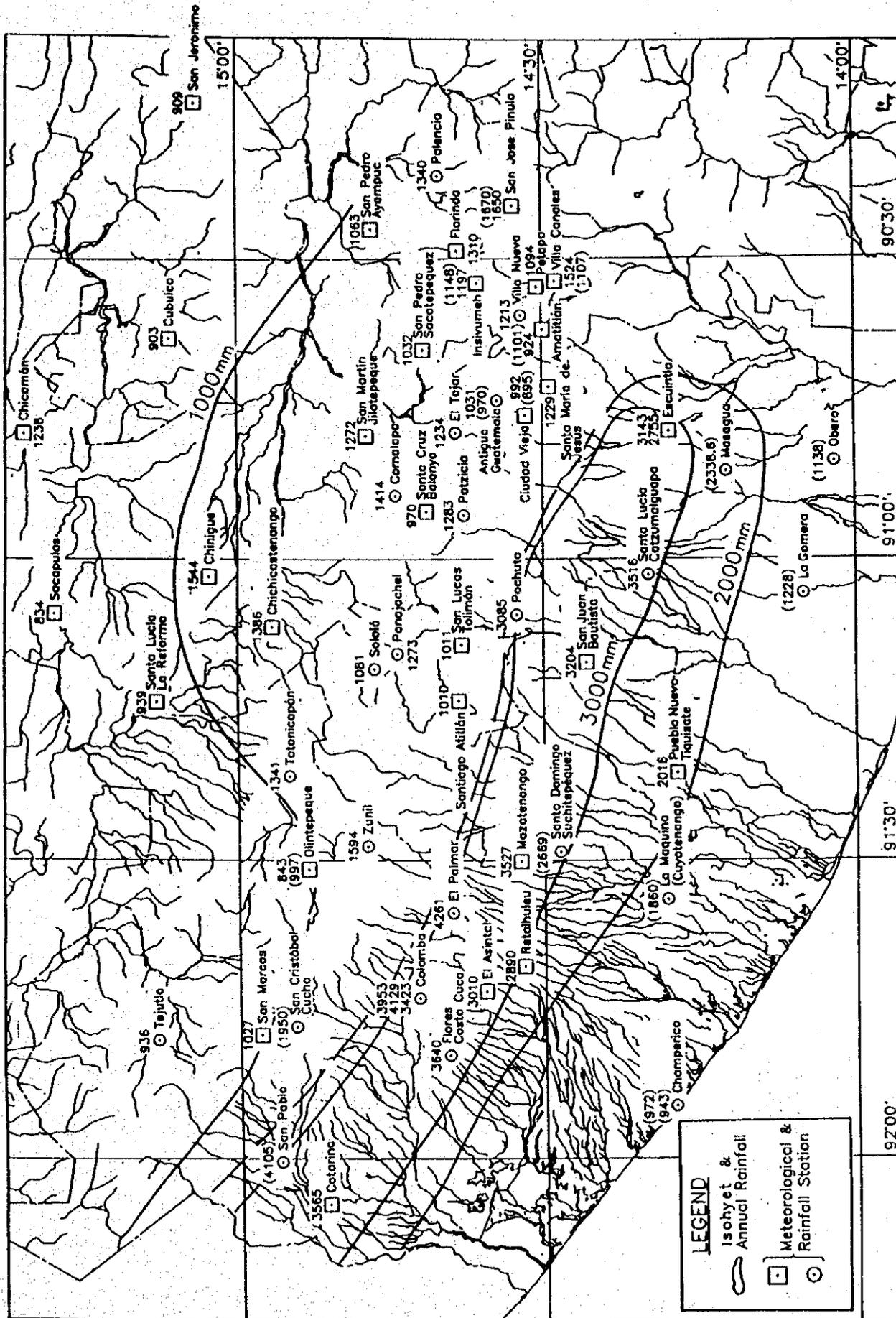
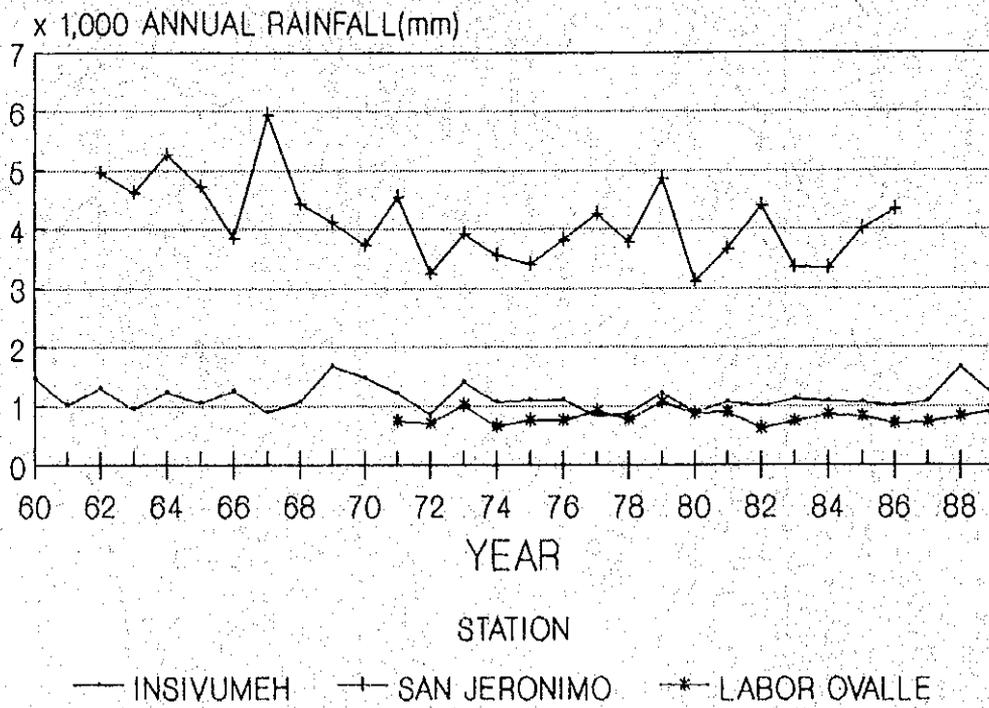


Figura 7.1.1 Isoyeta -Estaciones Meteorológicas y Precipitación



INSIVUMEH, San Jeronlmo, Labor Ovalle

Figura 7.1.2 Precipitación Anual en 1960-1989

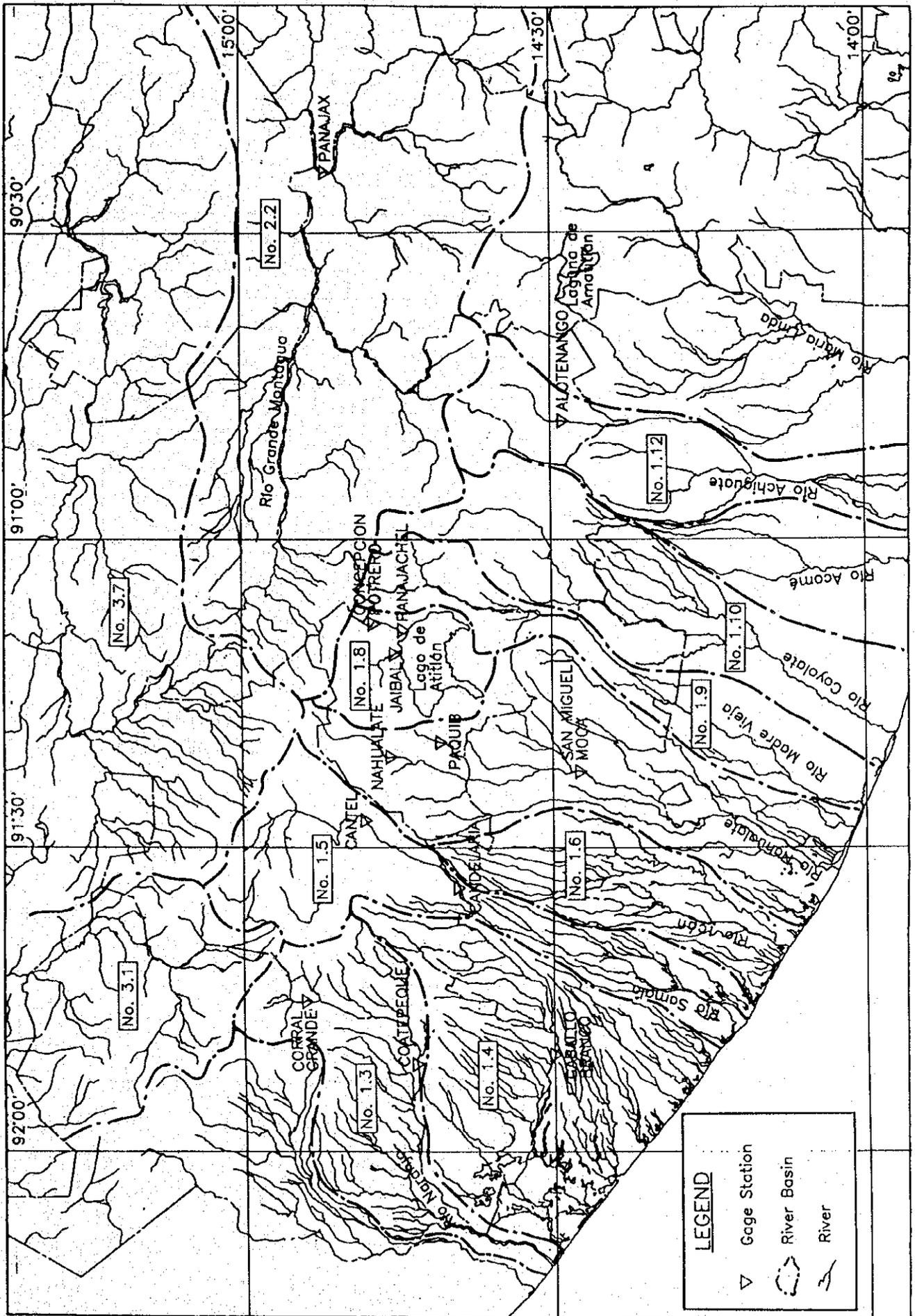


Figura 7.1.3 Estaciones de Medición

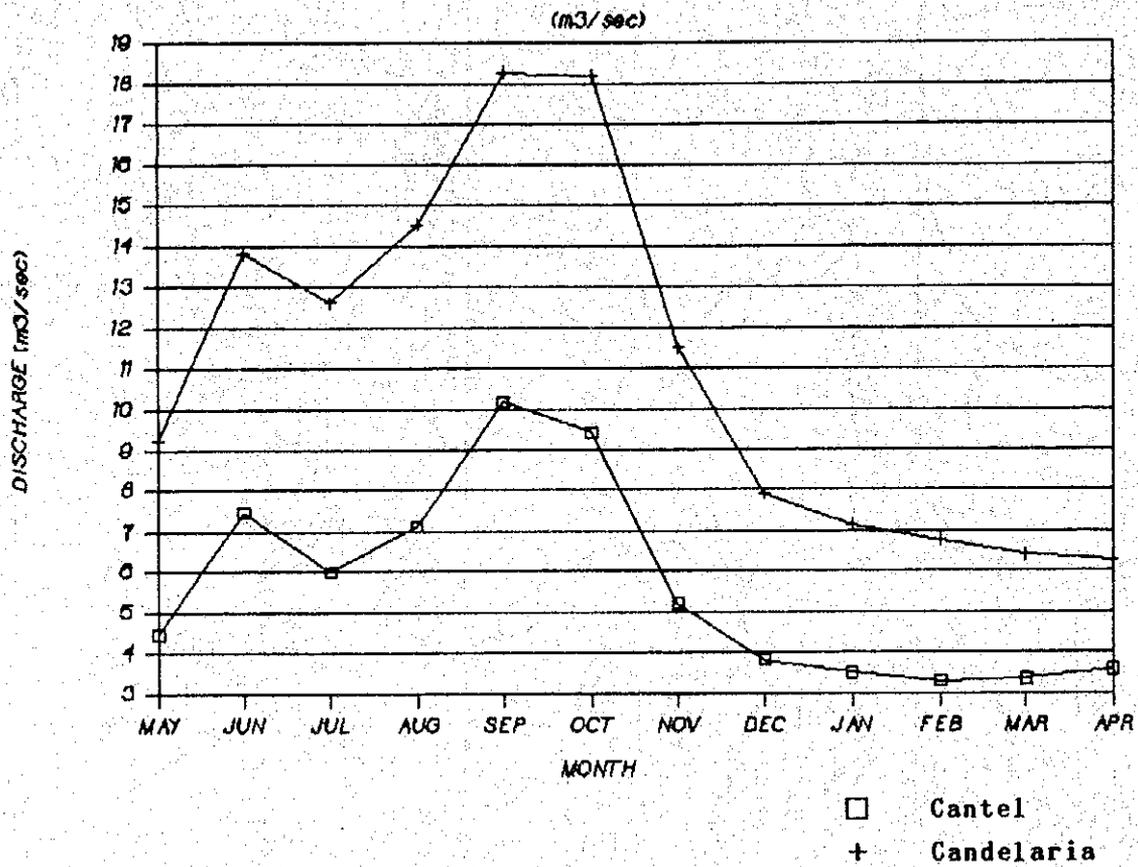


Figura 7.1.4 Descarga Mensual en Estaciones Cantel y Candelaria

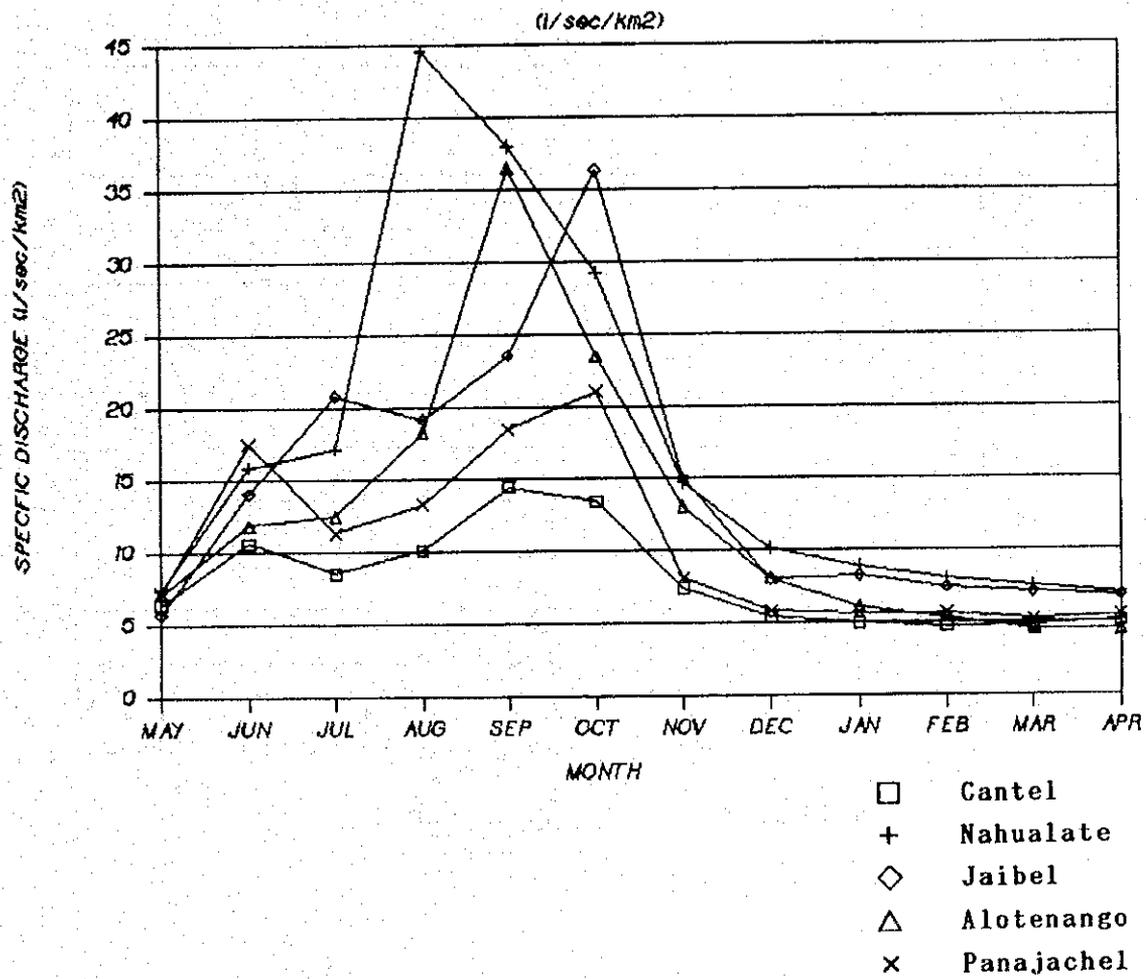


Figura 7.1.5 Descarga Específica en las 5 Estaciones

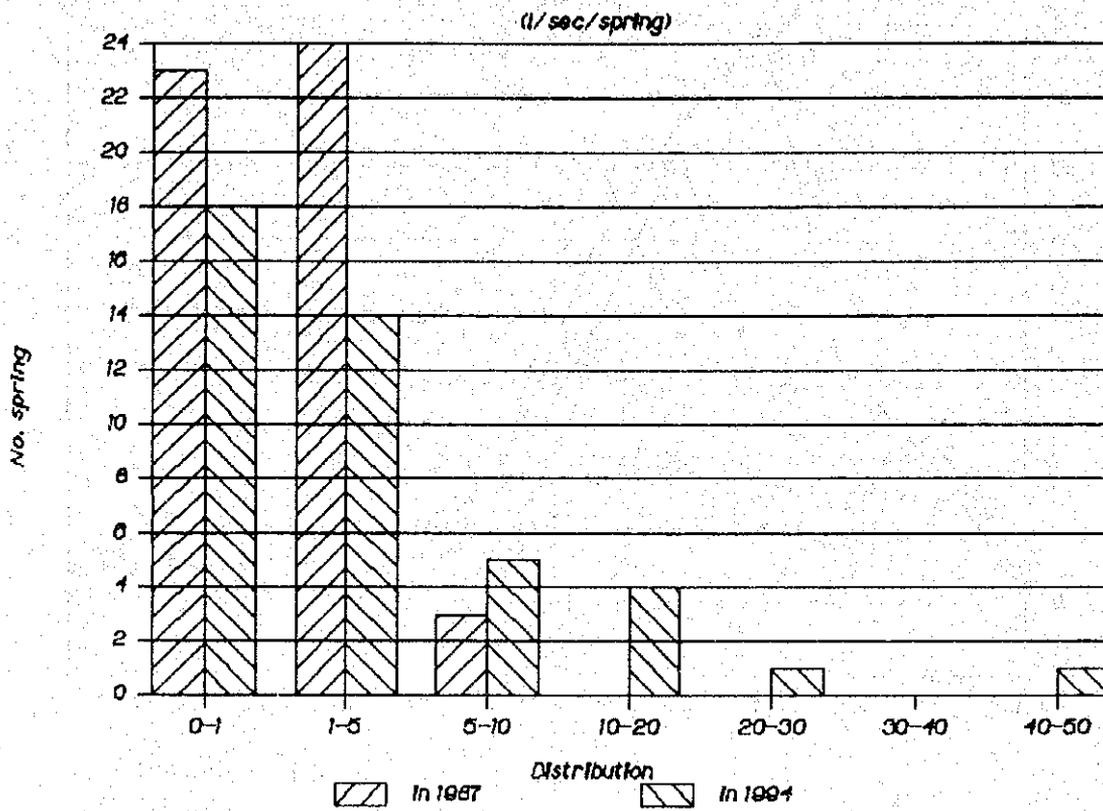


Figura 7.1.6 Distribución de las Fuentes de Manantiales y su Descarga

7.2 Hidrogeología

7.2.1 Características Generales Hidrogeológicas del Area de Estudio

Las capas de aguas subterráneas del Area de Estudio se clasifican en acuíferos superior e inferior. El acuífero superior se compone, principalmente de rocas volcánicas cuaternarias, tales como los sedimentos de pómez del Pleistoceno y flujos de lava del Holoceno, y a veces, por depósitos aluviales. El acuífero inferior, por su lado, consiste básicamente de latitas, tobas soldadas dacíticas y andesíticas, y por flujos de lavas basálticas andesíticas del Terciario, localmente, fracturados. Sin embargo, este acuífero es poco conocido, y por ende, poco explotado, por lo que es muy importante que los sitios de perforación de los pozos sean seleccionados cuidadosamente en base a las investigaciones hidrogeológicas detalladas.

Hidrogeológicamente, el grupo de basamento consiste de rocas metamórficas de la formación Cretácea y las rocas intrusivas componen las cuencas de agua subterránea. Sin embargo, las calizas falladas y fracturadas de la formación Cretácea forman un acuífero local similar al acuífero inferior del Volcánico Terciario.

El Area de Estudio se divide en 9 principales cuencas intermontañas correspondiendo, aproximadamente, a las cuencas subterráneas. Estas cuencas se clasifican en los 3 grupos siguientes desde el punto de vista topográfico y geológico.

Tipo Graben

- Cuenca del Río Las Vacas y del Lago Amatitlán (Valle de Guatemala)

Graben local tipo compuesto

- Cuenca del Río los Plátanos (Guatemala)
- Cuenca del Río Samalá (Quetzaltenango)
- Cuenca del Río Aguacapa (Guatemala)
- Cuenca del Río Pixcayá (Chimaltenango-Guatemala)

Cuenca tipo río

- Cuenca del Río Chixoy o Negro (Totonicapán)
- Cuenca del Río Coyolate (Sacatepéquez)
- Cuenca del Río Guacalate (Sacatepéquez)
- Cuenca del Lago Atitlán (Sololá)

Entre las cuencas subterráneas mencionadas, los acuíferos superiores del río Las Vacas y Lago Amatitlán, y las cuencas de los ríos Samalá y Guacalate han sido relativamente bien explotadas.

En el Cuadro 7.2.1. se resumen las características de los acuíferos, aunque las informaciones no son completas como para poder revisar y analizarlas. (Los registros originales de los pozos se presentan en el inventario de pozo del Informe Suplementario).

El espesor del acuífero superior, compuesto por el volcánico pleistocénico (Qp) varía desde varios metros en los bordes hasta 250 metros en el centro. Las condiciones litológicas son altamente variables. El nivel freático de este acuífero muestra grandes variaciones estacionales y, por lo tanto, se considera como un acuífero no confinado. A continuación se resume la capacidad de producción medida en diferentes sitios.

Cuenca	Producción por pozo (lit./seq.)	Producción media por pozo (lit./seq.)
Río Las Vacas/Lago Amatitlán	1.58 - 22.67	14.23
Río Samalá	3.15 - 68.81	20.86
Río Guacalate	3.78 - 17.70	9.84

A diferencia del acuífero superior, el inferior del volcánico terciario incluye calizas altamente fracturadas de la formación Cretácea y es relativamente desconocido, y por consiguiente, el número de pozos perforados hacia el acuífero inferior es muy reducido. Además, los registros sobre los pozos existentes no diferencian la formación geológica para los acuíferos superior e inferior.

A continuación se presenta un cuadro preparado por INFOM en 1987, donde se resumen los registros de la producción media de las fuentes de cada Departamento. Casi todos los pozos que presentan un promedio grande de producción en los Departamentos de Quetzaltenango y Guatemala bombean el agua del acuífero superior, y algunos pozos con una producción menor en los tres Departamentos restantes toman el agua del acuífero inferior.

Departamentos	Manantiales			Aguas subterráneas		
	Núm.	Q.(l/s.)	Q/N(l/s)	Núm.	Q.(l/s.)	Q/N(l/s)
Quetzaltenango	54	369.47	6.84	30	578.48	19.28
Totonicapán	18	42.88	2.38	3	19.06	6.35
Sololá	41	74.04	1.81	-	-	-
Chimaltenango	50	253.58	5.07	3	19.65	6.55
Sacatepéquez	35	125.53	3.48	14	153.58	10.98
Guatemala	24	75.47	3.14	21	278.59	13.26

A pesar de que el número de pozos perforados hacia el acuífero