

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Ambiental



*Estudio de la Factibilidad Técnica
del Plan Maestro de Agua Potable
de la Ciudad de Santa Ana,
República de el Salvador - Centroamérica*

INFORME DE INGENIERIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO SANITARIO

Lionel Lujan Acuña

Lima - Perú

1995

*ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TECNICA DEL PLAN MAESTRO
DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTA ANA,
REPUBLICA DE EL SALVADOR - CENTROAMERICA*

I N D I C E

	<i>Pag</i>
<i>1.0 INTRODUCCION</i>	<i>i</i>
<i>2.0 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO</i>	<i>2</i>
<i>3.0 OBJETIVOS</i>	<i>3</i>
<i>3.1 Generales</i>	<i>3</i>
<i>3.2 Especificos</i>	<i>4</i>
<i>4.0 CARACTER DEL PROYECTO</i>	<i>5</i>
<i>4.1 Por su naturaleza</i>	<i>5</i>
<i>4.2 Por su importancia en la economía nacional y sectorial</i>	<i>5</i>
<i>5.0 RESUMEN DEL PROYECTO</i>	<i>7</i>
<i>5.1 Ubicación y características de la ciudad</i>	<i>7</i>
<i>5.1.1 Ubicación</i>	<i>7</i>
<i>5.1.2 Area de influencia</i>	<i>7</i>
<i>5.1.3 Características topográficas</i>	<i>7</i>
<i>5.1.4 Clima</i>	<i>9</i>
<i>5.1.5 Precipitación</i>	<i>9</i>
<i>5.1.6 Aspecto urbano</i>	<i>9</i>
<i>5.3 Situación actual del sistema de agua potable</i>	<i>10</i>
<i>5.3.1 Capataciones</i>	<i>12</i>
<i>5.3.2 Líneas de impulsión</i>	<i>14</i>
<i>5.3.3 Almacenamiento</i>	<i>14</i>
<i>5.3.4 Equipos de bombeo</i>	<i>17</i>
<i>5.3.5 Redes de distrubución y zonas de presión</i>	<i>17</i>
<i>5.3.6 Conexiones domiciliarias</i>	<i>18</i>
<i>5.3.7 Otras formas de abastecimiento</i>	<i>20</i>
<i>5.4 Estudios, evaluaciones y cálculos para el Plan Maestro</i>	<i>23</i>
<i>5.4.1 Estudio de fuentes actuales y potenciales</i>	<i>23</i>

**ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TECNICA DEL PLAN MAESTRO
DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTA ANA,
REPUBLICA DE EL SALVADOR - CENTROAMERICA**

I N D I C E

	<i>Pag</i>
5.4.2 <i>Fuentes actuales</i>	23
5.4.3 <i>Fuentes potenciales</i>	27
5.4.4 <i>Análisis de pérdidas, fugas y desperdicios</i>	27
5.4.5 <i>Estudio de población y demanda actual y futura</i>	28
5.4.6 <i>Definición de parámetros de diseño</i>	36
5.5 <i>Estudio de alternativas y selección de la más conveniente</i>	37
5.5.1 <i>Objetivos</i>	37
5.5.2 <i>Criterios técnicos de evaluación</i>	37
5.5.3 <i>Consideraciones para el Planteamiento de las Alternativas</i>	38
5.5.4 <i>Planteamiento de Alternativas</i>	43
5.5.5 <i>Desarrollo de las alternativas</i>	45
5.5.6 <i>Costos de inversión, re-inversión, operación y mantenimiento de los componentes de las alternativas</i>	66
5.5.7 <i>Comparación de alternativas y selección de más conveniente</i>	71
5.6 <i>Ingeniería del proyecto</i>	74
5.6.1 <i>Descripción de la alternativa seleccionada</i>	74
5.6.2 <i>Plan de ejecución de la alternativa seleccionada</i>	75
5.6.3 <i>Análisis de costos, metrados y presupuestos</i>	80
5.7 <i>Cronograma de Inversiones</i>	85

A N E X O S

ANEXO I: *Presupuestos de Inversión, Re-Inversión, Costos de Operación y Mantenimiento de las alternativas seleccionadas.*

ANEXO II: *Estudio Hidrogeológico*

1.0 INTRODUCCION

Es inquietud latente de los Organismos Nacionales e Internacionales el de abastecer de servicios seguros al mayor número de personas al año de 1990. Este reto adquiere particular importancia para la República de El Salvador y en especial para la ciudad de Santa Ana, en vista de su rápido crecimiento poblacional y de la existencia de grandes sectores urbanos con abastecimiento insuficiente de agua.

El presente Informe de Ingeniería está orientado a la descripción sucinta del Plan Maestro de Agua Potable para la ciudad de Santa Ana, analizando en forma sistemática las posibilidades y alternativas de desarrollo del servicio en mención, a fin de adecuarlo a largo plazo a las necesidades vitales de la población y a su progreso económico y social.

2.0 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Con el objeto de colaborar en el desarrollo del país, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), suscribió un convenio con el Gobierno Salvadoreño, representado por el Fondo Salvadoreño para Estudios de Pre-Inversión (FOSEP).

A través de este convenio, el BID aporta financiamiento no reembolsable para la formulación de estudios de diversos sectores, entre ellos el de saneamiento, a través de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA).

Dentro del marco de este convenio, ANDA y FOSEP suscribieron a su vez el Contrato de Donación C.D. 2/88, con el fin de desarrollar los Estudios de Factibilidad Técnico-Económica del "PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO PARA LA CIUDAD DE SANTA ANA".

En septiembre de 1,989 la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA), convocó a licitación pública para la realización del referido Plan Maestro. El correspondiente contrato de consultoría N° 87/89 entre ANDA y AMSA fue suscrito el 22/05/89.

Para la supervisión de los avances de los Estudios se estableció un Comité Técnico integrado por funcionarios de ANDA, FOSEP y MIPLAN. Asimismo, durante la ejecución de los estudios se establecieron coordinaciones con las siguientes instituciones:

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Fondo Salvadoreño para Estudios de Pre-Inversión (FOSEP).
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA).
- Ministerio de Planificación (MIPLAN).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).
- Alcaldías municipales.
- Comisión Nacional de restructuración de Areas (CONARA).
- Dirección de Urbanismo y Arquitectura (DUA).
- Instituto Geográfico Nacional (IGN).

3.0 OBJETIVOS

El Plan Maestro investiga las perspectivas, establece las bases y determina en forma de alternativas posibles las medidas requeridas para asegurar a largo plazo un servicio de agua potable adecuado para la población, mediante:

- *La determinación de la más conveniente entre varias soluciones técnicas posibles en las áreas de captación y abastecimiento de agua.*
- *Un nivel de planificación de los servicios y uso eficiente de los recursos en línea con la disponibilidad de fondos.*

3.1 Generales

La elaboración del Plan Maestro se orienta primordialmente en los siguientes objetivos generales:

- *Brindar un servicio de agua potable seguro y eficiente en términos de cantidad y calidad de agua, a la población existente y futura de la ciudad de Santa Ana, elevando el nivel de vida de sus habitantes.*
- *Asegurar a mediano y largo plazo el abastecimiento continuo para toda la población beneficiada, a un standard mínimo en cantidad, calidad, confiabilidad y continuidad.*
- *Mejorar las condiciones higiénicas mediante la expansión del servicio de agua potable.*
- *Implementar la máxima utilización y aprovechamiento de las instalaciones existentes, logrando el más eficiente uso del agua disponible.*
- *Buscar a corto y mediano plazo soluciones de menores costos de inversión, en vista de las dificultades de financiamiento pre-*

valecientes actualmente en el país.

3.2 *Específicos*

Los objetivos generales se traducen en los siguientes objetivos específicos:

- *Aumentar el nivel de cobertura de los servicios con conexiones domiciliarias, hasta alcanzar un 90 % de población servida.*
- *Brindar un abastecimiento continuo las 24 horas del día, dentro de un nivel de presiones apropiado.*
- *Elevar las presiones de agua a niveles aceptables.*
- *Reducción de desperdicios y de consumos en exceso.*
- *Mejoramiento en la operación del sistema y especial atención al mantenimiento preventivo del servicio e instalaciones, mediante una adecuada dotación del personal y de recursos materiales.*
- *Dar un producto de calidad adecuado, respetando las normas existentes al respecto.*
- *Promover el uso racional del agua, evitando los desperdicios y controlando las fugas en la distribución.*
- *Prever las necesidades de agua para casos de incendio y de emergencia.*
- *Disminuir la incidencia de enfermedades de origen hídrico.*
- *Brindar facilidades de servicio para un desarrollo comercial, industrial y público apropiados.*
- *Fortalecer la administración a cargo del servicio.*

4.0 CARACTER DEL PROYECTO

4.1 Por su naturaleza

Se trata de un proyecto evidentemente social, pues está orientado a satisfacer una necesidad básica para la vida, como es, el disponer de agua potable en cantidad, calidad y costo apropiados.

Los beneficios se dirigen en esencia a los sectores de mayor pobreza relativa, en los cuales no se dispone actualmente de servicio con conexión domiciliaria y que por tanto tienen que pagar precios significativamente más altos de lo que se cobra en el servicio público y dedicar gran cantidad de tiempo y esfuerzo al aprovisionamiento de agua.

4.2 Por su importancia en la economía nacional y sectorial

El presente proyecto de agua potable se enmarca dentro de las políticas del sector vivienda, contribuyendo al objetivo básico de mejorar las condiciones de vida de la población asentada en localidades de tipo urbano.

Por tanto, a nivel sectorial, el proyecto apoya el cumplimiento de las metas de aumento en la cobertura de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable, ofreciendo un producto adecuado en términos de cantidad, calidad, continuidad y costo.

Para la economía nacional, la ejecución del proyecto tiene, entre otros, los siguientes efectos:

Apoya el objetivo de brindar servicios esenciales a la población, fundamentalmente a los estratos poblacionales de más bajos ingresos.

La ejecución de las obras tiene un efecto multiplicador en la economía, al activar el aparato productivo nacional en la generación de ciertos bienes y servicios.

Se revaloriza el activo nacional, constituido por las viviendas que pasarían a contar con servicio de agua potable como consecuencia del proyecto.

se libera los recursos económicos empleados en otras formas alternativas de abastecimiento.

Se propicia la generación de empleo, tanto en la fase de ejecución de obras como en la operación.

Disminución de los costos para economía, incurridos por enfermedades de origen hídrico.

5.0 RESUMEN DEL PROYECTO

5.1 Ubicación y características de la ciudad

El estudio está referido a la zona urbana de la ciudad de Santa Ana, considerando el área actualmente ocupada y el área de expansión futura de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

5.1.1 Ubicación

La ciudad de Santa Ana está localizada en la zona occidental del país, a 63 Km al Nor-Oeste de la ciudad de San Salvador, su elevación media es de 600 m.s.n.m.

Sus coordenadas geográficas son: 13°59' Latitud Norte y 89°34' Longitud Oeste. (Ver figura 5.1-1)

5.1.2 Area de influencia

El área de influencia del proyecto de agua potable abarca el casco urbano central y zonas periféricas en expansión de la ciudad de Santa Ana; que en el año 1985 ocupaba un área de 965.4 Has. y albergada una población estimada de 139,730 habitantes.

El área ocupada actual, a 1989, alcanza las 1,260 Has. con una población de 155,000 habitantes aproximadamente.

5.1.3 Características topográficas

La ciudad se encuentra atravesada por varias quebradas siguiendo una pendiente de Sur a Norte y está enmarcada al Poniente y al Norte por los cerros Santa Lucía, Pinalito y Pinalón, al Oriente por el Cerro Tecana y al Sur por el Volcán de Santa Ana.

La diferencia de nivel de terreno de la ciudad del extremo Norte al Sur es de 150 m. aproximadamente.

LEYENDA

AREA DEL PROYECTO 

LIMITE INTERNACIONAL 

CAPITAL DE LA REPUBLICA 

LIMITE DEPARTAMENTAL 

CAPITAL DE DEPARTAMENTO 



5.1.4 Clima

La ciudad de Santa Ana tiene características de clima tropical, semi-húmedo, con una estación lluviosa de Mayo a Octubre y otra seca de Noviembre a Abril.

La temperatura de la ciudad varía entre 15.8°C y 33.2°C, con una media de 22.8°C.

La humedad relativa promedio mensual actual es de 71%, presentándose condiciones máximas de 80% en los meses de Junio y Septiembre y mínimas de 63% en el mes de Marzo.

El sol se presenta en un promedio de 8.5 horas/día.

Los vientos alcanzan una velocidad media mensual anual de 2.2 m/s y una máxima absoluta de 28.1 m/s, la cual está referida a ráfagas de corta duración.

5.1.5 Precipitación

La precipitación pluvial promedio anual es de 1996 mm.

El mayor porcentaje de lluvias (94.1%) ocurre en la estación lluviosa de Mayo a Octubre.

5.1.6 Aspecto urbano

Debido a la riqueza agrícola de la región donde se sitúa, Santa Ana asume el segundo lugar en importancia en la estructura urbana nacional.

El desarrollo de la ciudad es en forma de damero; sus calles y avenidas están asphaltadas o adoquinadas. Las calzadas de la zona central son mayormente de cemento y de las zonas periféricas de tierra.

Las edificaciones son en su mayoría de dos pisos y los materiales

empleados son adobe, y material mixto (ladrillo-cemento). Las edificaciones con más de dos pisos son construídas de material mixto.

Cuenta con servicios de electricidad, administrados por la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (CEL); sistema telefónico, estaciones de radio, televisión y servicios de transporte público y limpieza municipal.

Existen instituciones gubernamentales, socio-culturales, clubes, etc.

Además, existen 33 iglesias, perteneciente a distintos cultos, 12 templos y una capilla.

En el aspecto vial sus principales accesos lo constituyen: la Carretera Panamericana, que atraviesa de Este a Oeste la ciudad, la Carretera a Sonsonate completamente pavimentada, la Carretera a Metapán y Frontera de Anguiatú, ampliada y pavimentada.

Su conexión a la red vial de Guatemala lo constituye un canal terrestre para el transporte de mercaderías desde Puerto Barrios y es un importante factor económico importante para la región y el país.

5.3 Situación actual del sistema de agua potable

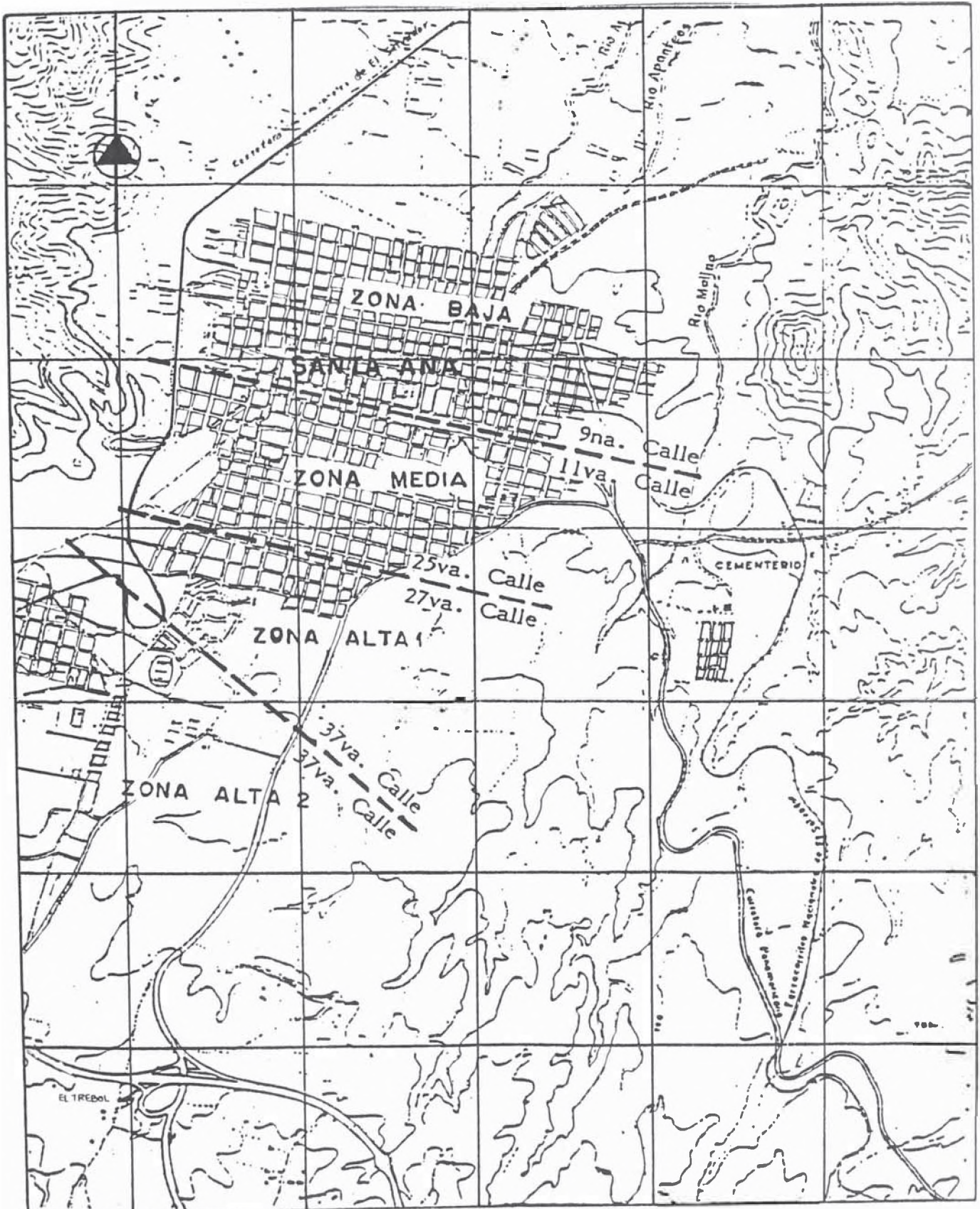
Actualmente la capacidad de las unidades de producción del sistema, no cubre la demanda de agua potable de la población.

El servicio no cumple con la eficiencia que puede rendir su capacidad instalada. La razón principal es la falta de estructuras de producción de agua, que satisfagan la demanda de la población.

El funcionamiento del sistema existente de agua potable de la ciudad de Santa Ana es por bombeo y cuenta con cuatro zonas de presión. (ver figura 5.3-1).

El sistema de agua potable está formado por ⁶ pozos tubulares y un

Figura 5.3-1: Zonas de presión



manantial; 12 líneas de aducción, 11 reservorios de almacenamiento, redes de distribución y 19,958 conexiones domiciliarias.

Los 8 reservorios de regulación existentes y en funcionamiento, son en su mayoría flotantes o de equilibrio. No funcionan como tal y no cumplen su cometido por la mala distribución con respecto a las zonas de presión que sirven.

Las redes de distribución del sistema de acueductos ha crecido en forma desordenada e interconectan las cuatro zonas de presión existentes, restringiendo la distribución del agua en varios sectores de la ciudad; sin embargo, el estado de conservación de las tuberías del casco urbano central es bueno, a pesar de tener más de 50 años de instalada.

Muchas válvulas se encuentran en mal estado, dificultando las maniobras de cierre o apertura para una mejor distribución del agua en la ciudad; y la mayoría de los hidrantes (G.C.I.), se encuentran malogrados.

5.3.1 Captaciones - Unidades de Producción

Actualmente el servicio tiene como fuente el agua subterránea del valle donde está asentada la ciudad.

Los recursos de agua en actual explotación consisten en afloramientos superficiales (1 manantial) y pozos tubulares profundos (6). Tanto la fuente como las estructuras y equipos de captación se encuentran en aceptable estado de conservación y funcionamiento.

Todas las unidades de producción se localizan dentro del área urbana de la ciudad de Santa Ana, y para los efectos de interpretación se han dividido en cinco áreas de producción, como puede observarse en el cuadro 5.3.1-1. Se aprecia en ella las 5 áreas de producción: El Molino, Sapoapa, Chinameca, Sanidad y El Trébol, con sus diferentes pozos y manantial en actual explotación.

Cuadro 5.3.1-1: Areas de producción actuales.

CAUDAL DE BOMBEO (l/s)	COORDENADAS		FUENTES	POZOS Y/O MANANTIAL	NOMBRE	AREA DE PRODUCCION	NO	RENDIMIENTO TOTAL (l/s)
	LONG. (m)	LATITUD (m)						
84.0	317,860	440,930	P1		EL MOLINO		AP1	
38.5	317,840	440,945	P2					
34.0	317,780	440,910	M1					
85.2	319,050	441,125	P1		Sapoapa		AP2	
91.5	318,890	441,260	P1		Chinameca		AP3	
73.0	318,110	440,600	P1		Sanidad		AP4	
10.8	314,975	437,940	P1		El Trébol		AP5	
417.0								

AP1 = Area de producción Nº 1
 P1 = Pozo Nº 1
 M1 = Manantial Nº 1

Nota: El nombre de los pozos corresponden al nombre del área de producción.

El caudal total de captación de las fuentes es de 417.5 l/s, debiéndose indicar que no se aprovecha el rendimiento máximo porque los pozos trabajan con interrupciones, a excepción de los pozos del área de producción El Molino que, en los meses de verano, funcionan las 24 horas al día por necesidades del servicio.

El mayor caudal es extraído a través de la planta de bombeo El Molino, situada al Sur-Este de la población, en donde mediante bombeo se obtiene un promedio de 157 l/s.

Al Oeste de El Molino se ubica el pozo conocido con el nombre de pozo Sanidad con una capacidad de producción de 73 l/s; al Norte de la ciudad se encuentran dos pozos denominados Sapoapa y Chinameca con rendimientos de 85.2 l/s y 91.5 l/s respectivamente; y al Sur de la ciudad se encuentra el pozo El Trébol con un rendimiento de 10.8 l/s.

5.3.2 Líneas de impulsión

El sistema de agua potable de la ciudad comprende 12 líneas de impulsión desde las estaciones de bombeo y rebombeo de agua a las cisternas, reservorios de almacenamiento y redes de distribución existentes.

Las líneas de impulsión están compuestas por tuberías de hierro fundido, hierro galvanizado y PVC en diámetros que varían de 4" a 24" de diámetro, de acuerdo a lo mostrado en el cuadro 5.3.2-1.

5.3.3 Almacenamiento

El sistema de agua potable de la ciudad de Santa Ana cuenta con 11 reservorios de almacenamiento, de los cuales 8 están en plena operatividad y los 3 restantes fuera de uso. La mayoría son apoyados y sólo dos elevados. La mayoría son del tipo apoyados y solo dos son elevados, de acuerdo a los mostrados en el cuadro 5.3.3-1.

La capacidad total de almacenamiento actual es de 11,556 m³ y el

Cuadro 5.3.2-1: Líneas de impulsión del sistema de agua potable.

No	TRAMO COMPRENDIDO ENTRE	TIPO DE MATERIAL	LONGITUD DE TUBERIA POR DIAMETRO (plg)					TOTAL m	
			4	6	8	12	16		24
ERA1	El Molino - San Miguelito	FoFo					1,035	1,340	2,375
ERA1	El Molino - Reserorio El Deportivo	FoFo	1,420						1,420
EBA5	Pozo Chinameca - Calle Libertad	FoFo				460			460
ERA4	Pozo Sapoapa - 23a Av Norte	FoFo				400			400
EBA4 EBA5	Esquina Calle Libertad y 23a Av Norte El Molino	FoFo				180	915		1,095
EBA6	Pozo Sanidad - Línea impulsión (El Molino - San Miguelito)	FoFo				15			15
ERA2	San Miguelito - El Estadio	FoFo				1,585	1,085		2,670
ERA3	El Estadio - Proavia	FoFo			570				570
ERA4	Proavia - Reserorio Altos del Palmar	FoFo		770					770
ABA7	Pozo El Trebol - Línea impulsión (Proavia - Reserorio Altos del Palmar)	FoFo PVC	815	358					815 358
TOTAL (m)			2,235	1,128	570	2,640	3,035	1,340	10,948

Cuadro 5.33-1: Reserorios de almacenamiento existentes

No	NOMBRE	UBICACION	TIPO	MATERIAL	DIMENSIONES		CAPACIDAD m3	ALTURA B. L.	NIVELES		ESTADO		
					D	H			CF	CNA	B	R	M
RA1	San Miguelito 1	25a Calle Poniente	Ap	Fo	16.70	8.84	1,936		677.56	686.40	X		
RA2	San Miguelito 2	25a Calle Poniente	Ap	Fo	16.70	8.84	1,936		677.56	686.40	X		
RA3	Estudio	10 Au Sur	Ap	CA	21.47	8.12	2,940		710.34	718.46	X		
RA4	Provincia 1	10 Au Sur	Ap	CA	12.50	5.21	557	0.67	728.81	734.02	X		
RA5	Provincia 2	10 Au Sur	Ap	CA	24.70	5.70	2,731	0.90	729.28	734.98	X		
RA6	El Deportivo	Km. 61 Carretera Panamericana	Ap	Fo	9.12	6.80	444		711.74	718.54	X		
RA7	Altos del Palmar	Urb. Altos del Palmar	Ap	CA	13.97	2.86	438	0.25	772.34	775.20	X		
RAB	Rio Zarco	Urb. Rio Zarco	Ap	Fo	9.40	8.47	574	0.20	593.37	601.84	X		
RA9	La Abta (*)	Barrio San Antonio	FoFo	CA	8.73	3.27	195		757.86	761.13	X		
IVU	El Palmar 1 (*)	Urb. El Palmar	E	Fo	4.70		150		750.78			X	
IVU	El Palmar 2 (*)	Urb. El Palmar	E	Fo	4.70		80		761.21			X	

BL = BORDE LIBRE

CNA = COTA NIVEL AGUA

CF = COTA DE FONDO

Ap = APOYADO

E = ELEVADO

B = BUENO

R = REGULAR

M = MALO

(*) RESERVIOS FUERA DE SERVICIO

requerimiento actual de almacenamiento, a 1989, de 12,183 m³; es decir , existe un déficit de $12183 - 11556 = 527$ m³.

Los materiales usados en la construcción de los mismos son: acero, concreto armado y ladrillo armado y se encuentran en buen estado de conservación.

5.3.4 Equipos de bombeo

Los equipos de bombeo del sistema de agua potable de la ciudad de Santa Ana, constituyen los componentes de mayor importancia en el abastecimiento de la ciudad.

Forman parte de las estaciones de bombeo y rebombeo de agua.

Existen 7 estaciones de bombeo y 4 estaciones de rebombeo, localizadas en las diferentes áreas de producción en actual explotación.

En las estaciones de bombeo, todos los equipos están formados con bombas de eje vertical y motores eléctricos, a excepción del pozo Sapoapa que cuenta con un equipo de motor eléctrico y bomba sumergible.

En las estaciones de rebombeo, todos los equipos están formados por bombas tipo turbina y motores eléctricos.

5.3.5 Redes de distribución y zonas de presión

Por su configuración topográfica, la red de distribución de la ciudad está dividida en cuatro (4) zonas de presión: Zona Alta 1, Zona Alta 2, Zona Media y Zona Baja.

La Zona Alta 1 está comprendida entre las cotas 750 y 700 msnm, la Zona Alta 2 está comprendida entre las cotas 700 y 680 msnm, la Zona Media está enmarcada entre las elevaciones 680 y 660 msnm y finalmente la Zona Baja entre los 660 y 610 msnm.

El sistema de distribución está compuesto por tuberías matrices y redes secundarias.

Las tuberías del casco central de la ciudad son todas de hierro fundido y fueron instaladas entre los años de 1,929 a 1,933.

La longitud total instalada a 1989 es de 156,515 m. aproximadamente.

Las redes matrices están compuestas por tuberías instaladas en diámetros de 6", 8", 10", 12" y 16" y longitudes de 100; 1,000; 9,657; 3,334 y 580 m. respectivamente.

Existe deficiencia de servicio en la periferia de la ciudad, por la insuficiencia del tamaño de los diámetros instalados.

El porcentaje de estas tuberías de pequeño diámetro con respecto al total de la red, es de 7.4% y 30.2% respectivamente con longitudes de 11,930 y 48,800 m. aproximadamente.

Las tuberías se encuentran en buen estado de conservación, en especial las redes del casco urbano instaladas hace más de 50 años.

5.3.6 Conexiones domiciliarias

El porcentaje de población servida que posee conexión domiciliaria alcanza el 80.7% de la población total.

El número de conexiones domiciliarias de los tres últimos años (1986, 1987 y 1988) fueron de: 17,984; 19,080 y 19,958 conexiones respectivamente.

A Abril de 1989 existían 19,958 conexiones de agua potable, de las cuales 18,672 (93.5%) tienen medidor y 1,306 (6.5%) servicio directo. (ver cuadro 5.3.6-1).

El 88.8% de medidores están funcionando y el 11.2% restante está parado.

Cuadro 5.36-1 : Conexiones de agua potable.

MES/AÑO	CON MEDIDOR				SIN MEDIDOR				TOTAL CONEXIONES
	FUNCIONANDO	% SUBTOTAL	PARADO	% SUBTOTAL	SUBTOTAL	% TOTAL	SUBTOTAL	% SUBTOTAL	
Dic 1986	16,469	93.4%	1,163	6.6%	17,632	98.0%	352	2.0%	17,984
Dic 1987	17,051	92.5%	1,387	7.5%	18,438	97.6%	462	2.4%	18,900
Dic 1988	16,738	89.8%	1,893	10.2%	18,631	94.8%	1,027	5.2%	19,658
Abr 1989	16,557	88.8%	2,095	11.2%	18,652	93.5%	1,306	6.5%	19,958

En el cuadro 5.3.6-2 se resumen los diferentes tipos de conexión por diámetros de las acometidas.

El 61.9% corresponden a las conexiones domiciliarias de ½", el 21.4% a las ¾" y el 16.7% restante al número de conexiones de 5/8" a 2" con un total de 16,669 conexiones.

Las conexiones a mesones son del orden de 1,000 conexiones, representando el 5% del total y sus diámetros varían entre ½" y 2".

Las Instituciones del Gobierno Central y Municipales, cuentan con los mayores diámetros y van desde ½" hasta 4", correspondiendo 129 conexiones al Gobierno Central y 63 a las Municipales de las cuales 26 son gratuitas.

5.3.7 Otras formas de abastecimiento

La población no conectada dispone de otros medios de abastecimiento de agua, entre ellos tenemos: pileta pública (suministrado por ANDA como un servicio gratuito), piperos, cargadores de agua (personas que acarrear agua y la venden), pozos privados y vecinos con conexión.

De acuerdo a las encuestas realizadas referente a las viviendas no conectadas al sistema de agua potable, el 47% de ellas poseen pozo propio y se abastecen de esta fuente; el 6% de pileta pública, el 13% compran a cargadores de agua y el 26% a vecinos con conexión; y finalmente el 8% busca otros medios de abastecimiento. El cuadro 5.3.7-1 muestra las cifras mencionadas.

Asimismo, resulta importante resaltar que del número de viviendas encuestadas, el 88 % están distantes en 5 Km. y más al curso de agua más próximo de abastecimiento. Esto implica a los usuarios gastar más recursos y mayor demanda de tiempo para suministrarse de agua.

Cuadro 5.36.2 : Clasificación de conexiones por diametro de acometida

TIPO DE CONEXIONES	CANTIDAD DE CONEXIONES POR DIAMETRO DE ACOMETIDA										TOTALES
	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	
Domiciliarias	12,351	9	4,278	25	4	1	1				16,669
Comerciales	593	2	1,203	12	1	5	2		1		1,819
Industriales	109	2	84	6		4			1		206
Mesones	268	1	721	9			1				1,000
Gobierno Central	16		77	21	1	5	8			1	129
Instituciones Autonomas	6		15	2			1	1			25
Municipalidades	3		19	7		1	6			1	37
Municipales gratis	7	1	14	4							26
Areas marginales	3		3	1			1				8
Condominios						1					1
Educacionales	4		26	3		1	1				35
Asistencia Social	3										3
Llenaderos											0
T O T A L E S	13,363	15	6,440	90	6	18	21	1	2	2	19,958

FUENTE: Respaldo de Facturación - Departamento de computación de ANDA (Abril de 1989)

Cuadro 5.3.7-1 : Sistemas alternativos de abastecimiento.

DETALLE	FORMAS DE ABASTECIMIENTO					TOTAL
	PILETA PUBLICA	PIPEROS Y/O CARGADORES	POZO PROPIO	VECINOS CON CONEXION	OTRAS FUENTES	
No Viviendas Encuestadas	6	13	47	26	8	100
% Total	6.0%	13.0%	47.0%	26.0%	8.0%	100.0%

FUENTE: Encuesta realizada en la ciudad de Santa Ana por AMSA Consultores

5.4 Estudios, evaluaciones y cálculos para el Plan Maestro

5.4.1 Estudio de fuentes actuales y potenciales

El estudio de fuentes está basado en la información de campo recopilada en el área de influencia del proyecto y en registros estadísticos proporcionados por organismos oficiales.

Estas fuentes constituyen los recursos hídricos potenciales para resolver el problema de abastecimiento de agua potable actual y durante el período que abarca el horizonte del proyecto, que es de 30 años. (ver cuadro 5.4.1-1 y figuras 5.4.1-1 y 5.4.1-2).

Las fuentes de abastecimiento, en actual explotación, consisten en afloramientos naturales y pozos tubulares profundos, alimentados por el acuífero, que se extiende en gran parte del área de la ciudad.

De las fuentes potenciales a estudiar se ha partido de la premisa de explotar solamente el 70 % del recurso hídrico cuando se trate de aguas subterráneas (explotación por pozos) y 2/3 cuando se trate de aguas superficiales o manantiales.

5.4.2 Fuentes actuales

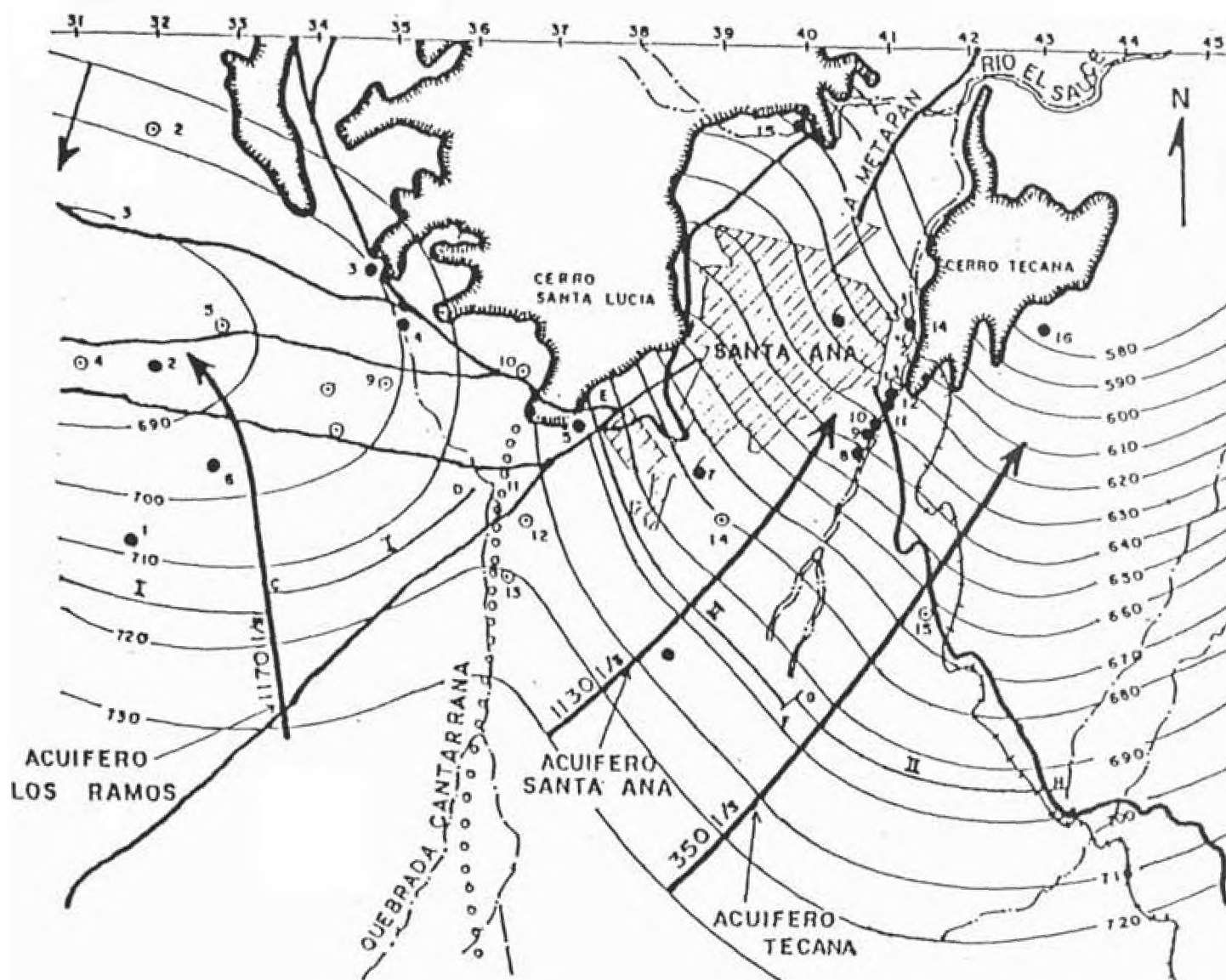
Las fuentes actuales la constituyen exclusivamente los recursos de agua subterránea del acuífero Santa Ana. Este acuífero constituye el recurso de abastecimiento de agua a la población a través de los pozos:

Pozos	Rendimiento
El Molino 1	84.0
El Molino 2	38.5
Sapoapa 1	85.2
Chinameca	91.5
El Trébol 1	10.8
Sanidad	73.0
Total	383.0 l/s

Cuadro 5.4.1-1: Recursos hidricos para la ciudad de Santa Ana.

<i>FUENTE O RECURSO HIDRICO</i>	<i>USO</i>
<i>Aguas Subterraneas del acuífero Santa Ana</i>	<i>Domestico</i>
<i>Aguas Subterraneas del acuífero Los Ramos</i>	<i>Sin Uso</i>
<i>Aguas Subterraneas del acuífero Tecana</i>	<i>Sin Uso</i>
<i>Aguas Superficiales del Rio Sucio</i>	<i>Sin Uso</i>
<i>Aguas Superficiales del Lago Coatepeque</i>	<i>Recreativo</i>
<i>Manantiales</i>	<i>Recreativo</i>

Figura 5.4.1-1: Recursos hídricos subterráneos.

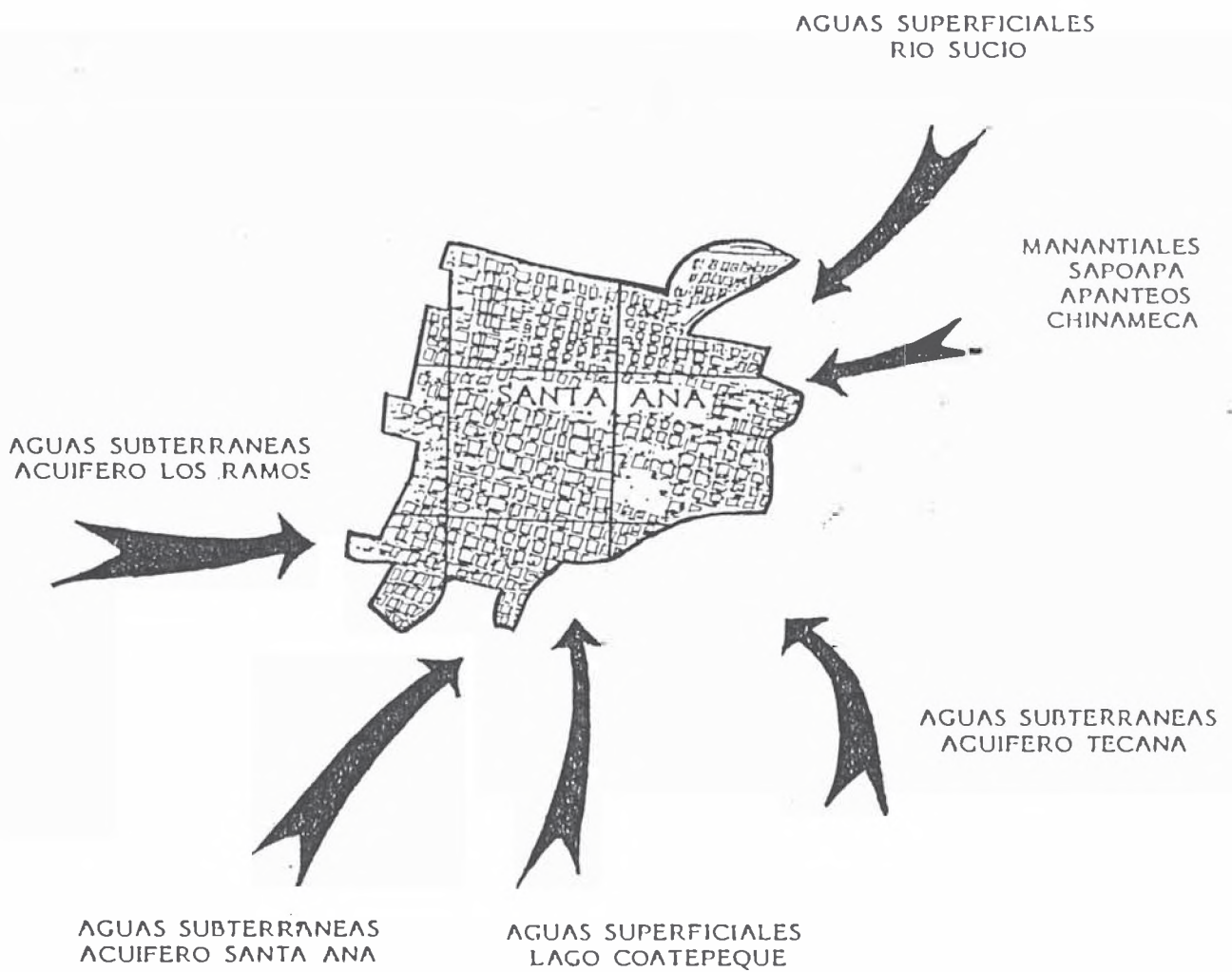


FUENTE: Departamento de Hidrología - ANDA.

SIMBOLOGIA

	AFLORAMIENTO DEL BASAMENTO IMPERMEABLE	A, B, C, D	SECTORES DE ESCURRIMIENTO
	ALTIMA DEL NIVEL DEL AGUA SUBTERRANEA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (EN METROS)	E, F, G, H	SECCIONES DE ESCURRIMIENTO
	DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO SUBTERRANEO	● 2	POZO PERFORADO
	DIVISORIA DEL AGUA SUBTERRANEA	⊙ 12	POZO EXCAVADO
		⊙ 1	FUENTES
		1	FUENTES EL MOLINO
		2	FUENTES CHINAMECA
		3	FUENTES SAPOAPA
		+	LÍNEA FERREA

Figura 5.4.1-2: Fuentes actuales y potenciales.



más el manantial El Molino o Morita que rinde 34.0 l/s, totalizando 417.0 l/s.

5.4.3 Fuentes potenciales

Las fuentes potenciales la constituyen los recursos de aguas superficiales, subterráneas y manantiales existentes susceptibles de ser explotados.

Aguas superficiales **Máxima explotación**

- Río Sucio hasta 0.5 m³/seg
- Lago Coatepeque hasta 0.6 m³/seg

Aún cuando potencialmente este último recurso puede rendir más, dependiendo de su recarga.

Aguas subterráneas **Máxima explotación**

- Acuífero Santa Ana 335 l/s más sobre lo explotado
- Acuífero Los Ramos hasta 1,170 l/s
- Acuífero Tecana hasta 350 l/s

Manantiales **Máxima explotación**

- Chinameca hasta 56 l/s
- Apanteos hasta 380 l/s
- Sapoapa hasta 332 l/s
- El Molino hasta 250 l/s (34 l/s es utilizado)
- Beneficio El Molino hasta 53 l/s

5.4.4 Análisis de pérdidas, fugas y desperdicios

Se ha efectuado el análisis de pérdidas por fugas y desperdicios de agua en base a comparar el volumen de producción de las captaciones con el volumen de consumo.

El volumen de producción ha sido determinado con el aforo realizado en las captaciones durante los estudios de campo. La capacidad total de las fuentes de agua es de 417 l/s (12'970,368 m³/año). (ver cuadro 5.4.4-1).

El volumen de consumo promedio por conexión, con medidor funcionando, ha sido hallado del respaldo de facturación de los seis (6) primeros meses de 1989 de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado, resultando 38.43 m³/mes/conex ó 525,704 m³/mes ó 6'308,448 m³/año. (ver cuadro 5.4.4-2).

El volumen de consumo promedio por conexión, sin medidor, asciende a 331,448 m³/mes ó 3'977,376 m³/año, resultando un volumen total consumido por las conexiones de 10'285,824 m³/año.

Las pérdidas o volumen de agua no contabilizada, resultante será:

Pérdidas = Producción - Consumo total = 12'970,368 - 10'285,824

Pérdidas = 2'684,544 m³/año

que representan el 21 % de la producción total.

5.4.5 Estudio de población y demanda actual y futura

5.4.5.1 Estudio de población

Para proyección de la población futura de la ciudad, se ha considerado fundamentalmente los estudios demográficos del Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Santa Ana.

Estos estudios tomaron como base los tres últimos censos de población con los siguientes resultados:

<i>Censo de 1950:</i>	<i>51,702 habitantes</i>
<i>Censo de 1961:</i>	<i>72,839 habitantes</i>
<i>Censo de 1971:</i>	<i>98,433 habitantes</i>

Cuadro 5.4.4-1 : Volumen de producción de las fuentes de agua.

FUENTE	VOLUMEN DE PRODUCCION	
	l/s 1/	m ³ /año 2/
Manantial El Molino o Morita	34.00	1,057,536.0
Pozo El Molino 1	84.00	2,612,736.0
Pozo El Molino 2	38.50	1,197,504.0
Pozo Sapoapa 1	85.20	2,650,060.8
Pozo Chinameca	91.50	2,846,016.0
Pozo Sanidad	73.00	2,270,592.0
Pozo El Trebol 1	10.80	335,923.2
TOTAL	417.00	12,970,368.0

1/ Aforo realizado.

2/ Considerando 30 días/mes.

Cuadro 5.4.4-2: Reporte de conexiones, consumos y valores facturados en el Año 1989 (Medidor Funcionando)

No. 12/00/00
 12/37/00
 9 0 0 0 0

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PAGINA:
 PROCESADA:
 L.E.O.

A. H. G. A.

REPORTE DE CONEXIONES, CONSUMOS Y VALORES FACTURADOS POR TIPO DE CONEXION AÑO 1989
 CON ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (MEDIDOR FUNCIONANDO)

TIPO DE CONEXION	CONEXIONES		CONSUMO EN M ³ UCL UCL		VALORES	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
DOMICILIAR.....	11,019	11,309	11,497	11,494	11,478	11,300
	341,913	322,010	307,000	317,437	343,437	342,219
	233,020.88	202,000.30	226,003.00	180,231.00	222,000.00	233,020.88
COMERCIO.....	1,340	1,320	1,323	1,321	1,310	1,307
	47,041	71,413	01,701	49,440	79,011	71,414
	02,005.33	22,006.33	03,003.00	03,003.00	22,000.33	23,006.33
INDUSTRIA.....	3,034	3,404	4,010	4,071	3,434	3,440
	0,100.37	2,334.11	0,333.77	0,602.13	2,331.01	2,664.07
	71,043	04,330	20,303	40,309	20,301	07,104
	32,234.00	33,030.23	33,033.33	33,326.66	32,021.29	36,261.10
GOBIERNO CENTRAL.....	09	00	71	70	71	70
	10,101	10,310	19,733	17,133	21,700	20,337
	22,001.33	22,003.33	36,000.33	33,332.33	36,000.33	33,032.33
INDUST. AUTONOMAS.....	1,373	1,403	2,030	1,403	1,000	1,001
	3,332.33	2,332.33	3,033.33	0,667.33	0,330.00	0,330.33
MUNICIPALIDADES.....	4,041	4,047	4,243	3,644	4,440	4,712
	3,033.00	2,001.33	2,030.33	2,222.33	2,200.00	2,200.00
INDUS. MUNICIPALES.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONEXIONES ABG.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INDUS. GOVERNATIVAS.....	100.30	101.23	112.30	116.00	110.33	116.33
	2,331	1,007	4,300	3,170	1,710	1,313
	10,333.33	2,110.33	3,220.33	2,222.00	2,010.33	2,636.33
CONEXIONES.....	34	40	41	31	23	43
	10.30	10.00	13.33	10.33	13.66	12.33
CONEXIONES.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONEXIONES.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INDUSTRIA ABG.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL CONEXIONES.....	13,029	13,009	13,077	13,070	13,033	13,041
TOTAL CONSUMO.....	337,070	471,039	347,194	401,430	334,042	323,320
TOTAL VALORES.....	300,772.30	319,711.61	378,004.07	314,403.13	370,348.00	300,437.51

Consumo Promedio mensual (m³/conex.) 40.27 35.87 40.01 35.20 40.57 38.66

y cuyas tasas de crecimiento geométrico fueron de 1.41% y 1.71% entra cada año censal.

El Plan de Desarrollo Urbano adoptó, para el período de 1971-1980, una tasa de 2.5% y para los cuatro quinquenios siguientes, hasta el año 2000, valores correspondientes a 2.6%, 2.65%, 2.7% y 2.8% (ver cuadro 5.4.5.1-1).

La proyección propuesta, hasta el año 2000, se basa en el Plan de Desarrollo Urbano.

Esta proyección considera que la tasa de crecimiento entre los años 2000 y 2005 será de 2.9% y a partir del año 2010 hasta el año 2020 una tasa de crecimiento de 3.0%, fecha en que finaliza el período de diseño. (ver cuadro 5.4.5.1-1).

La población futura adoptada para el proyecto es la plasmada en el cuadro 5.4.5.1-1 y figura 5.4.5.1-1.

Para el cálculo del número de habitantes por conexión, se ha tomado en cuenta la información de una encuesta realizada sobre el número de mesones existentes; por el hecho de que la alta densidad de habitantes por mesón, influye en el cálculo.

Sobre un total de 19,581 conexiones 959 correspondían a mesones, lo que significa un 4.9%.

Después de procesada dicha información se ha obtenido en promedio 39.2 habitantes por mesón y 4.7 habitantes por vivienda unifamiliar. Por tanto, ponderando las densidades por tipo de vivienda, se obtiene:

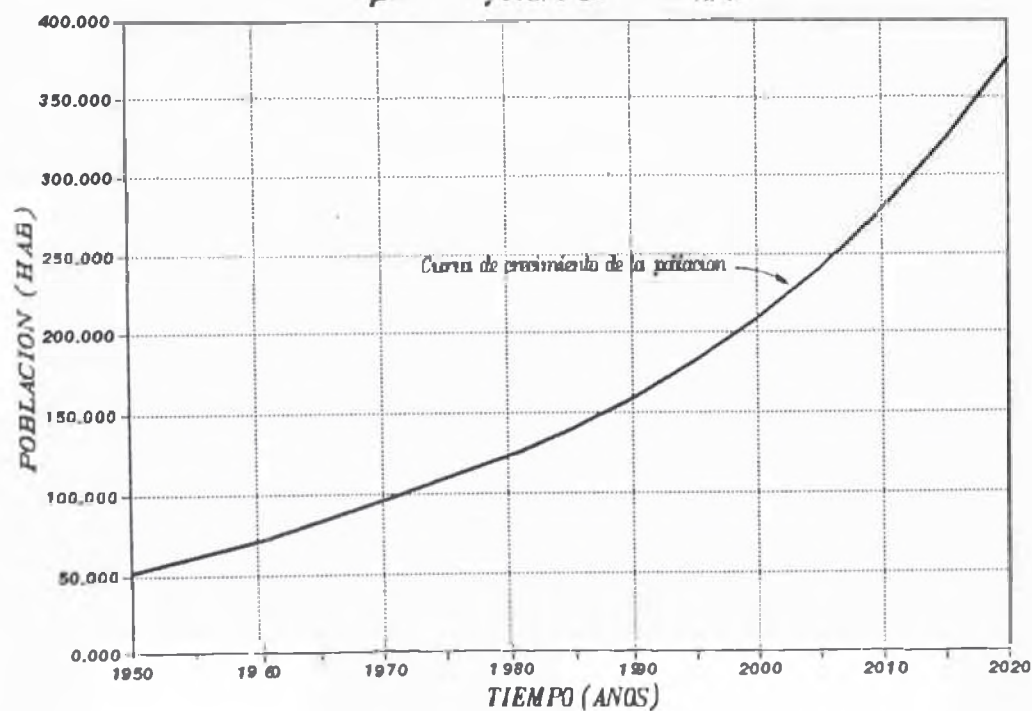
$$\begin{aligned}
 4.7 \text{ hab/vivienda unifamiliar} \times 18,622 \text{ conex.} &= 87,523 \text{ hab.} \\
 39.2 \text{ hab/mesón} \times 959 \text{ conex.} &= 37,593 \text{ hab.} \\
 19,581 \text{ conex.} &= 125,116 \text{ hab.}
 \end{aligned}$$

$$\text{Densidad poblacional promedio} = 6.4 \text{ hab/conex.}$$

Cuadro 5.45.1-1: Proyección de la población futura de Santa Ana.

AÑO	P O B L A C I O N (hab)			TASA DE CRECIMIENTO r	% DEL PAIS
	EL SALVADOR	DEPTO. DE SANTA ANA	CIUDAD SANTA ANA		
1950	1,855,917	202,455	51,702		279%
1961	2,510,984	259,155	72,839		290%
1971	3,554,648	335,853	98,433		277%
1981	4,672,941	414,021	125,889	0.025	269%
1985			139,506	0.026	
1990			158,996	0.0265	
1995			181,652	0.027	
2000			208,548	0.028	
2005			240,593	0.029	
2010			278,913	0.030	
2015			323,337	0.030	
2020			374,836	0.030	

FIGURA 5.45.1-1: Proyección de la población futura de Santa Ana.



.4.5.2 Demanda actual y futura

Para el cálculo de la demanda actual se ha utilizado el registro de consumos que figura en el respaldo de facturación correspondiente a los seis primeros meses del año 1989. (ver cuadro 5.4.4-2).

De dicho registro se han promediado los consumos de todas las conexiones con medidor funcionando, habiéndose obtenido un consumo de 38.43 m³ por conexión y por mes. (ver cuadro 5.4.5.2-1).

Para los consumos no medidos se han utilizado el consumo per cápita hallado en los estudios de campo el cual fue 54.9 m³/conex/mes.

Del informe de facturación se ha obtenido que el 16.2% de conexiones, corresponden a los no medidos, por tanto haciendo el promedio ponderado de los consumos medidos y no medidos resulta:

$$\begin{aligned}
 38.43 \text{ m}^3/\text{conex}/\text{mes} \times 0.838 &= 32.20 \text{ (medidos)} \\
 54.90 \text{ m}^3/\text{conex}/\text{mes} \times 0.162 &= 8.89 \text{ (no medidos)} \\
 \text{Promedio ponderado} &= 41.09 \text{ m}^3/\text{conex}/\text{mes} \\
 \text{Consumo promedio mensual} &= 41.10 \text{ m}^3/\text{conex}/\text{mes}
 \end{aligned}$$

y un consumo por habitante de 214 l/h/d.

Cabe enfatizar que en los mesones sólo existe una conexión que sirve a todas las familias que allí habitan.

Para una dotación que involucre los consumos industriales y comerciales se está incrementando el consumo hallado hasta los 225 l/h/d.

En el cuadro 5.4.5.2-2 se muestra las proyecciones de la población, de la demanda actual y futura para un período de 30 años, y las dotaciones propuestas.

Estos se fundamentan considerando que en los nuevos planes de obras, los servicios mejorarán en eficiencia y productividad, con una adecuada política tarifaria y un mejor control en la medición.

Estas dotaciones se fundamentan considerando que en los nuevos planes de obras, los servicios mejorarán en eficiencia y productividad, con una adecuada política tarifaria y un mejor control en la medición.

En el cuadro 5.4.5.2-1 se resumen las dotaciones asignadas al estudio y la demanda de caudales promedios.

Cuadro 5.4.5.2-1: Dotaciones asignadas al estudio

AÑO	POBLACION (hab)			DOTACION l/h/d	CAUDAL PROMEDIO l/s
	TOTAL	% SERVIDA	SERVIDA		
1989	154,892	80.7%	124,998	225	326
2000	208,548	90.0%	187,693	225	489
2010	278,913	90.0%	251,022	235	683
2020	374,836	90.0%	337,352	245	957

En el cuadro 5.4.5.2-2 se muestra las proyecciones de la población total, de la población servida, de la demanda actual y futura de caudales, año a año, para el período de 30 años definido como horizonte del estudio; en función de las dotaciones propuestas.

Con estos planteamientos es posible asignar dotaciones entre 225 y 245 l/h/d con ritmo creciente de acuerdo a las etapas del proyecto.

Cuadro 5.45.2-2: Demanda actual y futura de caudales

AÑO	POBLACION TOTAL (hab)	POBLACION SERVIDA		DOTACION l/h/d	DEMANDA DE CAUDALES (l/s)		
		%	(hab)		Qp	Qmand	Qmaxh
1,989	154,892	80.7%	124,998	225	326	407	618
1,990	158,996	82.0%	130,377	225	340	424	645
1,991	163,289	84.0%	137,163	225	357	446	679
1,992	167,698	87.0%	145,897	225	380	475	722
1,993	172,226	90.0%	155,003	225	404	505	767
1,994	176,876	90.0%	159,188	225	415	518	788
1,995	181,652	90.0%	163,487	225	426	532	809
1,996	186,738	90.0%	168,064	225	438	547	832
1,997	191,967	90.0%	172,770	225	450	562	855
1,998	197,342	90.0%	177,608	225	463	578	879
1,999	202,868	90.0%	182,581	225	475	594	903
2,000	208,548	90.0%	187,693	225	489	611	929
2,001	214,596	90.0%	193,136	235	525	657	998
2,002	220,819	90.0%	198,737	235	541	676	1027
2,003	227,223	90.0%	204,501	235	556	695	1057
2,004	233,812	90.0%	210,431	235	572	715	1087
2,005	240,593	90.0%	216,534	235	589	736	1119
2,006	247,811	90.0%	223,030	235	607	758	1153
2,007	255,245	90.0%	229,721	235	625	781	1187
2,008	262,902	90.0%	236,612	235	644	804	1223
2,009	270,790	90.0%	243,711	235	663	829	1259
2,010	278,913	90.0%	251,022	235	683	853	1297
2,011	287,281	90.0%	258,553	245	733	916	1393
2,012	295,899	90.0%	266,309	245	755	944	1435
2,013	304,776	90.0%	274,298	245	778	972	1478
2,014	313,919	90.0%	282,527	245	801	1001	1522
2,015	323,337	90.0%	291,003	245	825	1031	1568
2,016	333,037	90.0%	299,733	245	850	1062	1615
2,017	343,028	90.0%	308,725	245	875	1094	1663
2,018	353,319	90.0%	317,987	245	902	1127	1713
2,019	363,918	90.0%	327,526	245	929	1161	1765
2,020	374,836	90.0%	337,352	245	957	1196	1818

Este criterio concilia los diversos factores de demanda y costos de las obras sin exagerar las dotaciones que inciden directamente sobre el dimensionamiento del proyecto y la elevación de los costos, pero sin bajar demasiado la dotación a fin de resguardar la salud y el bienestar del usuario.

En lo que respecta a la población servida con acueductos se ha supuesto un nivel de cobertura del 90% para el horizonte del proyecto. El 10% restante se estima que corresponde a las familias que no se conectan al servicio por razones: económicas, de dispersión de la población, accesibilidad a otras fuentes, uso de fuentes propias u otros motivos.

5.4.6 Definición de parámetros de diseño

Se consideró todos los aspectos referente a las variables que intervienen en el diseño de los elementos constituyentes del sistema de agua potable.

Período óptimo de diseño

- Planta de tratamiento	10 años
- Líneas de conducción/impulsión	10-12 años
- Reservorios de regulación	12-15 años
- Redes de distribución	15-17 años
Dotación per-cápita	225 l/h/d (1990-2000)
	235 l/h/d (2001-2010)
	245 l/h/d (2011-2020)
% población servida por conexiones	90%
Consumo máximo diario	1.25 consumo promedio
Consumo máximo horario	1.90 consumo promedio
Volúmen de regulación	20% Qp (24 horas)
	30% Qp (20 horas)
Volúmen de reserva contra incendio	220 m ³ (12 l/s para 5 horas)
Volúmen por interrupciones (3 horas)	12.5% Qpm

5.5 Estudio de alternativas y selección de la más conveniente

En este estudio se analiza en forma sistemática y ordenada, las posibilidades de utilización de recursos de agua subterránea y/o superficial para suplir los requerimientos actuales y futuros del agua potable de la población de la ciudad de Santa Ana, bajo el concepto básico de la calidad y seguridad del recurso y aplicación de los principios socio-económicos, donde el usuario juega un rol primordial, en cuanto a su aceptación del servicio y capacidad de pago.

5.5.1 Objetivos

Identificar las posibles formas y procedimientos para solucionar las necesidades de agua potable de la ciudad, por etapas, hasta el horizonte del proyecto. Para que la decisión resulte económicamente factible, se considera:

- a) Analizar tres o más alternativas de fuentes.*
- b) Incluir los elementos primordiales de costo.*
- c) Aplicar los criterios técnicos de evaluación correspondientes.*

5.5.2 Criterios técnicos de evaluación

El estudio de alternativas de acueductos es básicamente un análisis de selección de fuentes.

Se definen los componentes para cada alternativa: pozos, manantiales, río o lago, considerándose las combinaciones razonablemente factibles, para cada una de las tres etapas en que se ha dividido el horizonte del proyecto.

Las líneas de impulsión o conducción, así como la ubicación de los reservorios, constituyen variables dependientes de la fuente o fuentes según la alternativa.

En el caso de fuente superficial se ha considerado el tratamiento del agua mediante un sistema de filtros rápidos.

Luego de definido y caracterizado el tamaño de las estructuras, se considera el análisis de costos:

- a) Costos de inversión para cada estructura (costo al año 1990).
- b) Costos fijos: energía y operación año a año a valores constantes.
- c) La selección se hace por comparación de equivalencia, fijándose el período de diseño y la tasa de interés (12%).
- d) La comparación de equivalencia se ha efectuado por el método del valor actual neto (VAN) o valor actual de costos.

5.5.3 Consideraciones para el Planteamiento de las Alternativas

Se considera el análisis de las posibles soluciones que son motivo de una evaluación técnica y económica, para su selección o descarte, para el sistema de agua potable de la ciudad de Santa Ana.

5.5.3.1 Etapas del proyecto

El horizonte del proyecto es de 30 años a partir de 1990 y se ha dividido en tres etapas de desarrollo cuyas metas son los años 2000, 2010 y 2020.

Primera Etapa :	1990 - 2000
Segunda Etapa :	2000 - 2010
Tercera Etapa :	2010 - 2020

5.5.3.2 Criterios de diseño

Para el estudio y análisis de las alternativas y sus respectivas etapas, se parte del concepto del período óptimo de diseño, moderadamente ajustado para adaptarlo a las etapas.

El análisis de población se desarrolló en el acápite 5.4.5.1 y comprende tres períodos : uno hasta el año 2000 y los otros al año 2010 y al 2020. (Ver cuadro 5.5.3-1).

El porcentaje de población servida con conexiones domiciliarias se ha fijado en 90%, sin variación durante todo el horizonte del proyecto.

Para el consumo máximo diario se ha considerado 1.25 del promedio diario anual. Con el resultado de:

$$\frac{\text{Población servida} \times 1.25 \times \text{dotación}}{86,400} = Q_{\text{máximo diario}}$$

,se analiza la necesidad de producción, es decir, la capacidad de la fuente.

Los demás elementos básicos constituidos del sistema de acueductos como son fuentes, bombeo, conducción, almacenamiento y tratamiento, son analizados bajo el concepto de período óptimo de diseño reajustado (ver cuadro 5.5.3-2).

5.5.3.3 Alternativas de fuentes

La fuente actual de recursos del sistema de agua potable de Santa Ana es el agua subterránea, a través de pozos y manantial en actual explotación. (Ver cuadro 5.5.3-3).

Existen recursos potenciales constituídos por aguas superficiales (Río Sucio y Lago Coatepeque) y afloramientos naturales (manantiales), susceptibles de ser explotados. (ver cuadro 5.5.3-4 y figura 5.5.3-1).

Para el abastecimiento actual y futuro de la población se han analizado cuatro alternativas, que forman parte de posibles soluciones que serán motivo de una evaluación técnico-económica para su selección o descarte.

Cuadro 5.5.3-1 : Tendencia de crecimiento de la ciudad

ETAPA	AREA Has.	INCREMENTO DE AREA Has.	DENSIDAD BRUTA hab/Ha	POBLACION TOTAL hab
1a 1990 - 2000	2,213.20		94.23	208,548
2a 2001 - 2010	2,790.45	577.25	99.95	278,913
3a 2011 - 2020	3,723.55	933.10	100.67	374,836

Cuadro 5.5.3-2 : Periodos optimos de diseno

COMPONENTES	FACTOR DE ECONOMIA ESCALA (a)	PERIODO OPTIMO DE DISENO Anos 1)	PERIODO OPTIM DE DISENO REAJUSTADO Anos 2)
Equipos de bombeo	0.49	10.20	10
lineas de aduccion	0.47	10.60	10
Reservorios apoyados	0.68	6.00	10
Plantas de Tratamiento	0.72	5.20	10

$$1) \text{ Periodo optimo} = \frac{2.6 (1 - a)^{1.12}}{r}$$

2) Adoptados para los calculos

Cuadro 5.5.3-3 : Fuentes de producción actuales

FUENTE DE PRODUCCION	AFORO l/s	CAUDAL EXPLOTABLE l/s
Manantial El Molino	34.5	34.0
Pozo El Molino 1	84.0	70.0
Pozo El Molino 2	38.0	32.0
Pozo Sapoapa 1	85.2	71.0
Pozo Chinameca	91.5	76.2
Pozo Sanidad	73.0	60.8
Pozo El Trebol	10.8	9.0
TOTAL	417.0	353.0

Cuadro 5.5.3-4 : Pozos actuales por equipar

FUENTE DE PRODUCCION	CAUDAL AFORADO Y/O ESPERADO l/s	CAUDAL EXPLOTABLE l/s
Pozo El Molino 3	100.0	83.4
Pozo Sapoapa 2	25.0	20.8
Pozo El Trebol 2	60.0	50.0
Pozo Sihuacop	22.0	18.3
Pozo Colonias Unidas	21.0	17.5
TOTAL	228.0	190.0

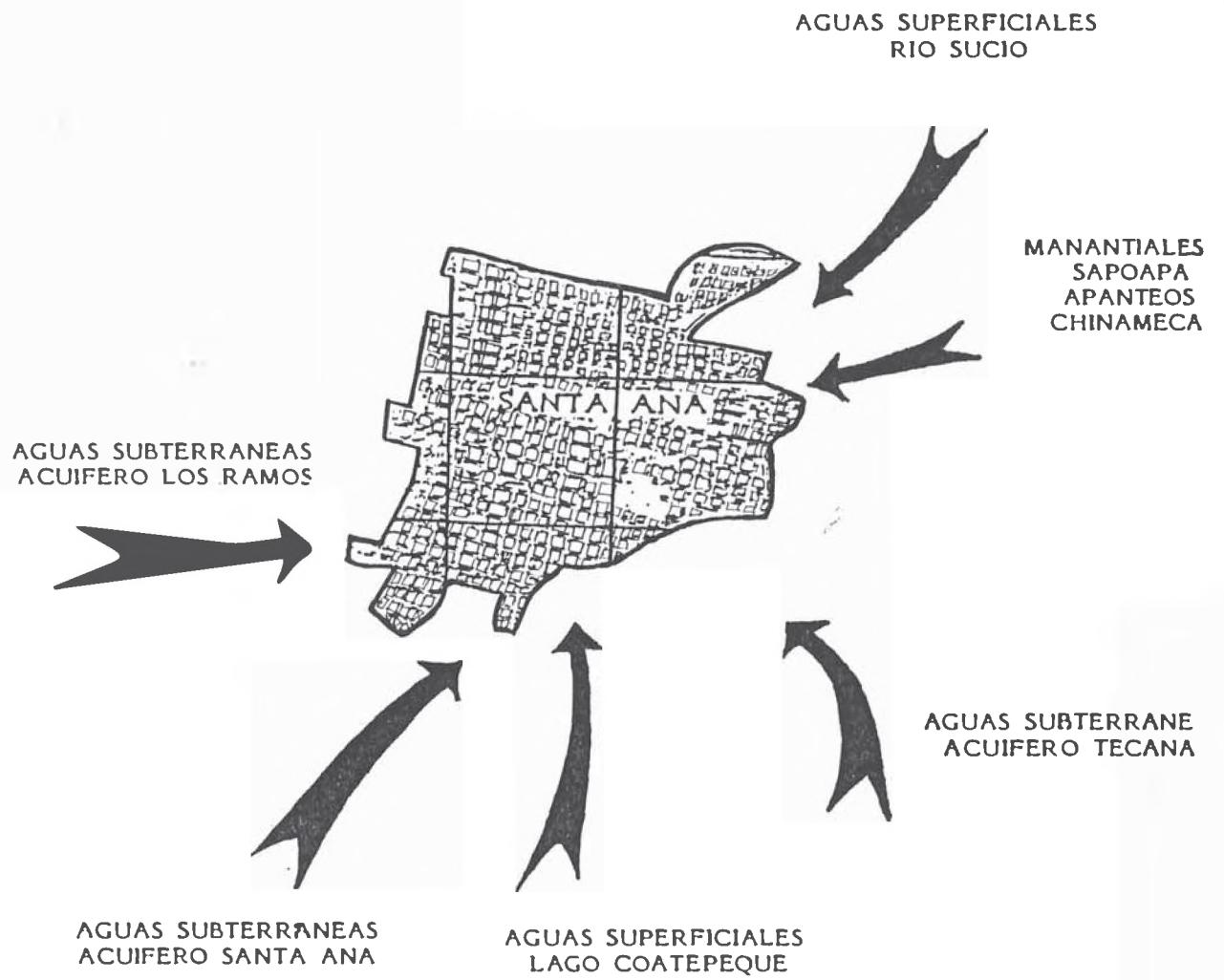


Figura 5.5.3-1: Alternativas de Fuentes

Las fuentes consideradas para el sistema de acueductos son las siguientes :

- a) Aguas subterráneas provenientes del acuífero de Santa Ana (con 353 l/s en actual explotación). Comprende pozos y manantiales.*
- b) Aguas subterráneas del acuífero Los Ramos de la zona comprendida entre el Caserío Los Ramos y La Finca San José.*
- c) Aguas subterráneas del acuífero Tecana, ubicadas al Este del Cerro del mismo nombre.*
- d) Aguas superficiales del Río Sucio (ubicado al Norte de la ciudad de Santa Ana).*
- e) Aguas Superficiales del Lago de Coatepeque (ubicado al Sur de la ciudad).*

Las fuentes de abastecimiento deben satisfacer la demanda del día de máximo consumo para las 3 etapas del proyecto. (Ver cuadro 5.5.3-5).

Las nuevas fuentes a captar deben satisfacer el déficit de caudal en cada etapa del proyecto. (Ver cuadro 5.5.3-6).

5.5.4 Planteamiento de Alternativas

Para el planteamiento de las alternativas se considera el horizonte del proyecto, dividido en tres etapas de desarrollo. La base del planteamiento está constituida por las fuentes, principalmente el agua subterránea. Con estas premisas se plantean cuatro alternativas:

- a) Alternativa A-1: Aguas subterráneas + Manantiales*
- b) Alternativa A-2: Aguas subterráneas*
- c) Alternativa A-3: Aguas subterráneas + Aguas superficiales*
- d) Alternativa A-4: Aguas subterráneas + Aguas superficiales*

Cuadro 5.5.3-5 : Demanda de caudales maximos diarios

ET A P A	POBLACION SERVIDA hab	DEMANDA MAXIMA DIARIA l/s
1990 - 2000	187,693	611.0
2001 - 2005	215,534	736.0
2006 - 2010	251,022	853.0
2011 - 2015	291,003	1,031.0
2016 - 2020	337,352	1,196.0

Cuadro 5.5.3-6 : Deficit de produccion por quinquenios

ET A P A	DEMANDA MAXIMA DIARIA l/s	PRODUCCION DE FUENTES EXISTENTES l/s	DEFICIT DE PRODUCCION l/s
1990 - 2000	611.0	353.0	258.0
2001 - 2005	736.0	353.0	383.0
2006 - 2010	853.0	353.0	500.0
2011 - 2015	1,031.0	353.0	678.0
2016 - 2020	1,196.0	353.0	843.0

Las alternativas consideradas para el Plan Maestro de Agua Potable, que se muestran en el cuadro 5.5.4-1 y sintetizan las características de los componentes no comunes de las mismas.

5.5.5 Desarrollo de las alternativas

5.5.5.1 Alternativa A-1

Para todas las etapas de esta alternativa se ha considerado como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas.

El funcionamiento de esta alternativa es por bombeo y comprende:

- *El sistema actual de bombeo (353 l/s).*
- *El equipamiento de 5 pozos existentes (190 l/s).*
- *Perforación y equipamiento de 2 pozos (uno alterno) en el área de El Trébol (150 l/s).*
- *Perforación y equipamiento de 4 pozos en el área del Caserío Los Ramos (240 l/s).*
- *Captación en manantial Sapoapa (215 l/s).*
- *Captación en manantial Apanteos (185 l/s).*

La producción total de estas fuentes es de 1,198 l/s, caudal suficiente para cubrir la demanda de la población al año 2020, que es de 1190 l/s. (Ver figura 5.5.5-1).

1ra Etapa - Alternativa A-1

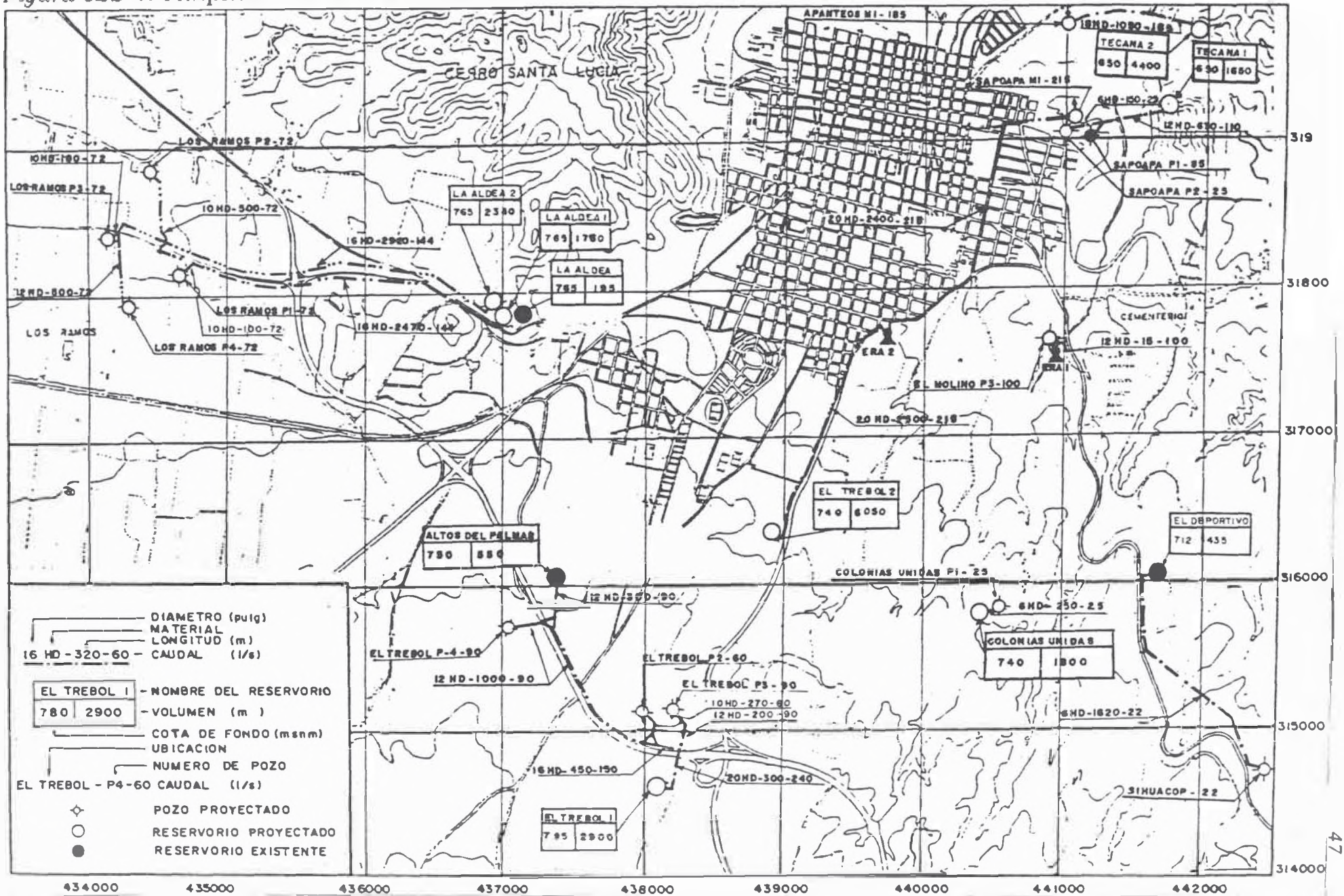
Los componentes de la alternativa en su primera etapa (1990-2000) son los siguientes:

- *Pozos profundos.*
- *Líneas de conducción.*
- *Reservorios.*
- *Equipos de bombeo.*

Cuadro 5.5.4-1 : Características de los componentes principales de las alternativas de agua potable

ALTERNATIVAS	COMPONENTES POR ETAPAS		
	1ra (1991 - 2000)	2da (2001 - 2010)	3ra (2011 - 2030)
A-1 Pozos + Manantiales	- 7 pozos (1 reserva) - Líneas de aducción - 3 reservorios (miles de m ³) 265 l/s 59 Km 6.33	- 2 pozos - 1 manantial - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 120 l/s 185 l/s ✓ 41 Km 6.15	- 2 pozos - 1 manantial - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 120 l/s 215 l/s 8.4 Km 8.39
A-2 Pozos solamente	- 7 pozos (1 reserva) - Líneas de aducción - 3 reservorios (miles de m ³) 265 l/s 59 Km 6.33	- 4 pozos - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 270 l/s 41 Km 7.15	- 5 pozos - Líneas de aducción - 3 reservorios (miles de m ³) 315 l/s 6.3 Km 10.2
A-3 Pozos + Lago Coatepeque	- 7 pozos (1 reserva) - Líneas de aducción - 3 reservorios (miles de m ³) 265 l/s 59 Km 6.33	- Captación Lago Coatepeque - Planta de tratamiento - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 252 l/s ✓ 252 l/s 128 Km 5.45	- Captación Lago Coatepeque - Ampliación de Planta - de tratamiento - Líneas de aducción - 1 reservorio (miles de m ³) 357 l/s 357 l/s 8.63 Km 7.90
A-4 Pozos + Río Sucho	- 7 pozos (1 reserva) - Líneas de aducción - 3 reservorios (miles de m ³) 310 l/s 7.3 Km 6.35	- 2 pozos - Captación Río Sucho - Planta de tratamiento - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 120 l/s 105 l/s ✓ 105 l/s 395 Km 7.00	- Captación Río Sucho - Ampliación de Planta - de tratamiento - Líneas de aducción - 2 reservorios (miles de m ³) 336 l/s 336 l/s 4.90 Km 7.92

Figura 5.55-1: Componentes de la alternativa A-1.



Cuadro 5.5.5.1-1: Componentes de la Alternativa A-1.

COMPONENTE	ETAPAS DE LA ALTERNATIVA											
	1ª (1990-2000)			2ª (2000-2010)			3ª (2010-2020)					
CAPTACIONES	1) POZOS (7)	P	D	Q	1) POZOS (2)	P	D	Q	1) POZOS (2)	P	D	Q
	.El Molino 3	72.54	14"	100	.Los Ramos 1	150	16"	72	.Los Ramos 3	150	16"	72
	.Sapoapa 2	31.09	14"	25					.Los Ramos 4	150	16"	72
	.El Trébol 2	200.00	16"	60	.Los Ramos 2	150	16"	72				
	.Sihuacop	152.40	12"	22	2) 1 MANANTIAL				2) 1 MANANTIAL			
	.Colonias Unidas	160.00	14"	21								
	.El Trébol 3	200	18"	90	.Apanteos	--	--	185	.Sapoapa	--	--	215
.El Trébol 4	200	18"	90									
LINEAS DE ADUCCION	DIAMETRO (pulg.)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO (pulg.)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO (pulg.)	LONGITUD (m.)				
	6"	2,020		10"	600		10"	100				
	10"	270		16"	2,470		12"	500				
	12"	2,865		18"	1,050		16"	2,920				
	16"	450		TOTAL	4,120		20"	4,900				
	20"	300					TOTAL	8,420				
TOTAL	5,905											
RESERVIOS DE REGULACION	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA			
	El Trébol 1	2,900	795	La Aldea 1	1,750	765	La Aldea 2	2,340	765			
	Tecana 1	1,650	650	Tecana 2	4,400	650	Tecana 2	6,050	740			
	C. Unidas	1,800	740	TOTAL	6,150		TOTAL	8,390				
TOTAL	6,350 m ³											

P = Profundida del pozo (m)

Q = Caudal esperado (l/s)

D = Diámetro del pozo (pulg)

Se construirán y equiparán 2 pozos nuevos y se equiparán 5 pozos existentes para obtener un caudal total 618 l/s, caudal mayor que la demanda de la población al final de la 1ra Etapa (611 l/s). Se ha considerado 10 años como período de diseño de estas estructuras.

Se instalarán tuberías de hierro dúctil de 6", 10", 12", 16", y 20" de diámetro, con longitudes de 2020, 270, 2865, 450 y 300 m.

Se han proyectado 3 reservorios de almacenamiento de 2900, 1650 y 1800 m³ de capacidad ubicados en las zonas El Trébol, Cerro Tecana y Colonias Unidas respectivamente.

2da Etapa - Alternativa A-1

Los componentes de esta alternativa en su segunda etapa (2001-2010) son los siguientes:

- . Pozos.
- . Estructura de captación manantial Apanteos.
- . Líneas de aducción.
- . Reservorios de regulación.
- . Equipos de bombeo.

Para esta 2da Etapa se ha considerado 5 años como período óptimo de diseño de los pozos (se entiende período óptimo de diseño, no vida útil) y de 20 años de la estructura de captación.

Se construirán y equiparán 2 pozos, de 150 m. de profundidad y 16" de diámetro, en el área del caserío Los Ramos para un rendimiento esperado de 72 l/s cada uno y 20 horas de funcionamiento.

La producción neta de estas fuentes (120 l/s) y los 265 l/s de la 1ra Etapa cubrirán el déficit de la demanda al final del año 2005 (383 l/s).

Se construirá una estructura de captación en el manantial Apanteos y será equipada para obtener un caudal de explotación de 185 l/s.

caudal suficiente para cubrir el déficit de la demanda al final del año 2010.

Se instalarán tuberías de hierro dúctil de 10", 16" y 18" de diámetro con longitudes de 600, 2470 y 1050 m. respectivamente.

Se han proyectado 2 reservorios del tipo apoyado, de 1750 y 4400 m³ de capacidad cada uno a ser ubicados en el Cerro Santa Lucía y Cerro Tecana respectivamente.

3ra Etapa - Alternativa A-1

Los componentes de esta alternativa para la 3^a Etapa del proyecto son los siguientes :

- . Pozos.
- . Estructura de captación manantial Sapoapa.
- . Líneas de conducción por impulsión.
- . Reservorios de regulación.
- . Equipos de bombeo.

Al igual que en la 2^a Etapa de esta alternativa, se ha considerado 5 años como período óptimo de diseño de los pozos.

Se construirán y equiparán dos pozos de 150 m. de profundidad y 16" de diámetro en el área del caserío Los Ramos con un rendimiento esperado de 72 l/s cada uno y 20 horas de funcionamiento.

En esta 3ra Etapa corresponde ejecutar la captación en el manantial Sapoapa, a fin de captar un caudal de 215 l/s, caudal suficiente para cubrir el déficit de la demanda al año 2015.

En esta etapa se proyecta la construcción de una cámara de captación del manantial Sapoapa, con capacidad de 400 m³ que constituirá la estación de rebombeo.

Con la construcción de estas estructuras se tendrá un caudal total

de 355 l/s que sumados a los 863 existentes en 2da Etapa da un total de 1,198 l/s.

Se han proyectado líneas de aducción de 10", 12", 16" y 20" de diámetro con longitudes de 100, 500, 2920 y 4900 m.

Se construirán dos reservorios de regulación de 2,340 y 6,050 m³ de capacidad cada uno, a ser ubicados en la zona La Aldea y El Trébol.

5.5.5.2 Alternativa A-2

Esta alternativa consiste en el aprovechamiento del agua subterránea de los acuíferos Santa Ana y Los Ramos, mediante la perforación de pozos tubulares, que conjuntamente con las fuentes actuales cubrirán la demanda de la población hasta el año 2020.

Del acuífero Los Ramos se extraerá hasta 730 l/s, equivalente a los 2/3 de su capacidad (1,170 l/s) y del acuífero Santa Ana hasta 753 l/s, es decir, los 2/3 de su capacidad (1,130 l/s).

El funcionamiento de esta alternativa es por bombeo y comprende:

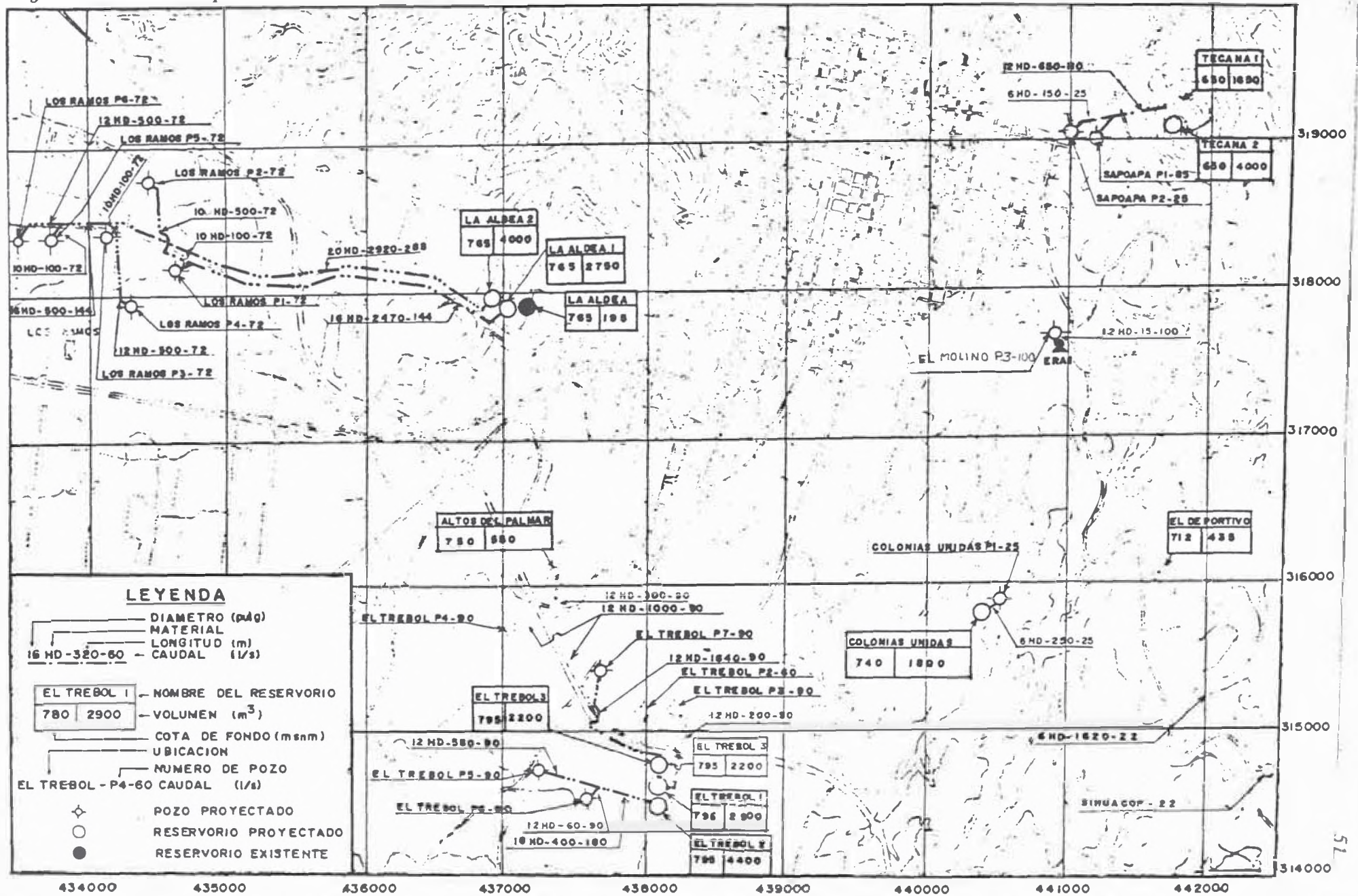
- El sistema actual de bombeo (353 l/s).
- El equipamiento de 5 pozos existentes (190 l/s).
- Perforación y equipamiento de 5 pozos (uno alterno) en el área de El Trébol (300 l/s).
- Perforación y equipamiento de 6 pozos en el área del Caserío Los Ramos (360 l/s).

La producción total de estas fuentes es de 1230 l/s, caudal superior a los 1196 l/s de la demanda futura de la ciudad al año 2020. (Ver figura 5.5.5-1).

1ra Etapa - Alternativa A-2

Los componentes para la 1ra Etapa de esta alternativa son los siguientes:

Figura 5.55-2: Componentes de la alternativa A-2.



dro 5.5.5.2-1 : Componentes de la Alternativa A-2.

COMPONENTE	ETAPAS DE LA ALTERNATIVA											
	1ª (1990-2000)			2ª (2000-2010)			3ª (2010-2020)					
CAPTACIONES	1) POZOS (7)	P	D	Q	1) POZOS (2)	P	D	Q	1) POZOS (5)	P	D	Q
	.El Molino 3	72.54	14"	100	- Los Ramos 1	150	16"	72	- Los Ramos 3	150	16"	72
	.Sapoapa 2	31.09	14"	25	- Los Ramos 2	150	16"	72	- Los Ramos 4	150	16"	72
	.El Trébol 2	200.00	16"	60	- El Trébol 5	200	18"	90	- Los Ramos 5	150	16"	72
	.Sihuacop	152.40	12"	22	- El Trébol 6	200	18"	90	- Los Ramos 6	150	16"	72
	.Colonias Unidas	160.00	14"	21					- El Trébol 7	200	18"	90
	.El Trébol 3	200.00	18"	90								
	.El Trébol 4	200.00	18"	90								
LINEAS DE ADUCCION	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO	LONGITUD		DIAMETRO	LONGITUD				
	6"	2,020		10"	600		10"	200				
	10"	270		12"	640		12"	2,640				
	12"	2,865		16"	2,470		16"	500				
	16"	450		18"	400		20"	2,920				
	20"	300		TOTAL	4,110		TOTAL	6,260				
	TOTAL	5,905										
RESERVORIOS DE REGULACION	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA			
	El Trébol 1	2,900	795	El Trébol 2	4,400	795	El Trébol 3	2,200	795			
	Tecana 1	1,650	650				La Aldea 2	4,000	765			
	C. Unidas	1,800	740	La Aldea 1	2,750	765	Tecana 2	4,000	650			
	TOTAL	6,350 m ³		TOTAL	7,150		TOTAL	10,200				

P = Profundidad del pozo (m)

Q = Caudal del pozo (l/s)

Dd = Diámetro del pozo (pulg)

- . Pozos.
- . Líneas de aducción.
- . Reservorios de regulación.
- . Equipos de bombeo.

Se perforarán y equiparán dos pozos tubulares de 200 m. de profundidad y 18" de diámetro, con rendimiento esperado de 90 l/s cada uno en la zona de El Trébol.

En esta etapa se instalarán líneas de impulsión, en tubería de hierro dúctil de 6", 10", 12", 16" y 20" de diámetro con longitudes de 2020, 270, 2685, 450 y 300 m. respectivamente.

Se han proyectado tres reservorios de almacenamiento de 2900, 1650 y 1800 m³ de capacidad ubicados en la zonas: El Trébol, C. Tecana y Colonias Unidas respectivamente.

2da Etapa - Alternativa A-2

Los componentes de esta alternativa en su 2da Etapa son:

- . Pozos.
- . Líneas de aducción.
- . Reservorios de regulación.
- . Equipos de bombeo.

Para atender el déficit de la demanda al año 2005, se perforarán y equiparán 2 pozos tubulares en el área del caserío Los Ramos, con un rendimiento esperado de 72 l/s cada uno.

Para atender el déficit de la demanda al año 2010, se perforarán y equiparán 2 pozos tubulares en el área de El Trébol, con un rendimiento esperado de 90 l/s cada uno.

Se instalarán líneas de impulsión de 10", 12", 16" y 18" de diámetro con longitudes de 600, 640, 2470, y 400 m. de longitud respectivamente.

Se construirán dos reservorios de almacenamiento de 4,400 y 2,750 m³ de capacidad, ubicados en El Trébol y en el área de la Aldea San Antonio (en el cerro Santa Lucía).

3ra Etapa - Alternativa A-2

Los componentes de esta 3ra Etapa de la alternativa A-2 son:

- . Pozos.*
- . Líneas de aducción.*
- . Reservorios de regulación.*
- . Equipos de bombeo.*

Para atender el déficit de la demanda al año 2015, se ha proyectado la construcción y equipamiento de dos pozos ubicados en el caserío Los Ramos y un pozo en área de El Trébol.

Los pozos de los Ramos, de 150 m. de profundidad y 16" de diámetro, tendrán un régimen esperado de explotación de 72 l/s.

El pozo de El Trébol, de 200 m. de profundidad y 18" de diámetro, tendrá un régimen esperado de 90 l/s.

Para cubrir el déficit de la demanda al año 2020 se han proyectado dos pozos, de 200 m. de profundidad y 16" de diámetro ubicados en el área del caserío Los Ramos, con un rendimiento esperado de 72 l/s cada uno.

Se instalarán líneas de impulsión de 10", 12", 16" y 20" de diámetro con longitudes de 200, 2640, 500 y 2920 m. respectivamente.

Se construirán tres reservorios de almacenamiento de 2200, 4000 y 4000 m³ de capacidad ubicados en El Trébol, La Aldea y el Cerro Tecana.

5.5.5.3 Alternativa A-3

Considera el uso de las aguas subterráneas del acuífero Santa Ana y las aguas superficiales del lago Coatepeque. (Ver figura 5.5.5-1).

El funcionamiento de esta alternativa es por bombeo y comprende:

- *El sistema actual de bombeo (353 l/s).*
- *El equipamiento de 5 pozos existentes (190 l/s).*
- *Perforación y equipamiento de 2 pozos en el área de El Trébol (150 l/s).*
- *Captación y planta de tratamiento en el Lago Coatepeque (580 l/s).*

De estas fuentes se tomarán 618 l/s de las aguas subterráneas del acuífero Santa Ana y 580 l/s de las aguas del lago Coatepeque, con lo que se tendrá una producción en conjunto de 1198 l/s caudal mayor que los 1196 l/s necesarios para el abastecimiento de agua potable de la ciudad al año 2020.

1ra Etapa - Alternativa A-3

Los componentes de la alternativa A-3 en su primera etapa (1990 - 2000) son los siguientes:

- *Pozos.*
- *Estructura de captación.*
- *Planta de tratamiento.*
- *Líneas de aducción.*
- *Reservorios de regulación.*
- *Equipo de bombeo.*

Equipamiento y puesta en marcha de 5 pozos existentes, con una producción esperada de 190 l/s: pozo Sihucop, Colonias Unidas, El Trébol 2, El Molino 3 y Sapoapa 2.

Perforación, equipamiento y puesta en funcionamiento de 2 pozos

Figura 555-3: Componentes de la alternativa A-3.

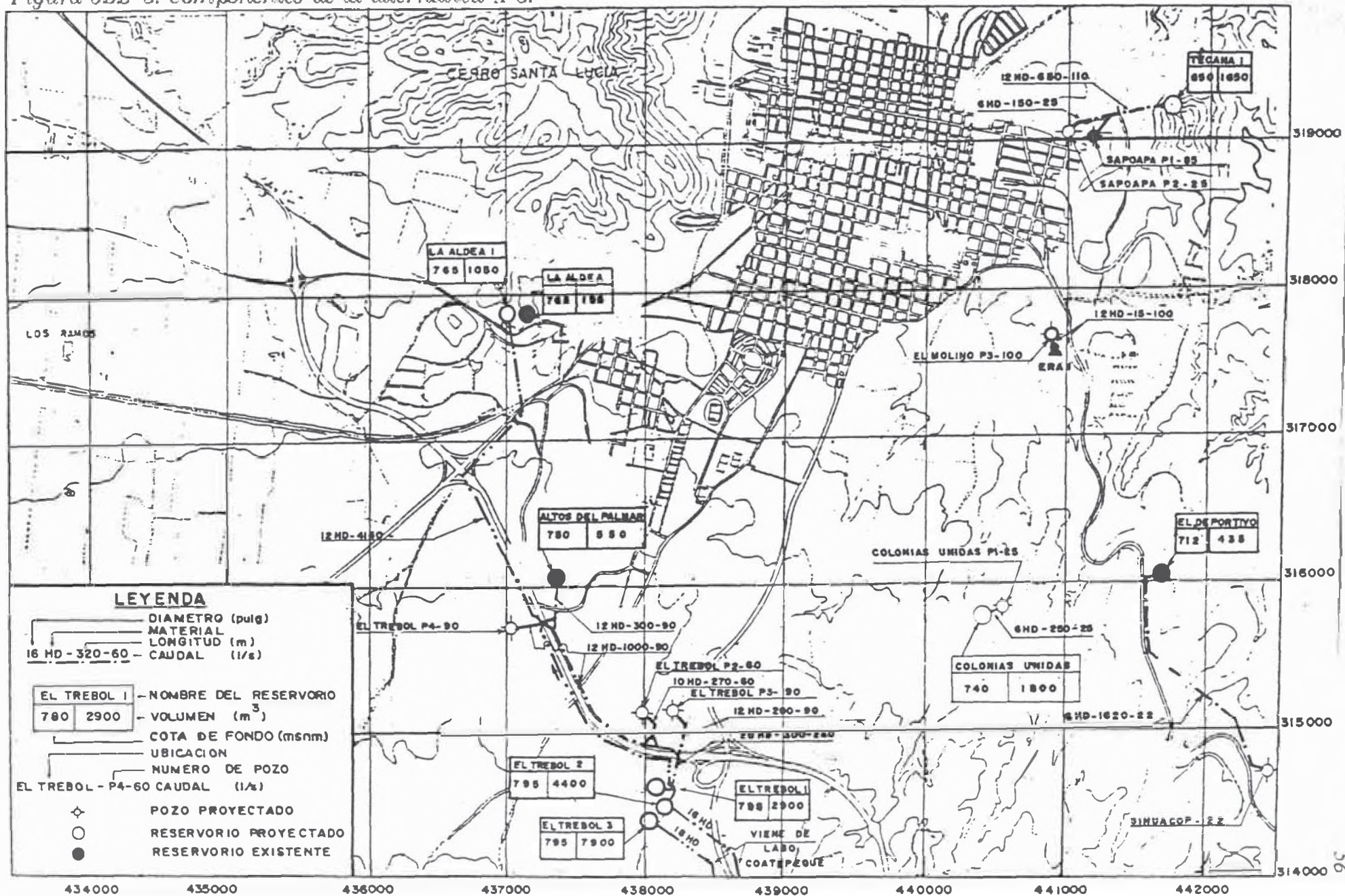
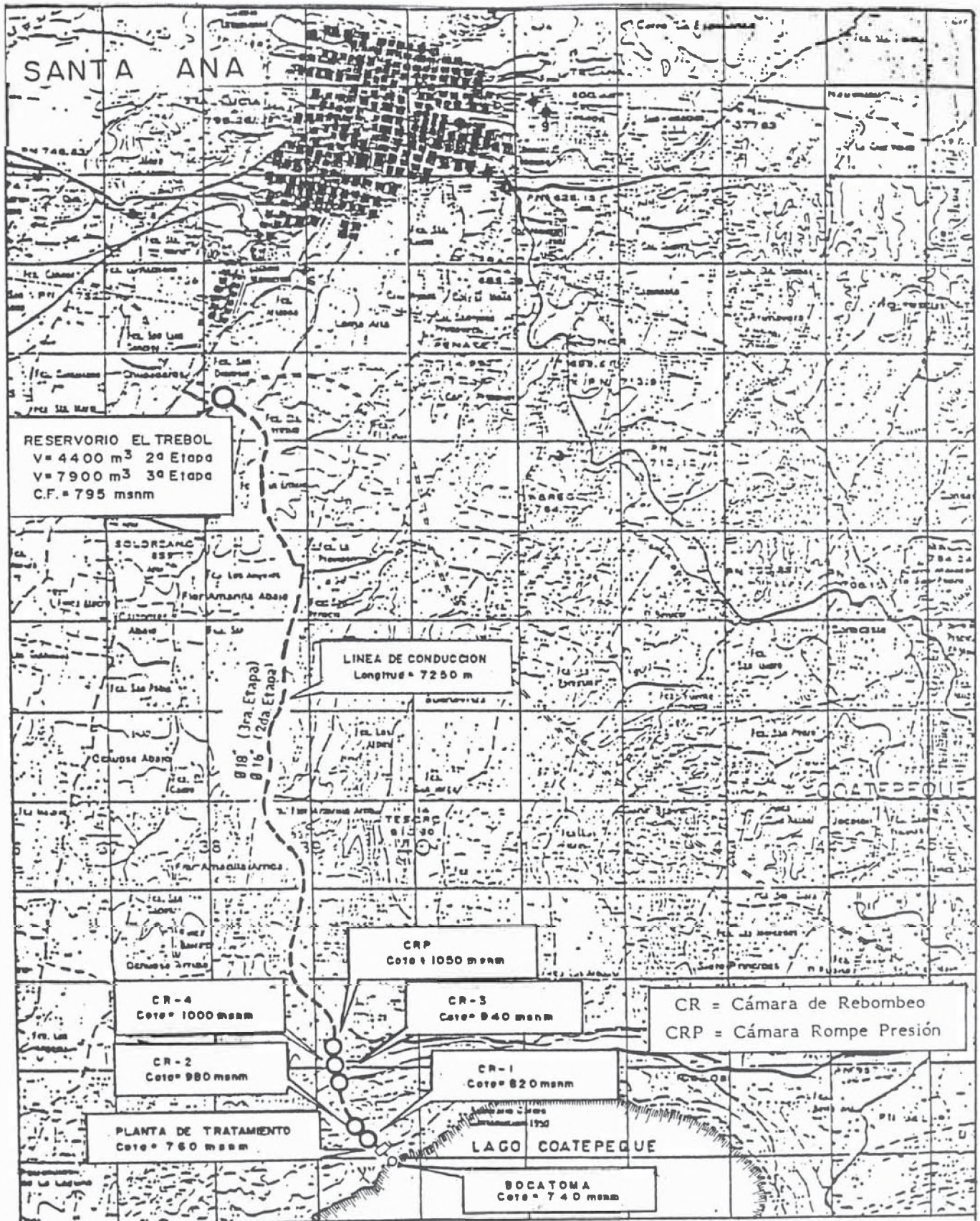


Figura 5.5.5-3a: Componentes de la alternativa A-3



ro 5.5.5.3-1: Componentes de la Alternativa A-3.

COMPONENTE	ETAPAS DE LA ALTERNATIVA								
	1ª (1990-2000)			2ª (2000-2010)		3ª (2010-2020)			
CAPTACIONES	1) POZOS (7)	P	D	Q	1) LAGO - Lago Coatepeque 240 l/s	1) LAGO - Lago Coatepeque 340 l/s			
	.El Molino 3	72.54	14"	100					
	.Sapoapa 2	31.09	14"	25					
	.El Trébol 2	200.00	16"	60					
	.Sihuacop	152.40	12"	22					
	.Colonias Unidas	160.00	14"	21					
	.El Trébol 3	200.00	18"	90					
.El Trébol 4	200.00	18"	90						
TRATAMIENTO				1) PLANTA DE TRATAMIENTO Lago Coatepeque : 250 l/s	1) AMPLIACION PLANTA DE TRATAMIENTO 350 l/s				
LINEAS DE ADUCCION	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO	LONGITUD	DIAMETRO	LONGITUD		
	6"	2,020		12"	4,140	18"	7,250		
	10"	270		16"	7,250	24"	1,380		
	12"	2,865		20"	1,380		8,630		
	16"	450		TOTAL	12,770				
	20"	300							
	TOTAL	5,905							
RESERVORIOS DE REGULACION	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA
	El Trébol 1	2,900	795	El Trébol 2	4,400	795	El Trébol 3	7,900	795
	Tecana 1	1,650	650	La Aldea 1	1,050	765			
	C. Unidas	1,800	740	TOTAL	5,450		TOTAL	7,900	
	Total	6,350 m ³							

P = Profundidad del pozo (m)

Q = Caudal esperado (l/s)

D = Diámetro del pozo (pulg)

tubulares (P3 y P4) de 200 m. de profundidad y 18" de diámetro, con un régimen de explotación esperado de 90 l/s cada uno en la zona denominada El Trébol.

Con estas fuentes se espera cubrir la demanda de la población al año 2000. (ver cuadro 5.1.3.1-1).

Instalación de líneas de impulsión de tuberías de hierro dúctil de 6", 10", 12", 16" y 20" de diámetro con longitudes de 2020, 270, 2865, 450 y 300 m. respectivamente.

Se construirán tres reservorios de almacenamiento de 2900, 1650 y 1800 m³ de capacidad, ubicados en las zonas El Trébol, Cerro Tecana y Colonias Unidas respectivamente.

2da Etapa - Alternativas A-3

Los componentes de esta alternativa en su 2da Etapa son:

- , Estructura de captación Lago Coatepeque.
- , Planta de tratamiento.
- , Estaciones de rebombeo.
- , Líneas de aducción.
- , Reservorios de regulación.
- , Equipos de bombeo.

Se ha considerado 20 años como período óptimo de diseño de la estructura de captación y 10 años para la planta de tratamiento, habiéndose proyectado captar del lago Coatepeque 252 l/s, caudal suficiente para cubrir el déficit de la demanda al año 2010.

Se construirá un pozo de captación (Caisson) sobre las aguas del lago Coatepeque en la cota 640 m.s.n.m.

Se ha proyectado la construcción de una planta de tratamiento completa para tratar un caudal de 252 l/s, que incluye el déficit de la demanda al año 2000, que es de 236 l/s, más un 5% de este caudal

para el lavado de filtros.

Construcción de cinco cisternas cilíndricas de 150 m³ de capacidad cada una, para el bombeo de 240 l/s de las aguas tratadas del lago Coatepeque y un período de almacenamiento de 10 minutos. Estarán ubicadas en las cotas 760, 820, 880, 940 y 1000 m.s.n.m.

También se construirá una cámara rompe-presión ubicada en la cota 1,050 m.s.n.m.

Instalación de línea de impulsión de hierro dúctil de 20" de diámetro con longitud de 1,380 m. en tramos comprendidos desde la captación hasta la cámara rompe-presión ubicada en la cota 1,050 m.s.n.m.

Instalación de línea de conducción de concreto simple de 16" de diámetro y 5,270 m. de longitud y de hierro dúctil, de 16" con 1,970 m. de longitud hasta la llegada al reservorio "El Trébol".

Instalación de una línea de aducción de hierro dúctil de 12" de diámetro con longitud de 4,140 m. desde el reservorio El Trébol hasta el reservorio Aldea.

Construcción de 2 reservorios de regulación de 4400 y 1050 m³ de capacidad, ubicados en las zonas de El Trébol y Aldea San Antonio .

3ra Etapa - Alternativa A - 3

Los componentes de esta alternativa en su 3ra Etapa son:

- . Estructura de captación Lago Coatepeque.*
- . Planta de tratamiento.*
- . Estaciones de rebombeo.*
- . Líneas de aducción.*
- . Reservorios de regulación.*
- . Equipos de bombeo.*

Se ha proyectado captar del lago Coatepeque 357 l/s, caudal suficiente para cubrir el déficit de la demanda al año 2020.

Iniciar la construcción de un pozo de captación (Caisson) sobre las aguas del lago Coatepeque en la cota 640 m.s.n.m.

En esta última etapa, la planta de tratamiento será ampliada para atender el déficit de la demanda del año 2020 con respecto al año 2010 que es de 357 l/s. Este caudal incluye un 5% para el lavado de los filtros.

Construcción de cinco cisternas cilíndricas, de 200 m³ de capacidad cada una, para el bombeo de 340 l/s de las aguas tratadas del lago Coatepeque, ubicadas en las cotas 760, 820, 880, 940 y 1000 m.s.n.m.

También se construirá una cámara rompe presión en la cota 1,050 m.s.n.m.

Instalación de líneas de impulsión de tuberías de hierro dúctil de 24" de diámetro con longitud total de 1,380 m. en tramos de 500, 600, 800, 900 y 120 m., comprendidos desde la captación hasta la cámara rompe-presión ubicada en la cota 1,050 m.s.n.m.

Instalación de líneas de aducción de 18" de diámetro, de hierro dúctil y concreto simple centrifugado, con longitudes de 1,970 y 5,280 m. respectivamente.

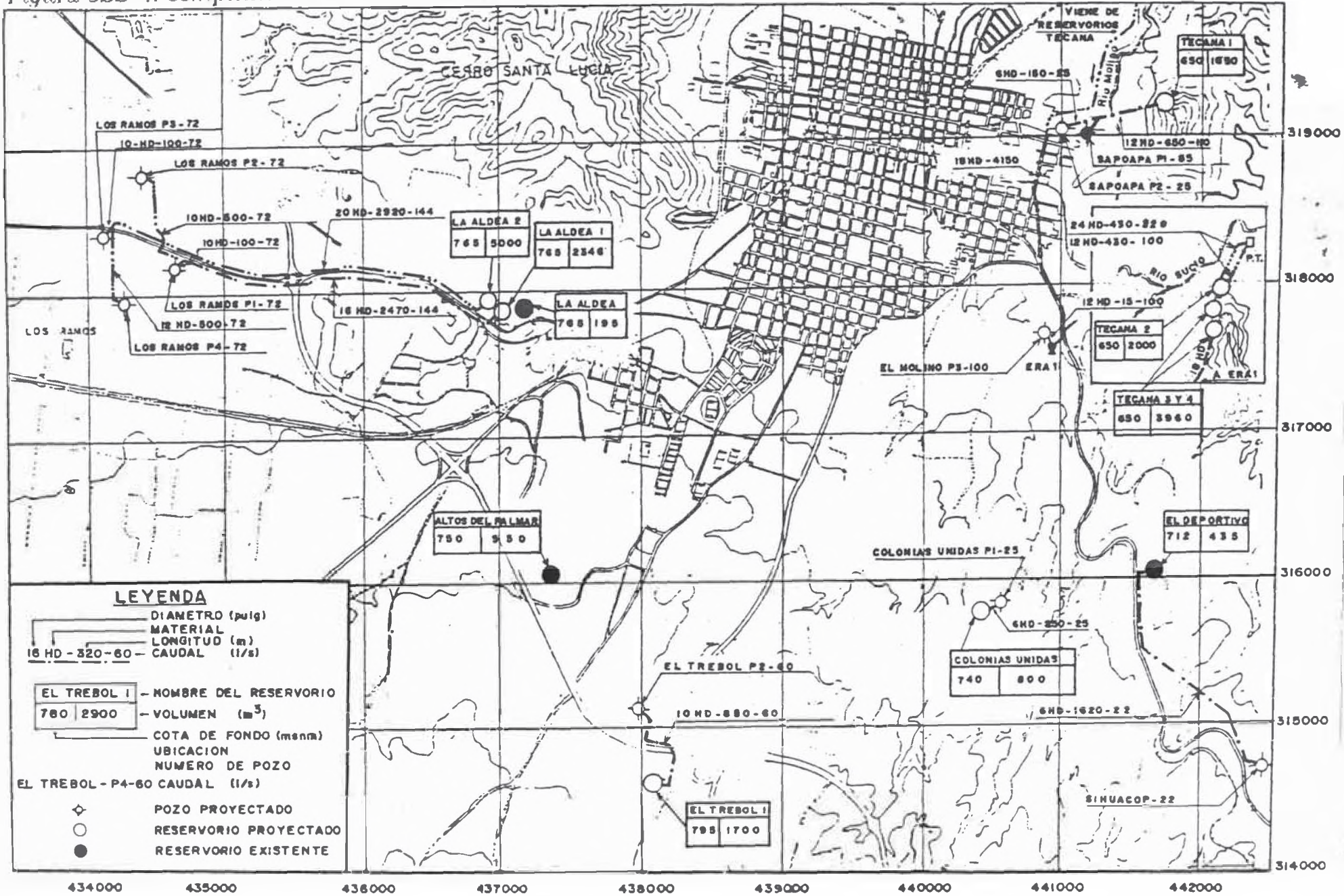
Construcción de un reservorio de regulación de 7900 m³ de capacidad, ubicado en la zona de El Trébol.

5.5.5.4 Alternativa A-4

Considera el uso de las aguas subterráneas de los acuíferos Santa Ana y Los Ramos y las aguas superficiales del Río Sucio o El Sauce.

Esta alternativa consiste en el aprovechamiento y uso al máximo de la capacidad de las estructuras existentes, es decir, el aprovecha-

Figura 5.55-4: Componentes de la alternativa A-4.



Cuadro S.S.4-1: Componentes de la Alternativas A-4.

COMPONENTE	ETAPAS DE LA ALTERNATIVA								
	1ª (1990-2000)			2ª (2000-2010)			3ª (2010-2020)		
CAPTACIONES	1) POZOS (7)	P	D	Q	1) POZOS (2)	P	D	Q	2) RIO
	.El Molino 3	72.54	14"	100	.Los Ramos 3	150	16"	72	.Río Sucio : 320 l/s
	.Sapoapa 2	31.09	14"	25	.Los Ramos 4	150	16"	72	
	.El Trébol 2	200.00	16"	60	2) RIO				
	.Sihuacop	152.40	12"	22	.Río Sucio : 100 l/s				
	.Colonias Unidas	160.00	14"	21					
	.Los Ramos 1	150.00	16"	72					
.Los Ramos 2	150.00	16"	72						
LINEAS DE ADUCCION	DIAMETRO (pulg.)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO (pulg.)	LONGITUD (m.)		DIAMETRO	LONGITUD	
	6"	2,020		10"	100		12"	300	
	10"	1,450		12"	930		18"	4,150	
	12"	1,365		16"	2,920		24"	430	
	16"	2,470		TOTAL	3,950		TOTAL	4,880	
	TOTAL	7,305							
RESERVIOS DE REGULACION	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	COTA
	El Trébol 1	1,700	795	La Aldea 2	5,000	765	Tecana 3	3,960	650
	Tecana 1	1,500	650	Tecana 2	2,000	650	Tecana 4	3,960	650
	C. Unidas	800	740	TOTAL	7,000		TOTAL	7,920	
	La Aldea 1	2,346	765						
TOTAL	5,546								
TRATAMIENTO				PLANTA DE TRATAMIENTO Río Sucio : 100 l/s			AMPLIACION PLANTA DE TRATAMIENTO Río Sucio : 320 l/s		

P = Profundidad pozo (m)

Q = Caudal esperado (l/s)

D = Diámetro del pozo (pulg)

miento del sistema actual de bombeo (353 l/s), más el equipamiento y puesta en marcha de 5 pozos existentes (190 l/s) y la perforación y equipamiento de 4 nuevos pozos en el área de Los Ramos (240 l/s), complementado con la construcción de una planta de tratamiento en el Río Sucio con capacidad para 420 l/s.

La producción total de estas fuentes (1,203 l/s), cubrirá la demanda de la población al año 2020 que es de 1,196 l/s.

Esta alternativa utiliza en su 1^a etapa las aguas subterráneas del acuífero de Santa Ana (543 l/s) y las incrementa con 2 pozos de las aguas subterráneas del acuífero Los Ramos. La 1^a Etapa de esta alternativa, se diferencia de la 1^a Etapa de las otras alternativas (A1, A2, A3) en que, el incremento de producción se efectúa mediante dos pozos del acuífero Los Ramos, en vez de los dos pozos El Trébol de las otras alternativas.

Al no tomar los dos pozos de El Trébol, los manantiales Sapoapa y Apanteos, que dependen del acuífero Santa Ana, no serán afectados por su descarga y con esto mantener un caudal mínimo en el río en épocas de estiaje y abastecer la planta en la 2^a etapa.

En la época de creciente, las descargas del Río Sucio, Zarco y otros afluentes permitirán alimentar a la Planta de Tratamiento proyectada (420 l/s), sin considerar el aporte de los manantiales; con esto se permitirá asegurar el rendimiento de los pozos existentes del acuífero Santa Ana, preservando su capacidad al no perforar más pozos, como medida de seguridad hidráulica a futuro.

En la 2^a y 3^a Etapa se usarán las aguas superficiales del río Sucio en combinación con las aguas subterráneas del Caserío Los Ramos.

1ra Etapa - Alternativa A-4

Los componentes de esta alternativa en su 1^a Etapa son:

Pozos.

- Líneas de aducción.
- Reservorios de Regulación.
- Equipos de bombeo.

Equipamiento y puesta en marcha de 5 pozos ya perforados: pozos Sihuacop, Colonias Unidas, El Trébol 2, El Molino 3 y Sapoapa 2, con un rendimiento esperado total de 190 l/s.

Perforación, equipamiento y puesta en marcha de 2 pozos tubulares en el área del Caserío Los Ramos, con un régimen de explotación esperado por pozo de 72 l/s, una profundidad de 150 m. y 16" de diámetro respectivamente.

Instalación de tuberías de hierro dúctil de 6", 10", 12" y 16" de diámetro con longitudes de 2020, 1450, 1365 y 2920 m. respectivamente.

Se construirán cuatro reservorios de almacenamiento con volúmenes de 2346, 1700, 1500 y 800 m³ de capacidad, ubicados en las zonas de La Aldea San Antonio, El Trébol, Cerro Tecana y Colonias Unidas respectivamente.

2da Etapa - Alternativa A-4

Los componentes de esta alternativa en su 2da Etapa son:

- Pozos.
- Estructura de captación Río Sucio.
- Planta de tratamiento.
- Líneas de aducción.
- Reservorios de regulación.
- Equipos de bombeo.

Para cubrir el déficit de la demanda al año 2005, se ha proyectado la perforación y equipamiento de un pozo en el Caserío Los Ramos, de una profundidad de 150 m. y 16" de diámetro y un régimen de explotación esperado de 72 l/s.

Para cubrir el déficit de la demanda al año 2010, se ha proyectado otro pozo en el Caserío Los Ramos, de una profundidad de 150 m. y 16" de diámetro y un régimen de explotación esperado de 72 l/s.

Se ha proyectado la construcción de una captación y planta de tratamiento de filtros rápidos en el Río Sucio con el fin de captar un caudal de 100 l/s; caudal suficiente para cubrir el déficit de la demanda al año 2005.

En esta etapa se instalarán tuberías de 10", 12" y 16" de diámetro, con longitudes de 100, 930 y 2920 m. respectivamente.

Se construirán dos reservorios de almacenamiento con volúmenes de 5000 y 2000 m³ de capacidad, ubicados, uno en la zona de La Aldea San Antonio (Cerro Santa Lucía) y el otro en el Cerro Tecana.

3ra Etapa - Alternativa A-4

La 3ª Etapa de esta alternativa comprende:

- . Planta de tratamiento.*
- . Líneas de aducción.*
- . Reservorios.*
- . Equipos de bombeo.*
- . Planta de Tratamiento*

A fin de cubrir el déficit de la demanda al final del horizonte del proyecto, se ha proyectado la ampliación de la planta de tratamiento del Río Sucio, captando 320 l/s adicionales.

En esta última etapa se colocarán tuberías de hierro dúctil de 12", 18" y 24" de diámetro, con longitudes de 300, 4150 y 430 m.

Se construirán 2 reservorios de almacenamiento en el Cerro Tecana con capacidad de 3,960 m³ cada uno.

5.5.6 Costos de inversión, re-inversión, operación y mantenimiento de los componentes de cada alternativa

Para la evaluación económica de las alternativas se ha tomado en cuenta los costos de inversión y de re-inversión de todos los componentes que intervienen en ellas.

Igualmente, en cuanto a los costos de operación y mantenimiento, se consideran solamente los incrementales, atribuibles a las nuevas estructuras y equipos que ha sido planteados como inversión en cada alternativa.

Para el análisis de alternativas de agua potable, se ha valorizado las estructuras y equipos correspondientes a pozos, captaciones de manantiales y de aguas superficiales, plantas de tratamiento, líneas de aducción (gravedad e impulsión), estaciones de rebombeo y reservorios.

Igualmente se ha tomado en cuenta los costos de operación en cuanto a personal, energía, productos químicos y costos de mantenimiento.

En el Anexo 1 se muestran los presupuestos de inversión, re-inversión y los costos de operación y mantenimiento, por etapas, de las cuatro alternativas estudiadas.

En base a estos valores, en los cuadros 5.5.6-1, 5.5.6-2, 5.5.6-3 y 5.5.6-4 se muestran el resumen de costos de cada alternativa estudiada. Incluye los costos de inversiones, re-inversiones y operación y mantenimiento.

ro 556-2: Resumen de Costos. Alternativa A-1.

ANO	C O S T O S INVER- SIONES	E N REINVER- SIONES	M I L E S OPERACION Y MANTTO.	D E U S \$ TOTAL	VALOR ACTUAL
1991	950.05			950.05	848.26
1992	950.05			950.05	757.37
1993			91.40	91.40	65.06
1994			98.68	98.68	62.71
1995			106.16	106.16	60.24
1996			114.04	114.04	57.78
1997			122.13	122.13	55.25
1998			129.97	129.97	52.49
1999			138.99	138.99	50.12
2000	1,451.95		147.77	1,599.72	515.07
2001			191.11	191.11	54.94
2002		269.96	196.09	466.05	119.62
2003			201.21	201.21	46.11
2004			206.49	206.49	42.25
2005	199.68		211.92	411.60	75.20
2006			225.85	225.85	36.84
2007			231.72	231.72	33.75
2008			237.96	237.96	30.94
2009			244.29	244.29	28.36
2010	2,533.95	93.02	250.81	2,877.78	298.33
2011			314.74	314.74	29.13
2012		269.96	322.79	592.75	48.99
2013			331.08	331.08	24.43
2014			339.62	339.62	22.37
2015	218.74	68.17	348.40	635.31	37.37
2016			359.76	359.76	18.89
2017			379.87	379.87	17.81
2018			391.59	391.59	16.40
2019			403.67	403.67	15.09
2020			416.12	416.12	13.89

COSTO TOTAL - VALOR ACTUAL	US \$.	3,535.06
----------------------------	--------	----------

Idro 556-2: Resumen de Costos. Alternativa A-2.

ANO	C O S T O S E N M I L E S D E U S \$			TOTAL	VALOR ACTUAL
	INVER- SIONES	REINVER- SIONES	OPERACION Y MANTTO.		
1991	950.05			950.05	848.26
1992	950.05			950.05	757.37
1993			91.40	91.40	65.06
1994			98.68	98.68	62.71
1995			106.16	106.16	60.24
1996			114.04	114.04	57.78
1997			122.13	122.13	55.25
1998			129.97	129.97	52.49
1999			138.99	138.99	50.12
2000	1,007.38		147.77	1,155.15	371.93
2001			192.53	192.53	55.35
2002		269.96	200.54	470.50	120.77
2003			208.78	208.78	47.85
2004			217.26	217.26	44.46
2005	1,056.39		225.98	1,282.37	234.28
2006			259.15	259.15	42.27
2007			269.27	269.27	39.22
2008			279.69	279.69	36.37
2009			290.42	290.42	33.72
2010	1,984.65	96.35	301.48	2,382.48	246.98
2011			369.65	369.65	34.21
2012		269.96	382.01	651.97	53.88
2013			394.72	394.72	29.13
2014			407.81	407.81	26.87
2015	853.05	117.39	421.29	1,391.73	81.87
2016			443.24	443.24	23.28
2017			467.29	467.29	21.91
2018			481.31	481.31	20.15
2019			495.76	495.76	18.53
2020			510.64	510.64	17.04
COSTO TOTAL - VALOR ACTUAL			US \$.	3,609.35	

Cuadro 5.56-3: Resumen de Costos. Alternativa A-3.

ANO	C O S T O S E N M I L E S D E U S \$				VALOR ACTUAL
	INVER- SIONES	REINVER- SIONES	OPERACION Y MANTTO.	TOTAL	
1991	950.05			950.05	848.26
1992	950.05			950.05	757.37
1993			91.40	91.40	65.06
1994			98.68	98.68	62.71
1995			106.16	106.16	60.24
1996			114.04	114.04	57.78
1997			122.13	122.13	55.25
1998			129.97	129.97	52.49
1999			138.99	138.99	50.12
2000	3, 277.00		147.77	3, 424.77	1, 102.68
2001			317.75	317.75	91.35
2002		269.96	338.10	608.06	156.07
2003			350.04	350.04	80.22
2004			380.58	380.58	77.87
2005			402.75	402.75	73.58
2006			426.41	426.41	69.56
2007			450.78	450.78	65.65
2008			475.89	475.89	61.88
2009			501.75	501.75	58.26
2010	3, 400.37	404.85	528.39	4, 333.61	449.25
2011			641.04	641.04	59.33
2012		269.96	661.67	931.63	76.99
2013			682.90	682.90	50.39
2014			704.75	704.75	46.43
2015			727.25	727.25	42.78
2016			732.27	732.27	38.46
2017			776.32	776.32	36.40
2018			801.98	801.98	33.58
2019			828.44	828.44	30.97
2020			855.70	855.70	28.56
COSTO TOTAL - VALOR ACTUAL				US \$.	4, 739.54

ro 556-4: Resumen de Costos. Alternativa A-4.

AÑO	C O S T O S E N M I L E S			D E U S \$	
	INVER- SIONES	REINVER- SIONES	OPERACION Y MANTTO.	TOTAL	VALOR ACTUAL
1991	961.12			961.12	858.14
1992	961.12			961.12	766.20
1993			91.64	91.64	65.23
1994			98.99	98.99	62.91
1995			106.53	106.53	60.45
1996			114.48	114.48	58.00
1997			122.64	122.64	55.48
1998			130.56	130.56	52.73
1999			139.65	139.65	50.36
2000	2,072.80		148.51	2,221.31	715.20
2001			233.81	233.81	67.21
2002		232.66	240.80	473.46	121.53
2003			247.99	247.99	56.83
2004			255.39	255.39	52.26
2005	185.92		263.01	448.93	82.02
2006			279.74	279.74	45.63
2007			289.56	289.56	42.17
2008			299.68	299.68	38.97
2009			310.11	310.11	36.01
2010	2,777.09	128.16	320.85	3,226.10	334.44
2011			412.65	412.65	38.19
2012		232.66	422.69	655.35	54.16
2013			433.02	433.02	31.95
2014			443.65	443.65	29.23
2015		48.18	454.60	502.78	29.57
2016			457.05	457.05	24.00
2017			478.49	478.49	22.44
2018			490.98	490.98	20.56
2019			503.85	503.85	18.84
2020			517.12	517.12	17.26
COSTO TOTAL - VALOR ACTUAL			US \$.	3,907.97	

5.5.7 Comparación de alternativas y selección de la más conveniente

De conformidad con los resultados obtenidos, en los presupuestos de inversión, re-inversión y costos de operación y mantenimiento de las obras proyectadas en los estudios de las alternativas de acueductos, se llega a las siguientes conclusiones :

La alternativa más económica resultante es la A-1, que plantea la utilización de pozos y manantiales (Sapoapa y Apanteos) con un valor actual total de la inversión en las tres etapas de US \$ 3'535,060.

Las alternativas A-2 (pozos), A-3 (pozos + lago) y A-4 (pozos + río) son las que le siguen con un mayor valor actual que asciende a US \$ 3'609,350; US \$ 4'739,540 y US \$ 3'907,970, respectivamente (ver cuadro 5.5.7-1).

La tercera alternativa, que usa pozos y aguas superficiales del Lago Coatepeque, queda eliminada por tener un valor de inversión actualizado muy alto.

El valor actual de la alternativa A-2 (pozos) es mayor con respecto a la A-1 (pozos + manantiales) en un 2.0%.

La 1^{ra} Etapa de inversión en obras de la alternativa A-1 (pozos + manantiales) y la A-2 (pozos) es la misma y su costo actualizado es de US \$ 1'900,100. La razón de ésto, es que ya existen las estructuras de 5 pozos tubulares profundos perforados, con caudales aforados, esperando ser equipados para entrar en funcionamiento y en ambas alternativas estas obras son iguales para la 1^{ra} Etapa.

Seguridad de las alternativas: la seguridad en un sistema de abastecimiento de agua potable se refiere tanto a la calidad como a la cantidad, es decir, en lo que se refiere a calidad, ésta debe ser apta para el consumo humano, cumpliendo las normas técnicas de calidad del país. En cuanto a la cantidad, ésta debe ser suficiente y permanente para suplir la demanda en cualquier momento del horizonte del proyecto.

Cuadro 5.5.7-1 : Resumen de costos de alternativas

<i>ALTERNATIVA</i>	<i>INVERSIONES miles US \$</i>	<i>RE-INVERSIONES miles US \$</i>	<i>OPERACION Y MANTENIMIENTO miles US \$</i>	<i>TOTAL DE LA ALTERNATIVA miles US \$</i>
<i>A - 1</i>	<i>2,412.25</i>	<i>105.25</i>	<i>1,017.56</i>	<i>3,535.06</i>
<i>A - 2</i>	<i>2,378.90</i>	<i>108.50</i>	<i>1,121.45</i>	<i>3,608.85</i>
<i>A - 3</i>	<i>3,013.25</i>	<i>133.57</i>	<i>1,592.72</i>	<i>4,739.54</i>
<i>A - 4</i>	<i>2,613.59</i>	<i>95.07</i>	<i>1,199.31</i>	<i>3,907.97</i>

La fuente que representa mayor seguridad con respecto a la demanda y calidad futura es la de la alternativa A-2, por tener una solución por pozos tubulares, ya que se puede obtener el agua de las profundidades del acuífero libre de contaminación.

El gran reservorio subterráneo de Santa Ana tiene capacidad para abastecer a la ciudad aún sin existir años de recarga (sólo descendería el nivel del acuífero).

En la alternativa A-1 (pozos más manantiales) una gran parte de su fuente (36%) hace uso de las aguas de los manantiales (Saxoapa + Apanteos = 400 l/s, El Molino = 34 l/s).

Las aguas que afloran actualmente a través de estos manantiales son sobrantes del acuífero de Santa Ana, la seguridad de esta fuente está ligada a que no se perforen nuevos pozos en el extremo Sur de la ciudad.

Una mayor extracción del acuífero, no prevista en un futuro, para abastecer otras Colonias o Caseríos que se desarrollen fuera del perímetro urbano del cono Sur, puede producir un descenso en el acuífero y como consecuencia una disminución en el caudal actual de los manantiales, inclusive podría hasta secarlos.

En cambio un moderado descenso en el acuífero no afectaría a la alternativa A-2 (solución por pozos profundos).

En conclusión, la alternativa seleccionada es la A-2 (solución por pozos) por ser la de mayor estabilidad, con respecto a las variaciones futuras del acuífero y por tener un costo actualizado muy cercano con respecto a la alternativa A-1 y una inversión igual en su 1ra Etapa (US \$ 1,900,100).

5.6 Ingeniería del Proyecto.

Comprende los estudios de ingeniería que demuestran la factibilidad técnica de realización de la alternativa seleccionada.

En base a las consideraciones técnico-económicas de las alternativas de las alternativas analizadas en el acápite 5.5 se seleccionó la segunda alternativa (A-2) de las cuatro presentadas.

Esta alternativa se ha estudiado para un horizonte de 30 años, con tres etapas de ejecución de obras, entre los años 1992 y 2020.

El estudio de ingeniería considera el uso al máximo de la capacidad existente de las estructuras.

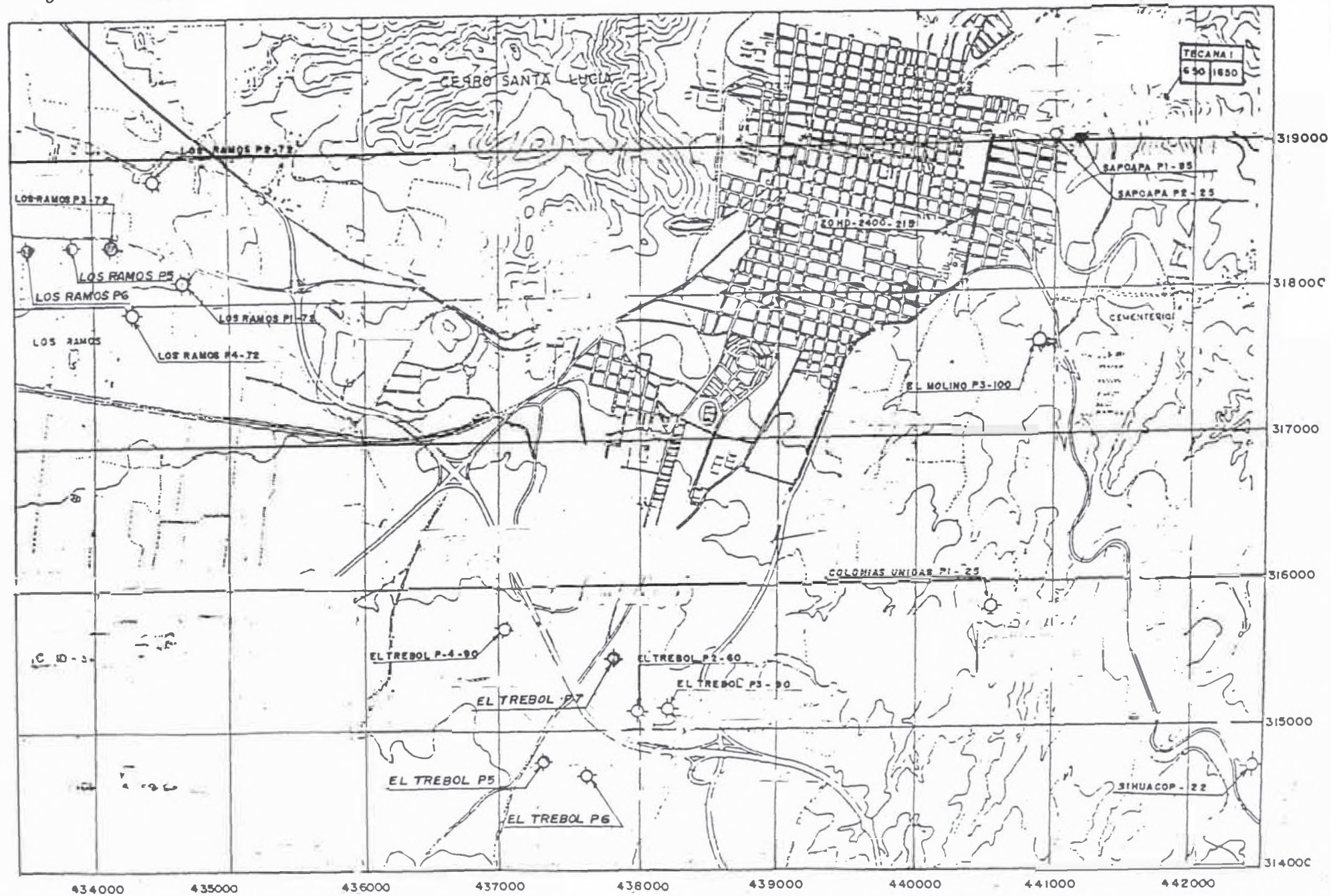
Los componentes de esta alternativa fueron proyectados tomando como criterio el período óptimo de diseño, el cual está basado en el factor de economía escala.

5.6.1 Descripción de la alternativa seleccionada

Esta alternativa utiliza como fuente las aguas subterráneas; el funcionamiento del sistema de agua potable será por bombeo, comprendiendo el uso al máximo de la capacidad existente y el incremento de la producción mediante la perforación de pozos tubulares a lo largo de la tres etapas del proyecto.

La alternativa comprende : el aprovechamiento de 353 l/s del sistema actual de bombeo; el equipamiento y puesta en marcha de 5 pozos existentes para la captación de 190 l/s; la perforación y equipamiento de 5 pozos tubulares profundos, de 200 m., en el área de " El Trébol" para la explotación de 300 l/s y 6 pozos de 150 m. de profundidad en el área del caserío Los Ramos para obtener 360 l/s. (Ver figura 5.6-1 y cuadro 5.6-1).

Figura 5b-1 : Ubicacion de fuentes de captacion



Cuadro 56-1: Produccion de fuentes por quinquenios (en lit/seg)

FUENTE (POZO Y/O MANANTIAL)	CONDICION FUENTE	1ra. ETAPA	2da. ETAPA		3ra. ETAPA	
		1990-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Manantial El Molino	E	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
El Molino 1	E	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
El Molino 2	E	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
Sapoapa 1	E	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0
Chinameca	E	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2
Sanidad	E	60.8	60.8	60.8	60.8	60.8
El Trebol 1	E	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
El Molino 3	PIPE	83.4	83.4	83.4	83.4	83.4
Sapoapa 2	PIPE	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
El Trebol 2	PIPE	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Sihuacop	PIPE	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
Colonias Unidas	PIPE	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
El Trebol 3	P	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
El Trebol 4 <1>	P	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
Los Ramos 1	P		60.0	60.0	60.0	60.0
Los Ramos 2	P		60.0	60.0	60.0	60.0
El Trebol 5	P			75.0	75.0	75.0
El Trebol 6	P			75.0	75.0	75.0
Los Ramos 3	P				60.0	60.0
Los Ramos 5	P				60.0	60.0
El Trebol 7	P				75.0	75.0
Los Ramos 4	P					60.0
Los Ramos 6	P					60.0
TOTAL <2>		618.0	738.0	888.0	1,083.0	1,203.0

E = EXISTENTE P = PROYECTADO PE = POR EQUIPAR

<1> Pozo alterna

<2> Sin considerar pozo alterna

Dado el desnivel de 230 m. existente entre las elevaciones extremas en que se extiende la ciudad, y a fin de asegurar el funcionamiento de las redes de distribución dentro de presiones aceptables, éstas han sido divididas en zonas de presión.

Las zonas de presión son alimentadas directamente desde reservorios de regulación y divididas en otras zonas de presión mediante válvulas reguladoras de presión.

Cada zona de presión tiene circuitos de redes matrices y secundarias independientes unas de otras.

Para casos de emergencia, se instalarán interconexiones entre zonas de presión las cuales serán controladas a través de las estaciones reductoras de presión.

5.6.2

PLAN DE EJECUCION DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Está basado en la programación de las obras consideradas para cada etapa de la alternativa seleccionada. El plan de ejecución de obras se desarrollará en tres etapas de 10 años cada una.

La primera etapa se iniciará a partir del año 1991, la segunda a partir del año 2000 y la tercera a partir del año 2010.

Las obras de captación serán incrementadas por quinquenios a fin de disminuir la capacidad ociosa de estas estructuras.

Se recomienda iniciar lo antes posible la perforación y aforo de los pozos P3 y P4 del área de El Trébol, a fin de ampliar las fuentes de producción para cubrir la demanda de la primera etapa.

En igual forma deberán perforarse los pozos para las otras etapas planteadas.

Para cumplir con esta metas se plantea la ejecución de las siguientes obras:

- *Perforación de 11 pozos: 2 en la primera etapa, 4 en la segunda y 5 en la tercera. (Ver cuadro 5.6.2-1).*
- *Construcción de 8 reservorios: 3 en primera etapa, con un volumen total de 6,350 m³; 2 en segunda etapa, con un volumen de 7,150 m³ y 3 en tercera etapa, con un volumen total de 10,200 m³. (Ver cuadro 5.6.2-2).*

Cuadro 5.6.2-1: Pozos proyectados

ETAPA/PERIODO		POZOS PROYECTADOS	PROFUNDIDAD (m)	CAUDAL A EXPLOTAR (l/s)
1ra	1990-2000	El Trébol 3	200	75
		El Trébol 4	200	75
2da	2001-2005	Los Ramos 1	150	60
	2006-2010	Los Ramos 2	150	60
3ra	2011-2015	El Trébol 5	200	75
		Los Ramos 3	150	60
		Los Ramos 4	150	60
	2016-2020	Los Ramos 5	150	60
		Los Ramos 6	150	60

5.6.2.1 Primera etapa

Se ejecutarán las obras en los años 1991 y 1992, para el mejoramiento del sistema existente y ampliación del servicio a las zonas que carecen de él.

Comprende las siguientes estructuras

Captación: Mejoramiento de los pozos en actual funcionamiento y ampliación de las fuentes de producción con el equipamiento de 5 pozos existentes y la perforación de 2 nuevos.

Casetas de bombeo: Construcción de 6 casetas de bombeo para los nuevos equipos a instalar y sistemas de clorinación en cada pozo.

Cuadro 5.6.2-2 : Reservorios proyectados.

<i>ETAPA</i>	<i>RESERVORIO</i>	<i>VOLUMEN (m3)</i>	<i>NIVEL DE FONDO (m.s.n.m.)</i>
<i>1ra. (1990-2000)</i>	<i>RA10 El Trebol 1</i>	<i>2,900</i>	<i>795</i>
	<i>RA11 Tecana 1</i>	<i>1,650</i>	<i>650</i>
	<i>RE1 Colonias Unidas</i>	<i>1,800</i>	<i>740</i>
<i>2da. (2000-2010)</i>	<i>RA12 El Trebol 2</i>	<i>4,400</i>	<i>795</i>
	<i>RA13 La Aldea 1</i>	<i>2,750</i>	<i>765</i>
<i>3ra. (2010-2020)</i>	<i>RA14 El Trebol 3</i>	<i>2,200</i>	<i>795</i>
	<i>RA15 La Aldea 2</i>	<i>4,000</i>	<i>765</i>
	<i>RA16 Tecana 2</i>	<i>4,000</i>	<i>650</i>

RA = RESERVORIO APOYADO

RE = RESERVORIO ELEVADO

Cisterna de bombeo: *Mejoramiento de la estructura de la cisterna existente (ERA1) El Molino.*

Líneas de aducción: *Independización de las líneas de impulsión para su descarga directa a los reservorios y cisternas existentes. Instalación de tuberías de H.D. de los pozos a los reservorios y de los reservorios a las redes matrices.*

Reservorios: *Mejoramiento de los accesorios de los reservorios existentes y construcción de 3 nuevos.*

Redes matrices: *Renovación de las válvulas de compuerta e hidrantes; instalación de tuberías de hierro dúctil de 10", 12", 14" y 16" de diámetro; instalación de tuberías de PVC de 4", 6" y 8" de diámetro e instalación de hidrantes (grifos contra incendio).*

Redes secundarias: *Renovación de las válvulas de compuerta de H.F. de 2" y 4" de diámetro; instalación de tuberías de PVC de 3" y 4" de diámetro y de hidrantes contra incendio.*

Válvulas reductoras de presión: *Instalación de válvulas reductoras de presión de 6", 8" y 10" de diámetro.*

Conexiones domiciliarias y medidores: *Renovación de medidores malogrados, instalación de medidores a las conexiones directas, instalación de nuevas conexiones domiciliarias.*

A. Mejoramiento del sistema existente

Comprende la ejecución de las obras necesarias para mejorar el funcionamiento del sistema actual de agua potable.

En la actualidad las fuentes de captación, las estaciones de bombeo, los reservorios y las redes de distribución no cubren un servicio de 24 horas. Existe un déficit de producción con respecto a la demanda actual, debido en parte a la falta de un buen control en la macro y micro medición y a una inadecuada distribu

ción del agua suministrada.

De acuerdo a los estudios realizados, el mejoramiento del sistema existente comprende los siguientes trabajos a ejecutar:

Captaciones

Pozo El Molino 2 (ERA2): Obras de mejoramiento en el pozo, ya que éste ha bajado su rendimiento original de 75 l/s a 38.5 l/s debido al arenamiento comprobado. Ejecución de trabajos de limpieza, desarrollo y aforo.

Pozo Sapoapa 2: El bajo rendimiento mostrado, a pesar de estar cerca de otro de gran rendimiento (Sapoapa 1) hace necesaria su rehabilitación mediante trabajos de limpieza, desarrollo y aforo.

Pozo El Trébol 1(ERA1): Prueba de verticalidad y aforo, para diseñar el equipo de bombeo definitivo y establecer el diámetro exterior máximo del equipo a instalar, tratando de extraer un caudal superior a los 80 l/s.

Pozo Sihuacop: Limpieza, desarrollo y aforo del pozo antes de su equipamiento.

Otros: Colocación de 7 medidores acumulativos en los pozos El Molino 1 y 2, Manantial El Molino, pozos Chinameca, Sanidad, Sapoapa 1 y El Trébol 1; con rendimientos de 84, 38.5, 34.5, 91.5, 73, 85 y 10 l/s respectivamente, con árboles de descarga de 8", 8", 6", 12", 12" y 4" de diámetro.

Estación de Rebombeo El Molino (ERA1)

A fin de evitar las pérdidas por fugas (más de 100 l/s), se sellará e impermeabilizará el fondo del mismo, mediante la construcción de una losa de concreto armado de 0.2 x 6.6 m. Asimismo, se sellará en el fondo del pozo de reunión, la tubería de concreto de 16" que traía por gravedad las aguas del manantial El Molino.

Líneas de aducción

Se agregará una línea de aducción al reservorio San Miguelito (RA1). Será una tubería de hierro dúctil Clase A-10, de 24" de diámetro y 40 m. de longitud, incluido sus accesorios y empalme a la red existente de 24".

Reservorios

En los reservorios existentes se colocarán sistemas de control y se cambiarán las válvulas que se encuentran en mal estado.

Redes matrices y secundarias

Reemplazo de 29 válvulas de compuerta de 6"(22), 8"(2), 10"(1), 12"(1), 16"(2) y 24"(1) de diámetro en las redes matrices y de 39 válvulas de compuerta de 4"(13) y de 2"(26) de diámetro en las redes secundarias.

Reemplazo de 68 hidrantes contra incendio (GCI), con sus respectivas válvulas de compuerta, por encontrarse malogrados.

Medidores domiciliarias

Se instalarán 2,428 nuevas conexiones con medidores de $\frac{1}{2}$ "; reemplazo de 1,122 medidores malogrados e instalación de 1,306 medidores en conexiones directas.

B. Ampliación del sistema

Comprende la ejecución de las obras necesarias para ampliar el sistema actual de agua potable, a través de la ejecución de las siguientes obras:

Captación

Ampliación de la fuente actual de 353 l/s a 611 l/s con el equi-

pamiento de cinco pozos tubulares existentes: El Molino 3, Sapoapa 2, El Trébol 2, Sihuacop y Colonias Unidas; con rendimiento promedio esperado de 258 l/s en 20 horas de funcionamiento; perforación y equipamiento de dos pozos tubulares proyectados de 200 m. de profundidad (P3 y P4) ubicados en el área de la Urb. El Trébol con un caudal de explotación esperado de 150 l/s cada uno.

Equipos: Los pozos existentes El Molino 3, Sapoapa 2, El Trébol 2, Sihuacop y Colonias Unidas, serán equipados con bombas tipo turbina para pozo profundo, accionadas con motores eléctricos de 50,50, 250, 100,100 HP respectivamente. Los equipos correspondientes a los pozos El Trébol 3 y El Trébol 4, serán bombas tipo turbina de eje vertical (instalados a 135 m. de profundidad) con motores eléctricos de 350 HP de potencia.

Casetas de bombeo: Construcción de 6 casetas de bombeo con un área de 50 m² cada una, serán de material mixto y se construirán directamente sobre cada pozo, a excepción del pozo El Molino 3, que no llevará caseta por encontrarse dentro del área de la planta del servicio de agua potable de ANDA.

Líneas de impulsión

Pozos Sapoapa: Las aguas provenientes del pozo Sapoapa 2 serán conducidas con tubería de 6" de diámetro y 100 m. de longitud hasta su empalme a la tubería de 12" de hierro fundido del pozo Sapoapa 1. De allí continúa con un tramo común de tubería de 12" de hierro dúctil de 653 m. hasta el reservorio apoyado Tecana 1.

Pozo Colonias Unidas: Instalación de una línea de impulsión de 6" de diámetro y 70 m. de longitud, con descarga en el reservorio elevado del mismo nombre.

Pozo El Molino 3: Instalación de una tubería de impulsión de 12" de diámetro y 15 m. de longitud, con descarga en la cisterna de la estación de rebombeo El Molino (ERA1).

Pozo Sihuacop: Instalación de una tubería de impulsión de 6" de diámetro y 1,480 m. de longitud, con descarga en el reservorio existente RA6 El Deportivo.

Pozos El Trébol: Instalación de líneas de impulsión de los pozos El Trébol 2, 3 y 4, interconectadas entre sí, con tuberías de 10", 12", 16" y 20" de diámetro y longitudes de 330, 1720, 260 y 260 m. respectivamente. Descargarán en el reservorio RA10 los pozos El Trébol 2, 3 y 4 y en el RA7 los pozos P2 y P4.

Reservorios de regulación

Construcción de tres reservorios de concreto armado de forma cilíndrica. Dos serán apoyados de 2,900 y 1,650 m³ ubicados en el área de El Trébol, en la cota 795 msnm, y en el Cerro Tecana en la cota 650 msnm. El tercer reservorio será elevado, de 1,800 m³ y 15.00 m. de altura, y estará ubicado en el área de las Colonias Unidas en la cota 725 msnm.

Redes matrices y secundarias

Instalación de redes matrices en tuberías de hierro dúctil de 10", 12" y 14" de diámetro con longitudes de 5,380; 2,460 y 960 m. respectivamente; e instalación de tuberías de PVC de 3", 4", 6" y 8" de diámetro con longitudes de 3,380; 10,505; 13,425 y 7,785 m. respectivamente.

Instalación de redes secundaris en tuberías de PVC de 3" y 4" diámetro; con longitudes de 21,695 y 21,695 m. respectivamente.

Instalación de válvulas de compuerta de 16"(23), 14"(21), 12" (25), 10"(53), 8"(56), 6"(141), 4"(294) y 3"(241) de diámetro respectivamente.

Instalación de 8 cámaras reductoras de presión con sus respectivas válvulas de 4", 6" y 8" de diámetro.

Instalación de 48 hidrantes contra incendio en tuberías de 4", 6", 8" y 10" de diámetro.

Piletas públicas

Se construirán 8 piletas públicas ubicadas estratégicamente.

Conexiones domiciliarias y medidores

Instalación de 2,441 conexiones domiciliarias con sus respectivos medidores.

5.6.2.2 Segunda etapa

Se programarán las obras básicas a ejecutarse en el año 2000 y complementaria en el 2005, para la ampliación del servicio a las zonas que carecen de él y satisfacer la demanda de las existentes. Comprende lo siguiente:

Perforación y equipamiento de 4 pozos profundos, 2 en el área de El Trébol y 2 en el Caserío Los Ramos; tendido de líneas de aducción, construcción de 3 reservorios de regulación, 4 casetas de bombeo e instalación de 1 válvula reguladora de presión.

La instalación de las redes de distribución y conexiones domiciliarias con sus respectivos medidores serán realizados año a año, desde la puesta en marcha del proyecto por la entidad administradora del servicio o por urbanizaciones privadas.

A. Ampliación Año 2000

Captación

Pozos: Perforación, equipamiento y puesta en marcha de 2 pozos tubulares proyectados en el área del Caserío Los Ramos (P1 y P2), de 150 m. de profundidad con rendimiento de 75 l/s cada uno.

Equipos de bombeo: Construcción de 2 casetas de bombeo de 50 m² cada uno, para los nuevos equipos a instalar, y su sistema de clorinación correspondiente.

Líneas de aducción

Instalación de tuberías de hierro dúctil de los pozos Los Ramos (P1 y P2) al reservorio proyectado RA13 (Aldea 1), con diámetros de 10" y 16" y longitudes de 600 y 2,470 metros respectivamente.

Reservorios

Construcción del reservorio RA13 (Aldea 1) de 2,750 m³, de concreto armado, forma circular y apoyado, ubicado en la zona de la Aldea San Antonio (Cerro Santa Lucía), en la cota 765 m.s.n.m.

Redes matrices y secundarias

Instalación de redes matrices de H.D., Clase A-5, de 10" de diámetro y longitud de 295 m. y de tuberías de PVC de 4", 6", 8", Clase A-10, con 325, 1825 y 775 m. de longitud respectivamente.

Instalación de redes secundarias de PVC, Clase A-10, de 3" y 4" de diámetro con longitudes de 11,754 y 11,754 m. cada una.

Instalación de una cámara reductora de presión entre las zonas de presión 7 y 8 (cota 600 m.s.n.m).

Conexiones domiciliarias y medidores

Instalación de 4,506 conexiones domiciliarias y medidores.

B. Ampliación Año 2005

Captación

Pozos: Perforación equipamiento y puesta en marcha de 2 pozos tubulares

proyectados en el área de El Trébol con capacidad de producción de 90 l/s cada uno y profundidad de 200 m. (pozos P5 y P6).

Equipos de bombeo: *Instalación de 2 dos bombas tipo turbina, de eje vertical, para ser accionados con motores eléctricos de 300 HP cada uno.*

Casetas de bombeo: *Construcción de 2 casetas de bombeo de 50 m² cada uno, para los nuevos equipos a instalar, y su sistema de clorinación correspondiente.*

Líneas de impulsión

Instalación de tuberías de impulsión de H.D. de los pozos El Trébol P5 y P6 al reservorio proyectado RA12 (El Trébol 2), en diámetros de 12" y 18" y longitudes de 640 y 400 m respectivamente.

Reservorios

Construcción del reservorio RA12 (El Trébol 2), de 4,400 m³; de concreto armado, de forma circular y apoyado, ubicado en la zona de El Trébol, en la cota 795 msnm. Este reservorio estará interconectado con una tubería de 10" de diámetro, de H.D., con el reservorio RA10 (El Trébol 1), construido en la primera etapa.

Redes matrices y secundarias

Instalación de tubería matrices de H.D., Clase A-5 de 10" y longitud de 295 m.; y de PVC de 4", 6" y 8" con 325; 1,825 y 775 m. de longitud respectivamente.

Instalación de tuberías secundarias de PVC, Clase A-10, de 3" y 4" de diámetro y longitudes de 14,057 y 14,057.5 m. cada una.

Conexiones domiciliarias y medidores

Instalación de 5,389 conexiones y medidores domiciliarios.

5.5.2.3 Tercera etapa

Se programarán las obras a ejecutarse en los años 2010 y 2015, para la ampliación del servicio a las zonas que se contempla en la expansión urbana y satisfacer la existente. Comprende lo siguiente:

Perforación y equipamiento de 5 pozos tubulares, ubicados 1 en el área El Trébol y 4 en el área del Caserío Los Ramos; construcción de 5 casetas de bombeo; tendido de líneas de aducción, construcción de 3 reservorios de regulación, instalación de redes de distribución e instalación de 13,489 conexiones domiciliarias y medidores.

La ejecución de las redes de distribución, conexiones domiciliarias y medidores se incrementarán año a año.

A. Ampliación Año 2010

Captación

Pozos: Perforación y puesta en marcha de 3 pozos tubulares, 2 en el área del Caserío Los Ramos (P3 y P5) de 150 m. de profundidad y capacidad de producción de 72 l/s cada uno; y 1 en el área de El Trébol (P7) de 200 m. de profundidad y producción de 90 l/s.

Equipos de bombeo: Instalación de 3 bombas tipo turbina, de eje vertical, para ser accionados con motores eléctricos de 300 HP cada uno.

Casetas de bombeo: Construcción de 3 casetas de bombeo de 50 m² cada una, para los nuevos equipos a instalar y su sistema de clorinación correspondiente.

Líneas de Aducción

Instalación de tuberías de H.D. en las líneas de impulsión de los

pozos P3 y P5 (Caserío Los Ramos) al reservorio proyectado RA15 (Aldea 2), con diámetros de 10"; 16" y 20" y longitudes de 200, 500 y 2,920 metros respectivamente; instalación de una línea de impulsión de hierro dúctil, de 12" de diámetro y 1,640 m. de longitud, del pozo El Trébol 7 al reservorio RA14 (El Trébol 3).

Reservorios

Construcción de 2 reservorios de 2,200 y 4,000 m³ de capacidad cada uno, ubicados en El Trébol (RA14) y en el Cerro Santa Lucía del Barrio San Antonio (RA15).

Redes matrices y secundarias

Instalación de tuberías matrices de H.D., Clase A-5, de 10" de diámetro y longitud de 1,016 m.; y de PVC de 4", 6" y 8" de diámetro, Clase A-10;, con 1,119; 628; 6,669 m. respectivamente.

Instalación de tuberías secundarias de PVC, Clase A-10, de 3" y 4" de diámetro con longitudes de 16,404 m. de longitud cada una.

Conexiones domiciliarias y medidores

Instalación de 6,247 conexiones y medidores domiciliarias.

B. Ampliación Año 2015

Captación

Pozos: Perforación de 2 pozos tubulares proyectados en el área del Caserío Los Ramos (P4 y P6) de 150 m. de profundidad y capacidad de producción de 72 l/s.

Equipos de bombeo

Instalación de 2 bombas tipo turbina de eje vertical, para ser accionadas con motores eléctricos de 250 HP cada uno.

Casetas de bombeo

Construcción de 2 casetas de bombeo de 50 m² cada una, para los nuevos equipos a instalar, y su sistema de clorinación correspondiente.

Líneas de aducción

Instalación de tuberías de impulsión de H.D. de los pozos P4 y P6 (Los Ramos) y su empalme con las líneas de impulsión de los pozos P3 y P5, en diámetros de 12" y longitudes de 500 y 500 m. cada uno.

Reservorio

Construcción de 1 reservorio de regulación (RA6) de 4,000 m³ de capacidad, ubicada en el Cerro Tecana en la cota 650 msnm; de concreto pre-esforzado, de forma circular, unido con el reservorio RA11 (Tecana 1) construido en la primera etapa.

Redes matrices y secundarias

Instalación de tuberías matrices de H.D., Clase A-5, de 10" de diámetro, con longitud de 1,177 m. y de PVC de 4", 6" y 8", Clase A-10, con 797, 7286 y 3094 m. respectivamente.

Instalación de tuberías secundarias de PVC, Clase A-10, de 3" y 4" de diámetro, con longitudes de 19,016 m. respectivamente.

Conexiones domiciliarias y medidores

Instalación de 7,242 conexiones y medidores domiciliarias.

5.6.3 *Análisis de costos, metrados y presupuestos*

Comprende los costos de inversión, re-inversión, operación y mantenimiento del sistema de acueductos para la primera, segunda y tercera etapas del proyecto.

En el análisis costos se han determinado los costos directos para cada uno de los componentes del sistema en base a los precios de los materiales, equipos y mano de obra vigentes en el mercado nacional.

En cuanto a los costos indirectos, se han calculado sobre un porcentaje de los costos directos.

En la valorización de los componentes se ha considerado como moneda base el dólar americano.

5.6.3.1 *Metrados y presupuestos de inversiones y re-inversiones*

En el presente acápite se presenta un resumen de los metrados y presupuestos de las inversiones y re-inversiones que corresponden al plan de ejecución de la alternativa seleccionada.

El presupuesto de la primera etapa abarca dos períodos de inversiones. Una correspondiente a los años 1991 y 1992 y la otra al período comprendido entre los años 1993-2000.

En este período se presentan las inversiones a realizarse año a año y comprende los siguientes componentes : redes de distribución, incluyendo válvulas e hidrantes, conexiones y medidores.

En el presupuesto de la segunda etapa, se muestran las inversiones a realizarse en el año 2000 de las principales obras de cabecera.

El presupuesto correspondiente al periodo 2001-2010, muestra las inversiones a realizarse año a año durante el período comprendido

entre dichos años y corresponde a redes de distribución, conexiones y medidores.

El presupuesto de la tercera etapa, corresponde a los diferentes obras de cabecera a ejecutar para ampliar y satisfacer la demanda de la población futura.

El último presupuesto de inversiones corresponde al período comprendido entre los años 2011-2020 y cubre redes de distribución, conexiones y medidores a instalar para completar, año a año, la cobertura del servicio previsto.

En cuanto a los presupuestos de re-inversiones, éstos se refieren a la reposición de aquellos elementos, que por tener una vida útil definida, deben ser renovados cada período de tiempo.

Básicamente se refiere a la renovación de: equipos de bombeo, equipos de clorinación, movilidad, válvulas reductoras de presión y medidores.

5.6.3.2 Costos de operación y mantenimiento

Se han desarrollado los diferentes costos de operación y mantenimiento para cada una de las etapas, en base a los presupuestos y cuadros 5.6.3.2-1 y 5.6.3.2-2.

Costos de operación

Comprende los costos anuales de personal, energía y consumo de cloro. (ver cuadros 5.6.3.2-3, 5.6.3.2-4 y 5.6.3.2-5).

Costos de mantenimiento

Comprende los costos de mantenimiento de los diferentes componentes del sistema. Están referidos a :

Pozos.

Equipos de bombeo y clorinadores.

Líneas de aducción.

Reservorios de almacenamiento.

Instalaciones eléctricas.

Redes matrices y secundarias.

Conexiones domiciliarias.

Medidores.

El cuadro 5.6.3.2-6 muestra el porcentaje del costo que le corresponde a cada componente del sistema.

El cuadro 5.6.3.2-7 muestra el costo de mantenimiento anual para cada período de las tres etapas del proyecto.

El cuadro 5.6.3.2-8 muestra el costo de operación, mantenimiento y consumo de cloro de las tres etapas del proyecto.

INVERSION
PRESUPUESTOS DE

SUPUESTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE
PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
1.0	CAPTACION					
1.1	Limpieza y aforo del pozo El Molino 2	GLOBAL		175	175	
1.2	Limpieza, desarrollo y aforo del pozo Sapoapa 2	GLOBAL		250	250	
1.4	Prueba de verticalidad y aforo del pozo El Trébol 1		1	100	100	
1.5	Colocación de medidores de caudal (acumulativo). Tipo Badget-Venturi.					
	- Pozo El Molino 1 D = 8"	u	1	4,178	4,178	
	- Pozo El Molino 2 D = 8"	u	1	4,178	4,178	
	- Pozo Chinameca D = 12"	u	1	4,998	4,998	
	- Pozo Sapoapa 1 D = 12"	u	1	4,998	4,998	
	- Pozo Sanidad D = 12"	u	1	4,998	4,998	
	- Pozo El Trébol 1 D = 4"	u	1	3,358	3,358	
	- Manantial El Molino D = 6"	u	1	3,715	3,715	
1.3	Limpieza, desarrollo y aforo del pozo Sihuacop	GLOBAL		250	250	31,198
2.0	CISTERNA DE REBOMBEO					
2.1	Losa de concreto de 0.20 m. de espesor y 6.6 m. de diámetro e impermeabilización de la cisterna de ERA El Molino	m3	6.84	181.67	1,243	
2.2	Sellado de la entrada de la tubería de ingreso del manantial El Molino al pozo de reunión.	GLOBAL		55.0	55	1,298

PRESUPUESTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

ARTICULO	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
3.0	LINEAS DE ADUCCION					
	Instalación de 40 m. de tubería de Ho Do de 24" en la línea de impulsión al reservorio San Miguelito (comprende corte y empalme a la tubería existente).	GLOBAL		10,938.5	10,938.5	10,939
4.0	RESERVORIOS					
4.1	Colocación de sistemas de control electrónico de niveles.	u	11	100	1,100	1,100
5.0	REDES MATRICES Y SECUNDARIAS					
5.1	Colocación de válvulas de compuerta de lofo de:					
	- 2"	u	26	92.53	2,406	
	- 4"	u	13	180.97	2,353	
	- 6"	u	22	256.25	5,638	
	- 8"	u	2	367.93	736	
	- 10"	u	1	564.53	565	
	- 12"	u	1	667.85	668	
	- 16"	u	3	2,686.00	8,058	
	- 24"	u	2	6,419.00	12,838	33,262
6.0	HIDRANTES					
6.1	Instalación de hidrantes (G.C.I.)	u	68	805.14	54,750	54,750
7.0	MEDIDORES DOMICILIARIOS					
7.1	Instalación de medidores de 1/2" en:					
	- Reemplazo de malogradas	u	1,122	52.61	59,028	
	- Conexiones sin medidor	u	1,306	52.61	68,709	127,737

PRESUPUESTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE
PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

RTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
8.0	OTROS					
8.1	Inserción de accesorios en el ingreso al reservorio San Miguelito.					
	- Yee de 24" x 24"	u	1	4092.19	4,092	
	- Codo de 24" x 45º	u	1	801.56	802	
	- Codo de 24" x 90º	u	2	1,172.8	2,346	
8.2	Novilidad	u	2	30,000	60,000	67,240
TOTAL DE INVERSIONES OBRAS DE MEJORAMIENTO (US \$)						327,523

PRESUPUESTO DE INVERSION ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

IDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	PERFORACION DE POZOS					
2.1	Perforación del pozo El Trébol 3 (P3) de 200 m. de profundidad y 18" de diámetro.	m	200	738.51	147,702	
2.2	Perforación del pozo El Trébol 4 (P4) de 200 m. de profundidad y 18" de diámetro.	m	200	738.51	147,702	295,404
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del pozo Sihucop, HDT=159.2 m. Q=22 l/s profundidad de la bomba 141 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,030	28,030	
3.2	Equipamiento del pozo Colonias Unidas, HDT=181.9 m. Q=21 l/s profundidad de bomba 153 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,781	28,781	
3.3	Equipamiento del pozo El Trébol 2 (P2) HDT=159.0 m. Q=60 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 250 HP.	u	1	51,321	51,321	
3.4	Equipamiento del pozo El Molino 3 HDT=21.3 m. Q=100 l/s profundidad de la bomba 15 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	12,251	12,251	
3.5	Equipamiento del pozo Sapoapa 2 HDT=76.8 m., Q=25 l/s profundidad de la bomba 34 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	13,441	13,441	
3.6	Equipamiento del pozo El Trébol 3 (P3) HDT=139.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,099	67,099	
3.7	Equipamiento del pozo El Trébol 4 (P4) HDT=142.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,099	67,099	268,022
4.0	CASSETAS DE BOMBEO					
4.1	Construcción de caseta de bombeo para el pozo Sihucop de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	
4.2	Construcción de caseta de bombeo para el pozo Colonias Unidas de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	
4.3	Construcción de caseta de bombeo para el pozo El Trébol 2 (P2) de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	
4.4	Construcción de caseta de bombeo para el pozo Sapoapa 2 de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	

PRESUPUESTO DE INVERSION - ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
4.5	Construcción de caseta de bombeo para el pozo El Trébol 3 (P3) de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	
4.6	Construcción de caseta de bombeo para el pozo El Trébol 4 (P4) de 50 m ² .	m ²	50	298.00	14,900	89,400
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HIERRO DUCTIL EN LINEAS DE ADUCCION					
5.1	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 6" Clase A-10.					
	- Línea de impulsión pozo Sapoapa 2 reservorio RA11 (Tecana).	m	100	49.30	4,930	
	- Línea de impulsión pozo Sihucop reservorio RA6 (El Deportivo).	m	1,480	49.30	72,964	
	- Línea de impulsión pozo Colonias Unidas reservorio RE1 (Colonias Unidas).	m	70	49.30	3,451	
5.2	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 10" Clase A-10.					
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 2 reservorio RA10 El Trébol 1.	m	265.00	85.47	22,650	
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 2 reservorio RA7.	m	65.00	85.47	5,556	
5.3	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 12" Clase A-10.					
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 3 reservorio RA10 El Trébol 1.	m	220.00	104.02	22,884	
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 4 reservorio RA10 El Trébol 1.	m	1,180	104.02	122,744	
	- Línea de impulsión pozo El Molino 3 Cisterna El Molino.	m	15	104.02	1,560	
	- Línea de impulsión pozo Sapoapa 1 reservorio RA11 Tecana 1.	m	641	104.02	66,677	
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 4 y El Trébol 2. Reservorio RA7 (Altos del Palmar).	m	320	104.02	33,286	
5.4	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 0 16" Clase A-10.					

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991–1992

RTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
	- Línea de impulsión pozo El Trébol 2 y pozo El Trébol 4 reservorio RA10 El Trébol 1.	■	260	141.80	36,868	
5.5	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 20" Clase A-10.					
	- Línea de impulsión tramo común pozos El Trébol 2, 3 y 4 reservorio RA10 El Trébol 1.	■	260	180.33	46,886	
5.6	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 16" Clase A-10.					
	- Línea cisterna de rebombeo San Miguelito-reservorio RA3 (Estadio) C/R.	■	700	141.80	99,260	
	- Línea de conducción reservorio RA11 – red de distribución Clase A-5.	■	980	125.57	123,057	
5.8	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil de 10" Clase A-10.					
	- Línea de impulsión tramo reservorio RA3 reservorio RA4 (Procavia).	■l	580	85.47	49,573	712,346
7.0	RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO ARMADO Y/O PRE-ESFORZADO					
7.1	Reservorio apoyado RA10 de 2,900 m ³ ubicado en la zona de El Trébol (Cota 795 m.).	u	1.00	263,175	263,175	
7.2	Reservorio elevado RE1 de 1,800 m ³ ubicado en la zona de C. Unidas (Cota 740 m.).	u	1.00	163,350	163,350	
7.3	Reservorio apoyado RA11 de 1,650 m ³ ubicado en el Cerro Tecana (Cota 650 m.).	u	1.00	149,738	149,738	576,263
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador en el pozo Sihucop (Q=22 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.2	Instalación de un clorinador en el pozo Colonias Unidas (Q=21 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.3	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 2 (Q=60 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	
8.4	Instalación de un clorinador en el pozo Sapoapa 2 (Q=25 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
8.5	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 3 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	
8.6	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 4 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	14,088
10.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS EN REDES DE DISTRIBUCION					
10.1	REDES MATRICES					
	Suministro e instalación de tubería PVC, Clase A-10, sin considerar reposición de pavimento de:					
	3"	■	2,170	13.43	29,143	
	4"	■	6,340	21.06	133,520	
	6"	■	8,895	39.73	353,398	
	8"	■	7,305	62.32	455,248	
	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil, Clase A-5, sin considerar reposición de pavimento de:					
	10"	■	6,020	74.63	449,273	
	12"	■	2,060	91.32	188,119	
	14"	■	960	108.31	103,978	
	16"	■	1,255	125.57	157,590	
	Suministro e instalación de tubería de PVC, Clase A-10 considerando rotura y reposición de pavimento de:					
	3"	■	490	25.53	12,510	
	4"	■	2,195	36.04	79,108	
	6"	■	1,850	58.61	108,429	
	8"	■	290	82.74	23,995	
	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil, Clase A-5, considerando rotura y reposición de pavimento de:					
	10"	■	930	94.88	88,238	

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
	14"	■	1,120	128.86	144,323	
	16"	■	1,190	145.50	173,145	
10.2	REDES SECUNDARIAS					
	Suministro e instalación de tubería PVC, Clase 4-10, sin considerar reposición de pavimento de:					
	3"	■	6,500	13.43	87,295	
	4"	■	6,500	21.06	136,890	2,724,202
11.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION					
11.1	Suministro e instalación de C.R.P-2 y 3 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado en la Z.P-5.	u	2.00	4,595.9	9,192	
11.2	Suministro e instalación de C.R.P-1 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado antes de la ZP-3. (cota 438 m.s.n.m.)	u	1.00	4,595.9	4,596	
11.3	Suministro e instalación de C.R.P-4 con válvula reductora de 6" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado entre la ZP5 y ZP6.	u	1.00	6,506.66	6,507	
11.4	Suministro e instalación de C.R.P-5 con válvula reductora de 6" para tubería de 6" de hierro dúctil ubicado entre la ZP6 y ZP7.	u	1.00	6,165.86	6,166	
11.5	Suministro e instalación de C.R.P-7 con válvula reductora de 4" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado en la cota 630 (Carretera a Tacachico).	u	1.00	4,520.90	4,521	
11.6	Suministro e instalación de C.R.P-6 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado entre la ZP2 y ZP3.	u	1.00	4,595.90	4,596	
11.7	Suministro e instalación de C.R.P-8 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado en la cota 645 m.s.n.m.	u	1.00	4,595.90	4,596	40,174
12.0	INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
12.1	Instalaciones de líneas primarias					

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

A	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
	- Línea primaria pozo Sihuacop	Km	0.150	7,690	1,154	
	- Línea primaria pozo Colonias Unidas	Km	0.800	7,690	6,152	
	- Línea primaria pozo Sapoapa 2	Km	0.500	7,690	3,845	
	- Línea primaria pozo El Trébol 4	Km	1.500	7,690	11,535	
12.2	<i>Instalaciones de líneas secundarias</i>					
	- Línea secundaria pozo Sihuacop	GLOBAL		3,000	3,000	
	- Línea secundaria pozo Colonias Unidas	GLOBAL		3,800	3,800	
	- Línea secundaria pozo El Molino 3	GLOBAL		2,200	2,200	
	- Línea secundaria pozo Sapoapa 2	GLOBAL		2,700	2,700	
	- Línea secundaria pozo El Trébol 2	GLOBAL		3,000	3,000	
	- Línea secundaria pozo El Trébol 3	GLOBAL		4,100	4,100	
	- Línea secundaria pozo El Trébol 4	GLOBAL		4,100	4,100	
12.3	<i>Instalación de sub-estación transformadora, tablero general y transformador.</i>					
	- Para pozo Sihuacop	u	1	10,880	10,880	
	- Para pozo Colonias Unidas	u	1	12,180	12,180	
	- Para pozo El Molino 3	u	1	7,000	7,000	
	- Para pozo Sapoapa 2	u	1	9,580	9,580	
	- Para pozo El Trébol 2	u	1	13,180	13,180	
	- Para pozo El Trébol 3	u	1	16,180	16,180	
	- Para pozo El Trébol 4	u	1	16,180	16,180	130,766
13.0	<i>SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA</i>					
13.1	<i>Suministro e instalación de válvulas de compuerta de hierro fundido en líneas de aducción y redes de distribución.</i>					
	3"	u	92	164.17	15,104	
	4"	u	150	180.97	27,146	

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN - ACUEDUCTOS

PRIMERA ETAPA AÑOS 1991-1992

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
	6"	u	107	256.25	27,419	
	8"	u	76	367.93	27,963	
	10"	u	69	564.53	38,953	
	12"	u	21	667.85	14,025	
	14"	u	21	2,061.69	43,295	
	16"	u	23	2,686.00	61,778	255,683
14.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDRANTES					
14.1	Suministro e instalación de hidrantes (G.C.I.)	u	45	805.14	36,231	36,231
15.0	CONEXIONES Y MEDIDORES					
15.1	Conexiones domiciliarias	u	2,441	36.40	88,852	
15.2	Medidores	u	2,441	52.61	128,421	217,273
16.0	PILETAS PUBLICAS					
16.1	Construcción de piletas públicas	u	8	146.29	1,170	1,170
TOTAL DE INVERSIONES AÑOS 1992-1993 (US \$)						5,361,022

NOTA: Adicionalmente se considera la formación de un Fondo Rotatorio para instalaciones intradomiciliarias con un monto de US \$ 153,429.00

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
SEGUNDA ETAPA AÑO 2000

ADA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	PERFORACION DE POZOS					
2.1	Perforación de 2 pozos tubulares en el area del caserío Los Ramos de 150 m. de profundidad y 16" de diámetro. P1 y P2	m	300	649	194,700	194,700
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del pozo P1 C. Los Ramos Hdt=133 m; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. potencia de motor 250 HP.	u		47,564	47,564	
3.2	Equipamiento del pozo P2 C. Los Ramos Hdt=136.3 m; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. potencia de motor 250 HP.	u	1	47,564	47,564	95,128
4.0	CASSETAS DE BOMBEO					
4.1	Construcción de 2 casetas de bombeo en Caserío Los Ramos de 50 m ² c/u. P1 y P2.	m ²	100	298	29,800	29,800
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HIERRO DUCTIL LINEAS DE ADUCCION					
5.1	Instalación de tubería de hierro dúctil de 0 10" Clase A-10. (Línea impulsión Pozo P1 Los Ramos)	m	100	85.47	8,547	
5.2	Instalación de tubería de hierro dúctil de 0 10" Clase A-10. (Línea impulsión Pozo P2 Los Ramos)	m	500	85.47	42,735	
5.3	Instalación de tubería de hierro dúctil de 0 16" Clase A-10. Línea de impulsión Pozos P1 y P2 Los Ramos)	m	2,470	141.80	350,246	401,528
7.0	RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CIRCULAR ELEVADO O APOYADO					
7.1	Reservorio de concreto armado apoyado de forma cilíndrica ubicado en la zona Aldea en la cota 765 msnm. V=2750 m ³	u	1	249,563	249,563	249,563
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P1 Los Ramos (Q=72 l/s).	u		2,769	2,769	

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
SEGUNDA ETAPA AÑO 2000

<i>TIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNID.</i>	<i>CANT.</i>	<i>P.U.</i>	<i>SUB-TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>
8.2	<i>Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P2 Los Ramos (Q=72 l/s).</i>	<i>u</i>	<i>1</i>	<i>2,769</i>	<i>2,769</i>	<i>5,538</i>
12.0	<i>INSTALACIONES ELECTRICAS</i>					
12.1	<i>Instalación de un transformador para el equipo de bombeo del pozo P1 Los Ramos de 250 HP.</i>	<i>u</i>	<i>1</i>	<i>16,180</i>	<i>16,180</i>	
12.2	<i>Instalación de un transformador para el equipo de bombeo del pozo P2 Los Ramos de 250 HP.</i>	<i>u</i>	<i>1</i>	<i>19,256</i>	<i>19,256</i>	<i>35,436</i>
TOTAL DE INVERSIONES AÑO 2000 (US \$)						1'011,693

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2005

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	PERFORACION DE POZOS					
2.1	Perforación de 2 pozos tubulares de 200 m. de profundidad en área El Trébol de ϕ 18" de diámetro para 90 l/s Pozos P5 y P6	mts	400	774.40	309,760	309,760
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento pozo P5 El Trébol Hdt=134 m. profundidad de la bomba 120 m. (Q=90 l/s) potencia del motor 300 HP.	und		58,271	58,271	
3.2	Equipamiento pozo P6 El Trébol Hdt=141 m. profundidad de la bomba 130 m. (Q=90 l/s) potencia de motor 300 HP.	und		58,897	58,897	117,168
4.0	CASSETAS DE BOMBEO					
4.1	Construcción de 2 casetas de bombeo en área El Trébol de 50 m ² c/u. Pozos P5 y P6.	m ²	100		29,800	29,800
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HIERRO DUCTIL LINEAS DE ADUCCION					
5.1	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 12" Clase A-10. Líneas impulsión Pozo P5 El Trébol.	mts	580	104.02	60,332	
5.2	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 12" Clase A-10. Líneas impulsión Pozo P6 El Trébol.	mts	60	104.02	6,241	
5.3	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 18" Clase A-10. Líneas impulsión Pozos P5 y P6 El Trébol.	mts	400	160.98	64,392	130,965
7.0	RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CIRCULAR ELEVADO O APOYADO					
7.1	Reservorio de concreto preesforzado apoyado de forma cilíndrica ubicado en El Trébol. V=4400 m ³ .	und		418,680	418,680	418,680
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P5 El Trébol (Q=90 l/s).	und		2,769	2,769	5,538
8.2	Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P6 El Trébol (Q=90 l/s).	und		2,769	2,769	5,538

PRESUPUESTO DE INVERSION - ACUEDUCTOS
SEGUNDA ETAPA AÑO 2005

<i>P TIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNID.</i>	<i>CANT.</i>	<i>P.U.</i>	<i>SUB-TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>
12.0	INTALACIONES ELECTRICAS					
12.1	Instalación de un transformador para el equipo de bombeo del pozo P5 El Trébol de 300 HP.	und		25,663	25,663	
12.2	Instalación de un transformador para el equipo de bombeo del pozo 6 El Trébol de 300 HP.	und		24,125	24,125	49,788
TOTAL DE INVERSIONES AÑO 2005 (US \$)						1'061,677

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN - ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2010

PARTIDA	DESCRIPCION.	UNID.	CANT.	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	PERFORACION DE POZOS					
2.1	Perforación de un pozo tubular en el área de El Trébol de 200 m de profundidad ϕ 18". Pozo P7	m	200	738.51	147,702	
2.2	Perforación de dos pozos tubulares en Área Caserío Los Ramos de 150 m. de prof. cada uno y 16" de diametro. Pozos P3 y P5.	m	300	649	194,700	342,402
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del Pozo P7 El Trébol Hdt=155 m.; Q=90 l/s profundidad de la bomba 115 m. Potencia del motor 400 HP.	u	1	73,735	73,735	
3.2	Equipamiento del Pozo P3 Los Ramos Hdt=135 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. Potencia del motor 250 HP.	u	1	47,564	47,564	
3.3	Equipamiento de el Pozo P5 Los Ramos Hdt=135 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. Potencia del motor 250 HP.	u	1	47,564	47,564	168,863
4.0	CASSETAS DE BOMBEO					
4.1	Construcción de 1 caseta de bombeo de 50 m ² pozo P3 Caserío Los Ramos	m ²	50	298	14,900	
4.2	Construcción de 1 caseta de bombeo de 50 m ² pozo P5 Caserío Los Ramos	m ²	50	298	14,900	
4.3	Construcción de 1 caseta de bombeo de 50 m ² pozo P7 El Trébol.	m ²	50	298	14,900	44,700
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HIERRO DUCTIL LINEAS DE ADUCCION					
5.1	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 10" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P3 (Los Ramos).	m	100	85.47	8,547	
5.2	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 10" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P5 (Los Ramos).	m	100	85.47	8,547	
5.3	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 12" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P7 El Trébol	m	1,640	104.02	170,593	
5.4	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 16" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P5 Los Ramos	m	509	141.80	70,990	

PRESUPUESTO DE INVERSION -- ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2010

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
5.1						
5	Instalación de tubería de hierro para pozos P1 y P2 de Los Ramos	m	2,920	180.33	526,564	785,151
7.0	RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CIRCULAR ELEVADO O APOYADO					
7.1	Reservorio en El Trébol apoyado de concreto armado (C=795 m.s.n.m.) V=2200 m ³	u		199,650	199,650	
7.2	Reservorio apoyado de concreto armado ubicado en la zona Aldea (CF= 765 m.s.n.m.) Cerro Santa Lucía. V=4000 m ³	u		391,202	391,202	580,852
10.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
10.1	Instalación de equipo de clorinación incluido sus accesorios (balanza, botellas de cloro, inyector, etc.) para pozo P7 (Q=90 l/s), El Trébol.	u		2,769	2,769	
10.2	Instalación de equipo de clorinación incluido sus accesorios (balanza, botellas de cloro, inyector, etc.) para pozo P3 (Q=72 l/s), Los Ramos.	u		2,769	2,769	
10.3	Instalación de equipo de clorinación incluido sus accesorios (balanza, botellas de cloro, inyector, etc.) para pozo P5	u		2,769	2,769	8,307
11.0	INSTALACIONES ELECTRICAS					
11.1	Instalación de transformador para pozo P7 El Trébol, potencia del motor 400 HP.	u		25,663	25,663	
11.2	Instalación de transformador para pozo P3 Los Ramos, potencia del motor 250 HP.	u		16,949	16,949	
11.3	Instalación de transformador para pozo P5 C. Los Ramos, potencia del motor 250 HP.	u		16,949	16,949	50,561
TOTAL DE INVERSIONES AÑO 2010 (US \$)						1'000,076

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN – ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2015

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	PERFORACION DE POZOS					
2.1	Perforación de dos pozos tubulares en area Caserío Los Ramos de 150 m. de profundidad cada uno y 16" de diametro. P4 y P6. mts		300	649	194,700	194,700
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del Pozo P4 Los Ramos HDT=141 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. Potencia del motor 250 HP.	und		47,564	47,564	95,128
3.2	Equipamiento del Pozo P6 Los Ramos HDT=133 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. Potencia del motor 250 HP.	und		47,564	47,564	
4.0	CASSETAS DE BOMBEO					
4.1	Construcción de 1 caseta de bombeo de 50 m ² Pozo P4 Caserío Los Ramos.	m ²	50	298	14,900	29,800
4.2	Construcción de 1 caseta de bombeo de 50 m ² Pozo P6 Caserío Los Ramos.	m ²	50	298	14,900	
5.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE HIERRO DUCTIL. LINEAS DE ADUCCION					
5.1	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 12" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P4 Los Ramos	mts	500	104.02	52,010	104,020
5.2	Instalación de tubería de hierro ductil de ϕ 12" Clase A-10. Línea impulsión Pozo P6 Los Ramos	mts	500	104.02	52,010	
7.0	RESERVORIOS DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CIRCULAR ELEVADO O APOYADO					
7.1	Reservorio apoyado de concreto armado ubicado en el Cerro Tecana (CF = 650 m.s.n.m.) V=4000 m ³	und		391,202	391,202	391,202
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de equipo de clorinación incluido sus accesorios (balanza, botellas de cloro, inyector, etc.) para pozo P4 (Q=72 l/s), Caserío Los Ramos.	und	1	2,769	2,769	

PRESUPUESTO DE INVERSION - ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2015

						TOTAL
PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	
8.2	Instalación de equipo de clorinación incluido sus accesorios (balanza, botellas de cloro, inyector, etc.) para pozo P6 (Q=72 l/s), Caserío Los Ramos.	und	1	2,769	2,769	5,538
12.0	INSTALACIONES ELECTRICAS					
12.1	Instalación de transformador para pozo P4 Caserío Los Ramos potencia del motor 250 HP.	und	1	20,025	20,025	
12.2	Instalación de transformador para pozo P6 Caserío Los Ramos potencia del motor 250 HP.	und	1	16,949	16,949	16,074
TOTAL DE INVERSIONES AÑO 2015 (US \$)						8,57,362

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
PRIMERA ETAPA AÑOS 1993–2000

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS EN REDES DE DISTRIBUCION					
10.1	REDES MATRICES					
	<i>Suministro e instalación de tubería PVC, Clase A-10, sin considerar reposición de pavimento de:</i>					
	3"	■	720	13.43	9,674	
	4"	■	1,971	21.06	41,509	
	6"	■	2,680	39.73	106,476	
	8"	■	1,775	62.32	110,618	
	<i>Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil, Clase A-5, sin considerar reposición de pavimento de:</i>					
	10"	■	470	74.63	35,076	
	12"	■	400	91.32	36,528	
10.2	REDES SECUNDARIAS					
	<i>Suministro e instalación de tubería PVC, Clase A-10, sin considerar reposición de pavimento de:</i>					
	3"	■	15,195	13.43	204,069	
	4"	■	15,195	21.06	320,007	863,957
13.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA					
13.1	<i>Suministro e instalación de válvulas de compuerta de hierro fundido en líneas de aducción y redes de distribución de :</i>					
	3"	u	159	164.17	26,103	
	4"	u	172	130.97	22,527	
	6"	u	27	256.25	6,919	
	8"	u	18	367.93	6,623	
	10"	u	5	564.53	2,823	
	12"	u	4	667.85	2,671	67,666

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
PRIMERA ETAPA AÑOS 1993–2000

<i>PARTIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNID.</i>	<i>CANT.</i>	<i>P.U.</i>	<i>SUB-TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>
<i>14.0</i>	<i>SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDRANTES</i>					
<i>14.1</i>	<i>Suministro e instalación de hidrantes (GCI)</i>	<i>u</i>	<i>8</i>	<i>805.14</i>	<i>6,441</i>	<i>6,441</i>
<i>15.0</i>	<i>CONEXIONES Y MEDIDORES</i>					
<i>15.1</i>	<i>Conexiones domiciliarias</i>	<i>u</i>	<i>5,707</i>	<i>36.40</i>	<i>207,735</i>	
<i>15.2</i>	<i>Medidores</i>	<i>u</i>	<i>5,707</i>	<i>52.61</i>	<i>300,245</i>	<i>507,980</i>
<i>16.0</i>	<i>PILETAS PUBLICAS</i>					
<i>16.1</i>	<i>Construcción de piletas públicas</i>	<i>u</i>	<i>6</i>	<i>146.29</i>	<i>878</i>	<i>878</i>
<i>TOTAL DE INVERSIONES AÑOS 1993-2000 (US \$)</i>						<i>1'446,922</i>

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
TERCERA ETAPA AÑOS 2011-2020

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
10.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS EN REDES DE DISTRIBUCION					
10.1	REDES MATRICES					
	Suministro e instalación de tubería PVC, Clase A-10, sin considerar reposición de pavimento de:					
	4"	m	1,772	21.06	37,318	
	6"	m	9,955	39.73	395,512	
	8"	m	4,227	62.32	263,427	
	Suministro e instalación de tubería de hierro dúctil, Clase A-5, sin considerar reposición de pavimento de:					
	10"	m	1,609	74.63	120,080	
10.2	REDES SECUNDARIAS					
	Suministro e instalación de tubería PVC, Clase A-10, sin considerar reposición de pavimento de:					
	3"	m	35,420	13.43	475,684	
	4"	m	35,420	21.06	745,945	2,037,966
13.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE					
COMPUERTA 13.1	REDES MATRICES					
	Suministro e instalación de válvulas de compuerta de hierro fundido en líneas de aducción y redes de distribución de :					
	4"	u	18	180.97	3,258	
13.2	REDES SECUNDARIAS					
	Suministro e instalación de válvulas de compuerta de hierro fundido en líneas de aducción y redes de distribución de :					
	3"	u	354	164.17	58,116	
	4"	u	354	180.97	64,063	

PRESUPUESTO DE INVERSION – ACUEDUCTOS
TERCERA ETAPA AÑOS 2011-2020

<i>PARTIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNID.</i>	<i>CANT.</i>	<i>F.U.</i>	<i>SUB-TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>
	6"	u	100	256.25	25,625	
	8"	u	42	367.93	15,453	
	10"	u	16	564.53	9,032	175,547
14.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE HIDRANTES					
14.1	Suministro e instalaci3n de hidrantes (GCI)	u	18	805.14	14,493	14,493
15.0	CONEXIONES Y					
15.1	MEDIDORES Conexiones	u	13,489	36.40	491,000	
15.2	domiciliarias Medidores	u	13,489	52.61	709,656	1,200,656
TOTAL DE INVERSIONES AÑOS 2011-2020 (US \$)						3'428.607

***PRESUPUESTOS DE
RE-INVERSION***

**PRESUPUESTO DE REINVERSION – ACUEDUCTOS
SEGUNDA ETAPA AÑO 2000**

118

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	u	2,441	52.61	128,421	128,421
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2000 (US \$)						128,421

**PRESUPUESTO DE REINVERSION – ACUEDUCTOS
SEGUNDA ETAPA AÑO 2002**

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del pozo Sihuacop, HDT=159.2 m. Q=22 l/s profundidad de la bomba 141 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,030	28,030	
3.2	Equipamiento del pozo Colonias Unidas, HDT=181.9 m. Q=21 l/s profundidad de bomba 153 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,781	28,781	
3.3	Equipamiento del pozo El Trébol 2 (P2) HDT=159.0 m. Q=60 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 250 HP.	u	1	51,321	51,321	
3.4	Equipamiento del pozo El Molino 3 HDT=21.3 m. Q=100 l/s profundidad de la bomba 15 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	12,251	12,251	
3.5	Equipamiento del pozo Sapoapa 2 HDT=76.8 m. Q=25 l/s profundidad de la bomba 34 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	13,441	13,441	
3.6	Equipamiento del pozo El Trébol 3 (P3) HDT=139.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,099	67,099	
3.7	Equipamiento del pozo El Trébol 4 (P4) HDT=142.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,099	67,099	268,022
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador en el pozo Sihuacop (Q=22 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.2	Instalación de un clorinador en el pozo Colonias Unidas (Q=21 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.3	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 2 (Q=60 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	

SEGUNDA ETAPA AÑO 2002

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
8.4	Instalación de un clorinador en el pozo Sapoapa 2 (Q=25 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	14,888
8.5	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 3 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.		1.00	2,769	2,769	
8.6	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 4 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.		1.00	2,769	2,769	
11.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA REDUCTORA DE PRESTION					
11.1	Suministro e instalación de C.R.P. N°2 y 3 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado en la Z.P-5.	u	2.00	4,595.9	9,192	40,174
11.2	Suministro e instalación de C.R.P. N°1 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado antes de la ZP-3. (cota 438 m.s.n.m.)	u	1.00	4,595.9	4,596	
11.3	Suministro e instalación de C.R.P. N°4 con válvula reductora de 6" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado entre la ZP5 y ZP6.	u	1.00	6,506.66	6,507	
11.4	Suministro e instalación de C.R.P. N°5 con válvula reductora de 6" para tubería de 6" de hierro dúctil ubicado entre la ZP6 y ZP7.	u	1.00	6,165.86	6,166	
11.5	Suministro e instalación de C.R.P. N°7 con válvula reductora de 4" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado en la cota 630 (Carretera a Tacachico).	u	1.00	4,520.90	4,521	
11.6	Suministro e instalación de C.R.P. N°6 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado entre la ZP2 y ZP3.	u	1.00	4,595.90	4,596	
11.7	Suministro e instalación de C.R.P. N°8 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado en la cota 645 m.s.n.m.	u	1.00	4,595.90	4,596	
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2002 (US \$)						122,284

NOTA: Adicionalmente se considera el costo de reposición de vehículos por US \$ 60,000.00

PRESUPUESTO DE REINVERSION – ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2004

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	u	5,707	52.61	300,245	300,245
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2004 (US \$)						300,245

PRESUPUESTO DE REINVERSION ACUEDUCTOS

SEGUNDA ETAPA AÑO 2008

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	u	2,441	52.61	128,421	128,421
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2008 (US \$)						128,421

PRESUPUESTO DE REINVERSION – ACUEDUCTOS

121

TERCERA ETAPA AÑO 2010

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del pozo P1 C. Los Ramos Hdt=133 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. potencia de motor 250 HP.	u		47,564	47,564	95,128
3.2	Equipamiento del pozo P2 C. Los Ramos Hdt=136.3 m.; Q=72 l/s profundidad de la bomba 75 m. potencia de motor 250 HP.	u		47,564	47,564	
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P1 Los Ramos (Q=72 l/s).	u		2,769	2,769	5,538
8.2	Instalación de un clorinador incluido todos sus accesorios (balanza, botellones de cloro+dosificador, etc.) para el pozo P2 Los Ramos (Q=72 l/s).	u		2,769	2,769	
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2010 (US \$)						100,666

PRESUPUESTO DE REINVERSION – ACUEDUCTOS

TERCERA ETAPA AÑO 2012

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
3.0	EQUIPAMIENTO DE POZOS					
3.1	Equipamiento del pozo Sihucop, HDT=159.2 m. Q=22 l/s profundidad de la bomba 141 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,030	28,030	
3.2	Equipamiento del pozo Colonias Unidas, HDT=181.9 m. Q=21 l/s profundidad de bomba 153 m. potencia del motor 100 HP.	u	1	28,781	28,781	
3.3	Equipamiento del pozo El Trébol 2 (P2) HDT=159.0 m. Q=60 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 250 HP.	u	1	51,321	51,321	
3.4	Equipamiento del pozo El Molino 3 HDT=21.3 m. Q=100 l/s profundidad de la bomba 15 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	12,251	12,251	
3.5	Equipamiento del pozo Sapoapa 2 HDT=76.8 m. Q=25 l/s profundidad de la bomba 34 m. potencia del motor 50 HP.	u	1	13,441	13,441	
3.6	Equipamiento del pozo El Trébol 3 (P3) HDT=139.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,099	67,099	

PRESUPUESTO DE REINVERSION ACUEDUCTOS

TERCERA ETAPA AÑO 2012

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
3.7	Equipamiento del pozo El Trébol 4 (F4) HDT=142.9 m. Q=90 l/s profundidad de la bomba 135 m. potencia del motor 350 HP.	u	1	67,000	67,000	278,222
8.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORINADORES					
8.1	Instalación de un clorinador en el pozo Sihucop (Q=22 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.2	Instalación de un clorinador en el pozo Colonias Unidas (Q=21 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.3	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 2 (Q=60 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	
8.4	Instalación de un clorinador en el pozo Sapoapa 2 (Q=25 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	1,927	1,927	
8.5	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 3 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	
8.6	Instalación de un clorinador en el pozo El Trébol 4 (Q=90 l/s) incluido balanza y accesorios.	u	1.00	2,769	2,769	14,088
11.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION					
11.1	Suministro e instalación de C.R.P. N°2 y 3 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicada en la Z.P-5.	u	2.00	4,595.9	9,192	
11.2	Suministro e instalación de C.R.P. N°1 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado antes de la ZP-3. (cota 438 m.s.n.m.)	u	1.00	4,595.9	4,596	
11.3	Suministro e instalación de C.R.P. N°4 con válvula reductora de 6" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado entre la ZP5 y ZP6.	u	1.00	6,506.66	6,507	
11.4	Suministro e instalación de C.R.P. N°5 con válvula reductora de 6" para tubería de 6" de hierro dúctil ubicado entre la ZP6 y ZP7.	u	1.00	6,165.86	6,166	
11.5	Suministro e instalación de C.R.P. N°7 con válvula reductora de 4" para tubería de 8" de hierro dúctil ubicado en la cota 630 (Carretera a Tacachico).	u	1.00	4,520.90	4,521	
11.6	Suministro e instalación de C.R.P. N°6 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado entre la ZP2 y ZP3.	u	1.00	4,595.90	4,596	

PRESUPUESTO DE REINVERSION - ACUEDUCTOS

TERCERA ETAPA AÑO 2012

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
11.7	Suministro e instalación de C.R.P. Nº8 con válvula reductora de 4" para tubería de 10" de hierro dúctil ubicado en la cota 645 m.s.n.m.	u	1.00	4,595.90	4,596	4,596
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	und	5,707	52.61	300,245	300,245
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2012 (US \$)						622,520

NOTA: Adicionalmente se considera el costo de reposición de vehículos por US \$ 60,000.00

PRESUPUESTO DE REINVERSION - ACUEDUCTOS

TERCERA ETAPA AÑO 2013

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	und	9,895	52.61	520,576	520,576
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2013 (US \$)						520,576

PRESUPUESTO DE REINVERSION - ACUEDUCTOS

TERCERA ETAPA AÑO 2016

PARTIDA	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
15.0	MEDIDORES					
15.1	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable	und	2,441	52.61	128,421	128,421
TOTAL DE REINVERSIONES AÑO 2016 (US \$)						128,421

5.7 Cronograma de Inversiones

Se ha programado un cronograma de inversiones en las distintas etapas del horizonte del proyecto para ser ejecutadas por el propietario del servicio y satisfacer a corto, mediano y largo plazo los requerimientos de agua de la población.

El calendario de Inversiones por categorías para todas las etapas, dentro del horizonte del proyecto, se muestra en el cuadro 5.7-1.

En la primera etapa del proyecto se propone ejecutar inversiones en los años 1990, 1991 y 1992, iniciando los estudios de ingeniería en el segundo semestre de 1990 y la ejecución de las obras en los años 1991-1992.

Asimismo, para la segunda y tercera etapa del proyecto, las inversiones se darán cada 5 años, y estarán dirigidas principalmente a la ejecución de obras de captación, transmisión y almacenamiento.

En cada una de las etapas del proyecto, para que se cumpla las metas trazadas de cobertura del servicio, se ejecutarán las obras de ampliación de redes matrices de distribución y sus respectivas redes secundarias o de relleno, las cuales irán aparejadas con la instalación constante de conexiones y medidores domicialiaros.

Cuadro 5.7-1 : Calendario de inversiones del sistema de agua potable.

FILE C:\1990

CATEGORIAS	INVERSIONES EN U.S. \$													
	Ira. ETAPA				2da. ETAPA			3ra. ETAPA			REDES DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES			
	1990	1991	1992	TOTAL	2000	2003	TOTAL	2010	2015	TOTAL	1993 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2020	TOTAL
1. INGENIERIA Y ADMINISTRACION	175,224	408,856	408,855	992,935	171,988	180,489	352,477	339,972	145,751	485,723	245,977	377,608	582,872	1,206,457
1.1 Diseño de Ingeniería (3%)	175,224			175,224	30,351	31,851	62,202	59,995	25,721	85,716	43,408	66,637	102,860	212,905
1.2 Supervisión de Ingeniería (10%)		292,040	292,040	584,080	101,169	106,170	207,339	199,984	85,736	285,720	144,692	222,122	342,866	709,680
1.3 Administraciones (4%)		116,816	116,815	233,631	40,468	42,468	82,936	79,993	34,294	114,287	57,877	88,849	137,146	283,872
2. COSTOS DIRECTOS		2,920,403	2,920,401	5,840,804	1,011,693	1,061,699	2,073,392	1,999,836	857,362	2,857,198	1,446,922	2,221,218	3,428,662	7,096,802
2.1 Producción		398,840	398,840	59,682	360,602	572,054	872,656	623,833	362,140	985,973				
2.2 Transmisión (aducciones)		356,173	356,173	931,925	401,528	130,965	532,493	785,151	104,020	889,171				
2.3 Distribución														
Almacenamiento		288,132	288,131	576,263	269,563	418,680	668,243	590,852	391,202	982,054				
Redes maestras		1,470,531	1,470,530	2,821,061							369,127	361,186	884,198	1,614,511
Redes secundarias		117,614	117,615	235,229							568,937	979,278	1,343,808	2,892,023
Conversiones		44,426	44,426	88,852							208,613	360,178	491,000	1,059,791
Medidores		64,211	64,210	128,421							300,245	520,576	709,656	1,530,477
Instalaciones Introdúcidas		76,715	76,714	153,429										
Mejoramiento del sistema existente		163,761	163,762	327,523										
3. COSTOS CONCURRENTES		20,050	20,050	40,100	1,700	1,700	3,400	2,600	1,700	4,300				
3.1 Derechos y bienes raíces ¹⁾		20,050	20,050	40,100	1,700	1,700	3,400	2,600	1,700	4,300				
4. SIN ASIGNACION ESPECIFICA		292,040	292,039	584,080	101,169	106,170	207,339	199,984	85,736	285,720	144,692	222,122	342,866	709,680
4.1 Imprevistos técnicos (10%)		292,040	292,039	584,080	101,169	106,170	207,339	199,984	85,736	285,720	144,692	222,122	342,866	709,680
TOTAL	175,224	3,641,349	3,641,345	7,457,919	1,286,550	1,350,058	2,636,688	2,542,392	1,090,549	3,632,941	1,837,591	2,820,948	4,354,400	9,012,939

FUENTE: Presupuestos de Inversión Sistemas de Agua Potable
Precios de Septiembre 1989 (precios constantes)

¹⁾ Considera terrenos para 3 reservorios de 900 m² c/u y 6 pozos de 400 m² c/u en la 1ra. Eta pa
Considera terrenos para 2 reservorios de 900 m² c/u y 6 pozos de 400 m² c/u en la 2da. Eta pa
Considera terrenos para 3 reservorios de 900 m² c/u y 6 pozos de 400 m² c/u en la 3ra. Eta pa