

**INFORME DEL ESTUDIO
PARA EL DISEÑO BASICO
DEL
PROYECTO DE DESARROLLO
DE
AGUAS SUBTERRANEAS
EN LA
CIUDAD DE EL ALTO**

REPUBLICA DE BOLIVIA

AGOSTO, 1988

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

GRF

68-78

JICA LIBRARY



1069455[2]

**INFORME DEL ESTUDIO
PARA EL DISEÑO BASICO
DEL
PROYECTO DE DESARROLLO
DE
AGUAS SUBTERRANEAS
EN LA
CIUDAD DE EL ALTO**

REPUBLICA DE BOLIVIA

AGOSTO, 1988

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

GRF
CR(3)
88—78



国際協力事業団

18222

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar el estudio de diseño básico para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en la Ciudad de El Alto en dicho país, y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón envió a Bolivia una misión para el estudio de diseño básico presidida por el señor Norio Nishihata, sub-jefe de la Primera División de Estudio de Diseño Básico del Departamento de Planificación y Estudio de Cooperación Financiera No Reembolsable de la JICA, desde el 25 de marzo hasta 8 de mayo de 1988.

La misión sostuvo deliberaciones sobre el proyecto con las autoridades pertinentes del Gobierno Boliviano, realizó estudios de campo en el sitio del proyecto y recopiló los datos.

Después del regreso de dicha misión al Japón se llevaron a cabo los trabajos analíticos de los materiales obtenidos, seguidos de la explicación del Borrador del Informe Final a través de la misión presidida por el Señor Seisho Nagayama, Sub-jefe de la División de Asuntos Generales del Centro Internacional de Okinawa de JICA, desde el 22 de julio hasta el 7 de agosto de 1988 y quedó concluida la elaboración del presente documento.

Espero que este informe sirva de base para la realización de este importante Proyecto, asimismo permitirá el estrechamiento de las relaciones amistosas entre ambos países.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades pertinentes por su cooperación y apoyo brindados para el estudio de este Proyecto.

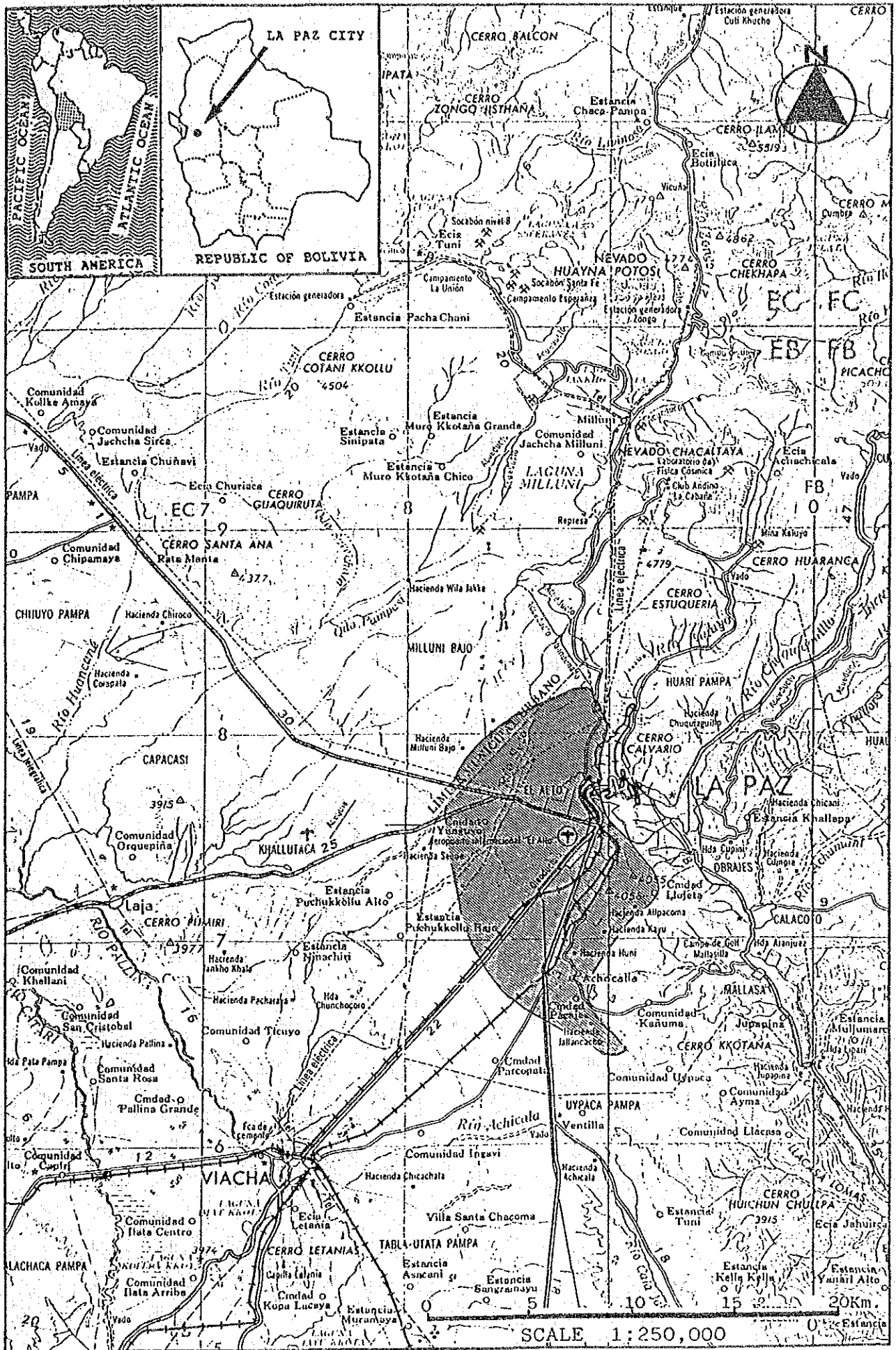
Agosto de 1988.

A handwritten signature in cursive script, reading "Kensuke Yanagiya".

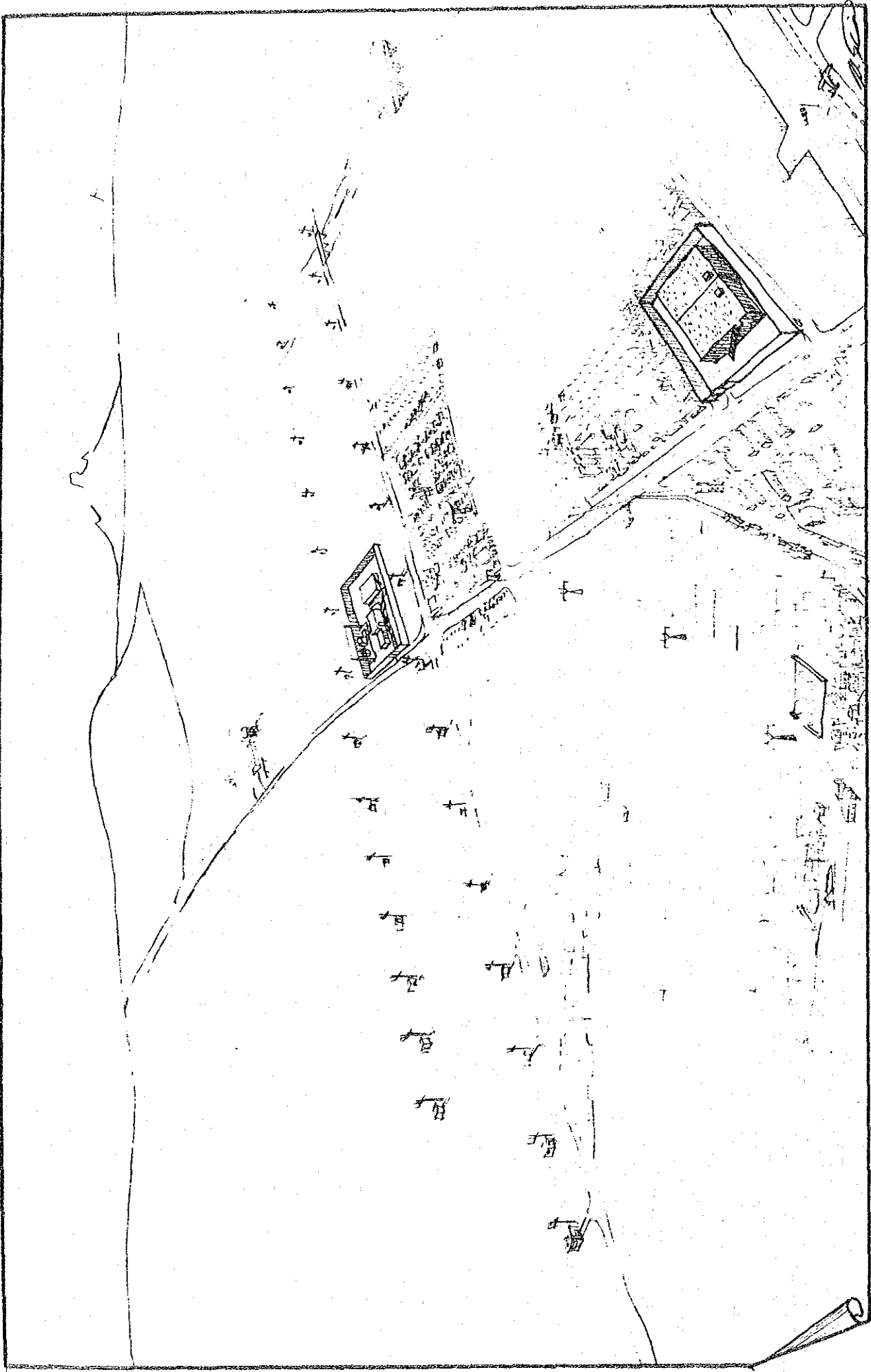
Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón



MAPA DE COLOCACIÓN DE PROYECTO



VISTA DE PERSPECTIVA

RESUMEN

La población de la zona de El Alto en el año 1986 es de aproximadamente 233,000 habitantes, con un crecimiento poblacional anual del 4.1%, se estima que la población llegará en el año 2010 a 800,000 habitantes, incluyendo las inmigraciones de los mineros relocalizados de Bolivia.

El servicio de agua potable en la zona de El Alto es administrada por SAMAPA, como parte del sistema de suministro de la ciudad de La Paz.

El equipamiento de servicio de agua potable de SAMAPA, ha sido realizado siguiendo el Plan Maestro elaborado por la cooperación del Gobierno Alemán. Este plan contempla como principal fuente de captación de agua, la laguna "TUNI" ubicada a 35 km hacia el norte de la ciudad de La Paz. Esta laguna, en la actualidad ha llegado al límite de su capacidad como fuente de agua potable; por consiguiente, la capacidad de provisión de agua por SAMAPA, llegó a no poder cubrir la demanda actual de agua potable, por lo que urge asegurar una nueva fuente de captación de agua, para responder a las demandas progresivas de éste elemento vital para la población en general.

El Gobierno Boliviano preocupado del problema de captación de agua para El Alto, y consciente de que el proyecto del desarrollo de aguas subterráneas son de alta prioridad, solicitó en julio de 1986 ayuda al Gobierno del Japón con objeto de realizar un estudio de factibilidad para el desarrollo de aguas subterráneas existentes en el Distrito de El Alto, a fin de conocer su potencial como fuente para abastecimiento de agua. En respuesta a dicha solicitud el Gobierno del Japón a través de JICA, envió un equipo a Bolivia para el estudio preliminar, durante los meses de setiembre y octubre del mismo año; además, se realizó el estudio de factibilidad para el desarrollo de aguas subterráneas durante un año, desde enero de 1987 hasta enero de 1988. Como resultado de dichos estudios, se llegó a la conclusión que es factible

extraer agua del acuífero de la zona norte del Distrito de El Alto, con un caudal máximo de 30,000 m³/día por lo menos durante 20 años consecutivo. El Gobierno Boliviano decidió llevar a cabo el proyecto de abastecimiento de agua potable en el Distrito del El Alto, usando como recurso las aguas subterráneas, para lo cual, solicitó la cooperación financiera no reembolsable del Gobierno del Japón.

En respuesta a esa solicitud el Gobierno del Japón envió una misión a Bolivia el 25 de Marzo, la cual permaneció hasta el 8 de mayo, con el fin de realizar el estudio para el Diseño Básico del proyecto. En esa oportunidad la misión discutió sobre los detalles del proyecto con los representantes de Gobierno de Boliviano.

Este proyecto tiene el objeto de mejorar la situación de suministro de agua potable y de contribuir al futuro desarrollo de la Ciudad de El Alto, a través de la formulación de un plan para el eficiente suministro de agua a la Ciudad de El Alto, con utilización de los recursos de aguas subterráneas existentes en la parte sur de la ciudad y, a través de la ejecución de obras de ampliación de las instalaciones relacionadas al servicio de agua.

Como resultado del estudio y de las conversaciones con la parte Boliviana, se aclararon los siguientes puntos :

- (1) Area proyectada sur de la Avenida Periférica que tiene el plan de urbanización ya definido, totalizando aproximadamente 2,000 ha.
- (2) Volúmen de agua proyectado 3,000 m³/día.
- (3) Período del proyecto 2009 año.

RESUMEN DE PLAN DISEÑO

- | | | |
|---|---|---------------|
| (1) Instalaciones de Captación | | |
| 1) Pozos | Caudal de bombeo 11.6 litro/s/pozo | 30 Pozos |
| 2) Bombas Sumergibles | | |
| | Capacidad de bomba 11.6 litro/s/equipo | 30 unidades |
| 3) Casetas de Bombeo | | |
| | | 30 casetas |
| (2) Instalaciones de Conducción | | |
| 1) Línea de Conducción | Largo total : | 27,600 metros |
| | Tubería de PVC \varnothing 125 mm | |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 200 - \varnothing 500 mm | |
| (3) Instalaciones de Bombeo | | |
| 1) Estación de rebombeo (cisterna de 570 m ³) | | 1 unidad |
| 2) Sala de Bombeo | | |
| | Capacidad de las bombas 30,000 m ³ /día | 1 caseta |
| 3) Instalaciones auxiliares | | |
| | | 1 juego |
| 4) Tubería de Impulsión | Largo total : | 6,000 metros |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 600 mm | |
| (4) Instalaciones para Distribución de Agua | | |
| 1) Reservorio (Capacidad 5,000 m ³) | | 1 unidad |
| 2) Instalaciones auxiliares | | |
| | | 1 juego |
| 3) Distribución Tubería | Largo total : | 9,350 metros |
| | Tubería de fierro fundido dúctil \varnothing 200 - \varnothing 600 mm | |
| (5) Instalaciones Eléctricas | | |
| 1) Subestaciones | | 1 unidad |
| 2) Transformadores | | |
| | - para los pozos | 30 unidades |
| | - para la estación de rebombeo | 1 unidad |
| 3) Alambrado Eléctrico | | |
| | | 25 km |

El proyecto se ha separado en 2 etapas.

La primera etapa consiste en :

- Instalaciones de captación (16 pozos).
- Parte de las instalaciones de conducción (de los pozos a la estación de rebombeo)
- Estación de rebombeo y línea de impulsión.
- Reservorio de almacenamiento e instalaciones eléctricas.

La segunda etapa consta de :

- Instalaciones de captación (14 pozos).
- Resto de líneas de conducción.
- Redes de distribución.

De acuerdo al cronograma de ejecución de éste Proyecto se han programado los siguientes plazos :

- Desde el intercambio de notas a la firma del contrato para la ejecución de obras : 5 meses.
- Adquisición y transporte de equipos y materiales : 8 meses.
- Inicio de obras hasta finalización de la primera etapa : 10 meses.
- Duración de las obras de la segunda etapa : 6 meses.

A la finalización de las obras de la primera etapa, el sistema podrá entrar en operación para cubrir el déficit existente.

El ente principal de la obra del proyecto será SAMAPA, la cual es la Institución principal responsable del sistema de agua potable y alcantarillado en la zona urbana de La Paz.

SAMAPA, no posee la experiencia en cuanto al desarrollo y

aprovechamiento de agua subterránea.

Sin embargo; desde la fecha de su creación, o sea, del año 1966 con el asesoramiento técnico del Gobierno Alemán, ha venido equipando el sistema de agua potable y alcantarillado eficientemente con autonomía en su operación y mantenimiento, lo cual es una muestra más que suficiente de la seriedad de SAMAPA.

El sistema de agua potable que será realizado con el Proyecto, garantizará el abastecimiento de agua de buena calidad en el área hasta el año 2009, año que se considera como meta de éste Proyecto, con la provisión estable de acuerdo a la demanda prevista en el estudio de la zona. Asimismo, estimamos que el costo de la operación sobrepasaría al principio el ingreso, pero gradualmente llegaría a equilibrarse en su balance general hasta el año 1997 y, en el año 2009 estimamos una acumulación de superávit comercial de éste Proyecto.

La ejecución del presente proyecto, posibilitará el suministro de agua potable al área de servicio del Plan Maestro que está siendo actualmente ejecutado por SAMAPA. Por consiguiente es recomendable que SAMAPA haga una revisión en su Plan Maestro tomando en consideración el presente proyecto para la utilización efectiva de sus recursos.

Al ser realizado el proyecto para la zona de El Alto, provisión estable de agua de buena calidad y de bajo costo, significaría una gran contribución al mejoramiento del nivel de vida, como también al saneamiento ambiental de la zona. Asimismo, contribuirá a uno de los objetivos principales de Gobierno, que es el mejoramiento de la vida social, con el cual se tiene fé en que el Proyecto contribuirá en parte a cubrir las deficiencia de la infraestructura urbana básica, ya que El Alto es considerado como zona receptora de los llamados "relocalizados mineros", como también del exceso de población de la hoyada

paceña; que tiene un crecimiento poblacional excesivo esto ha hecho que los servicios básicos sean deficientes.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANESAPA	Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable
ANSI	Código Nacional para Instalaciones Eléctricas (U.S.A)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMZ	Ministerio de Cooperación Financiera de la República Federal de Alemania
BM	Banco Mundial
CARE	Cooperativa Americana de Remesas al Exterior, en Bolivia
CNSS	Caja Nacional de Seguro Social
COBEE	Compañía Boliviana de Energía Eléctrica
CORPAGUAS	Corporación de Agua Potable y Alcantarillado
DSA	División de Saneamiento Ambiental, Ministerio de Previsión Social y Salud Pública
EC	Conductividad Eléctrica
ENTEL	Empresa Nacional de Telecomunicaciones
F.M.I	Fondo Monetario Internacional
GDP	Producto Bruto Domestico
GEOBOL	Servicio Geológico de Bolivia
GNP	Producto Bruto Nacional
GTZ	Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit
IBSS	Instituto Boliviano de Seguridad Social
IDWSSD	Década Internacional para el Agua Potable y del Saneamiento
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo, en Bolivia
SAMAPA	Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón

INDICE

PREFACIO

MAPAS

VISTA DE PERSPECTIVA

RESUMEN

CAPITULO 1 INTRODUCCION -----	1
CAPITULO 2 BASE DEL PROYECTO -----	3
2.1 Aspectos Generales de la República de Bolivia y del Plan de Desarrollo Nacional -----	3
2.1.1 Condiciones Naturales -----	3
2.1.2 Tendencia de la Economía -----	7
2.1.3 Población -----	9
2.1.4 Resúmen del Plan de Desarrollo Nacional -----	9
2.2 Situación Actual del Servicio de Agua y de los Planes de Mantenimiento, Conservación y Operación de las Instalaciones de Suministro de Agua en la República de Bolivia -----	13
2.2.1 Situación Actual del Servicio de Agua -----	13
2.2.2 Planes de Mantenimiento, Conservación y Operación de las Instalaciones de Suministro de Agua -----	16
2.3 Situación Actual de las Instalaciones de Suministro de Agua y del Servicio de Agua Potable del Area de La Paz -----	19
2.3.1 Instalaciones de Suministro de Agua -----	19
2.3.2 Situación de Suministro de Agua -----	23
2.3.3 Servicio de Agua -----	25
2.3.4 Situación Financiera y Ayuda Extranjera -----	27
2.4 Circunstancias y Contenido de la Solicitud -----	29

CAPITULO 3 IDEA GENERAL DEL AREA OBJETO DEL ESTUDIO -----	30
3.1 Situación General -----	30
3.1.1 Localización y Topografía -----	30
3.1.2 Población y Situación Socioeconómica -----	32
3.2 Condiciones Naturales -----	34
3.2.1 Condiciones Metereológicas -----	34
3.2.2 Condiciones Geológicas y Topográficas -----	35
3.2.3 Aguas Subterráneas -----	35
3.3 Condiciones de la Infraestructura Social -----	37
3.3.1 Sistema de Energía Eléctrica -----	37
3.3.2 Sistema Telefónico -----	38
3.3.3 Sistema de Transporte -----	38
3.3.4 Salud e Higiene -----	39
3.3.5 Drenaje y Alcantarillado -----	41
CAPITULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO -----	42
4.1 Objeto del Proyecto -----	42
4.2 Exámen del Contenido de la Solicitud -----	42
4.3 Resúmen del Proyecto -----	43
4.3.1 Area Objeto del Suministro de Agua -----	43
4.3.2 Período de Diseño del Proyecto -----	44
4.3.3 Fuentes -----	46
4.3.4 Energía Eléctrica -----	51
4.3.5 Terrenos -----	52
4.3.6 Organización Ejecutiva -----	52
4.3.7 Resúmen de las Instalaciones -----	55
CAPITULO 5 DISEÑO BASICO -----	58
5.1 Política Básica -----	58
5.2 Plan Básico -----	58

5.2.1	Area Proyectada para el Suministro de Agua -----	58
5.2.2	Dotación de Agua per Cápita -----	59
5.2.3	Previsión de la Demanda de Agua -----	59
5.2.4	Nivel del Servicio de Suministro de Agua -----	59
5.2.5	Volúmen de Agua Proyectada para el Suministro -----	60
5.3	Plan de las Instalaciones -----	63
5.3.1	Exámen del Sistema de Suministro de Agua -----	63
5.3.2	Elección de los Materiales de Construcción -----	66
5.4	Plan Básico de las Instalaciones -----	67
5.4.1	Idea General del Plan de las Instalaciones -----	67
5.4.2	Diseño de las Instalaciones -----	68
5.4.3	Resúmen del Plan de las Instalaciones -----	106
5.5	Estimación del costo -----	108
5.6	Planos del Diseño Básico -----	108
CAPITULO 6 PLAN PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO -----		110
6.1	Organismo Ejecutor -----	110
6.1.1	Régimen de Ejecución -----	110
6.1.2	Plan Ejecutivo y Supervisión de la Obras -----	110
6.1.3	Método de Construcción -----	112
6.2	Alcance de las Responsabilidades -----	112
6.3	Plan de Suministro de Equipos y Materiales -----	114
6.4	Cronograma de Ejecución del Proyecto -----	114
6.5	Plan de Mantenimiento y Control -----	116
6.5.1	Régimen de Mantenimiento y Control -----	116
6.5.2	Costos de Mantenimiento y Control -----	117
CAPITULO 7 EVALUACION DEL PROYECTO -----		120
7.1	Efectos del Proyecto -----	120
7.2	Propósito del Proyecto -----	122

7.2.1 Técnico	122
7.2.2 Económica	122
7.2.3 Mantenimiento	122
CAPITULO 8 CONCLUSION Y RECOMENDACION	124
8.1 Conclusión	124
8.2 Recomendaciones	124

APENDICE

1. Minutas de Discusión
2. Miembros de la Misión
3. Actividades de la Misión
4. Relación de las Personas Entrevistadas
5. Situación del Saneamiento en Latinoamerica

PLANOS DE DISEÑO BASICO

CAPITULO 1 INTRODUCCION

El Distrito de El Alto está situado en un punto estratégico de la red de transporte que une La Paz, capital de la República de Bolivia, con las demás áreas del país. El Distrito de El Alto se separó de la Municipalidad de La Paz en marzo de 1985 y, actualmente es un municipio Independiente. Su población en 1986 era de aproximadamente 223,000 personas. Tiene sin embargo, una tasa anual de crecimiento demográfico que llega al 4.1%, que es una de las más altas de América Latina. Existe además el plan de migración de los mineros desempleados, oriundos de las varias partes de la República de Bolivia al Distrito de El Alto y, de esa manera se piensa que su población llegará a los 800 mil habitantes en el año 2010.

El servicio de agua del Distrito de El Alto está siendo operado como parte del sistema de suministro de agua del área de La Paz, bajo la jurisdicción de SAMAPA. El mantenimiento, la conservación y la operación del sistema de suministro de agua de SAMAPA, se llevan a cabo según el plan maestro formulado con la ayuda del gobierno de la República Federal de Alemania. Sin embargo, a pesar de que el sistema de agua potable del Distrito de El Alto se encuentra actualmente sufriendo de insuficiencia de agua, dicho plan maestro no contempla medios, ni recursos para hacer frente a la creciente demanda de agua de la ciudad de El Alto. Por lo cual, es urgente garantizar el suministro de agua potable a la ciudad de El Alto, utilizando aguas subterráneas como fuente.

El gobierno de la República de Bolivia formuló planes para el suministro de agua potable en la Ciudad de El Alto, haciendo uso de recursos de aguas subterráneas y, con relación a esto, solicitó la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA por su sigla en Inglés) envió a Bolivia, desde el 25 de marzo hasta el 8 de mayo de 1988, una Misión de Estudio para Diseño Básico bajo la dirección del Sr. Norio Nishihata, Jefe de la Primera Sección de Estudios de Proyectos de Cooperación Financiera No Reembolsable, con el objeto de confirmar el contenido de la solicitud del Gobierno de la República de

Bolivia, llevar a cabo el sondeo para confirmar el volúmen de recursos de aguas subterráneas disponibles y, para coleccionar los materiales afines. Después de volver al Japón dicha misión, llevó a cabo los trabajos subsiguientes y, posteriormente durante el período del 22 de julio al 3 de agosto de 1988, JICA envió a Bolivia otra misión, bajo la dirección del Señor Seisho Nagayama, Jefe de la División de Asuntos Generales, Centro Internacional de JICA en Okinawa, para llevar a cabo la explicación del borrador del Informe Final.

Los asuntos relativos a los resultados de las investigaciones de campo y las condiciones básicas relativas a este proyecto, discutidas y acordadas con las autoridades competentes del Gobierno de la República de Bolivia, fueron registradas en una minuta firmada por los representantes de ambas partes. (Refiérase al Material 1).

CAPITULO 2 BASE DEL PROYECTO

2.1 Aspectos Generales de la República de Bolivia y del Plan de Desarrollo Nacional

2.1.1 Condiciones Naturales

La República de Bolivia está situada aproximadamente en la parte central de Sudamérica, entre los 10 grados y 23 grados de latitud sur, y es un país interior que limita con Brasil por el norte y este, con el Paraguay y Argentina por el sur, y con el Perú y Chile por el oeste. Tiene un territorio de aproximadamente 1.1 millones de kilómetros cuadrados. Desde el punto de vista administrativo, el país se divide en 9 Departamentos y su Capital es la ciudad de La Paz, en el Departamento de La Paz. (Véase la Figura 2.1.1-1).

Desde el punto de vista topográfico, el país se divide en 3 partes: la región montañosa de la parte occidental, con altitudes superiores a 3,000 metros que forma parte de la Cordillera de los Andes y el Altiplano; la región de los valles en la parte central del país (altitudes de 1,000 metros a 3,000 metros); y la planicie de la parte oriental (cuenca superior del río Amazonas y del río de la Plata; altitudes inferiores a 1,000 metros); de modo que, las planicies de la parte oriental ocupan más de la mitad del territorio nacional. (Refiérase a la Figura 2.1.1-2).

Desde el punto de vista de la latitud, el país pertenece a las zonas tropical y subtropical, pero el clima presenta diferencias en cada lugar, debido a las diferentes altitudes. En otras palabras, en las regiones montañosas y en los valles, el clima es equivalente al otoño o el invierno del Japón durante todo el año, y por otro lado, las planicies presentan un clima subtropical.

El período de las lluvias es de diciembre hasta alrededor de marzo, y la estación seca es de abril hasta alrededor de noviembre, siendo que cuanto mayor la altitud, más clara es la diferencia. Las temperaturas medias y las precipitaciones pluviales de las ciudades principales de cada zona del país se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.1.1 CLIMA DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA

Departamento	Estacion Meteorologia	Nivel (m)	Temeraturas Media(°C)	Precipitaciones Pluviales (mm)	Nota
La Paz	Calacoto	3,805	12.9	632.1	(1)
Cochabamba	Cochabamba	2,533	18.1	567.4	(2)
Santa Cruz	Montero	437	23.8	1,348.0	(3)

Nota (1) La región montañosa de la Parte Occidental

(2) La región de los Valles en la Parte Central

(3) Las planicies Oriental que costa de la Parte Superior

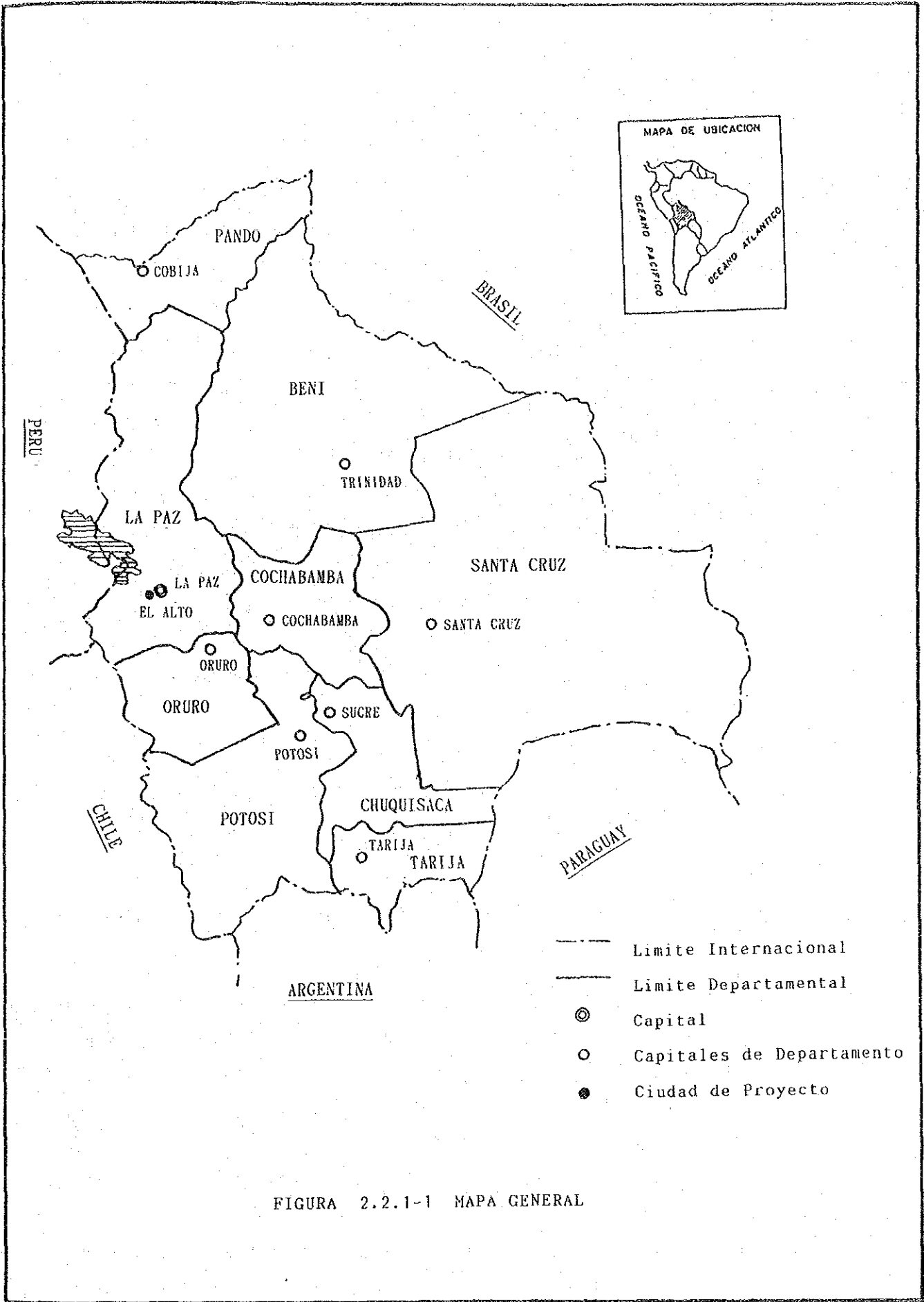
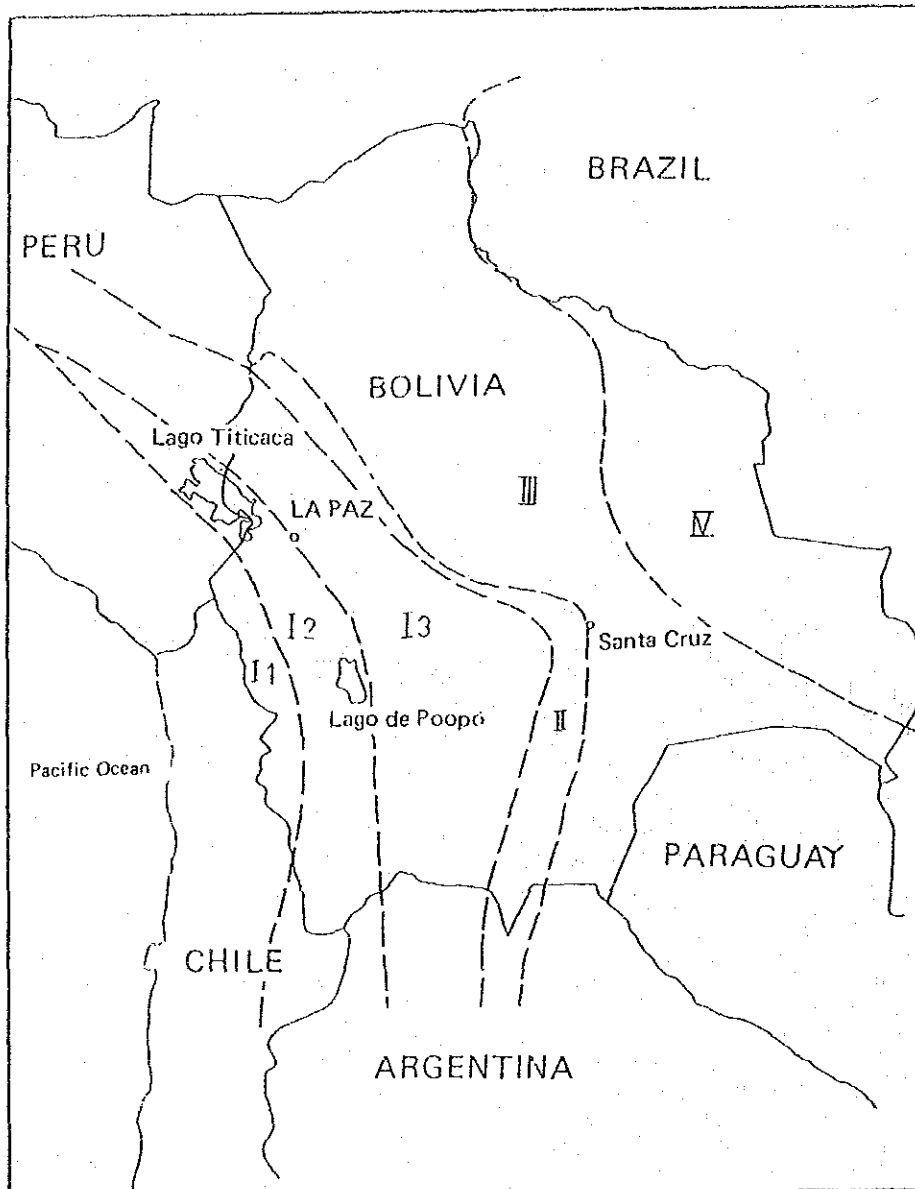


FIGURA 2.2.1-1 MAPA GENERAL



- I1 : Los Altos Andes (La region montanosa de la Parte Occidental)
- I2 : " (La region de los Valles en la Parte Central, Alti Plano)
- I3 : " (Las planicies Oriental que costa de la Parte Superior)
- II : La Faja Subandina
- III : Las Bajas Llanuras en el Centro
- IV : Las Colinas del Escudo Brasileno

FIGURA 2.2.1-2 CLASIFICACION GEOLOGICA DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA

2.1.2 Tendencia de la Economía

La agricultura y la minería, que consiste principalmente de la extracción de estaño y de gas natural, son las principales actividades económicas de la República de Bolivia. Especialmente en la década de 1970 el estaño abarcaba aproximadamente el 50% de la suma total de las exportaciones del país; pero, al entrar en la década de 1980 su posición dentro de la relación de los productos de exportación del país comenzó a bajar, debido al crecimiento de las exportaciones de gas natural y, en 1985 la exportación de los minerales no-ferrosos abarcaban aproximadamente el 39% de la suma total de las exportaciones, mientras que, las exportaciones de los hidrocarburos, incluso el gas natural, abarcaban el 56% del total. Como se indica en el Cuadro 2.1.2, la suma total de las exportaciones del país están declinando año tras año. Desde el punto de vista de la estadística de la población obrera, el 50% del total se dedica a la agricultura y el 4% a la minería; pero, las contribuciones de los dos sectores al producto bruto interno del país son del 20% y del 13%, respectivamente.

Cuadro 2.1.2 ESTRUCTURA DE LAS EXPORTACIONES (Millones de US\$)

CONCEPTO	1981	1982	1983	1984	1985	1986*
Minerales	556.2	419.2	347.2	364.1	263.8	117.3
Petroleo	3.3	4.5	34.2	8.5	0.1	3.4
Gas	343.2	393.2	385.8	380.4	374.4	156.1
No Tradicional	2.6	80.6	50.1	29.0	34.2	37.2
Total	995.3	898.2	817.3	782.0	672.5	314.0
Minerales	56%	47%	42%	47%	39%	37%
Petroles	0%	1%	4%	1%	0%	1%
Gas	34%	44%	47%	49%	56%	50%
No Tradicional	9%	9%	6%	4%	5%	12%

Nota: * 1986 Primer Semestre

Fuente: F.M.I.

Durante el Gobierno Militar del General Hugo Banzer, de 1971 a 1978, la economía de la República de Bolivia tuvo notable crecimiento, debido al aumento de los precios de los minerales y del petróleo, además de la estabilidad de la situación política interna, y la tasa de crecimiento de la economía nacional llegó al 5.5%. Sin embargo, a partir de 1978 la situación económica del país comenzó a declinar rápidamente, con manifestaciones de bajo crecimiento económico, altas tasas de inflación, creciente déficit administrativo y acumulación de la deuda externa, debido a los bajos precios en el mercado de los productos minerales, reducción de la producción de petróleo e inestabilidad política.

En 1984 la República de Bolivia acusó un crecimiento económico negativo del 2.4%, un déficit del 6.4% en la renta per cápita y un alza del 2,176.8% en los precios de consumo. En 1985 la situación económica del país empeoró aún más y, en agosto el alza de los precios llegó al 60%, con relación al mes anterior y al 20,560.9% con relación al mismo mes del año anterior. Sin embargo, con la toma de posesión del Presidente Sr. Víctor Paz Estenssoro, se tomaron nuevas medidas, tales como: el anuncio de una nueva política económica, la introducción del sistema de tipo de cambio flotante para el Peso Boliviano, el cambio de la denominación monetaria, etc., y la economía se está normalizando gradualmente.

En 1987 la economía de la República de Bolivia presentó un crecimiento positivo del 1.9%, mientras que en los 6 años anteriores presentó crecimiento negativo. En cuanto a la tasa de inflación, se logró reducir del 66% al 12.3% en 1987, gracias a la nueva política económica puesta en vigor desde el 29 de agosto de 1985, el país está en transición al estado de estabilidad económica.

Desde el punto de vista económico, la situación de la República de Bolivia merece cierta apreciación, puesto que se logró cambiar la situación general del descenso a la ascensión. Sin embargo, como se mencionó en el Concilio de los Obispos Bolivianos el 9 de mayo de 1987, los problemas sociales del país, que se caracterizan por la pobreza, la hambre y el desempleo, los cuales siguen aún sin solución.

2.1.3 Población

La República de Bolivia tiene una población total de 6 millones y 429 mil habitantes (a 1985), una densidad demográfica de 5.8 hab./km² y una tasa de crecimiento demográfico medio de 2.8%. Las estadísticas demográficas de cada Departamento se indican en el Cuadro 2.1.3-1. Aproximadamente el 70% de la población vive en los altiplanos montañosos y en las regiones de los valles. Desde la segunda mitad de la década de 1960 las planicies están siendo desarrolladas como el granero del país, y con relación a esto están siendo tomadas medidas para promover la migración interna.

Sin embargo, tomando como ejemplo el caso del Departamento de La Paz, los campesinos a los cuales habían sido otorgadas tierras de cultivo y que se habían distribuido a las áreas rurales del país están tendiendo recientemente a abandonar sus tierras y volver a los alrededores de la ciudad de La Paz, debido a la infertilidad de las tierras y la consecuente reducción de las cosechas, dando como resultado el retorno de los campesinos a las áreas donde anteriormente vivían. Es por esto que, aproximadamente el 60% de la población del departamento está concentrada en los alrededores de la ciudad de La Paz.

Desde el punto de vista étnico, el 55% de la población son descendientes de Indígenas de las razas Aymará y Quechua, el 32% de mestizos y el 13% restante de blancos, siendo que la mayoría de los descendientes de los Indígenas viven en el altiplano. El idioma oficial es el Español, pero los descendientes de los Indígenas hablan una gran variedad de dialectos, incluso el Aymará y el Quechua.

2.1.4 Resumen del Plan de Desarrollo Nacional

En septiembre de 1983 el gobierno de la República de Bolivia anunció el inicio de la formulación del Plan Cuadrienal de Desarrollo (período 1984-1987), pero los detalles de su contenido no han sido publicados. Sin embargo, dicho plan perdió su efecto práctico en agosto de 1985, con la toma de posesión de la actual administración del Presidente Víctor Paz Estenssoro.

Cuadro 2.1.3-1 ESTIMACIONES DE LA POBLACION POR AÑOS, SEGUN DEPARTAMENTOS CIUDADES CAPITAL

Departamentos Ciudades Capital	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAL	5,559,592	5,755,072	5,915,844	6,081,722	6,252,721	6,429,236 (2.8)
CHUGUISACA	422,209	429,904	435,406	446,398	454,573	462,904 (1.8)
Sucre	76,546	78,457	79,941	82,494	84,505	86,609 (2.5)
LA PAZ	1,800,269	1,854,860	1,913,184	1,969,261	2,029,008	2,091,429 (2.5)
La Paz	812,641	845,816	881,404	916,297	953,634	992,592 (4.1)
COCHABAMBA	864,577	886,281	908,674	931,112	954,790	979,171 (2.6)
Cochabamba	260,324	270,936	281,962	293,114	304,960	317,251 (4.0)
ORURO	367,893	376,382	385,121	394,096	403,301	412,756 (2.8)
Oruro	152,234	157,139	162,213	167,412	172,814	178,393 (3.2)
POTOSI	788,983	805,710	823,485	841,102	859,749	878,232 (3.2)
Potosi	96,887	99,989	103,183	106,484	109,876	113,380 (3.2)
TARIJA	232,383	239,411	246,691	254,216	261,989	270,027 (3.1)
Tarija	49,986	51,952	54,001	56,105	58,319	60,621 (3.9)
SANTA CRUZ	379,136	910,452	942,986	976,725	1,011,690	1,047,964 (3.6)
Santa cruz	338,643	357,352	376,912	397,527	419,042	441,717 (5.4)
BENI	204,385	211,211	217,703	225,024	231,976	239,810 (3.4)
Trinidad	33,764	35,019	36,204	37,557	38,883	40,288 (3.7)
PANDO	39,757	40,861	42,594	43,788	45,645	46,933 (2.8)
Cobija	4,218	4,335	4,523	4,650	4,852	4,989 (2.8)

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

Nota: () tasa de crecimiento de año pasado
Departamento de Estadísticas Sociales, División de población

La administración Paz Estenssoro anunció el 28 de agosto de 1985 una serie de nuevas políticas económicas, con el objeto de hacer frente a la situación económica y al estado de confusión interna que empeoraban cada vez más.

El resumen de dichas medidas económicas se presenta a continuación :

- 1) Establecimiento del tipo de cambio flotante único, reflejando la situación real del Peso con relación al Dólar.
- 2) Liberalización, en principio completa, de la compra y venta del Dólar y de la liquidación de las Importaciones y exportaciones.
- 3) Establecimiento del sistema de depósitos a plazo fijo en Dólares y del sistema de depósito a plazo fijo en Pesos, con cierre en Dólares y con garantía real del principal en la Banca Nacional.
- 4) Aumento de las tasas de depósito de reserva (50% en los depósitos corrientes, 10% en los depósitos a plazo fijo, 20% en los depósitos de las cajas de ahorro, 100% en los demás depósitos en moneda nacional).
- 5) Autorización de la introducción del cierre en Dólares en todas las operaciones bancarias, con indicación en Pesos en los contratos monetarios.
- 6) Liberalización de los precios de todas las mercancías y servicios, excepto tarifas de ferrocarriles, tarifas de autobuses, tarifas aéreas, tarifas eléctricas y telefónicas, productos del petróleo, artículos médicos y farmacéuticos.
- 7) Alza substancial en los precios de los productos relativos al petróleo, como gasolina, etc. (alza de aproximadamente 560% en el caso de la gasolina).
- 8) Congelamiento de los sueldos de los funcionarios públicos.
- 9) El nivel de los sueldos de los varios sectores privados, será determinado a través de las negociaciones entre el empleado y el empleador.
- 10) Todas las empresas estatales deberán presentar su reducción de personal dentro del período de 30 días.
- 11) Dispersión de las grandes empresas estatales como: la empresa petrolífera, las empresas mineras, las empresas de desarrollo, etc., a las

áreas provinciales.

- 12) Ejecución de la revalorización de los activos fijos del sector público y del sector privado.
- 13) Suspensión del sistema de subvenciones para mantenimiento de los precios de los alimentos básicos.

La nueva política económica de la administración del Presidente Víctor Paz Estenssoro, da prioridad a la lucha contra la inflación y a la reducción del déficit financiero. Gracias a la ejecución de la nueva política económica, se logró reducir la tasa de inflación del 23,447.0% en comparación con el mismo período del año anterior que imperaba en septiembre de 1985 al 94.1% en septiembre de 1986. Por otro lado, se logró reducir el déficit financiero que llegaba al 18.5% de PNB en 1984 al 5.5% en 1985. Sin embargo, en cuanto al comercio exterior hay serios problemas, tales como: la insuficiencia de las materias primas y mercancías intermediarias importadas, el aumento del contrabando de productos, etc., debido al empeoramiento de la situación de disponibilidad de divisas resultante de la caída de los precios internacionales del gas natural y de estaño, que ocupan aproximadamente el 90% de las exportaciones. Bolivia necesitará de algún tiempo más para realizar una recuperación completa en su actividad económica.

2.2 Situación Actual del Servicio de Agua y los Planes de Mantenimiento, Conservación y Operación de las Instalaciones de Suministro de Agua en la República de Bolivia

2.2.1 Situación Actual del Sistema de Agua

La población de la República de Bolivia que cuenta con suministro de agua potable, era de 3.426,000 personas en 1985, equivalente a aproximadamente 43% de la población total y eso significa que el país tiene una de las peores situaciones de suministro de agua dentro de la región sudamericana. (Refiérase al material 5 anexo). La tasa de distribución del Servicio de Agua Potable es del 82% en las áreas urbanas (población servida de 2,506,000 personas) y del 27% en las ciudades provinciales y en las áreas rurales (población servida de 920,000 personas). Gracias a las actividades de expansión de la red de suministro de agua potable llevadas a cabo a partir de 1981, con el objeto de alcanzar las metas propuestas por el IDWSSD (Decenio Internacional de Agua Potable y Saneamiento Ambiental 1981-1990), se logró aumentar en 17% la tasa de suministro de agua potable durante el período de 5 años, de 1981 a 1985.

En cada una de las capitales de los 8 departamentos del país excepto Pando, hay una empresa de agua potable y alcantarillado. Dichas empresas están siendo operadas de manera independiente y están llevando a cabo el mantenimiento, la conservación y la operación de los sistemas de suministro de agua potable en las áreas urbanas. En cuanto a las demás áreas, hay dos empresas, CORPAGUAS y D.S.A., bajo la jurisdicción del Ministerio de Salud, encargada del asunto.

La situación de mantenimiento, conservación y operación de las instalaciones de suministro de agua potable de las áreas urbanas se indican en los cuadros 2.2-1 a 2.2-3.

CUADRO 2.2.1-1 POBLACION SERVIDA

DISCRIPCION	E M P R E S A									
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS•T	AROS•B		
CIUDAD	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Sucre	Potosi	Oruro	Tarija	Beni		
Población Urbana (hab)	992,592	317,200	441,717	81,816	110,533	178,000	55,000	52,754		
Agua Potable (hab)	761,975	245,000	326,266	74,146	74,567	125,801	48,400	33,708		
(%)	76.77 %	77.23 %	73.86 %	90.60 %	67.46 %	70.67 %	88.00 %	63.89 %		
Alcantarillado (hab)	498,014	206,288	129,699	55,250	62,672	52,545	22,674	-		
	50.17 %	65.00 %	29.38 %	67.53 %	56.70 %	29.52 %	41.22 %	-		

CUADRO 2.2.1-2 RECURSOS HUMANOS

DISCRIPCION	E M P R E S A									
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS•T	AROS•B		
CIUDAD	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Sucre	Potosi	Oruro	Tarija	Beni		
Gerencia	15	10	9	9	5	5	8	4		
Planificación	16	6	9	1	-	4	-	-		
Técnica	313	161	127	32	58	63	41	24		
Administración	78	58	57	53	24	7	12	11		
Comercial	162	40	73	17	-	22	10	-		
Total	584	275	275	112	87	101	71	39		

CUADRO 2.2.1.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

DESCRIPCION	E M P R E S A									
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS•T	AROS•B		
<u>Recursos Físicos:</u>										
Oficina Propia	SI	NO	SI	NO	SI	H.A.M.	NO	NO		
Lab. Físico-Químico	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO		
Lab. Bacteriológico	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO		
Equipo de Radio	SI	SI	SI	SI	SI	.En desuso	NO	NO		
Equipo de Transporte	35	21	23	7	5	4	2	4		
<u>No. Conexiones Domiciliarias:</u>										
Con Medidor	28,891	23,060	47,285	11,207	166	3,692	-	-		
Sin Medidor	27,090	4,615	-	200	9,355	13,931	7,900	3,901		
Piletas Públicas	1,585	118	269	-	88	61	5	25		
<u>Tipo de Sistema:</u>										
Superficial	○	○	-	○	○	○	○	-		
Subterránea	-	○	○	-	-	○	○	○		
No. Plantas de Tratamiento	3	3	-	1	1	-	-	-		
No. de Pozos	-	30	13	-	-	7	10	6		
Volúmen de Agua Cruda M ³ /d	129,500	41,987	56,164	10,630	-	23,362	17,280	9,619		
Volúmen de Agua Red										
Disponibile M ³ /d	126,385	47,770	47,175	10,575	14,860	22,464	17,107	9,619		
No. de Tanques de Almacenamiento	11	5	4	3	-	6	10	1		
Red de Distribución Km	634.5	324.67	747.0	98.5	91.25	88.0	s/d	45.2		

2.2.2 Plan de Mantenimiento, Conservación y Operación de las Instalaciones de Suministro de Agua

Los planes de desarrollo de los aspectos técnico y operacional de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la República de Bolivia, están a cargo de ANESAPA (Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado).

Ante la necesidad de reordenar el Sector de Saneamiento Básico de Bolivia, evitar la dispersión de esfuerzos y alcanzar algunas metas recomendadas por IDWSSD, ANESAPA fue establecido el 17 de Noviembre de 1982. ANESAPA está organizada como entidad de Derecho Público Independiente, con personería y Estatuto Orgánico debidamente aprobados mediante Resolución Suprema No. 199494 del 29 de Octubre de 1984, y agrupa las siguientes empresas e instituciones del país :

<u>EMPRESAS O</u> <u>INSTITUCIONES</u>	<u>ENTIDAD EJECUTORA</u> <u>(CIUDAD)</u>
SAMAPA	La Paz
SAGUAPAC	Santa Cruz
SEMAPA	Cochabamba
ELAPAS	Sucre
AAPOS	Potosí
SELA	Oruro
AROS - T	Tarija
AROS - B	Beni
CORPAGUAS	Nacional
D.S.A.	Nacional

Los objetivos fundamentales de ANESAPA están orientados a las siguientes actividades :

- 1) Coordinación de las labores entre sus empresas asociadas.
- 2) Cooperación horizontal.
- 3) Contribuir al desarrollo de Tecnologías Apropriadas.

- 4) Coordinar y recomendar políticas del sector a nivel urbano y rural, para mejorar las condiciones sanitarias de las poblaciones.
- 5) Capacitación de los empleados y formación de los expertos de las empresas asociadas.
- 6) Buscar el Fortalecimiento Institucional de las Empresas del sector.
- 7) Motivar a Organismos Internacionales a la Cooperación Técnica no reembolsable para la ejecución de Planes Maestros y Asesorías en las diferentes áreas.
- 8) Promover y cuidar la autonomía e independencia de gestión de las empresas, de manera que su desenvolvimiento sea sin interferencias y dentro del marco de sus propios Estatutos y Reglamentos.

Los resultados obtenidos hasta ahora se resumen en las siguientes actividades :

(1) Programa y Estudio de una Tarifa Integral

Con la finalidad de fomentar el uso racional del agua potable, reducir al mínimo los consumos excesivos y derroches de agua potable, subsidiar parte de los costos a grupos poblacionales de escasos recursos y alcanzar una mayor cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, se ha comenzado por primera vez en el país a revisar y analizar las Estructuras Tarifarias de cada una de las empresas a nivel urbano, para determinar una Tarifa Integral, que permita cubrir el Costo Marginal de los servicios de cada Institución para que el Gobierno pueda adoptar una política coherente en este campo por su delicadeza e importancia para las Empresas.

(2) Evaluación y Diagnóstico de las Empresas

Para lograr el mejoramiento progresivo y el Fortalecimiento Institucional de las Empresas, es necesario conocer en detalle la situación actual técnico-administrativa de las Empresas socias, identificando problemas comunes y particulares de cada una de ellas. Con el apoyo de la OPS/OMS, se ha contratado a expertos para llevar a cabo la evaluación y el diagnóstico de las Empresas.

(3) Plan de Identificación y Priorización de Proyectos

El Ministerio de Urbanismo y Vivienda y, el Ministerio de Planificación solicitaron al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) la elaboración del "Plan Maestro" para las principales Capitales de Departamento y Centros Urbanos, en cumplimiento a las recomendaciones de las Naciones Unidas, que han declarado los años 1981-1990 el Decenio Internacional de Agua Potable y Saneamiento Ambiental, con el objeto de identificar y priorizar los Proyectos.

(4) Programa de Educación Sanitaria

Un campo de mucha importancia en el Sector de Saneamiento, es la educación del usuario sobre los esfuerzos e inversiones que las Empresas realizan para llegar con los servicios de infraestructura a las diferentes Zonas, y en este campo se viene trabajando a través del contrato de expertos extranjeros.

2.3 Situación Actual de las Instalaciones de Suministro de Agua y del Servicio de Agua Potable del Area de La Paz

2.3.1 Instalaciones de Suministro de Agua Potable

La operación de los sistemas de suministro de agua potable del distrito de La Paz, está a cargo de SAMAPA. Desde su fundación en 1966, SAMAPA viene llevando a cabo, de manera independiente, la operación de los sistemas de agua potable y de alcantarillado de la ciudad de La Paz, incluso de asentamientos humanos, con aproximadamente 560 personas. (Véase el organigrama de la Figura 2.3.1-3).

Los sistemas de aguas superficiales son almacenados en 4 reservorios. El presente proyecto está relacionado con el Sistema de El Alto, y los demás sistemas pertenecen a la Municipalidad de La Paz. El sistema de suministro de agua potable de la ciudad de El Alto, tiene su fuente en la Laguna Tunl y hace el tratamiento del agua en la planta de purificación de El Alto, situada en la extremidad norte de la Avenida Periférica. La distribución de agua a las partes de la ciudad se hace por gravedad. Parte del agua tratada en la Estación Purificadora de El Alto, hace frente a la insuficiencia de agua de la Ciudad de La Paz. Los resultados de la evaluación del estado de operación y control de SAMAPA Investigados por la ANESAPA se indican a continuación : "El estado actual de operación de las estaciones purificadoras de Achachicala, Pampahasi, y El Alto es apropiado. Sin embargo, se necesita atención especial con relación a la operación y al mantenimiento, como medidas preventivas para evitar problemas futuros. Se considera necesario ampliar lo más pronto posible la Estaciones Purificadoras de Pampahasi y de El Alto". En cuanto al método de construcción de las tuberías de suministro de agua potable, SAMAPA se encarga sólo de la construcción de las troncales y los beneficiarios pagan los costos de construcción de las redes secundarias de suministro de agua. En ciertos casos la construcción de redes secundarias de suministro de agua potable se hace por medio de los recursos financieros, subvencionados por el Fondo Social de Emergencia.

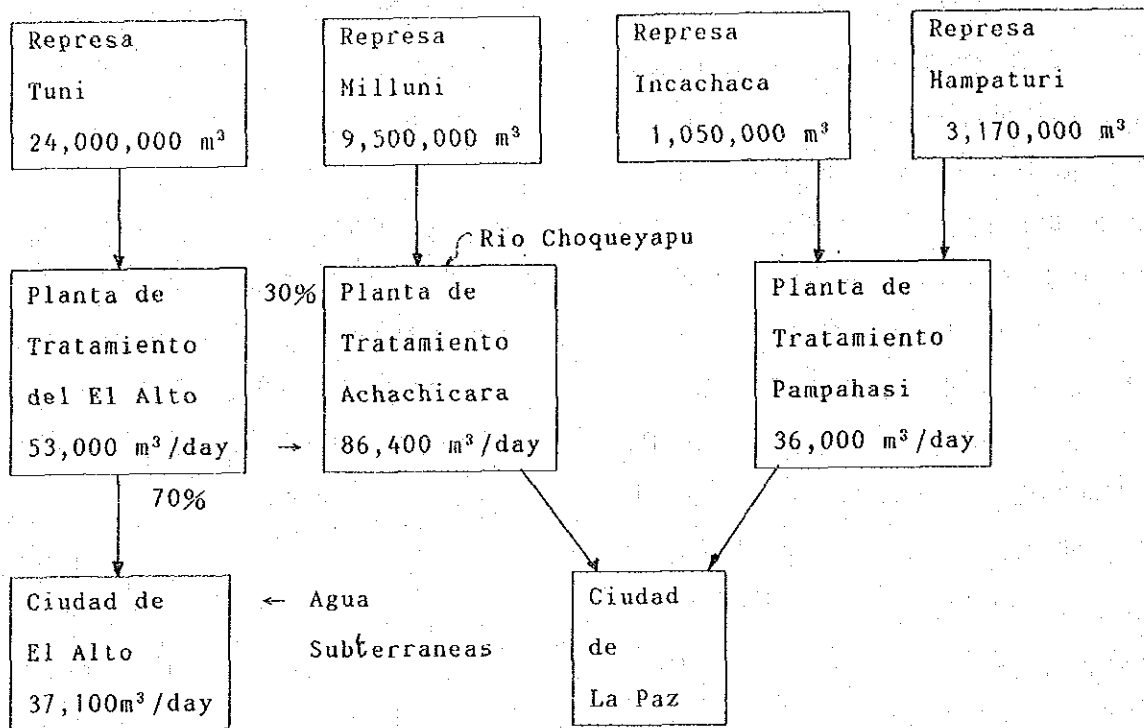


FIGURA 2.3.1-1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

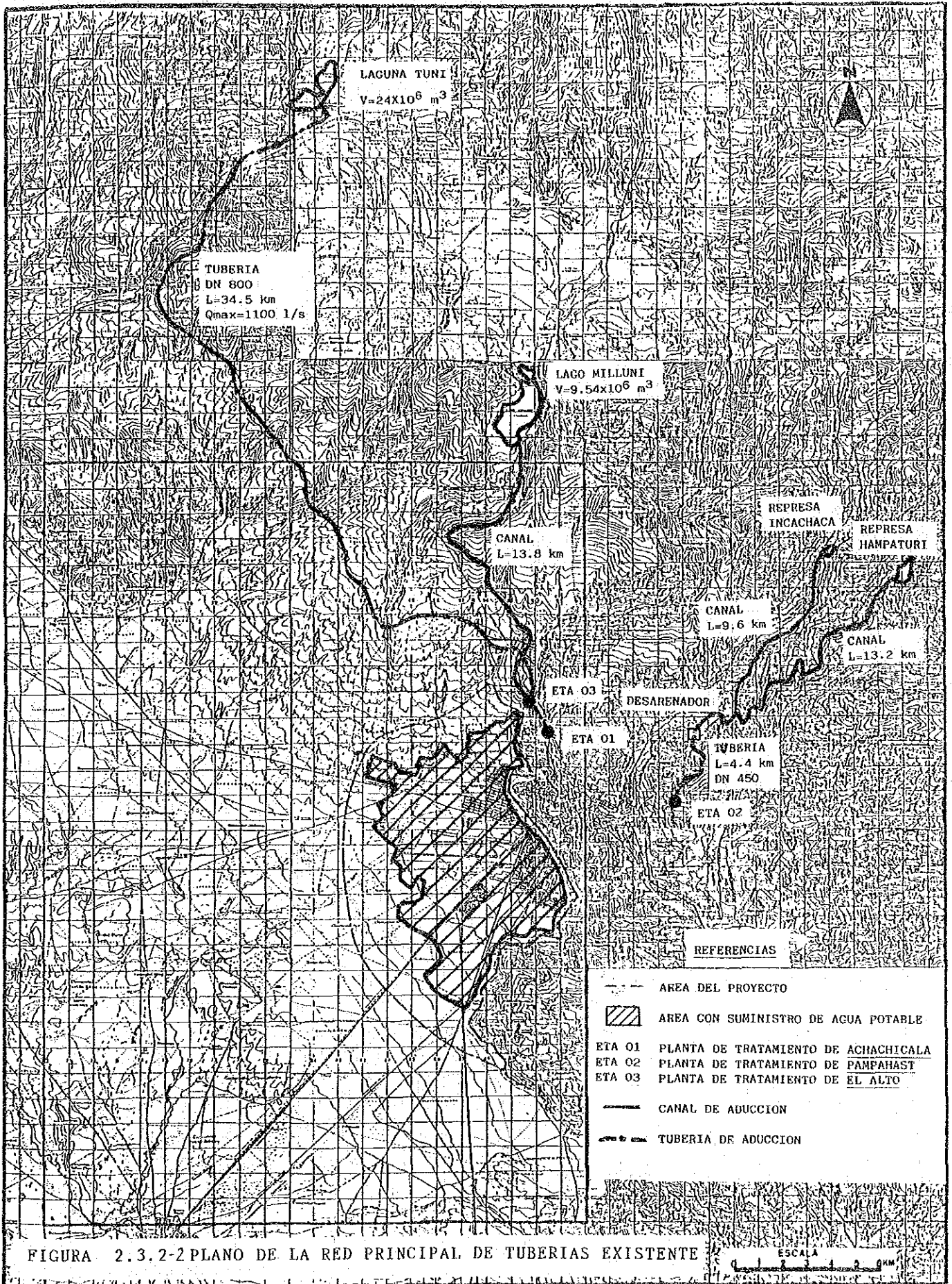
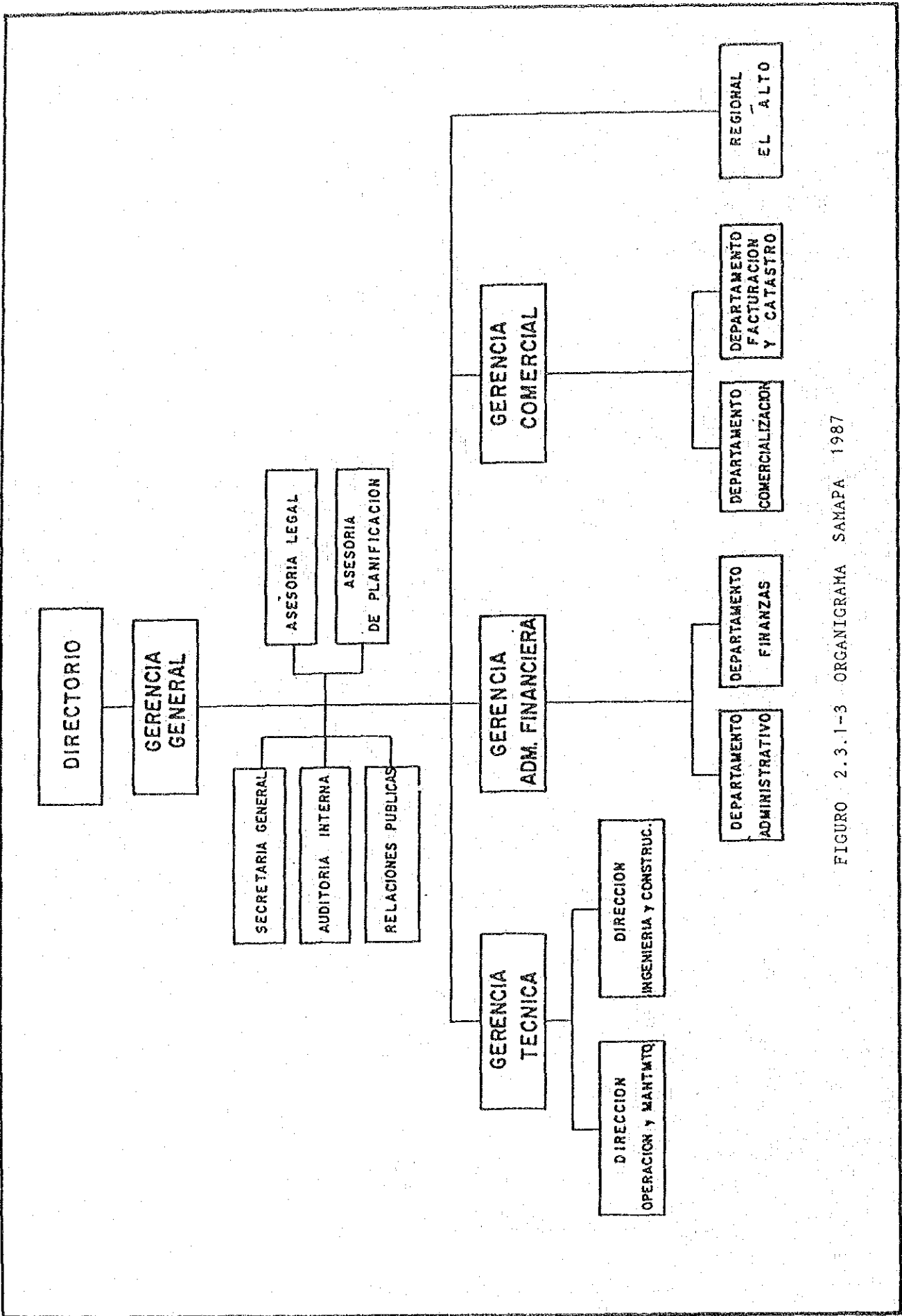


FIGURA 2.3.2-2 PLANO DE LA RED PRINCIPAL DE TUBERIAS EXISTENTE



FIGURO 2.3.1-3 ORGANIGRAMA SAMAPA 1987

2.3.2 Situación del Suministro de Agua Potable

En 1986 la ciudad de El Alto tenía una población de aproximadamente 223,000 personas, y su demanda de agua estaba aproximadamente equilibrada con la capacidad de suministro disponible de 37,000 m³/día. Sin embargo, dependiendo del lugar, hay insuficiencia de agua potable y especialmente durante la estación de sequía están siendo tomadas medidas especiales, tales como, la restricción del suministro de agua para hacer frente a esta situación.

En cuanto al método de suministro, hay el suministro casa por casa y el suministro por medio de piletas colectivas. En el suministro casa por casa, la recaudación de la tarifa se hace por medio de medidores de agua y la tarifa se aplica según el nivel de vida del consumidor (Véase el Cuadro 2.3.2-1). Cada pileta colectiva sirve en medida 30 familias o 120 personas y la tarifa es de 15 Bs /mes/pileta.

En cuanto a las áreas que no son servidas por la red de suministro de agua potable de la estación purificadora de El Alto, la obtención de agua se hace por otros medios, tales como, pozos perforados individualmente, agua de manantial o agua vendida por camiones cisterna.

Cuadro 2.3.2 ESTRUCTURA TARIFARIA CONSUMO MEDIO DE SAMAPA

CATEGORIA	CUPO BASICO			CUPO ADICIONAL		CUPO EXESIVO	
	m ²	m ³	Bs	TARIFA TOTAL	TARIFA TOTAL	m ³	Bs/m ³
DOMESTICA PERIFERICA	< 100	10	1.690	0.160		> 50	0.230
DOMESTICA PERIFERICA	> 100	10	1.690	0.190		> 50	0.250
DOMESTICA CENTRAL	< 100	10	1.691	0.190		> 50	0.300
DOMESTICA CENTRAL	> 100	10	2.060	0.210		> 50	0.310
DOMESTICA RESIDENCIAL	< 100	10	2.060	0.210		> 50	0.310
DOMESTICA RESIDENCIAL	> 100	10	2.060	0.230		> 50	0.310
COMERCIAL PEQUENA		30	18.950	0.710		>150	1.010
COMERCIAL GRANDE		30	20.950	0.790		>150	1.060
INDUSTRIAL PEQUENA		30	25.350	0.890		>150	1.040
INDUSTRIAL GRANDE		30	28.730	1.050		>300	1.130
OFICIAL		30	13.310	0.530		>150	0.660

* Tarifas vigentes desde abril de 1987 a diciembre 1987.

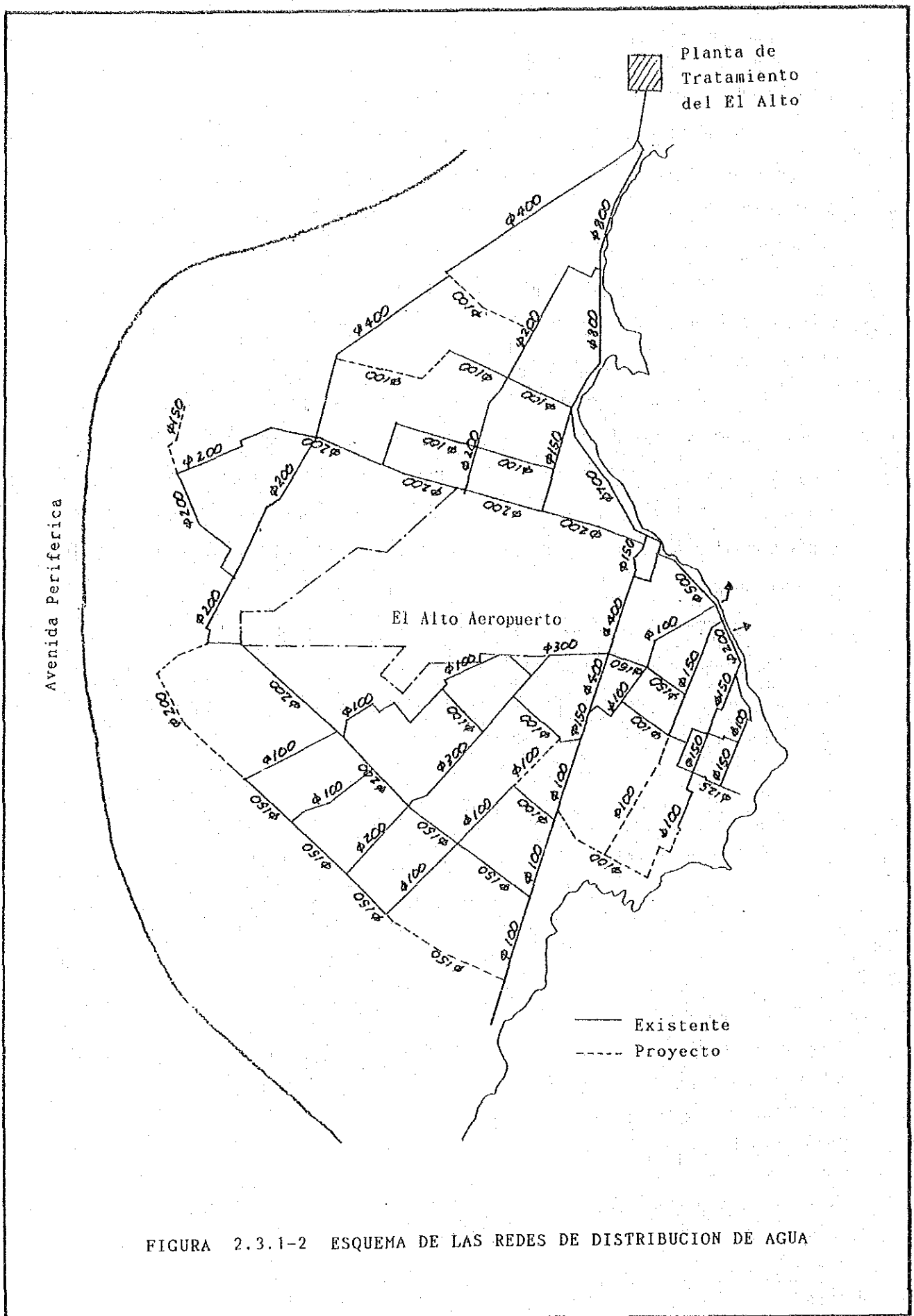


FIGURA 2.3.1-2 ESQUEMA DE LAS REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA

2.3.3 Servicio de Agua

La construcción del sistema de suministro de agua que cubre el área de La Paz, ha sido iniciada de conformidad con el Plan Maestro preparado y sometido al Gobierno de la República de Bolivia en 1965 por consultores alemanes (KOCKS). Las obras de la primera fase fueron iniciadas en 1966 simultáneamente con la fundación de SAMAPA. Posteriormente, las obras de la segunda fase fueron iniciadas en 1971 y terminadas en noviembre de 1985, de conformidad con el informe del estudio de factibilidad ejecutado por KOCKS, que consideraba el año 2000 como el año de referencia del proyecto. Las fuentes de financiamiento, los costos de las obras, los contenidos de los servicios y otros detalles relativos a dichas instalaciones se indican en la "LISTA DE OBRAS DE SAMAPA" en los anexos.

El área de La Paz, tiene actualmente una población de 940,000 habitantes y la capacidad de suministro de agua que SAMAPA posee actualmente, es de aproximadamente 130,000 m³/día. En el año 2000, se piensa que la población aumentará hasta 1.46 millones de habitantes y, el Gobierno está tomando medidas para promover la migración de los obreros desempleados resultantes del cierre de las minas al Distrito de El Alto. Se hace necesario desarrollar nuevas fuentes para hacer frente a la demanda de agua que se espera en el futuro. Con relación a eso, SAMAPA viene haciendo estudios relativos a la ampliación de las instalaciones que tienen la Laguna Tuní como fuente principal. Se obtuvo, como resultado de dichos estudios, que los recursos de aguas fluviales existentes en el área de La Paz, susceptibles de uso como fuentes, ya estaban siendo totalmente utilizadas. De manera que, es necesario tomar medidas radicales, tales como, la construcción de nuevos reservorios basados en la revisión de los derechos de utilización de aguas, así como el aprovechamiento de las aguas del Lago Titicaca, a fin de obtener nuevas y mayores fuentes. Sin embargo, se debe tener presente que proyectos como los antes indicados, no son muy realistas, puesto que requieren de enormes recursos financieros. Por consiguiente, SAMAPA está dando importancia al desarrollo de las aguas subterráneas, considerando que

proyectos de este tipo tienen bajos costos de construcción. Hasta ahora se perforó aproximadamente 40 pozos profundos en el distrito de El Alto, con la colaboración de GEOBOL. Sin embargo, los resultados del desarrollo de las aguas subterráneas no han sido satisfactorios hasta ahora, en vista de problemas, tales como: la imposibilidad de garantizar el volumen de agua esperado después de la culminación del pozo, la vida demasiado corta del pozo, comparado con el volumen de agua bombeado, etc., por la deficiente tecnología empleada en el desarrollo de aguas subterráneas.

En cuanto a los planes de SAMAPA hasta el año 2000, han sido formulados en 1986 y están actualmente en ejecución. El presente proyecto, denominado "PROYECTO DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL DISTRITO DE EL ALTO", es uno de los proyectos más importantes contemplados por dichos planes. El número de proyectos de suministro de agua potable planificados para el período de 14 años, que se extiende de 1987 hasta el 2000 llega a 49, y el costo total de dichos proyectos estimados hasta ahora llega a 42 millones de Dólares (US\$42,000,000).

2.3.4 Situación Financiera y Ayuda Extranjera

(1) Situación Financiera de SAMAPA

Los recursos financieros para la operación de SAMAPA, se obtienen a través de la recaudación de las tarifas de agua. Sin embargo, dicha recaudación se considera como una de las causas del déficit financiero crónico que sufre desde 1982, puesto que la recaudación es controlada por la política nacional. Gracias a medidas, tales como: la revisión de las tarifas de agua, el cambio de tubería antigua, para mejorar la tasa de utilización, la instalación de medidores de agua, para aumentar la recaudación, etc., SAMAPA logró un superávit en 1987, como se indica en el Cuadro 2.3.4 -1. Se piensa que a través de la promoción ininterrumpida de dichas medidas, será posible que SAMAPA realice esta operación bajo buenas condiciones financieras.

Cuadro 2.3.4-1 RESUMEN DE BALANCE SAMAPA (Bs)

Año	Egresos	Ingresos	Deficit	Deficit
1984	45,397	28,440	- 17,141	*
1985	4,108,397	2,715,956	-1,392,441	-1,375,300
1986	13,389,037	10,994,252	-2,394,785	-1,002,344
1987	17,139,980	16,357,569	- 782,411	+1,612,374

(2) Ayuda Extranjera

La ayuda de los países extranjeros a la República de Bolivia en forma de Cooperación Técnica, se hace a través de organizaciones, tales como: BID, BM, KFM, USAID, CARE, JICA, etc.

El BMZ (Ministerio de Cooperación Financiera de la República Federal de Alemania) es la principal Institución Extranjera que está ofreciendo ayuda a SAMAPA, desde 1966 está llevando a cabo la cooperación relativa a los proyectos de mantenimiento, conservación y operación de los servicios de agua potable y alcantarillado en la Ciudad de La Paz (Incluso en la Ciudad de El Alto). Dicha Institución está llevando

a cabo una serie de programas de Cooperación Técnica a Largo Plazo, que tienen por objeto realizar la ayuda relativa a los campos de operación/explotación y servicios técnicos de SAMAPA. La Cooperación Económica, consta de préstamos a largo plazo, de aproximadamente 70 millones de Marcos y, por otro lado, dicha Cooperación Técnica, está siendo llevada a cabo con recursos financieros proporcionados por Fondos No Reembolsables, de aproximadamente 10 millones de Marcos. La cantidad de las obras llevadas a cabo a través de la Cooperación Técnico-financiera antes mencionada, se indica en la "RELACION DE LAS OBRAS DE SAMAPA" en los materiales anexos. Parte de dichas obras son financiadas también por el BID.

Con relación a los sistemas de suministro de agua potable construidos a través de los programas de ayuda antes mencionados, la evaluación de proyectos llevada a cabo en noviembre de 1987, por el Gobierno de la República de Bolivia y el BMZ, hace mención especial de los siguientes puntos :

- 1) La tasa de difusión de los servicios de suministro de agua potable, aumentó de manera considerable en las áreas objeto de los proyectos.
14% en 1966 → 70% en 1987
- 2) Hay una creciente necesidad de construcción de alcantarillado, juntamente con la difusión del sistema de agua potable.
- 3) La fuga de agua llega al 50% en los peores casos, y la baja tasa de recaudación de tarifas, es una de las causas de la mala situación financiera de SAMAPA.
- 4) La conexión del sistema de agua potable y la instalación de medidores en las casas. (De las 39,000 planificadas, 15,000 están todavía sin realizar).

2.4 Circunstancias y Contenido de la Solicitud

Por los datos obtenidos a través de muchos años de estudios relativos a las aguas subterráneas, SAMAPA reconoce que el desarrollo de dichos recursos acuíferos en el Distrito de El Alto es muy prometedor. En vista de eso, SAMAPA formuló en 1985 el "PLAN DE MANTENIMIENTO, CONSERVACION Y OPERACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL AREA DE LA PAZ", y comenzó el desarrollo de las aguas subterráneas del Distrito de El Alto, como una de las medidas principales de dicho plan. En Julio de 1986, solicitó la ayuda al Gobierno del Japón para ejecutar el estudio relativo al desarrollo de aguas subterráneas, incluso la investigación de los volúmenes disponibles. En respuesta a dicha solicitud, el Gobierno del Japón a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA por su siglas en inglés), envió un equipo a Bolivia para el Estudio Preliminar, durante los meses de setiembre y octubre del mismo año, a fin de discutir y firmar los acuerdos relativos al Alcance de los Trabajos (S/W por su sigla en inglés). Además, se llevó a cabo el estudio relativo a la factibilidad del desarrollo de las aguas subterráneas, durante el período de aproximadamente un año, desde el 31 de enero de 1987 hasta enero de 1988. Como resultado de dichos estudios, se llegó a la conclusión de que es posible bombear un volumen diario de 30,000 m³ de agua durante por lo menos 20 años.

El Gobierno de la República de Bolivia, decidió llevar a cabo el proyecto de Suministro de Agua Potable en la Ciudad de El Alto, usando como recurso las aguas subterráneas, y con relación a eso solicitó la Cooperación Financiera No Reembolsable.

CAPITULO 3 IDEA GENERAL DEL AREA OBJETO DEL ESTUDIO

3.1 Situación General

3.1.1 Localización y Topografía

El área en estudio es la Ciudad de El Alto, situada en el altiplano al lado oeste de la Ciudad de La Paz, con altitudes de 3,900 a 4,200 metros. Dicha área está situada al borde del Altiplano y presenta una declividad suave de norte al sur. El lado del área en estudio, forma parte de la topografía del acantilado que se desarrolló hacia la Cuenca de La Paz. El Aeropuerto de El Alto, está situado en el área en estudio y, alrededor del aeropuerto está la zona residencial que se desarrollo en la década de los 1970. Además, en la Avenida Periférica de dicha zona residencial hay otra nueva zona, que está en desarrollo.

La Ciudad de El Alto se desarrolla en forma semicircular alrededor del Aeropuerto de El Alto, de conformidad con el Plan de Urbanización, y la Avenida Periférica rodea el área en urbanización. Hay pocas casas cerca de la Avenida Periférica, y la mayoría de la tierra está desocupada o está siendo usada para fines agrícolas. La Ciudad de El Alto consta de 137 villas de varios tamaños, incluso de bloques residenciales, y de una manera general se divide en: El Alto Norte y El Alto Sur (véase la Figura 3.1.1). La mayoría de las áreas residenciales están situadas dentro de la Avenida Periférica, pero hay dos bloques residenciales (Villa Aidita, Las Quiswaras) actualmente en construcción, fuera de la Avenida, además de algunas áreas residenciales más en fase de planificación. Dichas áreas pertenecen actualmente a la categoría de zona rural, pero se piensa que en futuro pasarán a integrar la zona urbana.



FIGURA 3.1.1 PLANO GENERAL DE EL ALTO

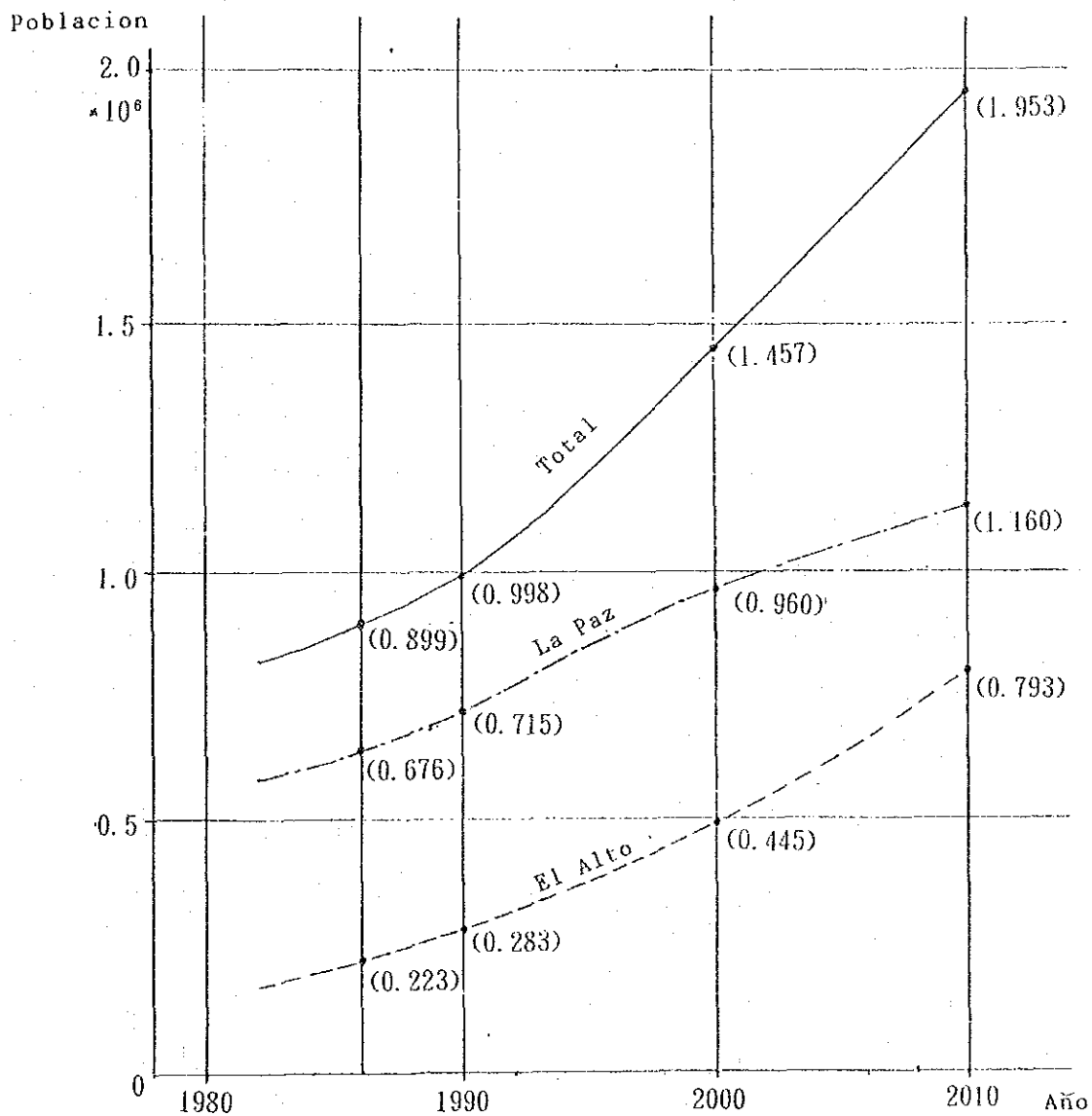
3.1.2 Población Situación Socioeconómica

La Ciudad de El Alto, se separó de la Ciudad de La Paz en 1985 y forma actualmente un Municipio Independiente. Puesto que la Ciudad de La Paz ya está saturada desde los puntos de vista de población, de construcciones, etc., la construcción de industrias, almacenes, y otras instalaciones, está sujeta a restricciones. Por otro lado, hay planes para trasladar dichas instalaciones a la Ciudad de El Alto, con el objeto de promover su industrialización. Se cuenta con planes para promover el desarrollo integrado y sistemático de las ciudades en conjunto, sacando mejor provecho de las características de cada ciudad.

Durante los años de 1980-1985 el crecimiento demográfico del área de La Paz, fue de aproximadamente del 4.1%. Considerando que el crecimiento natural es del 2.8%, que es el crecimiento demográfico medio de la nación, los restantes 1.3% son supuestamente atribuibles a la afluencia de otras áreas o a los planes de migración interna. Se piensa que la tasa de crecimiento demográfico de la ciudad de El Alto llegará al 5-6% en el futuro, puesto que hay planes para aceptar el exceso de población de La Paz, así como los mineros desempleados de las varias partes de país.

Por otro lado, la Ciudad de El Alto tiene muchas áreas especificadas para el uso residencial, con el objeto de hacer frente a problemas tales como: la migración de obreros mineros desempleados, originarios de las varias partes del país, y al rápido aumento de población de la Ciudad de La Paz. Hay planes para la construcción de más de una decena de bloques residenciales, patrocinados por el Ministerio de Minería, el Ministerio de Vivienda, la Banca y otras instituciones. La construcción de algunos de dichos bloques residenciales ya está terminada, y los residentes están siendo admitidos.

En 1986 la Ciudad de El Alto tenía una población de 233,000 habitantes, pero por las razones antes mencionadas, se piensa que aumentará hasta 500,000 habitantes en el año 2000 y llegará a los 800,000 habitantes en el año 2010. La curva de crecimiento demográfico basado en la previsión para el período de 1986 hasta 2010 se indica en la Figura 3.1.2.



	1986	1990	2000	2010
La Paz	676,000	715,000	960,000	1,160,000
El Alto	223,239	283,000	495,000	793,000
Total	889,239	998,000	1,457,000	1,953,000

FIGURA 3.1.2 CURVA DE PREVISION DEMOGRAFIA

3.2 Condiciones Naturales

3.2.1 Clima

La Ciudad de El Alto, está situada aproximadamente a 16 grados y 36 minutos de latitud sur, perteneciendo por consiguiente a la zona subtropical, pero su clima es bastante frío debido a su altitud. Se caracteriza por rayos ultravioletas muy intensos y gran diferencia de temperatura entre el día y la noche. Hay dos estaciones, el Invierno y la estación de las lluvias, siendo ésta la que se extiende de fines de octubre a marzo, y corresponde al verano. La humedad es baja, puesto que la Cordillera de los Andes funciona como un obstáculo climático e intercepta la humedad atmosférica que viene de la región Amazónica. Con relación al clima del Distrito de El Alto, hay datos de observación de aproximadamente 30 años obtenidos en la Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas de Viacha, Chacaltaya y Kallutaca. El resumen, de las principales características meteorológicas se indican en el Cuadro 3.2.1.

CUADRO 3.2.1 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Temperatura anual promedio	El Alto			7.78 °C
	San Calixto (La Paz)			10.73 °C
Temperatura mensual promedio	El Alto	Min	Julio	8.68 °C
		Max	Nov.	12.73 °C
	San Calixto	Min	Julio	6.00 °C
		Max	Nov.	9.70 °C
Dirección del viento	El Alto	Del Este		67 %
		Del Sureste		3 %
		Del Oeste		29 %
		Del Noreste		1 %
Precipitación medio anual	El Alto			564 mm
	San Calixto			590 mm
Precipitación máxima anual	El Alto			731 mm
	San Calixto			617 mm
Humedad relativa promedio	El Alto			56 %
	San Calixto			57 %

3.2.2 Condiciones Geológicas y Topográficas

El Area en Estudio está situada al borde del Altiplano, y presenta una topografía con declives muy suaves y altitudes de 3,900 a 4,200 m.s.n.m.

Observando el tipo de geología del área objeto de estudio, la base consiste del estrato Catavi del silúrico Paleozoico cubierto por la distribución de la formación La Paz del Terciario, depósitos glaciales y estratos fluviales no seccionados del cuaternario, depósitos glaciales, sedimentarios, etc. El estrato Catavi presenta una estructura geológica en la dirección NO-SE que se supone está distribuida a profundidades superiores a 500-600m en el Distrito de El Alto, puesto que no está expuesto ni en El Alto ni tampoco en el área urbana de La Paz. La formación La Paz consta principalmente de arenisca y sedimentos de granulometría fina y presenta una estructura geológica prácticamente horizontal en la dirección E-O. La mayoría del cuaternario consta de cascajo, con algunas inclusiones locales de arena y arcilla. Las formaciones glaciales y fluviales no seccionadas expuestas en los cortes de la Autopista, son relativamente consistentes pero los sedimentos glaciales y las formaciones aluviales de los niveles más altos son generalmente menos consistentes.

El Altiplano Norte que comprende la Ciudad de El Alto pertenece a la cuenca de los ríos que fluyen hacia el Lago Titicaca. Hay varios ríos tales como el Khullu Cachi, Sehuenca, Huancase, Seco, etc., del oeste al este, que fluyen de las montañas del norte hacia la dirección suroeste. La mayoría de estos ríos confluyen con el Río Castari que tiene dirección noroeste hacia el Lago Titicaca.

3.2.3 Aguas Subterráneas

El Altiplano Norte que comprende el Distrito de El Alto, está rodeado de cadenas de montañas del Paleozoico al norte y al sur, y los acuíferos forman un depósito de aguas subterráneas. El depósito de aguas subterráneas está cercado de esquisto de barro del Paleozoico Silúrico al este y en su parte inferior consta de fundación Catavi del Paleozoico Silúrico devoniano.

Sobre dicho depósito se distribuye la formación La Paz del Terciario y sobre la formación La Paz se forma el acuífero que consta de sedimentos

glaciares tales como morenas de Neolaciarario Cuaternario, Furublo, etc. Se piensa que dicho acuífero sea una formación con permeabilidad superior que consta de materiales de granulometría gruesa y desigual, que está saturada de agua subterránea. Por consiguiente, se supone que el desarrollo de aguas subterráneas sea perfectamente practicable en dicho acuífero.

El flujo de las aguas subterráneas de esta área tiene la dirección NE-SO y se manifiesta en forma de manantiales en la cuenca del Río Katari situado más hacia el sur. Por otro lado, parte de las aguas subterráneas emanan de los precipicios escarpados de la parte este. Las aguas subterráneas resultan de la infiltración de los flujos que vienen de las áreas montañosas del norte y de las precipitaciones sobre la superficie del suelo, pero la mayoría proviene de las aguas de las montañas (incluso las aguas de deshielo).

En las cuencas del Río Seco y del Río Seque y en los alrededores de Viacha en la parte sur, las aguas subterráneas están cerca de la superficie de la tierra, formando terrenos pantanosos que resultan en áreas inundadas durante la estación de las lluvias. En las demás áreas las aguas subterráneas tienen gradiente prácticamente horizontal, independiente del gradiente de la superficie de la tierra. El nivel de las aguas subterráneas debajo de la superficie de la tierra es de aproximadamente 4-5m en la vecindad del sitio donde el Camino a Viacha se cruza con la Avenida Periférica y aproximadamente 6-7m en la vecindad del Camino a Oruro. No hay prácticamente ninguna diferencia entre los niveles de aguas subterráneas medidas en 1973 y los niveles medidos en esta oportunidad. Además, no hay prácticamente ninguna variación en los niveles medidos en la estación de las lluvias y en la época de la sequía, excepto en ciertas áreas específicas.

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas del Distrito de El Alto, se puede decir que de una manera general cuanto mayor es la profundidad, mayor es la cantidad de materiales solubles y más alta la conductividad eléctrica. Las aguas subterráneas situadas cerca de la superficie de la tierra tienen buena calidad, conductividad eléctrica aproximadamente igual a la del agua de deshielo.

Las aguas subterráneas de la parte norte tienen buena calidad, con EC 200-420 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$, dureza total 69-179, aspecto incoloro y transparente, pH neutro (6.5-7.5). En las partes central y sur las aguas subterráneas tienen EC inferior a 100 en la mayoría de los casos, pH neutro de aproximadamente 7, siendo por consiguiente de calidad mejor que en la parte norte. Por otro lado, en los pozos poco profundos de las granjas esparcidas en esta área, se observa la influencia de los animales domésticos. Las aguas son ligeramente turbias, con EC 255, y reacciones positivas a las pruebas de los organismos coliformes.

3.3 Condiciones de la Infraestructura Social

3.3.1 Sistema de Energía Eléctrica

El control y la operación del sistema de suministro de energía eléctrica en el área de La Paz, está a cargo de la COBEE (Compañía Boliviana de Energía Eléctrica). La generación de la energía eléctrica suministrada a esta área se hace desde la Central Eléctrica de valle de Zongo y la transmisión se hace hasta la subestación de Achachicala, situada dentro de la Ciudad de la Paz, por medio de la línea de transmisión de 66KV que pasa a través de las centrales de Botijaca y Cuticucho. Por otro lado, la energía eléctrica generada en las centrales de Santa Rosa, Salmal, Chururaqui y Cahna, es transmitida a las subestaciones del Valle de Zongo y Tinquimani, vía línea de transmisión de doble circuito y en seguida es transmitida a las subestaciones de Alto Achachicala y Rosasani, localizada en La Paz, por medio de dos líneas de transmisión de 66 KV. Esta energía eléctrica de alta tensión (66 KV) es transmitida a las subestaciones localizadas en varias partes de la Ciudad de La Paz y, en seguida, es distribuida en una fase o en tres fases según la demanda del consumidor, después de ser convertida a 6.6 KV, 50 Hz por medio de transformadores rebajadores primarios.

En la Ciudad de El Alto, la energía eléctrica recibida en la subestación de Alto Achachicala, es enviada a las subestaciones de Río Seco, Senkata y Tarapacá y, posteriormente es distribuida a varias partes de la ciudad después de pasar por transformadores rebajadores. La situación del suministro de

energía eléctrica en la Ciudad de El Alto es satisfactoria. La capacidad de suministro es suficiente y es posible construir instalaciones con gran consumo de electricidad dentro de las áreas servidas por la red de distribución de energía.

3.3.2 Sistema Telefónico

Los servicios telefónicos interurbano e internacional de la República de Bolivia son monopolizados por ENTEL. En la Ciudad de El Alto, hay líneas telefónicas de ENTEL y la comunicación dentro de la ciudad se hace a través de los tres centros telefónicos localizados en Alto Lima, Ciudad Satélite y Río Seco. Hay actualmente 3,584 líneas telefónicas en total, siendo posible la comunicación con la Ciudad de la Paz.

3.3.3 Sistema de Transporte

(1) Carreteras

La Ciudad de El Alto se está desarrollando rápidamente, puesto que está localizada en un punto estratégico que liga la Ciudad de La Paz con las demás ciudades del país.

La Ciudad de La Paz está conectada a la Ciudad de El Alto, por medio de una carretera de peaje de dos pistas completamente pavimentadas que se llama Autopista. El peaje es de 1.0 Bs. Las carreteras principales que salen de la Ciudad de El Alto son la Carretera Panamericana en la dirección noroeste, el Camino a Viacha que llega al Lago Titicaca via Viacha en la dirección suroeste y el Camino a Oruro que llega a Oruro en la dirección sur, y forman una distribución semirradial de carreteras. Todas las carreteras mencionadas están pavimentadas con asfalto, y tienen suficiente anchura de calzada y de borde de camino. Sin embargo, hay mucha congestión de tráfico dentro de la ciudad, puesto que todas las carreteras convergen al mismo punto. Las áreas urbanas están distribuidas de manera ordenada según el plan de urbanización, pero la mayoría de las calles son enripiadas o no tienen ninguna pavimentación

y, además, no hay instalaciones de drenaje en las calles. Por consiguiente, en la estación de las lluvias se forman charcos y las calles se convierten en lodazales.

El Alto, desde que se convirtió en Municipalidad autónoma en 1986, viene dando especial atención al equipamiento de la infraestructura vial. Actualmente, se está sustituyendo el pavimento de la Carretera Panamericana y pavimentando las calles de las áreas urbanas.

(2) Ferrocarriles

El ferrocarril Arica (Chile)-La Paz une la Ciudad de El Alto con la Ciudad de La Paz. De la Ciudad de El Alto salen tres líneas de ferrocarriles, la Línea La Paz-Guaqui, la Línea La Paz-Oruro y la Línea La Paz-Arica. Todos estos ferrocarriles unen El Alto, a las demás áreas del país vía Viacha, donde está localizada la Oficina de Control Central. Los bienes transportados de Arica por medio del ferrocarril, son distribuidos dentro del país, después de pasar por la Aduana de la Estación de El Alto localizada en la vecindad de la parte sur del Aeropuerto de La Paz.

(3) Aeropuerto

El Aeropuerto Internacional de El Alto, está situado en la parte central de la Ciudad de El Alto. La pista tiene 4,000 metros de largo y está pavimentada con asfalto. El mejoramiento o el traslado del aeropuerto está siendo estudiado, puesto que las áreas de sus alrededores ya están urbanizadas y, además, el edificio del aeropuerto es pequeño y su capacidad ya está saturada.

3.3.4 Salud e Higiene

(1) Instituciones de Servicio de Salud e Higiene

Los hospitales y las clínicas bajo el control de la Asociación de Seguridad Social y del Ministerio de Sanidad, llevan a cabo los servicios de salud y de higiene en la Ciudad de La Paz, incluso en la Ciudad de El Alto.

1) Ministerio de Sanidad (Ministerio de Seguridad Social y de Salud Pública)

El Ministerio de Sanidad consta de dos secciones principales, la sección de salud pública y la sección de bienestar social. La sección de salud pública, ejerce control sobre los establecimientos médicos del Ministerio de Sanidad y, sobre las actividades de sanidad y de servicio médico de todo el país, encargándose además de su ejecución a través de la jurisdicción sobre las oficinas de sanidad pública instaladas en los departamentos del país. La mayoría de la población recibe servicios médicos con subvenciones oficiales, en los establecimientos médicos bajo la jurisdicción del Ministerio de Sanidad. La Ciudad de El Alto se divide en 3 zonas, Norte, Sur y Centro y los servicios de salud pública y los servicios médicos se llevan a cabo a través de las clínicas (hay de 3 a 9 clínicas en cada zona) de la ciudad.

2) IBSS (Instituto Boliviano de Seguridad Social)

El IBSS ofrece sus servicios a los obreros y empleados, principalmente en las áreas urbanas del país. Las instituciones de seguridad social operan hospitales que proporcionan servicios médicos a los trabajadores.

En el área de La Paz hay 16 hospitales bajo el control del Ministerio de Salud y de las instituciones de seguridad social.

(2) Enfermedades Causadas por el Agua Potable

El número de víctimas de enfermedades relacionadas con el agua potable durante en año de 1979 en el área de La Paz se indica en el cuadro siguiente.

CUADRO 3.3.5-1 ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO (1979)

Enfermedades	No. de Casos	Casos por 10 ⁵ hab.
- Amebiasis	191	27.2
- Disenteria	19	2.7
- Fiebre tifoidea	565	80.5
- Gastroenteritis, menores de 2 años	4325	616.1
- Hepatitis	290	41.3
- Salmonelosis	1009	143.1
Total	6399	

Fuente : Unidad Sanitaria de La Paz

3.3.5 Drenaje y Alcantarillado

La cobertura del sistema de alcantarillado en la Ciudad de El Alto y en la Ciudad de La Paz, llegó al 50.17% en el año de 1985. Sin embargo, se debe tener presente que la mayor parte de la red, está localizada en el área urbana de la Ciudad de La Paz.

La Ciudad de El Alto no está dotada de alcantarillado, excepto una parte muy limitada en el lado oriental. La mayoría de las aguas residuales que salen de las viviendas son descargadas en los canales directamente excavados en la calle, y en los peores casos rebosan y forman charcos. Es por esto que, el Plan Maestro de construcción del alcantarillado de la Ciudad de El Alto, ha sido preparado con la ayuda del Gobierno de la República Federal Alemana (BMZ) y se piensa comenzar las obras de construcción en 1989.

CAPITULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO

4.1 Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene el objeto de mejorar la situación de suministro de agua potable y de contribuir al futuro desarrollo de la Ciudad de El Alto, a través de la formulación de un plan para el eficiente suministro de agua a la Ciudad de El Alto, con utilización de los recursos de aguas subterráneas existentes en la parte sur de la ciudad y, a través de la ejecución de obras de ampliación de las instalaciones relacionadas al servicio de agua.

4.2 Exámen del Contenido de la Solicitud

Los detalles de la solicitud se describen en la sección "2.5 Contenido de la Solicitud" en este informe. Al comenzar el estudio para el diseño básico del proyecto, la Misión de Estudios hizo la confirmación del contenido de la solicitud con las autoridades competentes del Gobierno de Bolivia, a su llegada a Bolivia. Además, la Misión de Estudios mantuvo conversaciones con las Autoridades Bolivianas, respecto al método de cooperación, la envergadura de las obras, el área objeto del estudio y otros asuntos afines. El contenido de las conversaciones antes mencionadas, se describen en el material anexo "Minutas de las Discusiones". El resumen de las "Minutas" se presenta a continuación.

- (1) Este Proyecto tiene el propósito de desarrollar el sistema de suministro de agua potable en el distrito sur de la Ciudad de El Alto (El Alto Sur), haciendo uso de las aguas subterráneas.
- (2) El área de servicio de este proyecto es el distrito sur de la Ciudad de El Alto (El Alto Sur).
- (3) Las instalaciones principales de este proyecto mencionadas a continuación, serán suministradas a través de la Ayuda Financiera No Reemblosable del Gobierno de Japón.
 - 1) Instalaciones de captación
 - 2) Instalaciones de conducción
 - 3) Instalaciones en las estaciones de bombeo y de las tuberías de servicio

- 4) Instalaciones de bombeo de agua
- 5) Instalaciones eléctricas
- 6) Otras instalaciones auxiliares necesarias

4.3 Resumen del Proyecto

4.3.1 Area Objeto del Suministro de Agua Potable

El área objeto de suministro de agua potable, es el distrito sur de la Ciudad de El Alto (El Alto Sur), o sea, el área de urbanización localizada dentro de la Avenida Periférica limitada al norte por el Aeropuerto de El Alto. El área objeto de suministro de agua potable, se divide en dos partes, según la situación de las instalaciones de suministro de agua potable existentes. (Refiérase a la Figura 4.3.1).

Area A: Actualmente no tiene servicio de suministro de agua potable, la densidad demográfica es baja y se piensa que habrá un gran aumento de población en el futuro.

Area B: Parte de esta área cuenta actualmente con servicio de suministro de agua potable.

El Area A, comprende algunas partes de la ciudad localizadas al sur de la Avenida Periférica, que serán ciertamente urbanizadas en el futuro. Las ideas básicas que han sido adoptadas al determinar las áreas objeto del suministro de agua potable son las siguientes :

- (1) Hacer uso racional, incluso en el futuro, del volumen de aguas subterráneas disponibles (30,000m³/día).
- (2) El área de servicio de este proyecto, está localizada fuera del área de servicio del Plan Maestro preparado por el Gobierno de la República Federal de Alemania. Sin embargo, el Area A está incluida en este proyecto, en vista del gran afluencia demográfica que se espera en el futuro.

En el presente proyecto se da prioridad a la planificación de las instalaciones para el suministro de agua potable en el Area B, conectándolas a

las redes existentes, puesto que a pesar de la gran potencialidad de crecimiento demográfico del Area A en el futuro, su población actual es pequeña, y se piensa que habrá capacidad excedente de agua inmediatamente después de la construcción de las instalaciones de suministro. Además, hubo una fuerte recomendación por parte de SAMAPA, para el tratamiento prioritario de Area B; en la actualidad esa área está parcialmente servida por el sistema de agua existente, de allí su importancia en relación a la solución del urgente problema de falta de agua potable en la totalidad del Distrito de El Alto.

4.3.2 Período de Diseño del Proyecto

Según la política de diseño que normalmente se adopta en el Japón, es la costumbre considerar el décimo año después de la finalización del diseño básico, como el año de referencia en proyectos de servicios de agua. Sin embargo, en el presente proyecto el período de diseño ha sido considerado tomando en cuenta la distribución demográfica dentro del área objeto de suministro de agua potable, su población futura, y el equilibrio entre el crecimiento de la demanda de agua y la cantidad de agua disponible, puesto que en el área objeto del estudio la tasa de crecimiento demográfico es muy alta y llega al 4%, es decir que, se espera que su población llegue a ser 2.5 veces la actual en el año 2010. El volumen de aguas subterráneas seguras desde el punto de vista sanitario, cubrirá la demanda de bombeo durante 20 años, con un caudal máximo de bombeo de aproximadamente 30,000 m³/día, etc.

En otras palabras, cuando se alcance el caudal máximo de 30,000 m³/día para una dotación 160 litros/día/persona, la población servida será de 190,000 personas, que es equivalente a la población del área del proyecto en el año 2009.

De esa manera, se adopta en año 2009 como el año de referencia de este proyecto. Según las proyecciones hechas, la población total objeto de suministro de agua potable será de aproximadamente 187,500 personas.

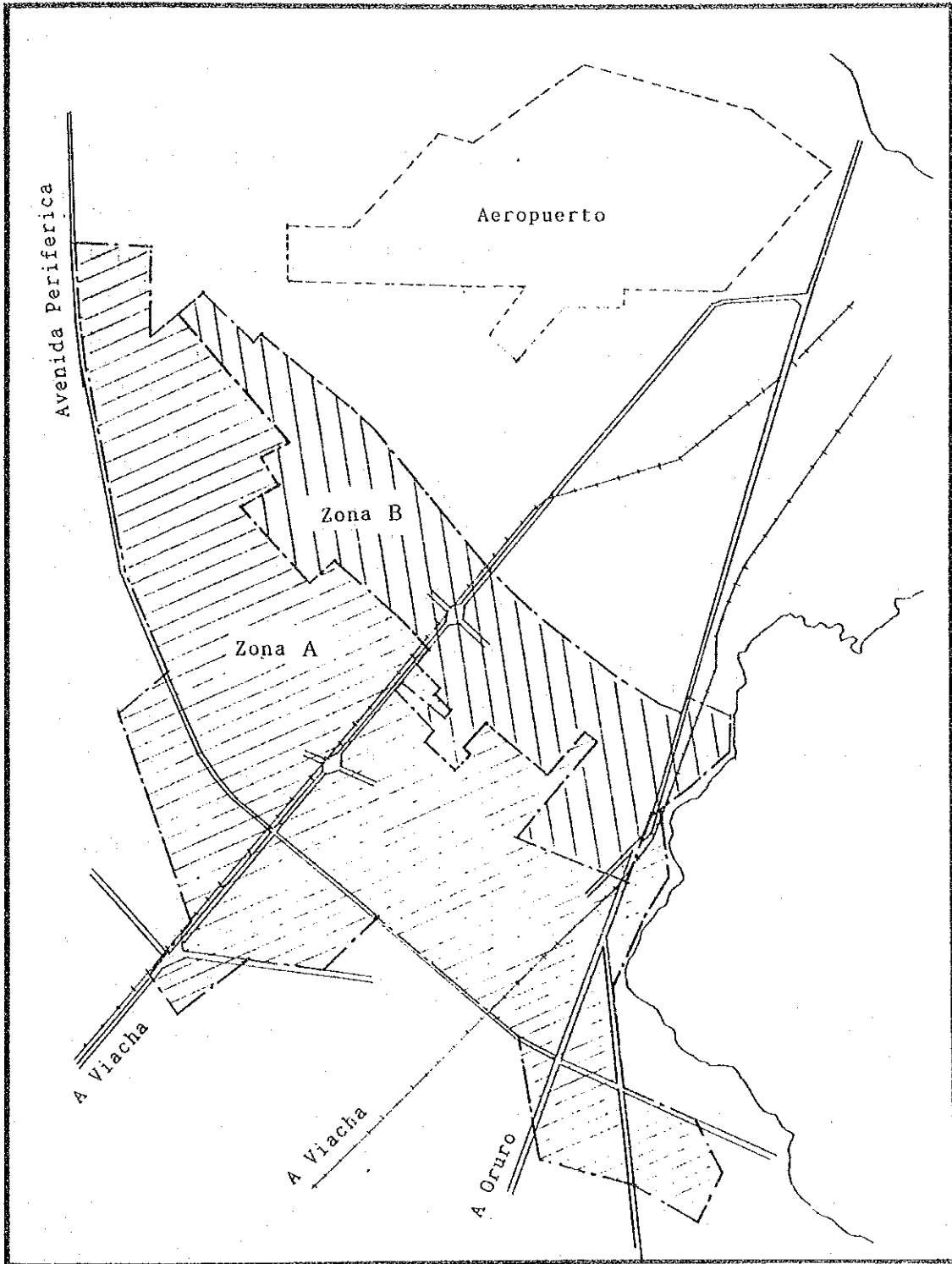


FIGURA 4.3.1-2 AREA OBJETO DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DEL PROYECTO

4.3.3 Fuentes

(1) Elección de las Fuentes

La zona triangular situada en la parte sur del área de estudio, que se muestra en la Figura 4.3.3-1, ha sido elegida como área de captación en este proyecto, en vista de los resultados de la investigación de los recursos de aguas subterráneas en esa zona.

Las razones para la elección del área de captación de agua, se mencionan a continuación.

- 1) Hay dos acuíferos, la Formación La Paz (formación terciaria) y la formación de las morrenas (formación cuaternaria). Sin embargo, el desarrollo de las aguas subterráneas se llevará a cabo haciendo uso sólo de la formación de las morrenas, puesto que la Formación La Paz tiene baja permeabilidad y además, la calidad del agua de dicha formación no es adecuada ($E_c 1,500 \mu\text{s}/\text{cm}^2$).
- 2) Las aguas subterráneas serán desarrolladas en las áreas donde la formación de las morrenas tiene un espesor superior a 50 metros, con una meta de bombeo de $1,000 \text{ m}^3/\text{día}$ para cada pozo.
- 3) Las aguas subterráneas de El Alto Norte no serán usadas como fuente en este proyecto, puesto que contienen sustancias nocivas, aunque en cantidades muy pequeñas.
- 4) Las partes superiores de Río Seque no serán usadas como fuente en este proyecto, por la existencia de la Mina Milluni (abandonada) y el consecuente riesgo de contaminación por metales pesados.
- 5) Las aguas subterráneas de las áreas ya urbanizadas no serán usadas como fuente, en vista del riesgo de contaminación por las aguas residuales domésticas.
- 6) Las aguas subterráneas de los distritos de Cordepaz, Chunchocoro etc., no serán usadas como fuente, en vista del riesgo de contaminación por materias orgánicas, puesto que la mayoría de las áreas se usan como pastura.

(2) Situación del acuífero

La geología que compone el acuífero de las aguas subterráneas es la formación de morrenas cuya matriz consta de grava y arcilla. Las perforaciones de sondeo se llevaron a cabo en tres lugares hasta profundidades de 100 metros para confirmar las faces y los espesores de las formaciones de morrenas. Además, se llevó a cabo la prospección eléctrica en los sitios elegidos para la perforación de los pozos. Desde el punto de vista de las propiedades eléctricas, el acuífero se divide en la parte superior con valores de resistividad relativamente altos y, en la parte inferior con valores de resistividad relativamente bajos. La parte superior tiene valores de resistividad superiores a 100 Ω -m y su límite está situado a profundidades de 10-30 metros. Por otro lado, la parte inferior tiene una resistividad de 50-100 Ω -m y su límite está situado a profundidades de 40-90 metros. La parte inferior de la formación de morrenas presenta una sección desigual y, además, contiene grandes cantidades de materiales arcillosos en ciertas partes. Por eso se hizo la rectificación del borde con valores de resistividad entre 50-100 Ω -m, para determinar una configuración más real, tomando en consideración los resultados del análisis granulométrico de las muestras de sondeo intactas. Los resultados de la prospección eléctrica ejecutada en los estudios iniciales para el desarrollo de las aguas subterráneas y los resultados del sondeo por perforación ejecutados para los estudios del diseño básico, se muestran en la Figura 4.3.3-2. Asimismo, el registro del sondeo por perforación se muestra en la Figura 4.3.3-3.

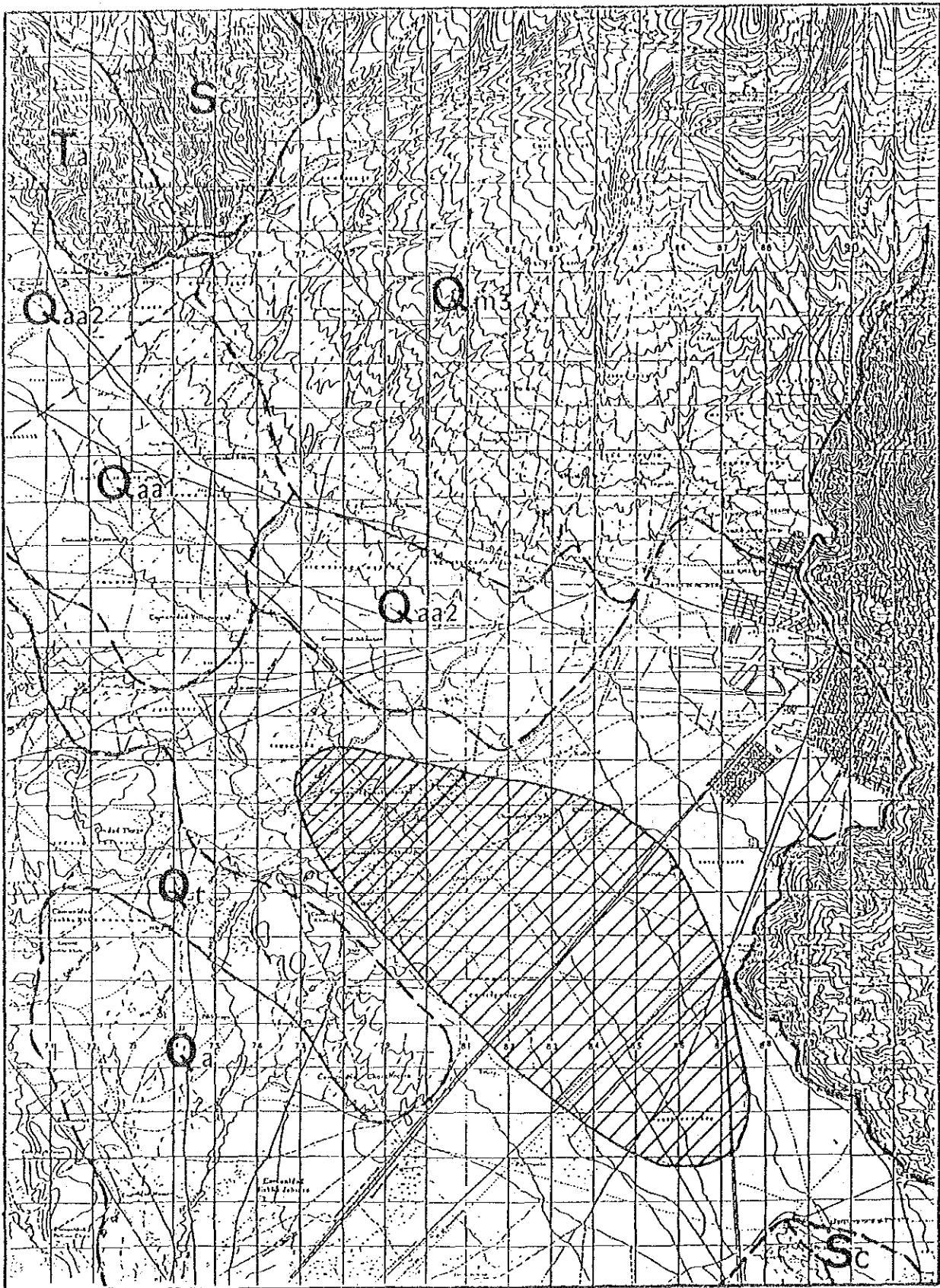


FIGURA 4.3.3-1 AREA DE CAPTACION DEL PROYECTO

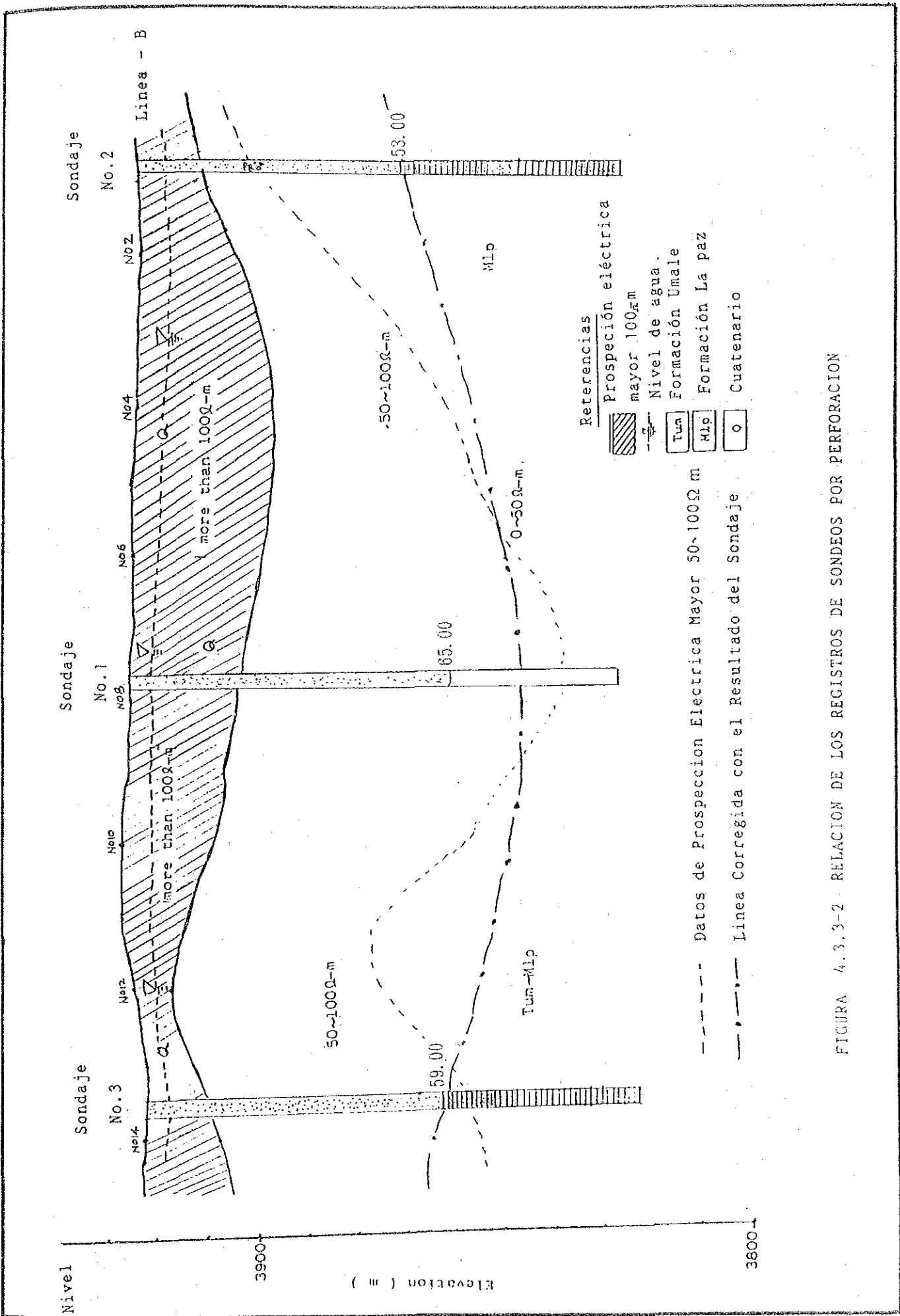


FIGURA 4.3.3-2 RELACION DE LOS REGISTROS DE SONDEOS POR PERFORACION

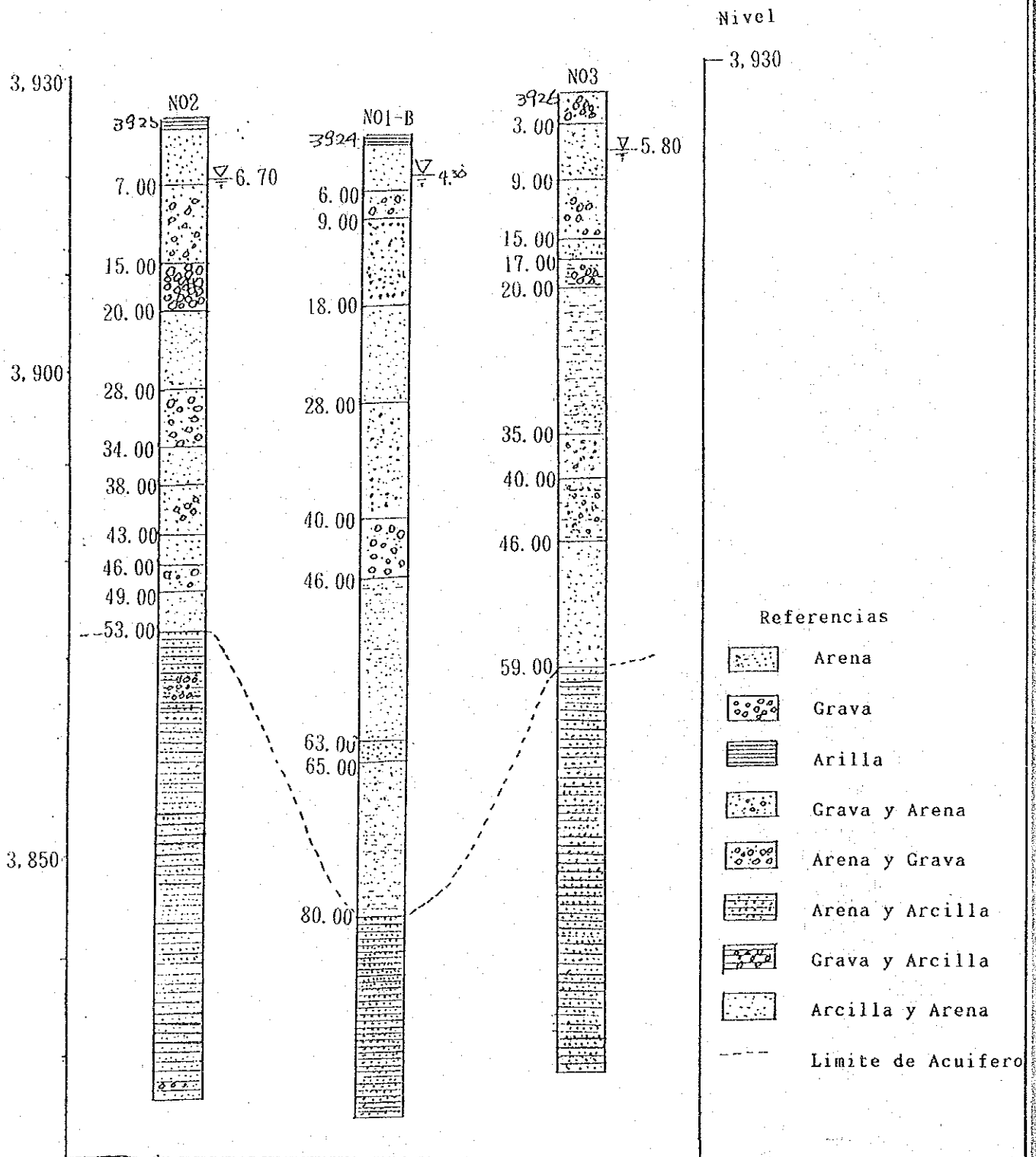


FIGURA 4.3.3-3 PLANO GENERAL DE EL ALTO

4.3.4 Energía Eléctrica

La energía eléctrica necesaria en este proyecto es 3ø 3W 50Hz 6.9KV 1500KVA. El suministro de dicha energía por medio de los alambrados existentes en las calles es imposible, en vista de problemas tales como la capacidad de la subestación principal, el tamaño de los conductores, etc. Por consiguiente, la línea de transmisión existente de 69KV, paralela al Camino a Viacha será utilizada en este proyecto. Una subestación reductora será instalada aproximadamente en el centro de los pozos y, el voltaje será reducido de 69KV a 6.9KV y, la energía eléctrica resultante será suministrada a cada pozo. En cuanto a la legislación aplicable al diseño de los equipos eléctricos, en la República de Bolivia hay el "CODIGO ELECTRICO" de la COBEE. Sin embargo, las normas ANSI de los EEUU y las Normas de Equipos Eléctricos del Japón serán aplicados en este proyecto, puesto que los diseños y las obras existentes están siendo ejecutadas según las normas norteamericanas.

La frecuencia de caídas de rayos en el área del proyecto es de aproximadamente 80 veces al año. Sin embargo, el número de caídas de rayos sobre las líneas de transmisión de la COBEE en 1987, fue de una vez en el circuito principal (línea de transmisión) y 7 veces en los circuitos secundarios (líneas de distribución). Por consiguiente, no se tomarán en consideración fuentes de alimentación de emergencia en este proyecto, puesto que el tiempo necesario para la restauración del sistema en los casos de accidentes causados por caídas de rayos es de 1 a 2 horas. El sistema de control manual será adoptado en lo que sea posible, con métodos de operación sencillos. Además, los circuitos de operación serán dotados de circuitos de protección para evitar los efectos de voltajes anormales.

4.3.5 Terrenos

El área objeto de este proyecto tiene un pendiente de 1-2% del noreste al sudoeste, pero de una manera general la topografía es plana. El subsuelo consta de una capa arenosa mezclada de grava a profundidades de aproximadamente 1 metro debajo de la superficie, y la capacidad resistente del subsuelo es suficiente para los propósitos del proyecto. Los lugares donde se piensa construir las instalaciones del sistema de agua, a excepción del reservorio de distribución, son terrenos agrícolas, desocupados o de uso público.

4.3.6 Organización Ejecutiva

SAMAPA, es la organización ejecutiva que se encargará de este estudio. El presidente de SAMAPA es el alcalde de la Ciudad de La Paz, pero el Gerente General es la persona responsable del servicio. El Departamento Técnico, cuenta actualmente con 8 ingenieros expertos en los campos de hidráulica, saneamiento, electrónica y mecánica, además de aproximadamente 20 técnicos expertos en los campos afines. El número de obreros que se dedican a las obras de construcción, es de aproximadamente 400 personas. Por otro lado, en el laboratorio central hay dos químicos y además en cada estación purificadora hay un técnico experto en química.

Actualmente SAMAPA no cuenta con ningún departamento, ni personal técnico encargado del desarrollo de las aguas subterráneas. Sin embargo, SAMAPA es la institución que se encargara del mantenimiento, control y operación de las instalaciones de este proyecto. Por consiguiente, SAMAPA deberá contratar expertos en hidrología, geología y prospección por perforación, asimismo organizar un equipo de trabajo para poder llevar sus nuevas funciones dentro del ambito del presente proyecto. La Figura 4.3.6 muestra el organigrama (borrador) del equipo de trabajo de SAMAPA que se encargará del presente proyecto.

CUADRO 4.3.5 LOS TERRENOS PARA CONSTRUCCIÓN

Instalaciones	Superficie Necesaria	Situación Del Terreno	Paopietario	Método de Adquisición
Captación	10m ² x 30	Campo y no usada	Privada	Expropiación
				Alquiler
				Expropiación
Conducción	600m ² x30	"	"	"
				"
				"
Bombeo	10mx12km, 5mx15km	No usado	"	"
	1,500m ²	"	"	"
	560m ²	"	Pública	"
Distribución	2,700m ²	Terreno de camino (solar)	"	Permiso de posesión
			Privada	Expropiación
		Terreno de camino	Pública	Permiso de posesión

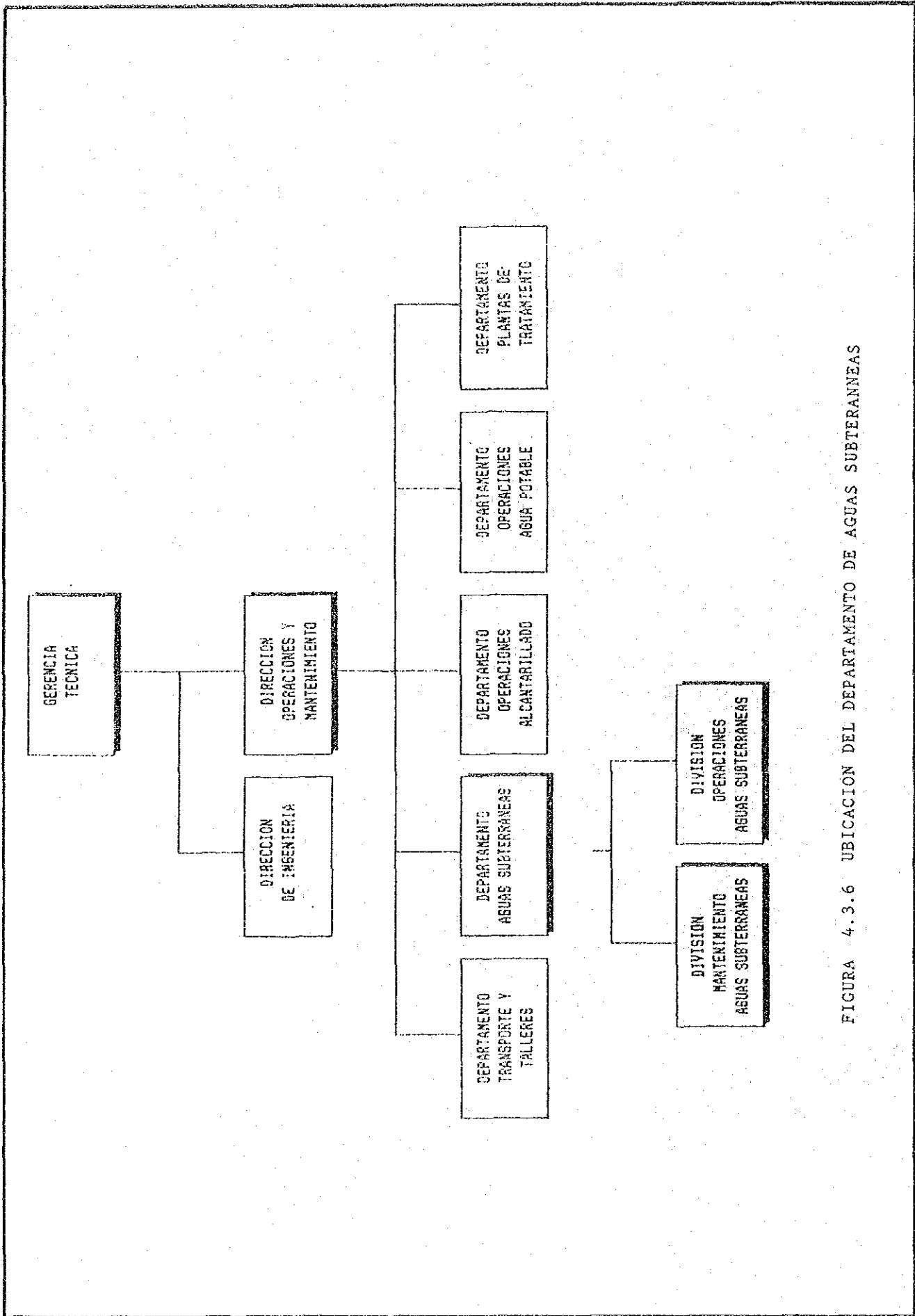


FIGURA 4.3.6 UBICACION DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

4.3.7 Resumen de las Instalaciones

De las instalaciones para suministro de agua potable, el suministro dentro del ámbito del presente proyecto comprenderá desde las tomas de agua hasta las tuberías principales. Todas las instalaciones más allá de las tuberías principales serán de responsabilidad del Gobierno de la República de Bolivia.

(1) Instalaciones

Las instalaciones que serán construidas dentro del ámbito de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, decididas a través de discusiones con las autoridades bolivianas competentes, son las instalaciones de captación, las instalaciones del acueducto, las instalaciones de conducción de agua, las instalaciones de distribución de agua, los equipos eléctricos y otras instalaciones accesorias necesarias. El resumen de dichas instalaciones se menciona a continuación.

1) Instalaciones de captación

Las aguas subterráneas serán la fuente del presente proyecto y las instalaciones de toma de agua serán los pozos profundos. El caudal de toma de agua de cada pozo profundo será de aproximadamente 1,000 m³/día, y las instalaciones serán capaces de posibilitar el bombeo de aproximadamente 30,000 m³/día de los 30 pozos.

2) Instalaciones de conducción

Las instalaciones del acueducto constan de las tuberías de impulsión, desde los pozos profundos, hasta las cisternas existentes dentro de las estaciones de bombeo. Además de las tuberías, también comprende válvulas de varios tipos, accesorios especiales, etc.

3) Instalaciones de bombeo

Las instalaciones de conducción de agua constan de cisternas, los equipos de cloración, las bombas, y las tuberías de conducción de agua.

El agua bombeada de los 30 pozos profundos será recolectada

en la cisterna de donde será rebombada al reservorio de distribución. La cisterna será una estructura semisubterránea de concreto armado monolítico. El sistema de bombeo para la conducción del agua constará de 5 equipos, de los cuales 4 unidades serán de operación permanente y 1 unidad de reserva, puesto que el caudal de conducción de agua es de 30,000 m³/día. Por otro lado, el equipo de cloración será instalado entre la cisterna y las bombas.

4) Instalaciones eléctricas

En este proyecto la energía eléctrica será usada para operar las bombas sumergibles de los pozos, las bombas de la estación de rebombeo, etc. Se piensa que será necesario instalar una nueva subestación exclusiva para este proyecto, en vista del consumo de energía eléctrica y la capacidad del alambrado existente. Además de la subestación principal, las instalaciones eléctricas comprenderán las líneas de transmisión hacia cada pozo, los tableros de control de cada bomba, etc.

5) Instalaciones para distribución de agua

Las instalaciones de distribución de agua comprenden el reservorio y las tuberías de distribución. El reservorio será construido en la vecindad del área de servicio del proyecto y el agua potable almacenada en el reservorio será suministrada por gravedad al área de servicio, a través de las tuberías de distribución. Por otro lado, el reservorio de distribución tendrá capacidad para 4 horas de suministro con el caudal máximo.

(2) Equipos y materiales

Los equipos y materiales a emplearse en este proyecto serán los requeridos para la construcción de pozos y para las obras civiles.

En el caso de que las obras de construcción sean ejecutadas por sub-constratistas locales, se supone que dichos sub-contratistas tengan la mayoría de los equipos y materiales para obras civiles y para obras de construcción. En cuanto a los equipos de perforación de pozos, se piensa

que los equipos de este tipo disponibles en Bolivia para la ejecución de este proyecto son muy limitados, por lo que será necesario importar dichos equipos del Japón o de otros países.