

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
PARA  
EL PROYECTO DEL DESARROLLO  
DE AGUAS SUBTERRANEAS EN LAS AREAS RURALES  
DE  
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**marzo de 1997**

JICA LIBRARY



J 1139994(6)

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

**KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

**NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.**

GRO
CR(2)
97-088







1139994 [6]

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
PARA  
EL PROYECTO DEL DESARROLLO  
DE AGUAS SUBTERRANEAS EN LAS AREAS RURALES  
DE  
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**marzo de 1997**

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

**KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

**NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.**

GRF

CR(2)

97 - 088

## PREFACIO

El Gobierno del Japón, en base a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, decidió efectuar el Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Área Rural de la República de Bolivia, la cual fue ejecutada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Esta Agencia envió un Equipo de Estudio de Diseño Básico que, al mismo tiempo de realizar las deliberaciones con los responsables del Gobierno de Bolivia, ejecutó los estudios de campo en las áreas de estudio del Proyecto del 13 de Octubre al 10 de Noviembre de 1996. Posterior a los trabajos de gabinete en Japón y después de su retorno, se efectuaron las explicaciones en sitio del Informe del Diseño Básico en Borrador del 13 al 24 de Enero de 1997, pasada ésta, se llegó a la culminación del presente Informe.

Esperamos que el presente Informe contribuya a promover el Proyecto y sirva a un desarrollo más estrecho de amistad entre los dos países.

Finalmente, expreso mis sinceros agradecimientos a todos y cada una de las autoridades relacionadas por brindar el apoyo y la cooperación al Estudio.

Marzo de 1997



---

Kimio Fujita  
Presidente de la Agencia de  
Cooperación Internacional del Japón

Señor  
Kimio Fujita  
Presidente de la Agencia de  
Cooperación Internacional del Japón

## Nota de Comunicación

Con la conclusión del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en las Áreas Rurales de la República de Bolivia, nos es grato presentar el presente Informe Final.

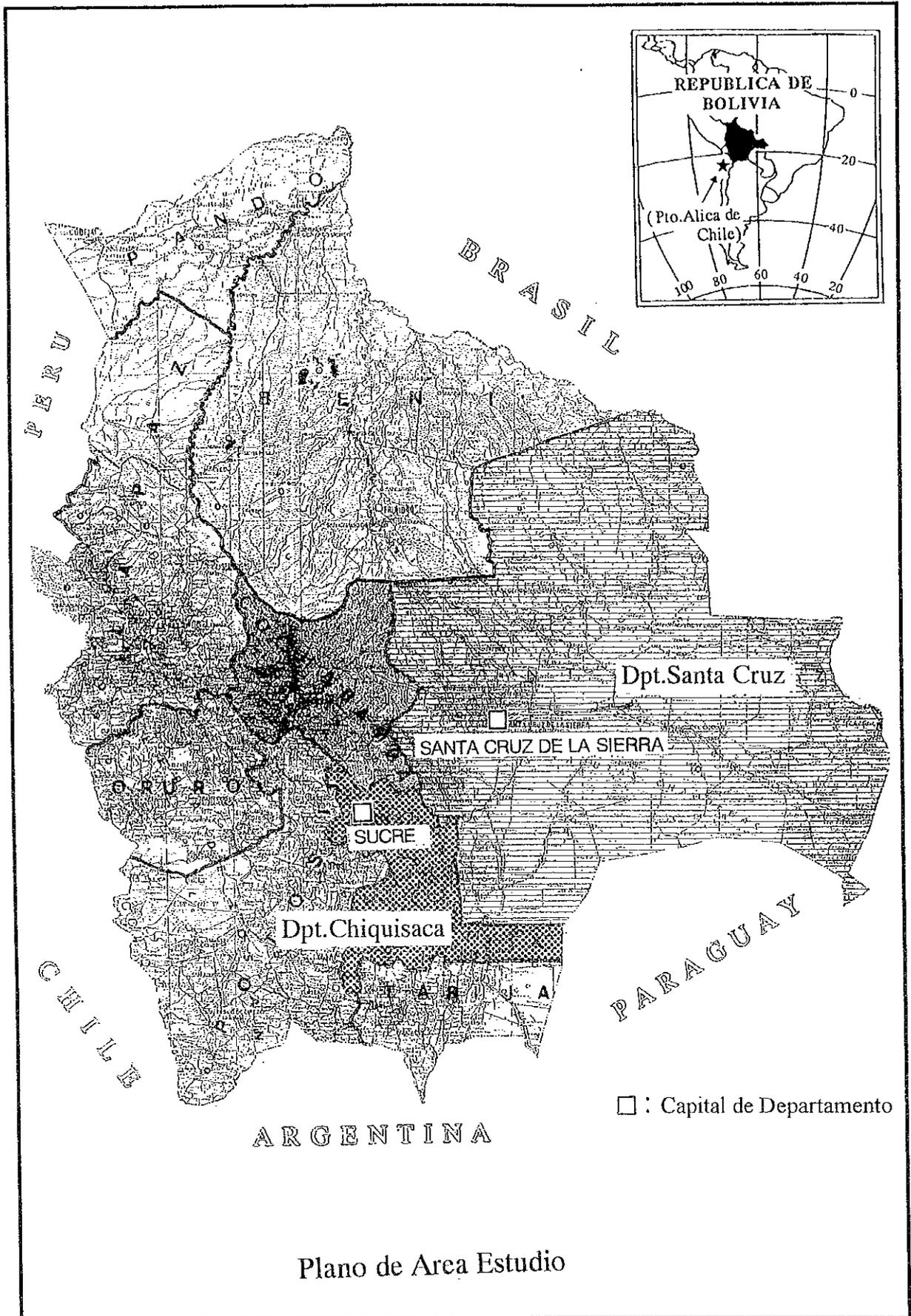
El Estudio, en base al Contrato suscrito con su Agencia, ha sido ejecutado por nuestra empresa en un periodo de 6 meses, desde el día 8 de Octubre de 1996 hasta el día 31 de Marzo de 1997. En el Estudio hemos considerado suficientemente la situación real de Bolivia, al mismo tiempo de realizar una inspección y verificación del Proyecto pertinente, hemos analizado y preparado el Plan más apropiado para el marco del sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

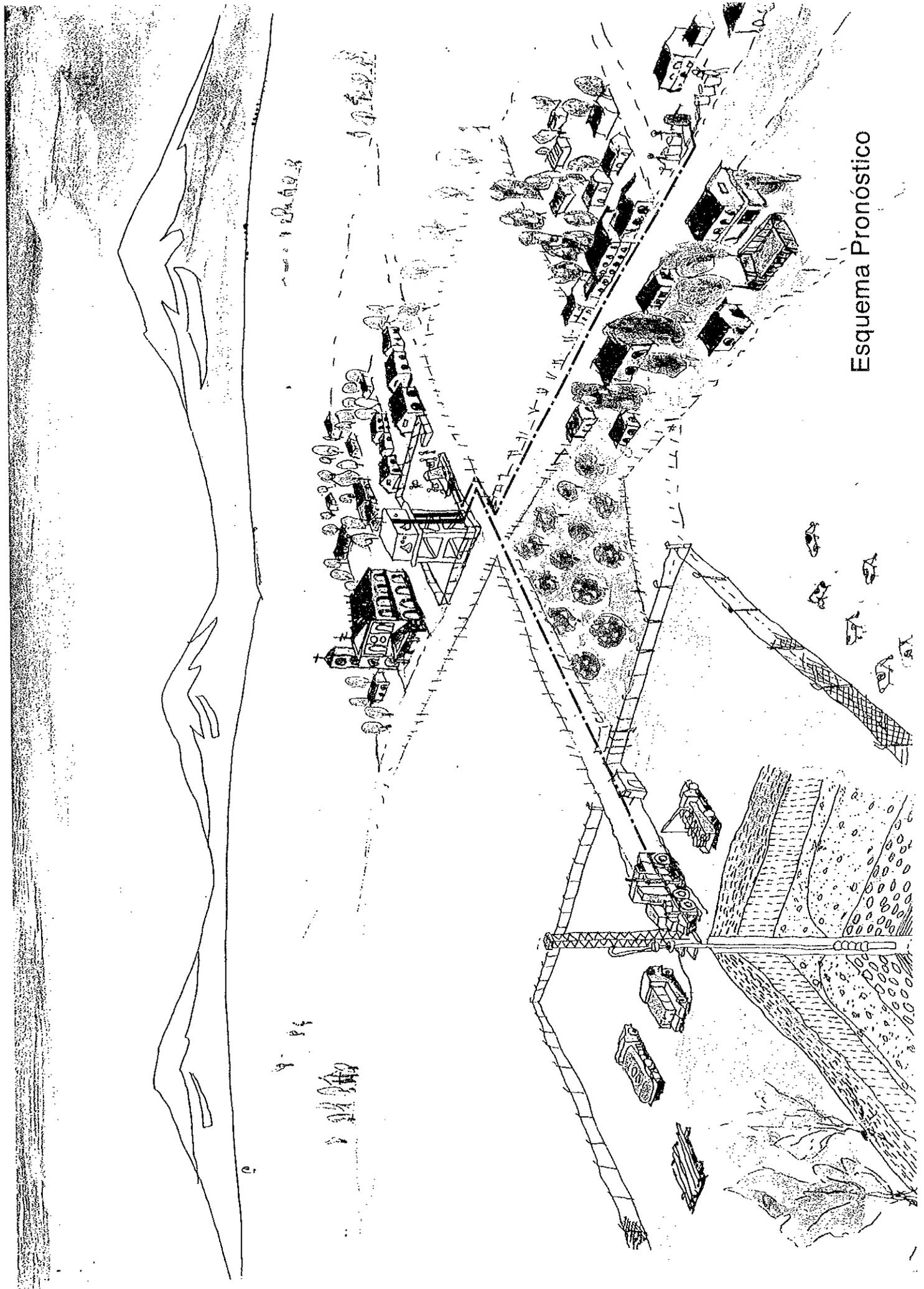
Por lo tanto, esperamos que el presente Estudio promueva su avance, y sea utilizado este Informe para los fines consiguientes.

Marzo de 1997



Masaaki Shindo  
Responsable Principal del Equipo de  
Estudio del Diseño Básico del Plan de  
Aprovisionamiento de Agua en Comunidades  
Rurales  
Kyowa Engineering Consultants Co. Ltd.





Esquema Pronóstico



## INDICE

Prefacio	
Nota de Comunicación	
Plano de Area Estudio	
Esquema Pronóstico	
Indice	
Lista de Tablas	
Lisra de Figras	
Abreviatura	
CAPITULO 1 Antecedentes de la Solicitud .....	1
CAPITULO 2 Descripción del Proyecto .....	3
2.1 Objetivo del Proyecto .....	3
2.2 Concepto Básico del Proyecto .....	3
2.3 Diseño Básico .....	11
2.3.1 Criterio del Diseño.....	11
2.3.2 Plan Básico .....	12
2.4 Sistema de Ejecución del Proyecto.....	32
2.4.1 Organismo .....	32
2.4.2 Presupuesto .....	34
2.4.3 Personal y Nivel Técnico .....	36
CAPITULO 3 Plan de Trabajo .....	37
3.1 Plan de Obras .....	37
3.1.1 Proceso de Obras .....	37
3.1.2 Criterios de Ejecución .....	38
3.1.3 Items a Considerar en las Obras .....	40
3.1.4 Clasificación de Obras .....	41
3.1.5 Plan de Supervisión de Obras .....	41
3.1.6 Plan de Adquisición de Equipo y Materiales .....	44
3.1.7 Cronograma de Trabajo .....	45
3.1.8 Obligaciones de la parte Bolivia.....	45
3.2 Estimación de costos de Operación.....	46
3.2.1 Estimación de costos de Operación .....	46
3.2.2 Plan de Administracuón,Operación y Mantenimiento .....	47
CAPITULO 4 Evaluación y Recomendación del Proyecto .....	48
4.1 Demostración,Verificación y Efectos Benéficos relacionados .....	48
al Proyecto Adecuado	
4.2 Cooperación Técnica y Correlación con Otros Donantes.....	50

4.2.1 Cooperación Técnica .....	50
4.2.2 Correlación con Otros Donantes .....	50
4.3 Problemas Futuros .....	51

[ANEXOS]

- 1.Nombre de los Miembros de la Misión
- 2.Calendario de Estudio
- 3.Lista de Participantes
- 4.Minuta de Acuerdo
- 5.Datos de Prospección Geofísica
- 6.Plano de Levantamiento Simple

### **Lista de las Tablas**

Tabla - 2.1	Plazo de Construcción de Pozos(Santa Cruz)
Tabla - 2.2	Plazo de Construcción de Pozos(Chuquisaca)
Tabla - 2.3	Concepto Básico del Proyecto
Tabla - 2.4	Lista de Equipos y Materiales a ser adquiridos
Tabla - 2.5	Número de Perforación por Profundidades
Tabla - 2.6	Tipo de Construcciones
Tabla - 2.7	Tipologías de Sisremas de Aproveccionamiento de Agua
Tabla - 2.8	Plan dek Vulumen de Aproveccionamiento de Agua
Tabla - 2.9	Comparación de Presupuesto Prefectual Costo de Proyecto JICA
Tabla - 2.10	Plan de Personal para cada Departamento
Tabla - 3.1	Sistema de Ejecución del Programa
Tabla - 3.2	Origen de la Adquisición de Equipos y Materiales
Tabla - 3.3	Cronograma de Ejecución

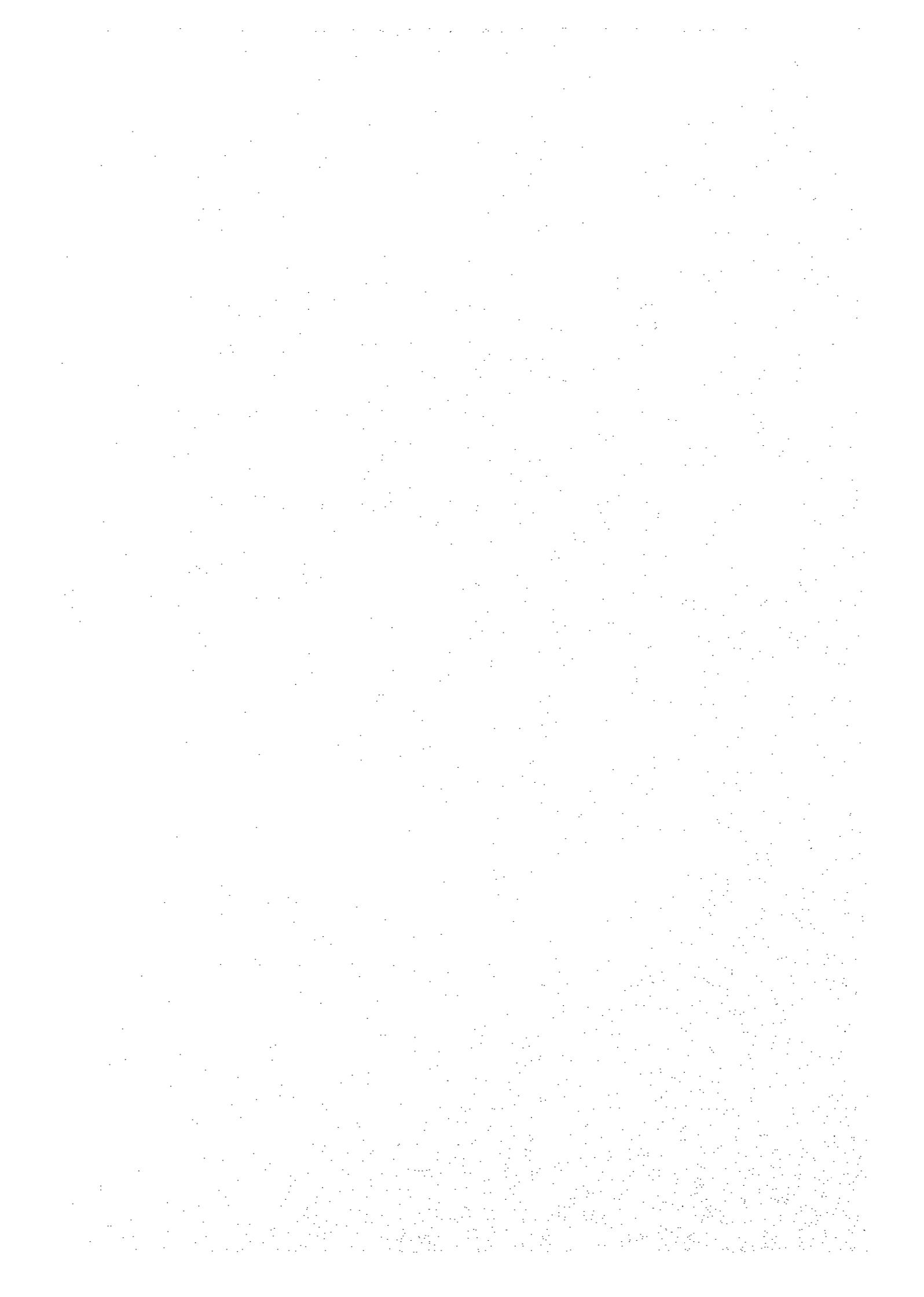
### **Lisra de los Figuras**

Figura - 2.1	Plano de las Comunidades para Perforación (Santa Cruz)
Figura - 2.2	Plano de las Comunidades para Perforación (Chuquisaca)
Figura - 2.3	Sección Tipo de la Estructura de Pozos
Figura - 2.4	Esquema Gráfico de Sistema de Aproveccionamiento de Agua
Figura - 2.5	Cronograma de Ministerio de Desarrollo Humano
Figura - 2.6	Sistema Implementación (UNASBA Santa Cruz)
Figura - 2.7	Sistema Implematación (UNASBA Chuquisaca)

## Abreviaturas

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
Bs	Bolivianos
CORDES	Cooperacion de Desarrollo
DINASBA	Direcciom Nacional de Saneamiento Basico
FIS	Fondo de Inversion Social
FNDR	Fondo Nacional Desarrollo de area Rurales
OTB	Organizaciones Territoriales de Base
PROSABAR	Proyecto de Saneamiento Básico
UNASBA	Unidad Saneamiento Básico
USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo

## **CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD**



## **CAPITULO 1. ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD**

La República de Bolivia (en lo sucesivo denominado como Bolivia) es un país mediterráneo ubicado en la parte central de América del Sur, con una extensión de 1.098.581 Km<sup>2</sup> y una población de 7,72 millones de habitantes. En la parte occidental del territorio nacional se extiende de norte a sur la cordillera de los Andes, conformado por un lado por una zona altiplánica y zona de los valles, en la parte oriental se extiende una gran llanura de las cuencas de los Ríos Amazonas y La Plata. La precipitación media anual es de 510 mm en la ciudad de La Paz. El producto interno bruto per capita es de \$US 1.089 en el año 1994.

En Bolivia, más del 50% de la población se dedica al sector agropecuario, produciendo para la exportación agrícola, granos de soya, café, etc., este sector rural agrícola que sostiene la economía tiene una cobertura de agua de un 19% contra un 81% en el sector urbano, está en un nivel de cobertura baja comparando a un promedio de 55% que tiene la región Latinoamericana y el Caribe. De acuerdo a lo mencionado, en el área rural se ha originado el fenómeno de migración campo ciudad, como consecuencia de la proliferación de enfermedades epidémicas por causa del agua, siendo uno de los factores negativos para el desarrollo adecuado de las áreas rurales del país.

En estas circunstancias Bolivia, preparó un plan sectorial "Plan Nacional de Agua y Saneamiento" teniendo como objetivo la elevación de la cobertura de agua a un 80% a nivel nacional durante 10 años y como una forma de la meta, se ha preparado el slogan de "Agua para Todos". También, el Gobierno de Sánchez de Lozada posesionado en 1993, ha preparado "Plan para Todos", políticas principales para "el desarrollo rural" de las cuales, el mejoramiento de la situación de aprovisionamiento de agua en el sector rural se ha priorizado como problema nacional.

Con los requerimientos necesarios, la República de Bolivia, se ha propuesto dar prioridad en la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua, a las comunidades rurales con poblaciones menores a 2.000 habitantes. El Banco Mundial con el "Proyecto de Saneamiento Básico Rural (PROSABAR)" esta cooperando a nivel nacional con el objetivo de elevar la cobertura de agua, que viene a cubrir parte del plan.

Sin embargo, por la falta de fortalecimiento en el sistema organizativo de la parte boliviana no se ha adelantado, teniendo demoras en la construcción de los sistemas de aprovisionamiento de agua. Siendo una de las razones crítica la conservación de fuentes de agua, esto se debe a que las entidades ejecutoras no cuentan con equipos de perforación para el desarrollo de aguas subterráneas y asegurar las fuentes de agua más fácilmente, o si poseen dichos equipos se encuentran obsoletos. Actualmente, los equipos de perforación que están en funcionamiento son muy pocos, además, su rendimiento es crítico, alcanzando a perforar 2 a 3 pozos por equipo en 1996, estando en una situación conflictiva para promover el Plan

mencionado. En estas circunstancias, Bolivia en el año 1992 solicitó a nuestro País, la Cooperación Financiera No Reembolsable para el "Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas de Emergencia" especialmente para el Departamento de Chuquisaca que tiene la situación más crítica de abastecimiento de agua, en la cual se incluía la adquisición de equipos de perforación y materiales.

Sin embargo, se determinó la necesidad de realizar un ordenamiento en el Plan de Aprovechamiento de Agua en las otras regiones, por lo cual nuestro País, ejecutó (entre 1994 y 1996) un estudio de desarrollo tomando como área de estudio los Departamentos de Santa Cruz, Tarija, Oruro, Chuquisaca y la parte Sur de La Paz, en la que se aclaró la situación real y se prepararon planes futuros. Con estos resultados, Bolivia en base a los 5 Departamentos objeto de estudio, solicitó nuevamente equipos de perforación y materiales para la ejecución de la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua en 460 lugares durante 5 años dentro de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

[Contenido de la Solicitud]

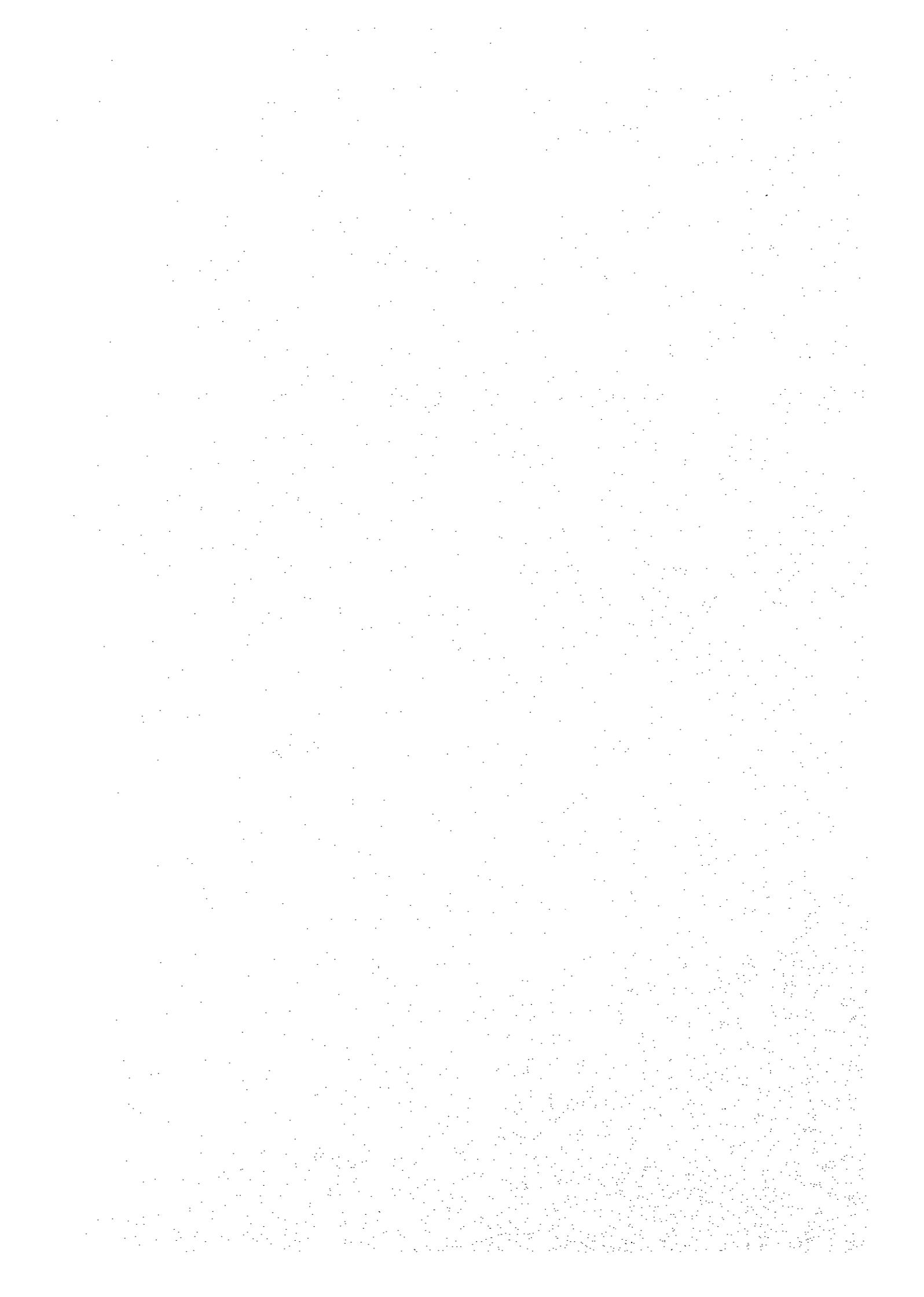
- (1) 9 unidades de equipos de perforación de pozos y sus accesorios (3 para Santa Cruz, 2 para Tarija, 1 para Oruro, 2 para Chuquisaca y 1 para La Paz).
- (2) Materiales para Pozos (tuberías, filtros y bombas sumergibles).
- (3) Equipos para pruebas de los pozos.
- (4) Vehículos para apoyo logístico.
- (5) Equipos para comunicación.
- (6) Equipos para estudios geofísicos.
- (7) Equipos para trabajos - talleres.
- (8) Cooperación técnica (la parte japonesa ejecutará la perforación de una parte de los 460 pozos programados inicialmente)

[Lugares Solicitados]

En 5 Departamentos (Santa Cruz, Tarija, Oruro, Chuquisaca y Sur de La Paz)

En 460 comunidades que corresponden a 134 Cantones de 51 Provincias.

## **CAPITULO 2 DESCRIPCION DEL PROYECTO**



## **CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

La República de Bolivia (en lo sucesivo denominado como Bolivia) tiene un PIB de \$US 900 (en el año 1993) y es uno de los países mas pobres de América del Sur, con un atraso en equipamientos e infraestructura. Especialmente, es notable la carencia de sistemas de infraestructura en el sector de saneamiento básico. La situación de la dotación de agua potable es crítica en las áreas agrícolas rurales a pesar de ser la agricultura el sector económico principal de Bolivia.

Para mejorar esta situación, en el año 1991, el Gobierno de Bolivia elaboró el "Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico (1992 -2000)". Complementariamente se preparó el Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales con una meta de elevar la cobertura de agua del 30% a 60%. Además el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón la asistencia en el Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas, el cual fue elaborado entre los años 1994 y 1996, como plan quinquenal de desarrollo de aguas subterráneas en un área de estudio de 5 Departamentos (Santa Cruz, Chuquisaca, La Paz, Tarija y Oruro). Al presente, el Proyecto se ejecuta en dos Departamentos (Santa Cruz y Chuquisaca) que son de mayor urgencia dentro del mencionado Plan, con el objetivo de mejorar la situación de abastecimiento de agua en las áreas agrícolas rurales con la provisión de equipos y materiales para la perforación de pozos y la construcción de una parte de los sistemas de agua potable necesarios para la implementación del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en las Areas Rurales.

### **2.2 Concepto Básico del Proyecto**

El contenido inicial de la Solicitud del Gobierno de Bolivia, abarcaba la provisión de equipos necesarios para la ejecución de la construcción de sistemas de agua en 460 lugares durante 5 años, en los cinco Departamentos mencionados arriba como área de estudio, sin embargo, el estudio inicial se concentró en dos Departamentos (Santa Cruz y Chuquisaca), considerados de mayor urgencia que los otros Departamentos en áreas sin cobertura de agua y que no cuentan con sistemas de agua potable dentro del área de estudio, realizándose su análisis del contenido de la solicitud en base a los estudios de campo. Para la implementación del Plan Quinquenal, es necesario seleccionar el equipo de perforación adecuado a la geología (conformación de estratos), asegurar la cantidad de equipos requeridos, transferir la tecnología adecuada de construcción de pozos y capacitación de la técnica de operación de los equipos de perforación.

De acuerdo a los resultados de los estudios, para la implementación del plan quinquenal de desarrollo de aguas subterráneas en los Departamentos de Santa Cruz y Chuquisaca, se requieren: 1) provisión de equipos de perforación; 2) construcción de pozos con el objetivo de la transferencia de tecnología necesaria para la capacitación real de la técnica de

construcción de pozos y; 3) dotación de una parte en construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua, que sean modelos para la construcción de sistemas por las Prefecturas y comunidades en el futuro.

Los conceptos básicos del Proyecto son los siguientes:

(1) Adquisición de Equipos y Materiales para la Perforación de Pozos

En las áreas rurales tienen como fuente de agua natural de uso doméstico: aguas superficiales, vertientes, agua de lluvias, etc. o fuentes artificiales con instalaciones simples como embalses, atajados y pozos someros. El nivel de agua en estas fuentes no son estables, además las condiciones ambientales que rodean estas fuentes influyen en la calidad del agua y en su mayoría están contaminadas. En estas zonas para el abastecimiento estable de agua higiénica, se adecua óptimamente al desarrollo de aguas subterráneas, por lo que se estableció un plan quinquenal. Si bien las fuentes de aguas subterráneas son más económicas que el desarrollo de otras fuentes, la adquisición de equipos de perforación fue el punto crítico, para que planes programados en el pasado no se puedan concretar. Para la implementación del presente plan quinquenal de desarrollo de aguas subterráneas es necesario la adquisición de equipos de perforación. De acuerdo a esta situación, además de la gran urgencia de la demanda de agua, es necesario la implementación dentro del periodo de acuerdo al plan quinquenal. El tipo de equipo de perforación considerando la cantidad planificada de perforaciones y su cronograma, serán del sistema rotativo con martillo hidráulico por las condiciones geológicas del área de estudio y la cantidad requerida de equipos se definirá de acuerdo a la cantidad de días necesarios para la construcción de pozos, los cuales serán provistos.

Con respecto a la cantidad de equipos de perforación, la parte boliviana solicitó inicialmente 5 equipos (3 para Santa Cruz y 2 para Chuquisaca) para la ejecución dentro del plan quinquenal, sin embargo, se ha realizado un estudio referente a la cantidad de equipos y cronograma de trabajo de acuerdo al tiempo requerido para la perforación. Para la ejecución eficiente de los trabajos de perforación, se dividirá los trabajos en grupos de trabajos de perforación y prueba de bombeo - con bombas sumergibles - y otros, además se analizará para disminuir el tiempo de perforación, la posibilidad de conformar y trabajar en dos turnos en los trabajos de perforación.

En el Departamento de Santa Cruz, inicialmente se requería 3 equipos para perforar 155 pozos en un periodo de 5 años, pero se ha visto que entre la ejecución con 3 equipos de perforación en un solo turno y la ejecución con 2 equipos en dos turnos, el tiempo de ejecución son similares, por lo tanto para adecuar a las profundidades de perforación es de mayor eficiencia contar con un equipo grande y un equipo mediano, con un sistema de dos grupos de trabajo, con lo cual se logrará una ejecución con mayor eficiencia y más económico. De acuerdo al Cuadro siguiente, la adquisición de equipos de perforación para este Departamento es de 2 unidades en un plan de 6 años. (ver Tab-2.1)

Tabla-2.1 Plazo de Construcción de Pozo (Santa Cruz)

		Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total perforado	Años
1) 3 perforadoras	Grande	1	6	7	6	7	6	4				155	6
	Med.	2	20	22	20	22	20	15					
2) 3 perforadoras (en 2 turnos)	Grande	1	10	10	10	6	1					155	5
	Med.	2	28	28	28	34							
3) 2 perforadoras	Grande	1	6	7	6	7	6	5	20	22	10	155	9
	Med.	2	10	11	10	11	10	14					
4) 2 perforadoras (en 2 turnos)	Grande	1	10	10	10	6	15	14				155	6
	Med.	2	14	14	14	18	15	15					

En el Departamento de Chuquisaca, para ejecutar la construcción de 104 pozos en 5 años, se requería un periodo de obra de 7 años en el caso de trabajar en un turno, pero es posible la terminación en un periodo de 5 años considerando la reducción de tiempo de perforación trabajando en dos turnos. Por lo tanto, la adquisición de equipos de perforación para este Departamento será de dos unidades, conformadas por un equipo grande y otro mediano.(ver Tabla-2.2)

Tabla-2.2 Plazo de Construcción de pozos(Chuquisaca)

		Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total perforado	Años
1) 2 perforadoras	Grande	1	6	6	6	6	6	3	8								104	7
	Med.	1	8	9	8	9	8	13	8									
2) 2 perforadoras (en 2 turnos)	Grande	1	9	9	9	10	8										104	5
	Med.	1	12	12	12	12	11											
3) 1 perforadora	Grande	1	6	6	6	6	6	8	9	8	9	8	9	8	9	6	104	14
4) 1 perforadora (en 2 turnos)	Grande	1	9	9	9	9	12	12	12	12	12	8					104	10

De acuerdo al mencionado método de trabajo, es posible la conclusión de los trabajos en el Departamento de Santa Cruz en 6 años con dos equipos de perforación y en el Departamento de Chuquisaca en 6 años, aunque se considera la construcción de pozos profundos en la zona del Chaco con dos equipos de perforación. Se estableció que es apropiado la ejecución del Plan de desarrollo de aguas subterráneas (en lo sucesivo denominado como Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas de la Parte Boliviana) en 6 años, con dos equipos para Santa Cruz y dos Equipos para Chuquisaca.

En cuanto a los equipos y materiales para pozos, fueron considerados los costos necesarios para iniciar el proyecto, establecimiento de la oficina, preparación del taller de reparaciones, adquisición de repuestos, etc. y se llegó a la conclusión que una parte de los equipos y materiales (que deberán ser cubiertos por las Prefecturas) serán provistos por Japón, realizando una cooperación efectiva para concretar el plan, reduciendo los gastos a cargo de cada Prefectura.

## (2) Construcción de Pozos

En base a los estudios de factibilidad de desarrollo de aguas subterráneas y de las

condiciones socioeconómicas efectuadas en Bolivia, se seleccionaron los sitios de las perforaciones, además se adiciona la cantidad de pozos para concretar la transferencia de tecnología, definiéndose como puntos para la construcción de pozos. El número de pozos necesarios para la transferencia de tecnología, dependerá de la experiencia y nivel técnico de las contrapartes, pero para la operación y manejo de los equipos en Bolivia, se requiere obtener una experiencia en construcción de aproximadamente 10 pozos por cada equipo de perforación.

Para la construcción de pozos se requiere un nivel técnico que permita la perforación de pozos de producción de agua, la ejecución de los trabajos complementarios de pozos y técnicas de análisis de las pruebas. Sin la transferencia de tecnología que permita la ejecución de estos trabajos, la construcción de los pozos no podrán asegurarse, por lo tanto es necesario la dirección y capacitación técnica durante un año. También, entrenará y capacitará desde el manejo hasta el análisis de los datos obtenidos con los equipos de prospección geofísicas (métodos de resistencia eléctrica y electromagnética) que son necesarios para el estudio de desarrollo de aguas subterráneas. Con la ejecución de la transferencia de tecnologías en desarrollo de aguas subterráneas, que consiste desde el estudio de desarrollo de aguas subterráneas, perforaciones hasta la instalación de bombas sumergibles como un proceso integral, la cual posibilitará la concretización del Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas del Gobierno de Bolivia.

La construcción de pozos será ejecutada en aproximadamente un año, con la finalidad de realizar la transferencia de tecnología con los equipos de perforación y equipos accesorios necesarios para el desarrollo de aguas subterráneas que serán adquiridos por el Gobierno del Japón, con los cuales, se ejecutarán la construcción de 45 pozos en total, 24 en el Departamento de Santa Cruz y 21 en el Departamento de Chuquisaca (ver Figura - 1 y 2), durante el primer año del Plan de desarrollo de aguas subterráneas del Gobierno de Bolivia. La capacitación técnica comprenderá también, la operación, mantenimiento y almacenaje de los diferentes equipos y materiales.

### (3) Construcción de Sistemas de Aprovechamiento de Agua

Los sistemas de aprovechamiento de agua, serán construidos de diferentes tipos de sistemas, para que sirvan como modelos de construcción de sistemas de aprovechamiento de agua a los Gobiernos Prefecturales y comunidades en el futuro.

Se ha tipificado (normalizado) la zona de construcción de pozos según la población, concentración de la comunidad, topografía, geotermia, etc., se clasificó el tipo de sistema de aprovechamiento de agua para cada zona tipificada, con un diseño simple que sólo cuentan con un tanque de almacenamiento de aguas subterráneas e instalación de piletas públicas. Los materiales de construcción para las estructuras que sean adquiribles en el lugar, serán utilizados un lo posible. También, se seleccionará un área modelo de la zona tipificada, donde se ejecutará la construcción de sistema de aprovechamiento de agua por

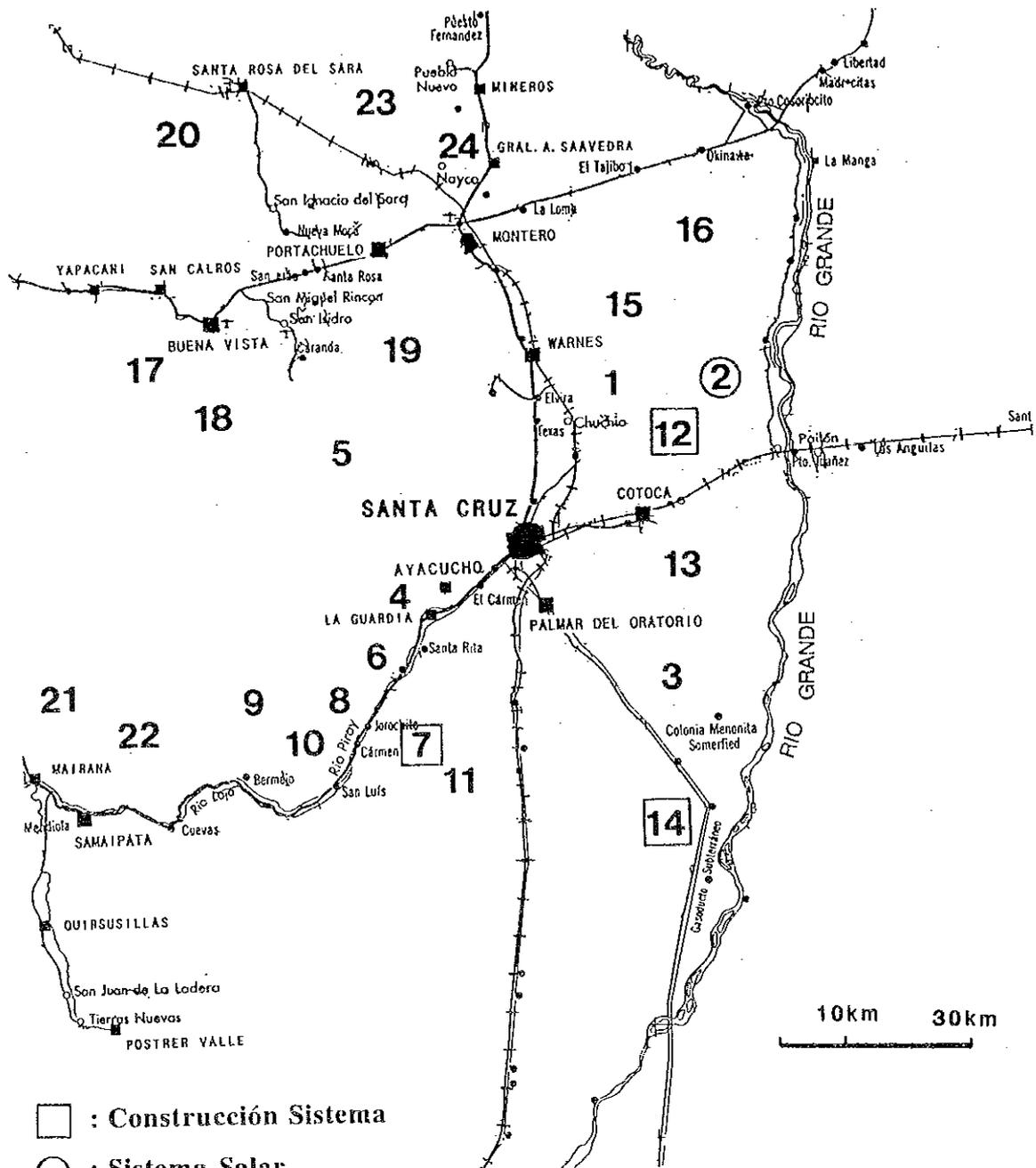
el Japón.

Por cada zona tipificada, se construirán en 3 lugares sistemas de aprovisionamiento de agua (Santa Cruz: 1 tipología / 3 lugares; Chuquisaca: 2 tipologías / 6 lugares), con una ejecución total en 9 lugares de áreas modelos. Además, si consideramos como un área modelo en las zonas donde se instalarán bombas con energía solar, se adicionará 2 áreas, con lo que obtendremos un total de 11 lugares de ejecución de sistemas de aprovisionamiento de agua.

La operación y mantenimiento de los sistemas de aprovisionamiento de agua, será realizada en forma permanente a nivel de la comunidad por "El Comité de Agua" u otra organización que se requiere establecerla, esta organización estará a cargo del cobro de las tarifas de agua y la administración del sistema. En esta organización es necesario la cooperación de los corregidores y personas representativas de la Comunidad, también es necesario realizar actividades de difusión y relaciones públicas para verificar si la población está conforme con los trabajos de la organización y las obligaciones impuestas. Se realizará la capacitación de la comunidad donde se construyan los pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua, desde el establecimiento de la organización, administración, operación y mantenimiento, determinación de tarifas adecuadas, método de cobro de tarifas, sistema de relación con las Prefecturas para la ejecución de las revisiones periódicas, inspecciones y reparaciones.

A continuación se describe los conceptos básicos determinado en base a los resultados del análisis del contenido de la solicitud.

Dpt. Santa Cruz



□ : Construcción Sistema

○ : Sistema Solar

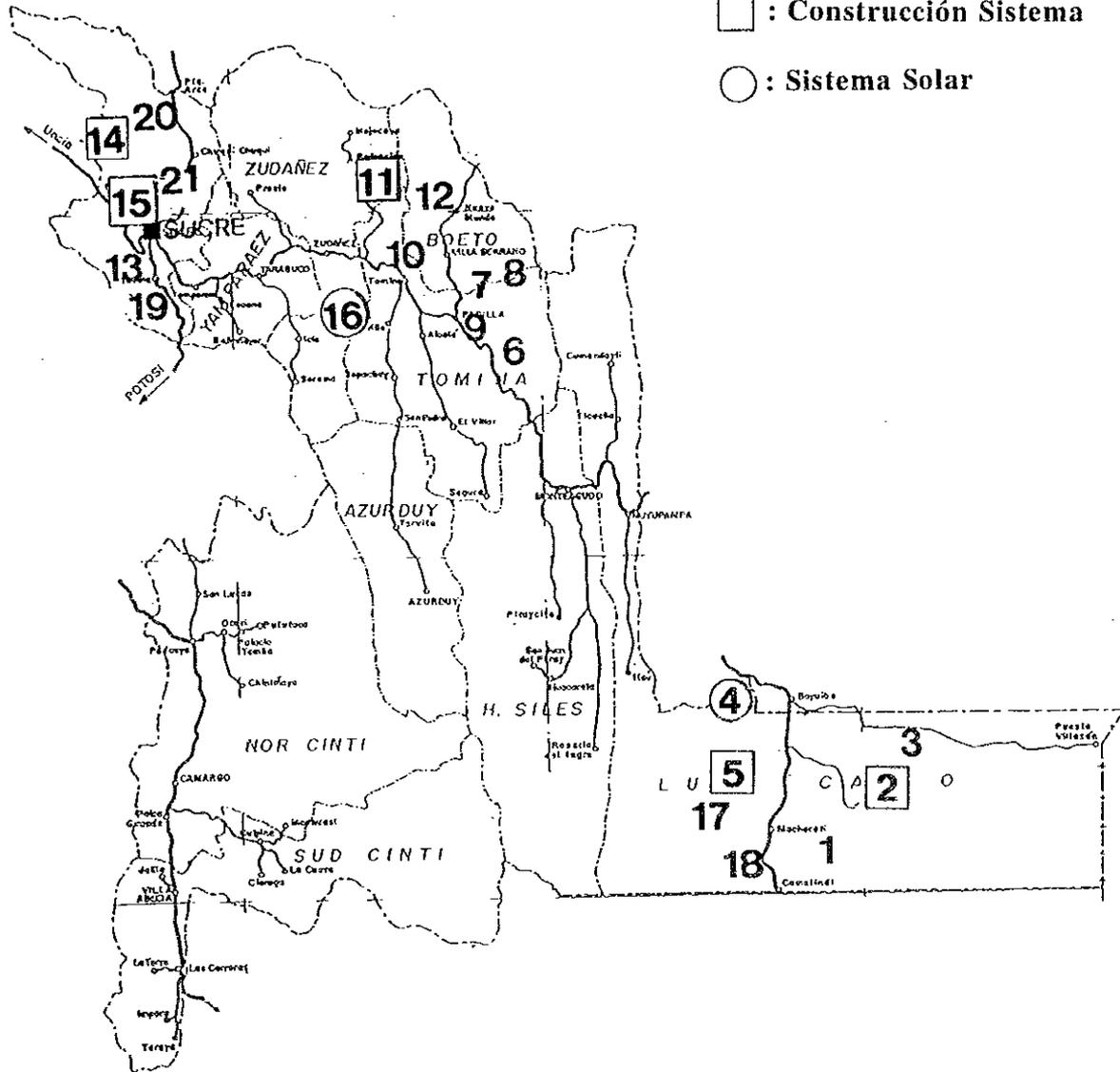
	Provincia	Comunidad		Provincia	Comunidad
1	Andrez Ibanez	Clara Serrano	13	Andrez Ibanez	Proboste
2	Andrez Ibanez	Cosorio	14	Cordillera	Lomas Blancas
3	Andrez Ibanez	Villa Flor	15	Warnes	Las Maras
4	Andrez Ibanez	Sultobia	16	Warnes	CMD,Chimbote
5	Andrez Ibanez	San Pedro	17	Ichilo	El Cario
6	Andrez Ibanez	Sombrerito	18	Ichilo	Villa Diego
7	Andrez Ibanez	Puerto Rico	19	Sahra	Capihuara
8	Andrez Ibanez	Elvira	20	Sahra	Galica
9	Andrez Ibanez	El Guaracal	21	Florida	Villa Copacabana
10	Andrez Ibanez	El Salao	22	Florida	Sivingal
11	Andrez Ibanez	Villa Tunavi	23	O.Santiesteban	Rincon del Nayco
12	Andrez Ibanez	El Tarope	24	O.Santiesteban	El Cidral

Figura - 2.1 Plano de Los Comunidades para Perforación

Dpt. Cuiquisaca

□ : Construcción Sistema

○ : Sistema Solar



10km 50km 100km

	Provincia	Comunidad		Provincia	Comunidad
1	Luis Calvo	Est.machareli	12	B.Boeto	Mendoza
2	Luis Calvo	Carandaiti	13	Oropeza	Alegria
3	Luis Calvo	Simbolar	14	Oropeza	LBarranca
4	Luis Calvo	Cunyuqui	15	Oropeza	Thaco Pampa
5	Luis Calvo	Ipati	16	Yamparac	Pampa Lupiara
6	Tomina	San Julian Alto	17	Luis Calvo	Tati
7	Tomina	Cicnega	18	Luis Calvo	Tigupa Estacion
8	Tomina	Urriogotia	19	Oropeza	Cachimayu
9	Tomina	Padilla	20	Oropeza	Imilla Wanuska
10	Tomina	Corso	21	Oropeae	Mojototo
11	Tomina	Redencion Pampa			

Figura - 2.2 Plano de Los Comunidades para Perforación

Tabla-2.3 Concepto Básico de Proyec

	Contenido de la Solicitud	Concepto Básico	Razón
Departamentos que recibirían la cooperación	5 Departamentos (Santa Cruz, Chuquisaca, Oruro, Tarija, La Paz)	2 Departamentos (Santa Cruz, Chuquisaca)	La población sin servicio de agua es mayor que en los otros Departamentos, se seleccionó los Departamentos con mayor urgencia y mayor efecto benéfico.
Perforadora	Santa Cruz 3 Chuquisaca 2	Santa Cruz 2 Chuquisaca 2	En base al estudio del número necesario de técnicos para el trabajo de perforación, nivel técnico y el plan de perforaciones, se adquirirán dos perforadoras en lugar de tres para el Departamento de Santa Cruz.
Construcción de pozos		Santa Cruz 24 Chuquisaca 21	Sólo se realizaría la capacitación relacionados a la adquisición de equipos y materiales, sin embargo para la realización cabal del Plan de desarrollo de aguas subterráneas del Gobierno de Bolivia, es necesario la transferencia de tecnología en perforaciones, construcción de pozos, operación y mantenimiento, el cual durará un año de construcción de pozos.
Materiales de pozo	para un año	para tres años	El material solicitado para un año, será utilizado en base al cronograma de trabajos preparado por la parte japonesa. Para poder completar el plan, la parte japonesa se hará cargo de la adquisición de los materiales para dos años más (total tres años) que deberían de estar a cargo del Departamento que es el organismo ejecutor, para que el mismo pueda disminuir su carga financiera.
Sistema de aprovisionamiento de agua		Santa Cruz 4 lugares Chuquisaca 7 lugares	Para la concreción del Plan de desarrollo de aguas subterráneas del Gobierno de Bolivia, es necesaria la transferencia de tecnología y dar instrucciones sobre la operación y mantenimiento de las instalaciones. Se seleccionarán los lugares apropiadas para las áreas modelos y se construirán sistemas de aprovisionamiento de agua en 11 lugares.

## 2.3 Diseño Básico

### 2.3.1 Criterio de Diseño

#### (1) Condiciones Naturales

Debido a que existen en el área de estudio del Plan, zonas con alturas que superan los 2.500m. se seleccionarán los materiales y ejecución de diseño, considerando el sistema de combustión del motor, rendimiento de la bomba, etc. En la parte Norte del Departamento de Santa Cruz, en la época de lluvias, se deterioran las condiciones de los caminos. En la ribera izquierda del río Piraí, los puentes son destruidos por las inundaciones, paralizando el tráfico, por lo cual se considerarán estos imprevistos en el cronograma de ejecución.

#### (2) Construcción de Pozos

Hasta la profundidad de 350 m. se realizarán perforaciones directas con un diámetro de 250 mm. y en profundidades que superan los 350 m. con 375 mm. y 245 mm. en dos etapas de perforación (ensanche). Sin embargo, se exceptúan los casos de entubados por condiciones geológicas como suelos rocosos.

La profundidad de perforación dependerá del resultado de los estudios geofísicos y condiciones geológicas (espesor del acuífero grueso con permeabilidad baja), la perforación deberá tener 20 a 30 m. más que la profundidad calculada dependiendo de la zona.

#### (3) Bomba con Energía Solar (Bomba Solar)

En regiones donde no existe instalaciones eléctricas, pero poseen suficientes horas solar, se instalarán bombas con energía solar. Considerando el rendimiento y capacidad de los paneles solares, se instalarán en regiones con capacidad de bombeo menor a 25 m<sup>3</sup>/día y una altura de bombeo menor a 50 m.

Las áreas candidatas de instalación son: Cosorio en Santa Cruz, Curuyuqui y Pampa Lupiera en Chuquisaca.

#### (4) Criterios a las Normas, Reglamentos, etc.

En éste proyecto básicamente, se utilizará la Normas JIS, pero con respecto al tipo de entubado a ser utilizado en los pozos, deberán cumplir también con las normas API.

#### (5) Criterios para la Adquisición de Equipos y Materiales

Los equipos y materiales necesarios para la implementación del presente Proyecto, podrán ser de fabricación boliviana, brasilera o Argentina, pero debido a las dificultades que existen en cuanto a cumplimiento con las normas, cantidades requeridas y tiempo de entrega, serán adquiridos todos los equipos y materiales para este proyecto del Japón, excepto los equipos de perforación.

### 2.3.2 Plan Básico

#### (1) Plan General

En los Departamentos de Santa Cruz y Chuquisaca, donde no cuentan con sistemas de agua y requieren urgentemente agua para uso doméstico diario, se tratará de mejorar las condiciones de abastecimiento de agua, a través de la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua y construcción de pozos. Los materiales para pozos serán de tres medidas de tubería y un solo tipo de filtros de acuerdo a las especificaciones.

Para la construcción de pozos se ejecutará paralelamente con la transferencia de tecnología, con respecto a los lugares y cantidad de perforación, se ha definido principalmente de acuerdo a los estudios de campo. Los lugares de perforación fueron definidos en base al resultado del estudio de desarrollo y estudios de hidrogeología y geofísicas en base a la priorización de la parte boliviana, evaluando la factibilidad de desarrollo de aguas subterráneas, además se consideró los resultados de los estudios socioeconómicos.

La construcción de los sistemas de aprovisionamiento de agua, serán seleccionados las zonas candidatas basada en los resultados del estudio de campo, de las cuales se ejecutarán en el área seleccionada como área modelo. Se han diferenciado 4 tipos de sistema de abastecimiento de agua para cada zona tipificada, las cuales son 4 tipologías de comunidades de acuerdo a los estudios de campo. Las 4 tipologías, se distinguen según la forma de la comunidad, población y condiciones naturales, el sistema se clasifica en un tanque de almacenamiento y una pileta pública o varias piletas, tanque de distribución o bomba de impulsión y tanque de distribución, son las 4 alternativas clasificadas. De los 4 sistemas se adecuan a la realidad dos sistemas que serán utilizados, la construcción de tanques de almacenamiento y piletas públicas. Dentro de las áreas que utilizarán estos sistemas, se seleccionarán las áreas modelos de construcción de sistemas para el futuro y se ejecutarán las construcciones de los sistemas de aprovisionamiento de agua.

También, se implementarán las construcciones de los sistemas de aprovisionamiento de agua en las áreas donde se utilizarán las bombas con energía solar.

#### (2) Plan de Adquisición de Equipos y Materiales

Se ejecutará la adquisición de equipos y materiales referente al equipo de perforación, equipo de pruebas y materiales para pozos.

##### 1) Equipo de Perforación

Se describe a continuación el Plan de adquisición de equipos y materiales relacionados al equipo de perforación.

##### i) Equipo de Perforación de Pozos

El equipo de perforación será un juego del tipo rotativa hidráulica, cargada en camión con bomba de lodo, brazo grúa, torre o mástil con sistema hidráulico, etc. montados en el camión.

Se elige un equipo de perforación que funcionará con la fuerza motriz del camión,

considerando que trabajará en zonas de alturas de hasta 3.000 m. El camión se seleccionará considerando las condiciones estructurales mecánicas y condiciones de uso en sitio, será con una capacidad mayor a 15 toneladas (la capacidad total mayor a 26 toneladas), con tracción en las 6 ruedas, la salida del motor del camión tendrá una capacidad máxima mayor a 215 caballos de fuerza (utilización en llanura), debido a que en la altura disminuye la capacidad motriz, se complementará con un compensador de potencia para la altitud. Con respecto a los accesorios para el equipo de perforación, serán de tipo estándar adaptables al tipo de obra y al equipo de perforación.

ii) Juegos de herramientas para perforaciones (herramientas para perforaciones para método de perforación por circulación directa)

Se seleccionaron como herramientas de perforación necesarias para las obras, accesorios para tricono de perforación (manguera para inyección de aire y agua, herramientas para la manipulación del barreno, tipos de manguera), tallos, portamechas y contrapeso, substitutos, barreno de arrastre y barreno tricónico.

Se seleccionarán los entubados y herramientas que permitan evitar que se erosione la pared del pozo durante las perforaciones.

iii) Compresor de Aire de Alta Presión

Para perforación de estratos de roca se utilizará un martillo de fondo, por lo que es necesario tener un compresor de alta presión. Para realizar perforaciones de profundidades máximas de 450 metros y 18 pulgadas de diámetro, se precisara utilizar un compresor de aire con especificaciones de capacidad expulsión de aire de 25-26m<sup>3</sup>/minuto y una presión que supere 24,5 kg/cm<sup>2</sup>.

El compresor será igual que las perforadoras, transportado en camión para que tenga mayor movilidad. El camión que cargue el compresor, es del mismo tipo que la perforadora, tracción en las 6 ruedas, se selecciona un motor mayor a 215 caballos de fuerza (uso en la llanura), se complementará con un compensador de potencia para altitud.

Se utilizara este compresor también para el lavado, terminado del pozo y para utilizarlo con el extractor por inyección de aire comprimido.

iv) Vehículo de Apoyo

a) Camiones de Carga con grúa de 6 toneladas y 3 toneladas

Para los trabajos de perforación, se precisarán dos camiones de carga para cada equipo que son imprescindibles para el desarrollo de los trabajos de perforación y para su rendimiento, utilizados para el transporte de los equipos, repuestos y materiales de las perforadoras, equipos y materiales de pozos, inyectoros de lodo para perforación, etc.

- Los camiones largos de transporte pesado, se requiere que tengan una chata mayor de 6 m. de largo para el transporte de tubería de 6m. como ser el tubo para

perforación, triconos, tubería de acero, etc.

- Se instalarán grúas de 6 toneladas y 3 toneladas para la instalación de bombas sumergibles, bombas para la prueba de bombeo, armado de partes de los equipos y materiales de perforación, carguío y descargue de materiales y equipos.
- El Camión grande, considerando las características topográficas del área de estudio, se selecciona uno con tracción en las 6 ruedas y una capacidad de motor mayor a 215 caballos de fuerza (cuando se utiliza en la llanura). Se complementará con un compensador de potencia para zonas de altitud.

b) Camión Cisterna para Agua

Para la dotación al sitio de agua y lodo necesario para los trabajos de perforación, se requiere imprescindiblemente un camión cisterna para agua por cada equipo de perforación.

- Considerando las condiciones topográficas del área de estudio del Plan, será un vehículo de alta movilidad con tracción en todas las ruedas (6x6).
- La capacidad de tanque de agua deberá ser mayor a 6.000 litros, para transportar la cantidad de agua necesaria para el lodo de perforación para un pozo de 100 m. de profundidad como mínimo.
- El motor del camión deberá superar los 150 caballos de fuerza, debido a que la potencia disminuye en las altitudes, se complementará con un compensador de potencia para zonas de altitud.

c) Camionetas y Vehículos de Pasajeros

Se utilizarán para el traslado del personal de prospección geofísicas y perfilajes eléctricos del grupo de Estudio Geológico, como del personal del Grupo de perforación y de la comunicación y supervisión de obras.

v) Equipos y Materiales de Reparación

Los equipos y materiales de reparación, se selecciona los normales requeridos para los servicios de reparación y mantenimiento, como ser equipos soldador, suministrador de aceite, varias herramientas mecánicas para motores a diesel y gasolina, reparación de ruedas, juego de herramientas, etc.

vi) Inyector de lodo para perforación de pozos

Como inyector de lodo para la perforación se utilizará bentonita y CMC. No es posible la adquisición de bentonita y CMC en Bolivia.

2) Equipos y Materiales para Pruebas

A continuación se escribe el Plan de adquisición de equipos y materiales para pruebas requeridas para construcción de pozos y para el desarrollo de aguas subterráneas.

i) Equipos de Prospección Geofísicas y Perfilaje de Pozos

a) Medición de Resistencia y Prospección electromagnética

Son equipos necesarios para la determinación del punto de perforación de pozo. Se envía corriente eléctrica artificialmente al subsuelo y se mide la resistencia de los diferentes estratos, con lo que se ejecuta la prospección de la estructura geológica. También para verificar cortes y fisuras en los estratos de roca, se llevan a cabo las prospecciones electromagnéticas, necesarias para el estudio de desarrollo de aguas subterráneas.

b) Equipo para el Perfilaje Eléctrico

Estos equipos son importantes para la determinación de la profundidad a la cual los filtros y bomba deben instalarse, a través de la verificación de la distribución de los acuíferos para la construcción de pozos.

- Item para el perfilaje: resistencia eléctrica, potencial espontáneo (Sp) y rayos gamma.
- Los datos deben ser registrados continuamente, en forma de gráficos con el registrador interno.
- Es un dispositivo de fácil uso.

ii) Bomba para Pruebas de Bombeo

Es utilizado para determinar el volumen de agua de extracción (volumen de bombeo apropiado), en base a la bomba con motor sumergible para pozos profundos, se seleccionaron los siguientes 3 tipos de bomba según el tamaño de entubado de pozos y capacidad de bombeo planificado.

- Prueba de bombeo para pozos de 6 pulgadas: elevación total aproximada de 150 m., capacidad de bombeo superior a 120 lts/Minuto, motor de 5,5 kw.
- Elevación total aproximada de 250 mts, capacidad de bombeo superior a 90 lts/minuto, motor de 7,5 kW,
- Elevación total aproximada de 350 m., capacidad de bombeo superior a 80 lts/minuto, motor de 7,5 kw

iii) Generador Eléctrico a Diesel

Se seleccionará un generador que se adapte a la bomba sumergible a ser utilizado en la prueba de bombeo, una potencia mayor a 37KVA, 380V, 50hz y a 3.000 m. de altura.

iv) Equipo de Medición de Conductividad Eléctrica

Se mide la conductividad de las aguas subterráneas, la medición y control de la calidad del agua. También se realizara el análisis físico de la calidad del agua subterránea. Con una estructura herméticamente cerrada, puede medir una conductividad de 20.000 microS/cm y una precisión de 5%, además una pantalla de lectura digital, liviano y de tamaño pequeño, que funciona con pilas.

v) Equipo para Medir el Nivel de Agua

Se utiliza para la medición de nivel de agua dentro de la perforación de pozo, la verificación del nivel de agua subterránea, variaciones de nivel de agua en las pruebas de bombeo. Es sencillo de operar, ya que se utilizan pilas, siendo un equipo liviano y pequeño, permite las mediciones a profundidades de 200 m. y 400 metros.

vi) Equipo de Análisis de la Calidad de Agua

Es un equipo que analiza el agua subterránea extraída de los pozos para conocer su potabilidad, está incorporado el programa de análisis de la OMS, para determinar los 29 Items de análisis.

3) Equipos y Materiales de Pozos

i) Tubería y Filtros para Pozos

a) Tubería para Pozo

Se utilizarán tres tipos de tamaños de tubería, de 16, 10 y 6 pulgadas. Son tubos de acero para la instalación de la bomba sumergible. Se tendrán como base las normas API utilizadas normalmente en Bolivia, se seleccionarán tubos con coplas y conexiones a rosca fina, de un largo aproximado de 5.5 metros.

b) Filtro para Pozo (6 pulgadas)

De acuerdo a los resultados del perfilaje eléctrico del pozo que se ejecuta al finalizar la perforación, el filtro es un captador de aguas instalados en acuíferos, para prolongar la vida útil del pozo contra los deterioros por sometimiento a elementos agresivos y otros, se utilizarán filtros de acero inoxidable, se ha seleccionado tomando en cuenta los siguientes puntos:

- La norma será la utilizada en forma general en Bolivia, que es la Norma API.
- El tipo de abertura del filtro para tomar ampliamente el porcentaje de superficie abierta será del tipo V continuo circular, para evitar la introducción al pozo de pequeñas partículas de arena y proteger el tapado de las aberturas del filtro.
- El espesor de la abertura será de 1,0 mm., con un 20% de superficie de abertura.
- El largo unitario será de 3 metros, se unirá con la tubería del pozo con coplas de rosca fina.

Se detallan a continuación los equipos y materiales a ser adquiridos.

Tabla-2.4 Lista de Equipos y materiales a ser adquiridos

Item	Cantidad		
	Santa Cruz	Chquisaca	
1) Equipo de Perforación			
Equipo de Perforación de Pozos	Tipo camión mediano, para 200m de profundidad	1	1
	Tipo camión grande, para 450m de profundidad	1	1
Vehículos de apoyo en obras	Camión de transporte de carga pesada y largos con grúa de 6 toneladas	2	2
	Camión de transporte de equipos y materiales mediano con grúa de 3 toneladas	2	2
	Vehículo de transporte de agua para obras	2	2
	Vehículo de pasajeros (Vagoneta)	1	1
	Vehículo de pasajeros (Camioneta de simple y doble cabina)	2	2
Radiotransmisor	Radio de 500 km., frecuencia 150W, 1 base y 3 unidades móviles	1	1
Equipos y maquinaria de taller	Taller de tipo contenedor	1	1
2) Equipos y materiales para ensayos			
Equipos para Prospecciones Geofísicas	Equipos para prospecciones eléctricas de tipo portátil en camión	1	1
	Prospecciones electromagnéticas de tipo no conectado 1500m.	1	1
Equipo para Perfilaje Eléctrico	Potencial espontáneo, Resistencia eléctrica y rayos gamma	2	2
Equipos y materiales para prueba de bombeo	Bomba de agua (120 lts/min mínimo, 150 m)	1	2
	Bomba de agua (90 lts/min mínimo, 250 m)	2	2
	Bomba de agua (80 Lts/min mínimo, 350 m)	1	1
	Generador 37KVA	2	2
Equipo para Análisis de Agua	Programa de análisis registrado para medición de 29 ítems	2	2
3) Equipos y materiales de pozo			
Entubado	Dimensiones: 6 pulg. x 5,5 m	970 pza.	1167 pza.
	10 pulg. x 5,5 m	84 pza.	465 pza.
	16 pulg. x 5,5 m	-	38 pza.
Filtros	Dimensiones: 6 pulg. x 3,0 m, aberturas circulares	368 pza.	491 pza.

### (3) Plan de Construcción de Pozos

Bajo la dirección técnica de especialistas japoneses, utilizando el equipo de perforación adquirida, se llevará a cabo durante un año la capacitación práctica en sitio mediante la construcción de pozos.

#### 1) Lugares del Plan de Perforación

De acuerdo a los resultados de los estudios de campo y prospección geofísica, se verifica una capa acuífera formada por sedimentos cuaternario no consolidados, estas regiones tienen comparativamente mayor posibilidad de agua subterránea y otras regiones con posibilidad de que exista una capa acuífera, pero que tiene un estrato de deficiente permeabilidad, más gruesa que el estrato de buena permeabilidad (es decir regiones con alta probabilidad de desarrollo de aguas subterráneas), con respecto a otros con buena permeabilidad; en este tipo de regiones se construirán instalaciones en 14 comunidades en el Departamento de Santa Cruz y 16 comunidades en el Departamento de Chuquisaca, son organizaciones con capacidad de operación y mantenimiento de pozos, capacidad de pago de tarifas de agua y voluntad de participación.

Además, para la transferencia de tecnología se define la necesidad de un plazo de un año como mínimo, se determinan adicionalmente 9 comunidades en el Departamento de Santa Cruz y 5 comunidades en el Departamento de Chuquisaca, consideradas de alta prioridad por la parte boliviana, con lo que tenemos un total de 45 pozos, 24 en Santa Cruz y 21 en Chuquisaca, para la ejecución de la construcción de pozos en el primer año del Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas de la parte boliviana.

#### 2) Número de Perforaciones Se detallan a continuación la cantidad y profundidad de los pozos.

Tabla -2.5 Número de perforación por profundidades

(Número de Pozo)

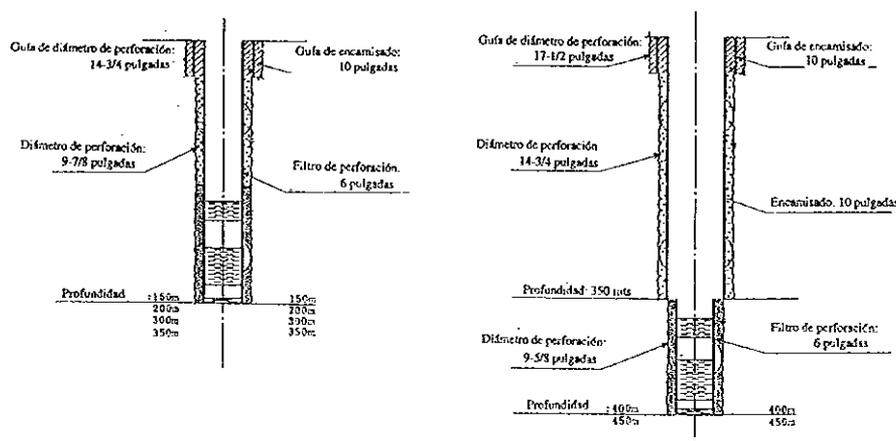
Profundidad	Depto. De Santa Cruz	Depto. De Chuquisaca	Total
150m	15	17	32
200m	8	2	10
350m	0	1	1
450	1	1	2
Total	24	21	45

#### 3) Construcción de Pozos

##### i) Trabajos de Perforación

Los trabajos de perforación se realizarán en 24 lugares del Departamento de Santa Cruz y 21 lugares en el Departamento de Chuquisaca, se determinó las profundidades y diámetros de las perforaciones en base a las condiciones de los acuíferos. Se detallan a continuación los dos tipos de diámetros de perforaciones de acuerdo a la profundidad.

Figura - 2.3 Sección Tipo de la Estructura de Pozos



A cada 20 metros y 50 metros se sellarán con morteros de cemento para evitar la ingreso de agua de desagües en los alrededores de la boca de los pozos.

#### ii) Trabajo de Perfilaje

Se realizará el trabajo de perfilaje eléctrico al interior del pozo una vez finalizada la perforación. El perfilaje eléctrico se realiza para verificar los acuíferos, realizando de resistencia eléctrica, potencial natural y perfil gama.

#### iii) Plan e Instalación de Tuberías

De acuerdo a los trabajos de perfilaje y determinar el lodo de perforación, se define la ubicación de los filtros y luego se introduce la tubería al centro del pozo.

#### iv) Trabajos de Limpieza o Lavado de Pozo

Se verifican las corrientes de las aguas subterráneas, después de eliminar el lodo, bentonita, fango y capas de inyección de la pared del pozo.

#### v) Prueba de Bombeo

Se verifica el volumen de bombeo de agua en base a las características de las aguas subterráneas, mediante un día de bombeo previo, un día de prueba de bombeo por etapas, prueba de bombeo continuo para determinar el volumen apropiado de bombeo (24 horas) y medio día de prueba de recuperación.

#### vi) Instalaciones de Bombas Sumergibles y Bombas Solares

De acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo y perfilaje eléctrico y posterior determinación de la ubicación de la bomba, se realiza su instalación. En la bomba solar, se instala el panel solar, luego se realiza la instalación en la ubicación definida en la misma forma que para la bomba sumergible.

(4) Plan de Construcción de Sistemas de Aprovechamiento de Agua

1) Lugares de Construcción

Se clasificaron las 17 comunidades del Departamento de Santa Cruz y las 25 comunidades del Departamento de Chuquisaca, según los habitantes/número de viviendas de la comunidad, forma de concentración o dispersión de la comunidad, topografía y geografía, pendientes de caminos, en los siguientes 4 tipos de diseños.

Tabla-2.6 Tipo de construcciones

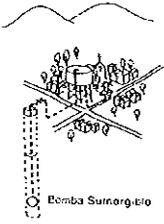
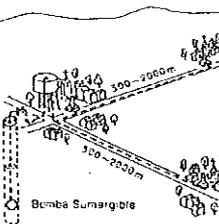
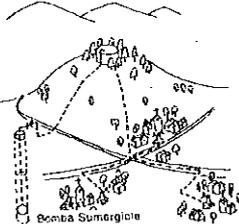
Tipos de sistema de aprovisionamiento de agua Síntesis del sistema de agua Puntos a estudiar	I-1	I-2	II	III
1. Forma de comunidad	Principalmente concentrado y semidispersa	Principalmente concentrado y semidispersa	Concentrado, dispersa y semidispersa	Concentrado, dispersa y semidispersa
2. Topografía y geografía	Ondulada	Plana	Onduladas y plana	Ondulada y plana
3. Pendiente de caminos	Pendiente (subida) o onduladas	Relativamente plana		
			(Alternativa 2) Las DISABA construirá los sistemas de agua. Se hará la aducción directa del pozo al tanque de distribución existente.	(Alternativa 1) En este proyecto inicialmente se ejecutará el Tipo I-1, de acuerdo a los requerimientos, la DINASBA instalará la bomba de aducción y tuberías, siendo necesario construir un nuevo tanque de distribución con el Proyecto.
	 <p>Bomba Sumergible</p>	 <p>Bomba Sumergible</p>	 <p>Bomba Sumergible</p>	

Tabla-2.7 Tipologías de Sistemas de Aproveccionamiento de Agua

Sistema I-1	En general, son poblaciones concentradas, la topografía y geografía es ondulada, se aplica a las comunidades cercanas con caminos con pendiente. Cuando existen tuberías de distribución de agua, se podrá conectar a las mismas y verificar el funcionamiento del nuevo sistema.
Sistema I-2	En general, son poblaciones dispersas, la topografía es plana, se aplica a las comunidades con caminos relativamente planas.
Sistema II	Cuando existe una colina de más de 15 mts de altura en las cercanías de las perforaciones, se construirá un tanque de distribución de agua en lugar de un tanque elevado.
Sistema III	En caso de que la comunidad esté muy alejada del punto de perforación, se construirá en los alrededores del lugar de perforación un tanque elevado y pileta pública, para la atención de necesidades más urgentes, según las necesidades futuras, ya sea en las cercanías de la comunidad o en una colina se construirá un tanque elevado de distribución, del cual se distribuirá el agua.

Como se describe arriba, se dividen en 4 tipologías, se puede observar que presentan similitudes en cuanto a tamaño de la comunidad; los Sistema II y III que implican la construcción de tanques de distribución en colinas, para lo cual tendrá que asegurar un terreno y construir los accesos, lo cual implica que económicamente la ejecución es complicada, además en el sistema III también se necesita la instalación de una bomba de aducción adicional de agua a la del sistema anterior. Debido a que se precisan también cubrir el incremento de los costos de construcción, las dificultades de operación y mantenimiento de la bomba de aducción, se utilizarán principalmente los sistemas 1-1 y 1-2, es decir se concentrarán en construcciones de piletas públicas simples y múltiples.

Las áreas modelos seleccionadas para la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua, en un área determinada (dentro de 30-50 km.) que serán del tipo I-1 y I-2, tendrán que ser zonas accesibles y cercanas a carreteras principales, las comunidades que cumplen estas condiciones fueron seleccionadas en 3 lugares de la Tipología I-2 en el Departamento de Santa Cruz y en 3 lugares de la tipología I-1 y en 3 lugares de tipo I-2 en el Departamento de Chuquisaca, son 9 lugares y más 2 áreas donde se instalarán sistema solar, totalizando 11 lugares.

## 2) Condiciones de Diseño

El año horizonte del proyecto será el año 2003, que es el año de culminación del plan de desarrollo de aguas subterráneas propuesto por el Gobierno de Bolivia.

El volumen de agua a abastecer se deducirá de la cantidad de habitantes de acuerdo al índice de crecimiento medio anual de cada Departamento para cada comunidad, calculando la demanda del plan de acuerdo a la demanda de agua necesaria para el uso doméstico. A continuación se describe los principales parámetros considerados para el cálculo.

### i) Población

A partir de la población de 1996 de cada comunidad, se estimó la población para el año 2003, considerando un índice de crecimiento anual del 6% en el Departamento de Santa

Cruz y 2% en el Departamento de Chuquisaca.

ii) Unidad Básica de Dotación de Agua Doméstica (litros per capita por día: lpcd)

Conforme a la unidad básica del agua doméstica, determinada por la norma de diseño de Bolivia y por los dos Departamentos, se estableció la unidad básica de cada comunidad de: 60 lpcd para el Departamento de Santa Cruz y 50 lpcd para el Departamento de Chuquisaca.

iii) Volumen de Aprovisionamiento de Agua Promedio por Día (m<sup>3</sup>/día)

Se calculó el volumen de aprovisionamiento de agua promedio por día en base a la proyección de la población, unidad básica de aprovisionamiento de agua e índice de difusión del plan.

iv) Volumen de Aprovisionamiento de Agua Máximo por Día (m<sup>3</sup>/día)

El volumen de aprovisionamiento de agua máximo por día que será el valor base del diseño del sistema, se establece multiplicando el volumen de aprovisionamiento de agua promedio día por el valor 1,2.

v) Coeficiente de Tiempo

El agua potable a diferencia de las ciudades son para poblaciones con pocos habitantes en las áreas rurales en las que no se ha considerado este coeficiente.

En base a las condiciones descritas anteriormente, se calcularon los volúmenes de agua planificados para cada comunidad donde se realizaron los estudios de campo, los que se describen a continuación.

En base a estos datos (ver Tabla - 2.6, volumen de aprovisionamiento de agua planificada), se determina el volumen del tanque elevado y el diámetro de la tubería de distribución de agua.

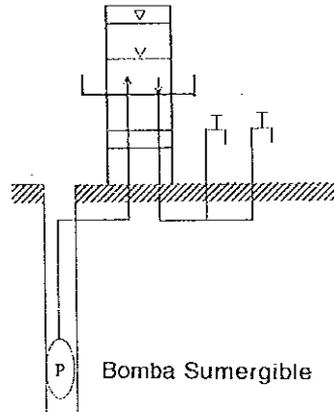
Tabla - 2.8 Plan del Volumen de Aprovisionamiento de Agua

Nombre del bloque	Población (1996)	Población estimada (2003)	Volumen de aprovisionamiento de agua promedio m <sup>3</sup> /día	Volumen de aprovisionamiento máximo m <sup>3</sup> /día
Departamento de Santa Cruz (4 lugares) * con Sistema Solar(1 Comunidad)				
Cosorio *	250	376	19	23
Puerto Rico	1.800	2.700	162	194
El Tarope	800	1.200	72	86
Lomas Blancas	300	452	27	32
Departamento de Chuquisaca (6 lugares) * con Sistema Solar(2 comunidad)				
Carandaití	400	456	23	28
Curuyuqui*	350	402	20	24
Ipati	485	560	28	33
Redención Pampa	2.200	2.540	127	152
Thaco Pampa	800	919	46	55
La Barranca	450	520	26	31
Pampa Lupiera *	1.820	2.120	106	127

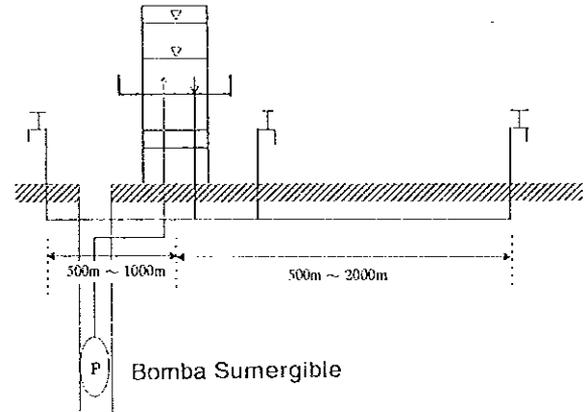
### 3) Descripción del Sistema de Aprovisionamiento de Agua

Figura -2.4 Esquema Gráfico de Sistema de Aprovisionamiento de Agua

Tipología de Sistema (I-1)



Tipología de Sistema (I-2)



Se construye un tanque elevado (20-30 m<sup>3</sup>) al lado del pozo, la construcción se divide en dos tipos, uno con piletta pública en las cercanías del tanque elevado y el otro con piletas públicas múltiples con tendido de tubería a lo largo del camino desde el tanque elevado, para que sean sistemas que se adapten a las condiciones de los habitantes y a la Forma de la comunidad.

#### 4) Diseño de instalación de aprovisionamiento de agua

El diseño básico del sistema de aprovisionamiento de agua comprende las construcciones de tanque elevado en las cercanías del pozo perforado, piletta pública y el tendido de tuberías a lo largo del poblado desde el tanque a las piletas públicas. Es un Diseño que considera el uso eficiente de materiales del lugar y la aplicación de una estructura sencilla.

##### i) Tanque elevado

###### a) Capacidad y estructura

La capacidad del tanque elevado, será para un volumen de aprovisionamiento de agua máximo de 7 horas por día. El tanque elevado será de hormigón armado y tendrá forma cúbica. A partir de las condiciones de pérdidas de carga por fricción (3-6 m.) en la tubería de distribución y el nivel dinámico mínimo de los extremos de la tubería de agua (4 mts), etc., la altura del tanque (desde el suelo hasta el nivel inferior del tanque) se definió a 10 metros.

#### b) Instalaciones Complementarias

Además de las tuberías de entrada y salida, se instalarán tuberías de drenaje (escape de agua y lodo), tomas de agua hacia el camión cisterna con nivel, tubos de ventilación, escalera (con jaula de seguridad) para trabajos de operación y mantenimiento del tanque, caja de inspección, apoyapie metálicos, baranda, torre pararrayos, etc., en los alrededores del tanque elevado. Conforme a la norma de Diseño, el material de las tuberías del reservorio elevado y otras tuberías serán de acero galvanizado.

#### ii) Tubería de Agua

##### a) Diámetro de Tubería de Distribución

El diámetro de tubería de agua se determinó de acuerdo al cálculo hidráulico, considerando la presión hidráulica mínima, altura del tanque elevado, presión en los extremos de tubería de agua, gradiente hidráulica adecuada y longitud de tubería. El diámetro será de 75 mm para Puerto Rico y 50 mm para el resto de las comunidades.

##### b) Clase de Tubería

Las tuberías serán básicamente de acero galvanizado (FG) en los lugares recubiertos de hormigón o uniones expuestas al exterior. En las tuberías que están enterradas, se utilizará tubería para agua de PVC, que es un material de bajo costo.

##### c) Ubicación de Tuberías y Espesor de Recubrimiento

Las tuberías en lo posible se hará el tendido al lateral del camino, dentro de 1/3 del ancho de los caminos de la comunidad. Las profundidades estándares para recubrimiento, tendrán un mínimo de 0,5 m., en caminos de poco tráfico 0,6 m. y en caminos de mucho tráfico 1,0 m.

##### d) Cruce de Arroyos

Para el cruce de canales en la ruta de tendido de tuberías, se utilizan normalmente los métodos de adición estructural o sifón invertido. Sin embargo se utilizará en este Diseño básico el método de sifón invertido. Se utilizará tubería de FG en la parte del sifón invertido. Los cruces se reforzarán con hormigón armado y se hará una bifurcación con tubos en forma de T, se colocará dispositivos para drenaje de lodo.

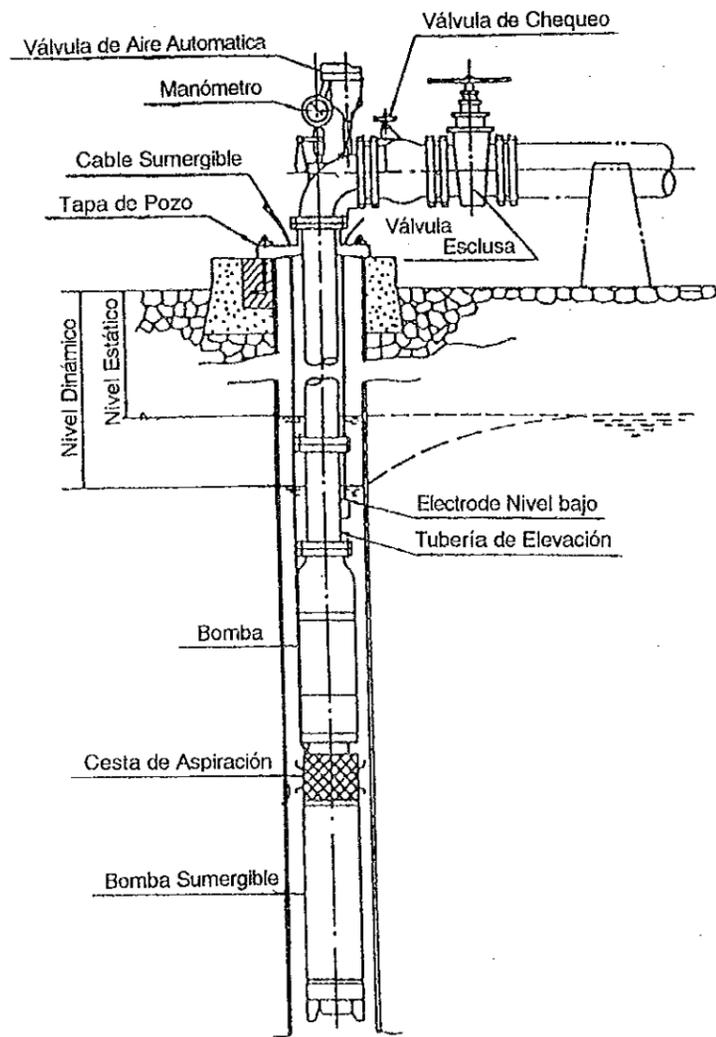
##### e) Válvula de Aire

En las zonas cóncavas del sistema de tuberías, se instalarán válvulas de aire ya que tiende a quedar aire en el mismo. El tamaño de la válvula de aire tendrá un diámetro de 25 mm.

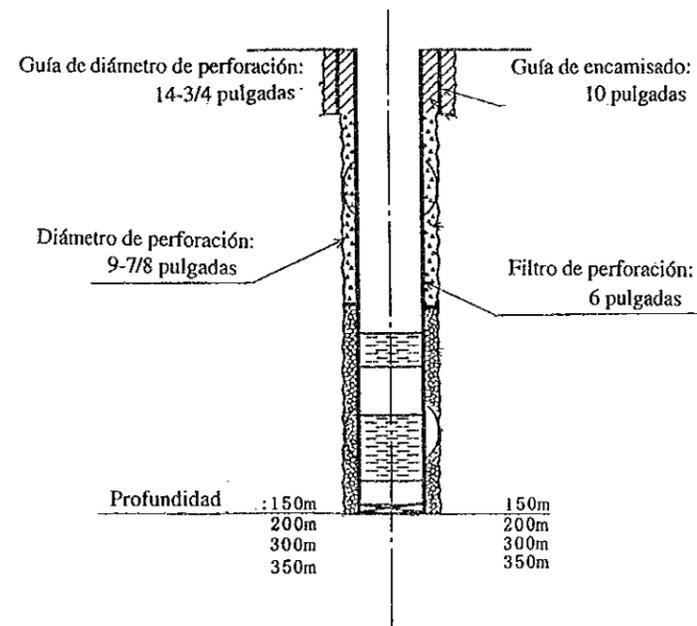
#### (5) Planos de Diseño Básico

Se detallan a continuación los Planos de Diseño Básico relacionados con la construcción de pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua.

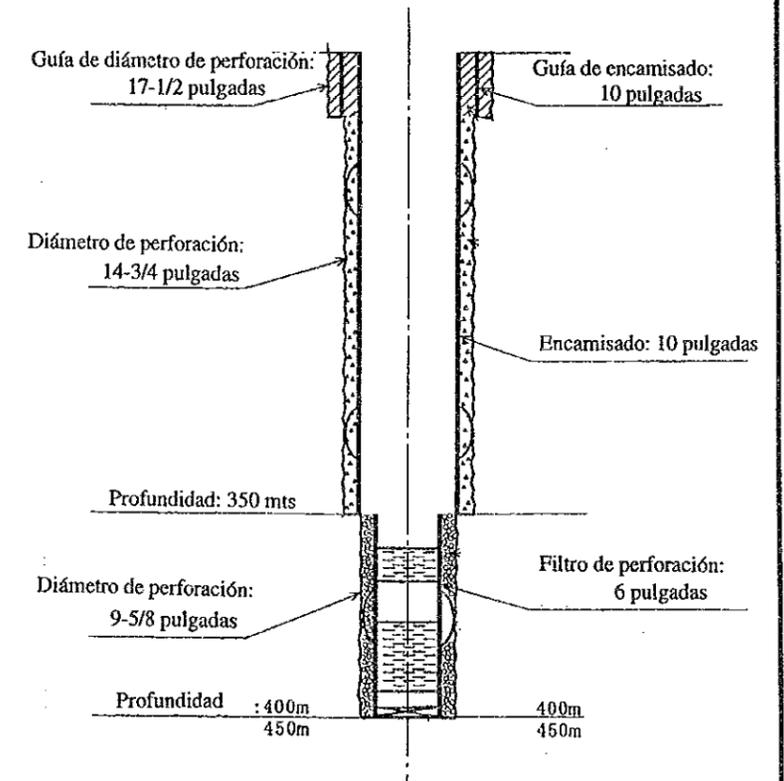
- 1) Plano estructural estándar de pozos
- 2) Plano de Disposición del sistema
  - Modelo I-1, Modelo I-2
  - Sistema solar
- 3) Diagrama de Sistema (Corto y Plano)
- 4) Diagrama de Sistema (Plano)
- 5) Diagrama de Tanque Elevada



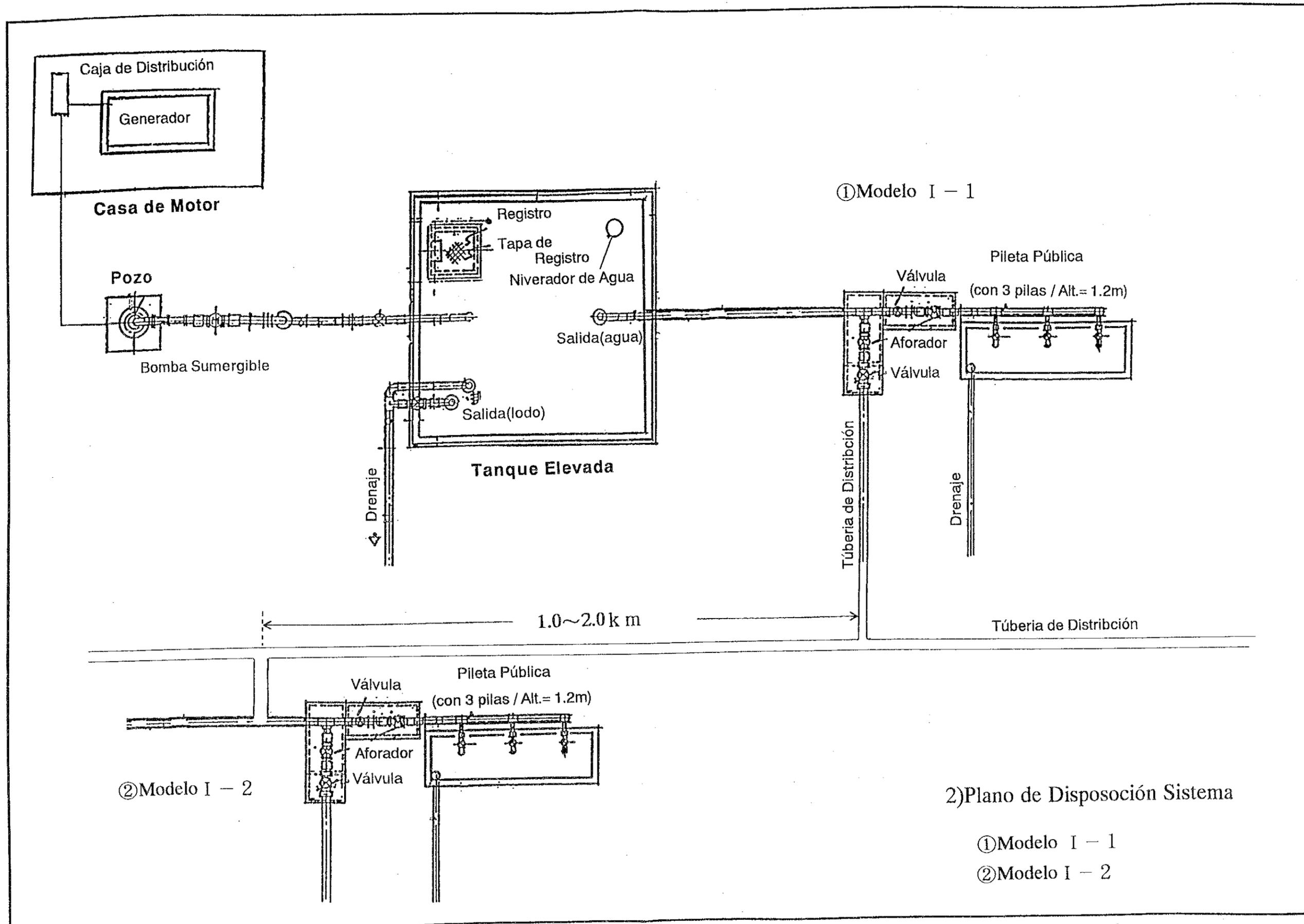
1) Profundidad: 100m/200m/300m/350m



2) Profundidad: 400m/450m

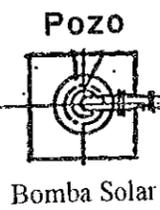
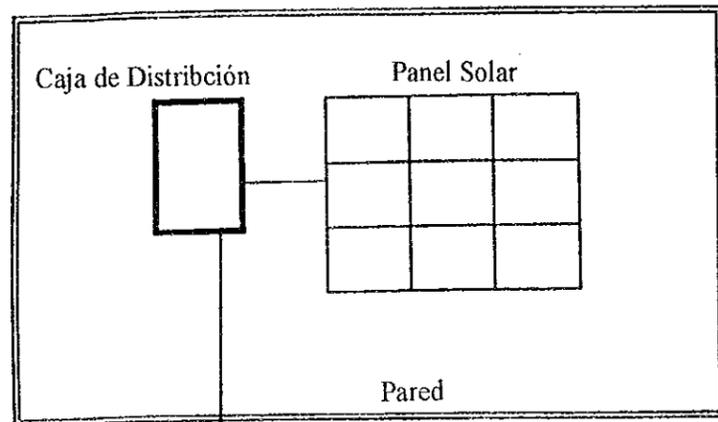


1) Tipo de Estructura de Pozos



2) Plano de Disposición Sistema

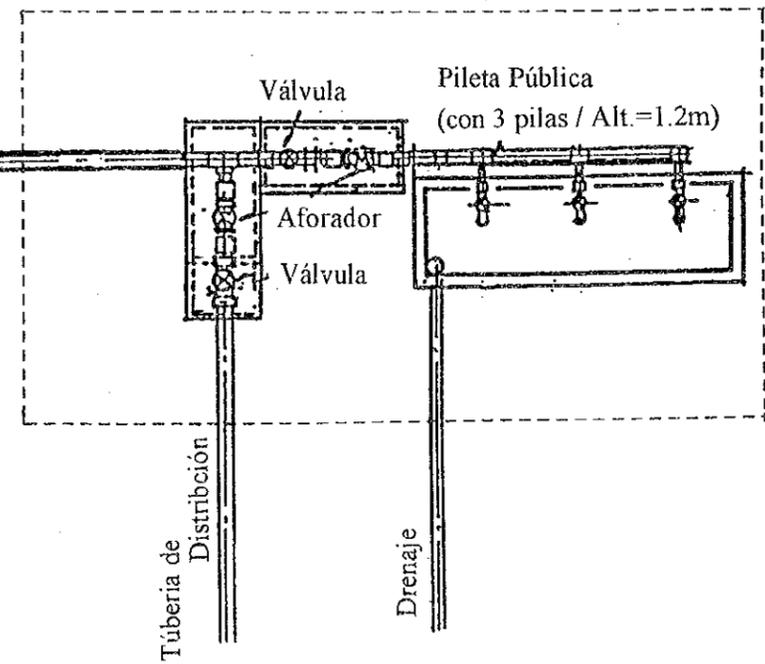
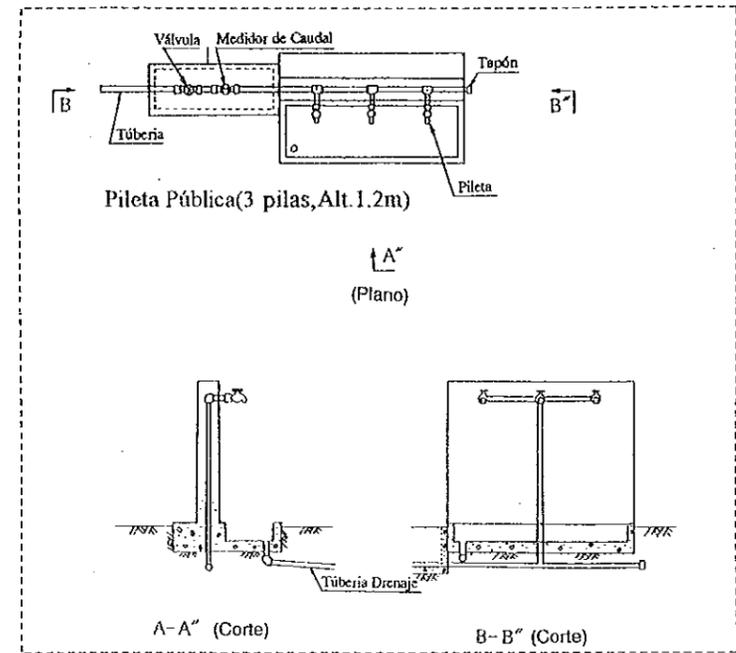
- ① Modelo I - 1
- ② Modelo I - 2



Tanque Elevada

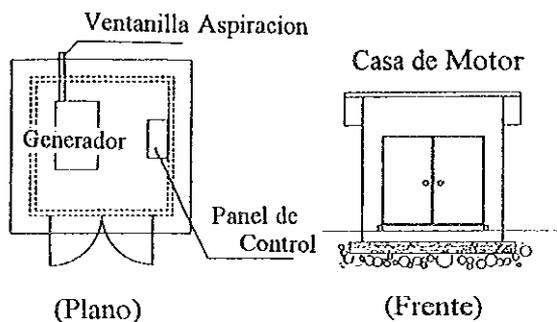


Drenaje

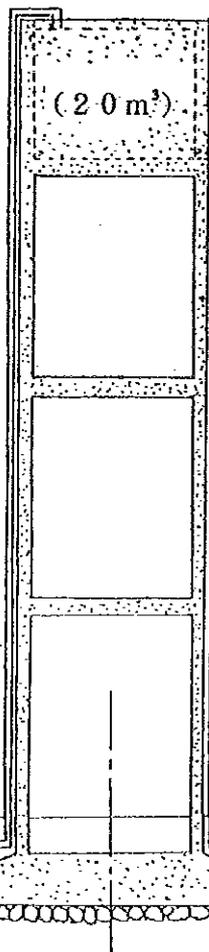


③ Sistema Solar

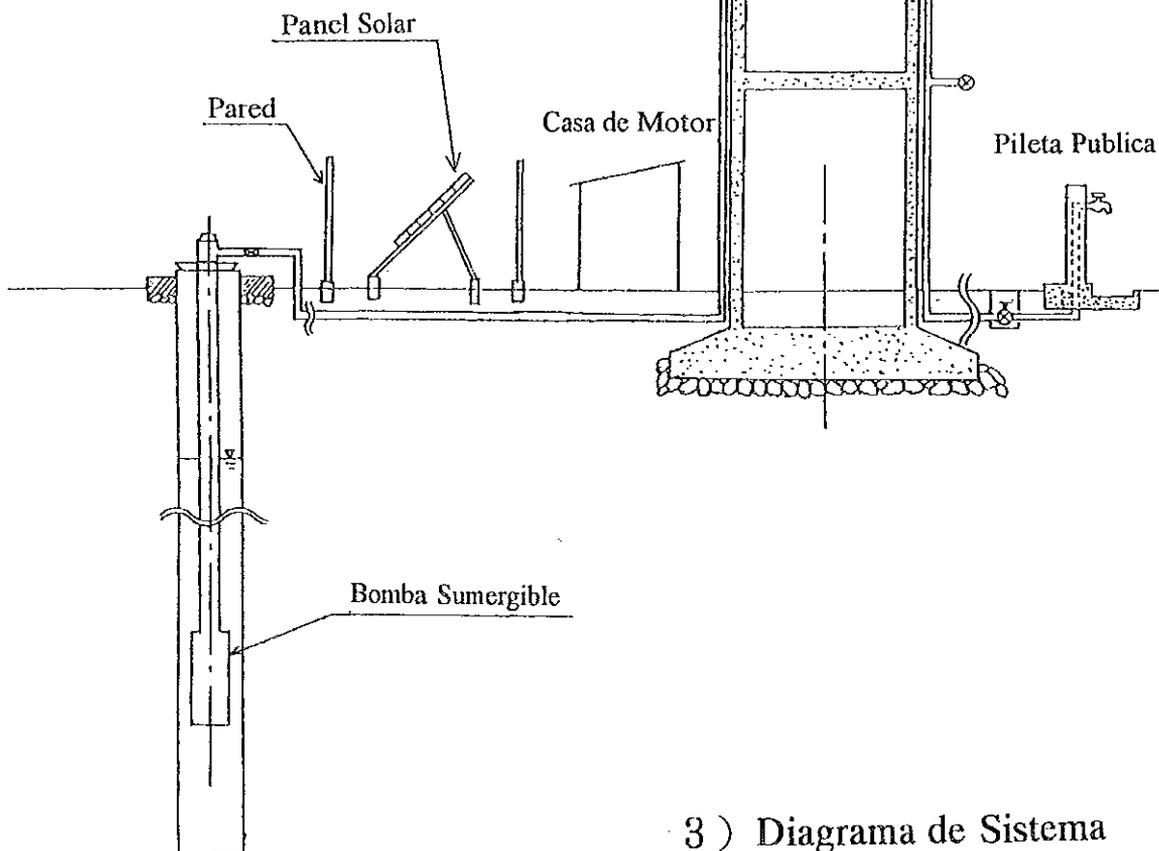
•Generador



Tanque Elevada

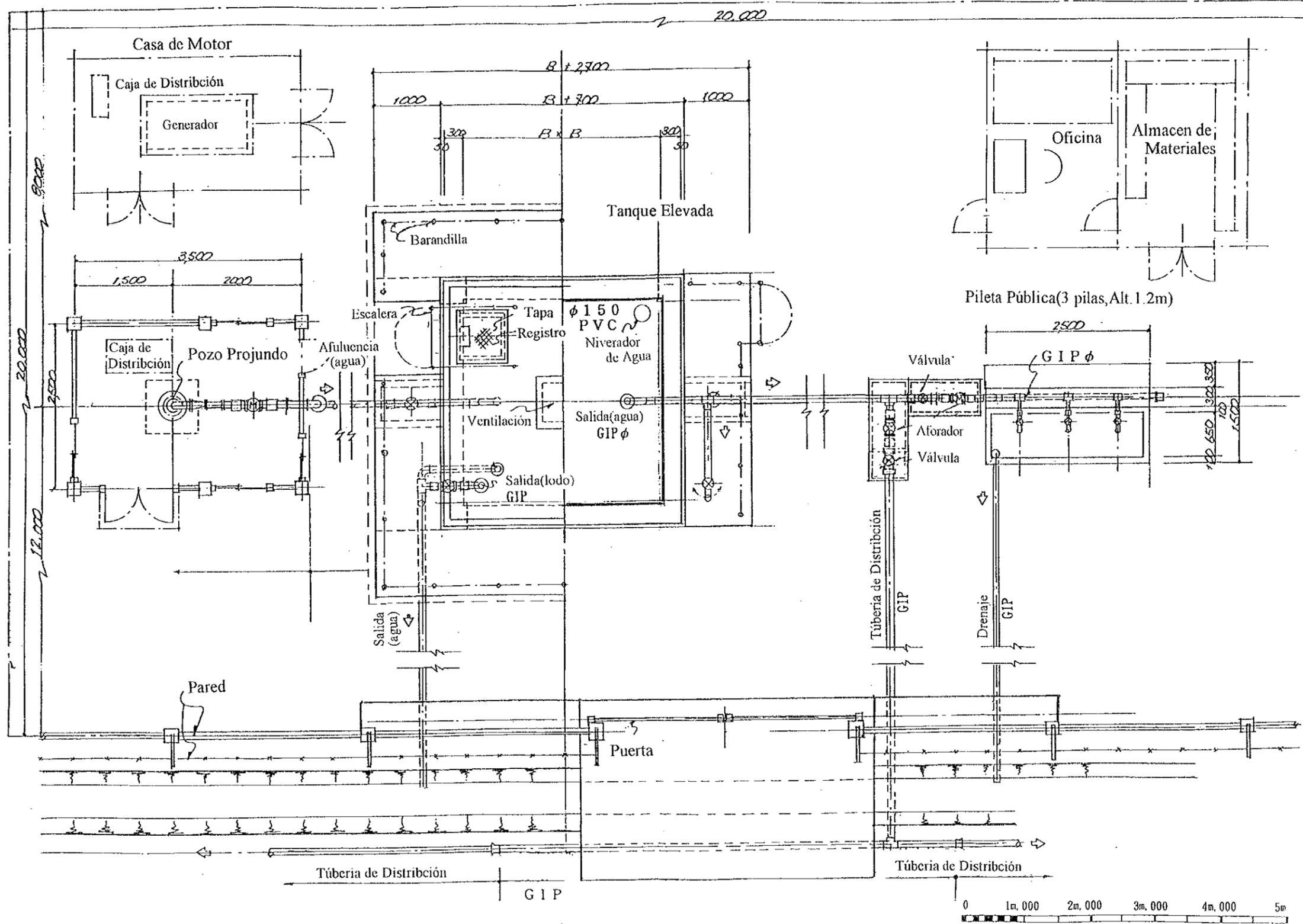


•Sistema Solar

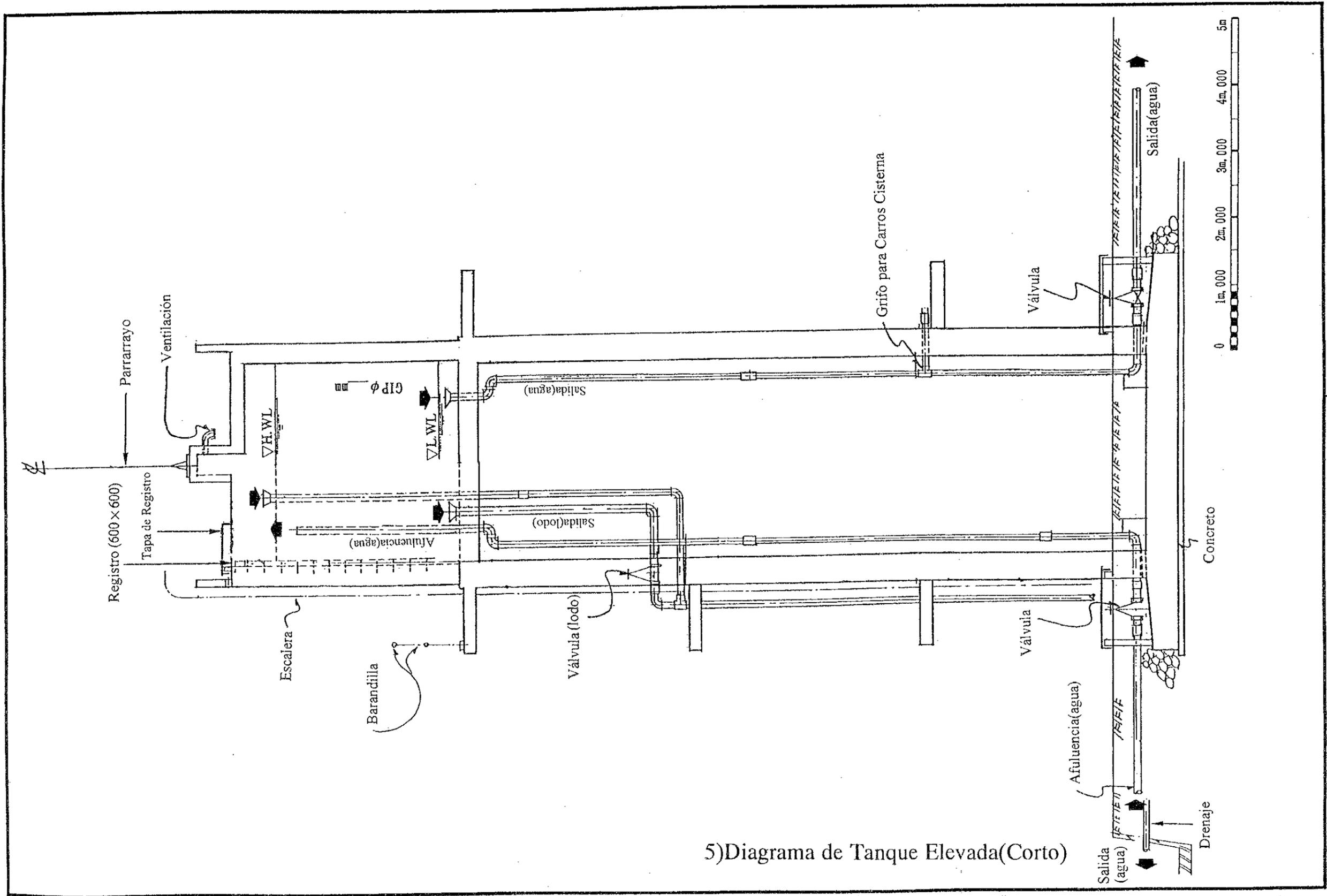


3 ) Diagrama de Sistema





4) Diagrama de Sistema (Planta)



5) Diagrama de Tanque Elevada (Corto)



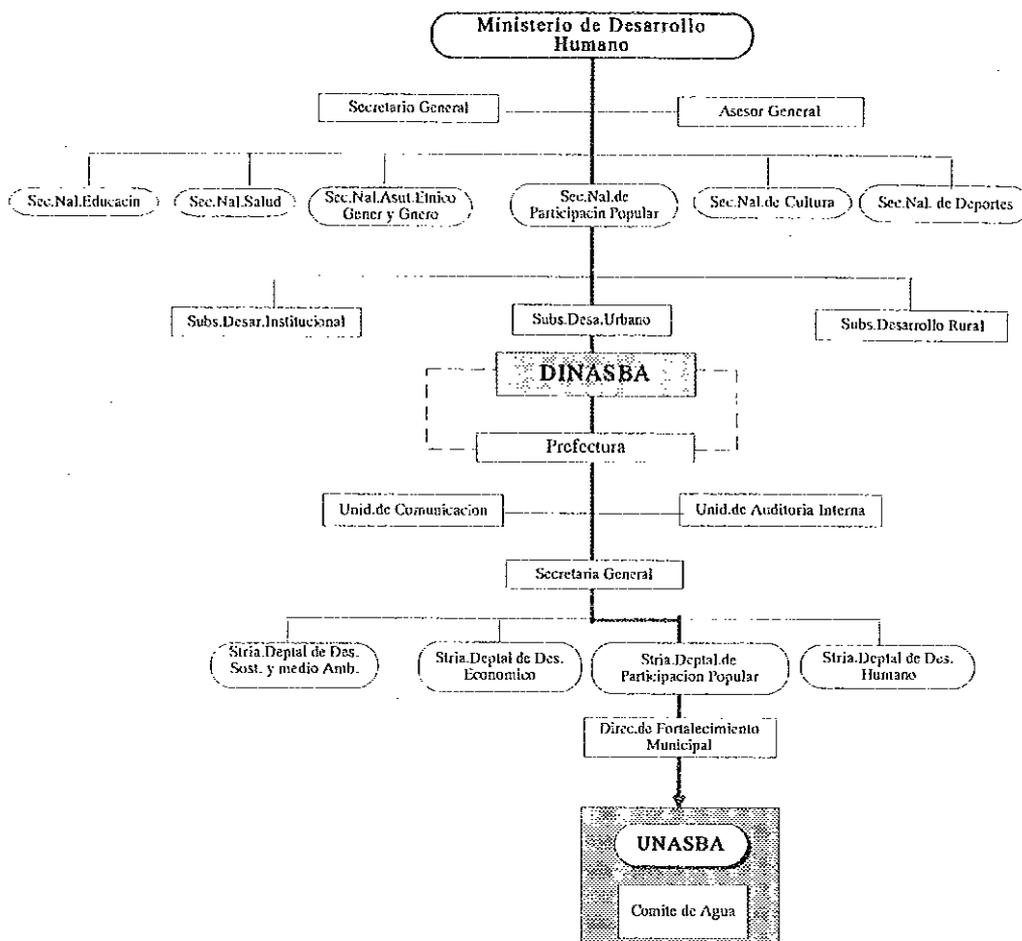
## 2.4 Sistema de Ejecución del Proyecto

### 2.4.1 Organismo

#### (1) Ministerio

La entidad responsable del presente Proyecto es la Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA), de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano, de la Secretaría Nacional de Participación Popular, del Ministerio de Desarrollo Humano, las entidades ejecutoras serán cada una de las Prefecturas, la Unidad de Saneamiento Básico (UNASBA) de la Prefectura de Santa Cruz y de la Prefectura de Chuquisaca.

Figura - 2.5 Ministerio de Desarrollo Humano



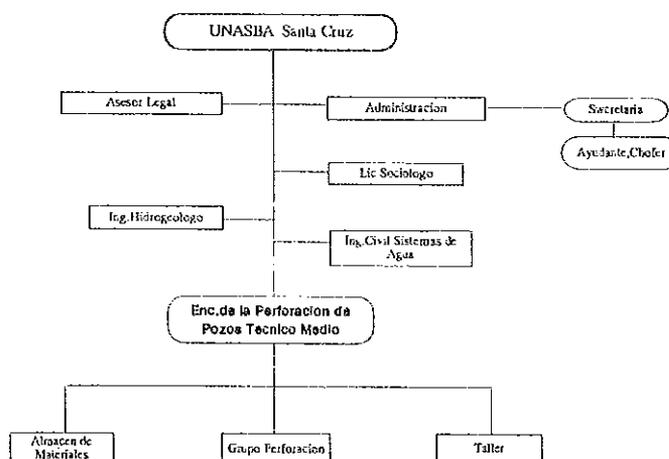
## (2) Entidades administrativas

La administración del proyecto estará a cargo de las UNASBA's de cada Prefectura. Las UNASBA's están a cargo de la planificación, diseño y ejecución de los sistemas de aprovisionamiento de cada Prefectura, además, de encargarse de plantear proyectos y estudios de desarrollo de aguas subterráneas, control de datos referentes a recursos de aguas subterráneas, etc. Las UNASBA's que son las entidades ejecutoras, han efectuado la reestructuración de un nuevo sistema organizativo para recibir los equipos de perforación.

### 1) Departamento de Santa Cruz

El organigrama de la UNASBA Prefectural tiene como dependencia los departamentos administrativo, Hidrogeología que ejecuta los estudios de desarrollo de aguas subterráneas con estudio geofísicos y otros, desarrollo social que incluye la formación de comités de agua y estudios sociológicos y de sistemas que reorganiza los diseños de los sistemas de aprovisionamiento de agua, operación y mantenimiento, supervisión de la ejecución y asesoramiento técnico. De esta manera la unidad de Proyectos será ejecutor directo del proyecto con las órdenes e instrucciones de los superiores. Esta unidad, conformada por un grupo de construcción de pozos encargados de la construcción de pozos y de la operación y mantenimiento diario de los equipos de perforación y otros equipos, el grupo de control de materiales y almacenes encargados de realizar el control de todo tipo de repuestos de los equipos de perforación y otros, almacenamiento de los materiales de pozos, etc; taller de reparaciones y mantenimiento encargados del mantenimiento y reparaciones de los equipos de perforación, vehículos de apoyo, etc. Dentro del proceso de construcción de pozos, el requerimiento de analizar los datos de la prueba de bombeo será realizada por el grupo de hidrogeología. Ahora bien, el grupo de construcción de pozos estará conformado por 24 personas entre técnicos perforistas, ayudantes en perforación, soldador y choferes.

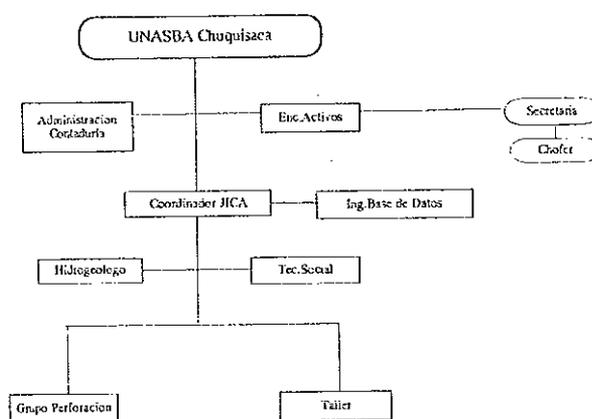
Figura -2.6 Sistema a implementar en la UNASBA (Organización Receptora) del Departamento de Santa Cruz, posterior a la Adquisición de los Equipos y Materiales



## (2) Departamento de Chuquisaca

En el organigrama de la UNASBA Prefectural existe una oficina de Proyecto JICA como oficina encargada para analizar las cooperaciones del Japón. Esta es una oficina a cargo directo de la entidad ejecutora UNASBA, y que está a cargo del Proyecto de desarrollo de aguas subterráneas. Dependiente de esta oficina, se encuentran la sección de hidrogeología y existe la sección de desarrollo social que se encarga de dirigir el establecimiento del comité de agua y de estudios sociales. Además, tienen el grupo de obras directas para la ejecución de construcciones de pozos y el taller, maestría donde realizan las reparaciones y mantenimiento de equipos de perforación, vehículos y materiales relacionados. Con respecto a la construcción de los sistemas de aprovisionamiento de agua, los diseños que incluye la dirección técnica estará a cargo directo de la oficina del Proyecto JICA. El grupo de construcción de pozos, estará conformado por 15 personas entre técnicos perforistas, ayudantes en perforación, soldador y choferes. (Ver Figura-2.6)

Figura - 2.7 Sistema a implementar en la Organización Receptora del Departamento de Chuquisaca, posterior a la Adquisición de los Equipos y Materiales



### 2.4.2 Presupuesto

Para la ejecución del presente Proyecto, ambos Departamentos han asignado al presupuesto de los años 1996 y 1997 (dos años) como periodo de preparación, realizan actividades preparativas como asegurar el personal técnico, reestructuración del organigrama, arreglo de la oficina etc. También, para la implementación real del Proyecto de desarrollo de aguas subterráneas realizan labores de comparibilización con la introducción de equipos y materiales a ser adquiridos por la parte japonesa, se ha preparado un plan presupuestario aprobado por la Prefectura hasta el año 2002, año de terminación del Proyecto considerando la adquisición de materiales de pozos, bombas sumergibles, etc. (Ver Tabla-2.9)

También las UNASBA's en el transcurso de este año, será definido la elevación de

rango a Dirección dentro de los niveles organizativos, con lo que se tendrá mayor seguridad y facilidad para asegurar el presupuesto. Además, la Prefectura dispone de un fondo de emergencia utilizable, y está con la aprobación del Directorio (Presidente Prefecto) que en forma prioritaria se podrá utilizar comentaron ambos Prefectos.

Por otra parte las inversiones en el sector de saneamiento básico nacional, en los años 1989 a 1993 (durante 5 años) alcanzaba a un 10% del total ejecutado en el país, sin embargo posterior a la ejecución de la Ley de Participación Popular, en el año 1996 se ha incrementado en gran medida alcanzado la inversión en el sector de saneamiento básico a 26%, a nivel nacional también se ha verificado la tendencia en inversiones en el sector y especialmente en instalaciones de agua potable y saneamiento.

Tabla-2.9 Comparación de Presupuesto Prefectural y Costo de Proyecto JICA

(unidad : US\$)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Monto Total de <b>Dept. Santa Cruz</b>	119,131,528	137,001,258	157,551,446	181,184,163	207,795,750	239,616,056
Prospuesto de Proyecto JICA	126,500 (0.11%)	428,300 (0.31%)	531,125 (0.34%)	539,087 (0.30%)	662,083 (0.32%)	676,600 (0.28%)
Costo Personal	106,300	269,300	269,300	269,300	269,300	269,300
Costo Administracion	20,200	159,000	261,825	269,787	392,783	407,300

(unidad : Bs.)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Monto Total de <b>Dept. Chuquisaca</b>	211,999,115.21	263,602,510.95	320,090,685.48	388,870,864.40	472,635,103.24	574,663,612.28
Prospuesto de Proyecto JICA	363,621.76 (0.17%)	1,550,195.98 (0.59%)	2,270,974.57 (0.71%)	2,520,610.87 (0.65%)	3,412,195.47 (0.72%)	3,672,502.44 (0.64%)
Costo Personal	317,439.40	609,595.98	664,459.57	725,260.87	787,444.47	860,494.44
Costo Administracion	46,182.36	940,600.00	1,606,515.00	1,795,350.00	2,624,751.00	2,812,008.00

Ahora bien, con respecto a las medidas presupuestarias en el Departamento de Santa Cruz, el aporte local alcanza solamente a un 0.34% en el año 1999 de mayor aporte donde tienen que adquirir bombas sumergibles y otros materiales para el costo del proyecto como presupuesto de la Prefectura, en el inicio del Proyecto en el año 1998, que el presupuesto se incrementa en gran medida solo alcanza a 1.7% del presupuesto de la Prefectura, por lo tanto no existe problemas presupuestarias. Por otro lado, también en el Departamento de Chuquisaca en el año 2001 con la adquisición de bombas sumergibles y materiales de pozos, el costo del proyecto alcanza solamente a 0.72%, además al inicio del Proyecto con grandes incrementos en los costos es bajo que alcanza a 2.3% del presupuesto de la Prefectura, por consiguiente las medidas presupuestarias serán realizadas con seguridad.

### 2.4.3 Personal y Nivel Técnico

Se detalla a continuación el plan de personal para cada Departamento.

Tabla-2.10 Plan de Personal para cada Departamento

	Santa Cruz	Chuquisaca	Total
Técnico Perforista	4	4	8 personas
Ayudante Perforista	12	4	16 personas
Soldador	2	3	5 personas
Choferes	6	4	10 personas
Total	24 personas	15 personas	

El nivel técnico de las UNASBA's Prefecturales en lo que se refiere a la planificación y preparación de programas de desarrollo de aguas subterráneas, tienen un nivel posible según las múltiples experiencias y ejecuciones incluyendo los estudios en el extranjero de los responsables. Con respecto a estudios (programa de estudios geofísicos, análisis, etc.) tienen deficiencias en el manejo de equipos de pruebas y análisis de datos, sin embargo tienen comprendido la parte teórica, por lo tanto de acuerdo a las instrucciones y capacitaciones los estudios se harán posibles. En técnicas de perforación, existen muchos técnicos con gran experiencia por mucho tiempo en construcción de pozos relativamente someros con equipos pequeños, el nivel es de conocimientos básicos, pero con la transferencia de tecnología, cumplirán con el nivel que posibilite lo suficientemente la construcción de pozos profundos.

## **CAPITULO 3 PLAN DE TRABAJO**

## CAPITULO 3. PLAN DE TRABAJOS

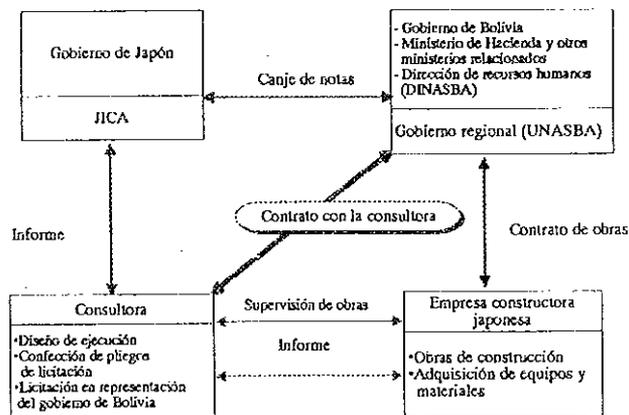
### 3.1 Plan de obras

#### 3.1.1 Proceso de obras

Este Proyecto está conformado por : 1) diseño y supervisión por la consultora, 2) adquisición de equipos y materiales para perforación de pozos, 3) construcción de pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua y; 4) obras financiadas por el Gobierno de Bolivia. De estos 4 puntos, los 3 primeros serán objeto de la Cooperación Financiera No Recembolsable del Japón, mientras que el punto 4, son trabajos que estarán financiados por el gobierno de Bolivia y ejecutados bajo la responsabilidad del mismo, de acuerdo al avance de las obras realizadas por la parte japonesa. La secuencia de los trabajos de ejecución se inicia con la firma del Canje de Notas (C/N) entre ambos Gobiernos. Luego se procederá con la firma del contrato de consultoría entre la Consultora japonesa y el país receptor. La Consultora en base al contrato, después de preparar de los pliegos de licitación y diseño, llevará a cabo la licitación de empresas representando a la entidad ejecutora de la parte boliviana. Una vez seleccionada la empresa, se firmará un contrato con la misma e inmediatamente se iniciará la adquisición de equipos y materiales y las obras de construcción. El sistema de ejecución por etapas es como muestra en la Figura siguiente.

La parte boliviana deberá hacerse cargo del trámite bancario y comisiones bancarias, exonerar de impuestos aduaneros y nacionales necesarios para la importación de equipos y materiales, realizando los trámites correspondientes ante el Ministerio de Hacienda y otros Ministerios y Secretarías relacionadas. La Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA), del Ministerio de Desarrollo Humano, Organismo receptor, coordinará con los Organismos Gubernamentales y Entidades ejecutores para la ejecución fluida del Proyecto. El Gobierno Prefectural garantizará y ejecutará, la preparación de los terrenos necesarios, accesos, etc. para las obras.

Figura -3.1 Sistema de Ejecución del Programa



### 3.1.2 Criterios de Ejecución

#### (1) Cronograma de Trabajo

En este Proyecto se utilizarán los equipos y materiales para perforación de pozos adquiridos por la parte japonesa. Debido a que se construirán pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua con la finalidad de realizar la transferencia de tecnología, en la primera etapa, se ejecutará la adquisición de equipos y materiales para la perforación de pozos y en la segunda etapa, se realizará la construcción de pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua.

Para la fabricación y adquisición de equipos y materiales en la primera etapa, se requiere un periodo de 4,5 meses y para el transporte marítimo y local dentro de Bolivia se requiere 1,5 meses.

En la segunda etapa, para los trabajos de preparación para la perforación y construcción de sistemas de agua, se requiere un periodo de un mes y se precisarán 12 meses para la construcción de pozos, utilizando 2 equipos de perforación por Departamento. Las pruebas de bombeo por etapas, bombeo continuo y recuperación, cada prueba se ejecutará en 7 días. Para la construcción de la caseta del grupo generador y la instalación de la bomba sumergible, se requiere un mes. Para la construcción del tanque elevado (20 m<sup>3</sup>), piletas públicas y tendido de tuberías de distribución se precisarán 12 meses. Finalmente, se necesitará un mes para el mantenimiento, reparación, etc. de los equipos para proceder a su entrega.

#### 1) Primera Etapa

													(Mes)	
*Primera etapa		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Adquisición y transporte de equipos y materiales														
Cronograma de trabajos (  fabricación,  transporte)														

Plan de Adquisición de Materiales y Equipos
(1) De la lista de equipos y materiales, las perforadoras son las que llevarán más tiempo de fabricación. (El período de perforación será de 4 meses y medio)
(2) El período de fabricación de los otros equipos y materiales, será de 2-3 meses.
(3) Los medios de transporte serán vía marítima, desde Japón hasta el puerto de Arica en Chile y luego se transportará por tierra hasta Bolivia. El tiempo total de transporte necesario será de un mes y medio.

## 2) Segunda Etapa

	(Mes)													
*Segundo período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trabajos de preparación en el lugar	■													
Trabajos de construcción de pozos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pruebas de bombeo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trabajos de instalación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de equipos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Inspección y entrega													■	■
*Plan de personal necesario														
Jefe de obras (1)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Técnicos de estudios hidrogeológicos (2)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Personal para trabajos de construcción de pozos (4)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Personal para trabajos de máquina (1)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ingeniero civil (1)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P L A N  D E  E J  E C U C I O N	(1) Periodo preparativo	Se realizarán: la inspección y verificación de los equipos y materiales clasificados en grupos relacionados con el equipo de perforación y su almacenamiento de los materiales, prueba de funcionamiento del equipo, deliberación de los lugares de perforación y proceso de ejecución de obras y su transporte al lugar de trabajo. El tiempo asignado a estos trabajos será de un mes.
	(2) Trabajos de construcción de pozos	En base a los dos equipos de perforación para cada Departamento, se ejecutarán las obras con la conformación de dos grupos de perforación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depto. de Santa Cruz: Equipo grande (9 pozos/11 meses); equipo mediano (15 pozos/12 meses)</li> <li>• Depto. de Chuquisaca: Equipo grande (7 pozos/11 meses); equipo mediano (14 pozos/11 meses)</li> </ul>
	(3) Prueba de bombeo	Después de terminado la perforación de pozo, se ejecutará el lavado del pozo y la prueba de bombeo. Este tiempo se asigna 7 días.
	(4) Construcción de Caseta para Generador e instalación de bomba sumergible	Durante los trabajos de perforación de pozos, se concluirá las obras fundaciones de la caseta y antes de la prueba de bombeo se terminará la caseta, luego se instalará el grupo generador. Posterior a la prueba de bombeo se instalará la bomba sumergible y la prueba de funcionamiento. Este periodo será de un mes.
	(5) Obras civiles (sistema de agua)	Para la construcción del sistema de aprovisionamiento de agua, es decir del tanque elevado (20 m <sup>3</sup> ) y piletas públicas, será de 12 meses, incluyendo el tendido de tubería.
	(6) Mantenimiento de equipos y materiales	Para la entrega de equipos y materiales (principalmente perforadoras) se realizará su mantenimiento correspondiente. Este periodo será de 12 mes.

### (2) Plan de Personal

#### 1) Jefe de Obra (1 persona)

Será el técnico responsable de la operación y supervisión de los trabajos en su totalidad, siendo responsable de las obras. Debido a que se trabajarán con 4 perforadoras en 2 Departamentos, el Jefe de Obra tendría también que cumplir funciones como técnico.

#### 2) Técnicos en Estudios Geológicos (2 personas)

Se enviará un técnico en estudios geológicos a cada Departamento. Utilizando los equipos y materiales adquiridos, estudiará los puntos de perforación realizándose en forma paralela la transferencia de tecnología. Además, una vez concluida la perforación del pozo, se realizará los trabajos de perfilajes eléctricos ejecutando simultáneamente la transferencia de tecnología del uso del equipo, el método de análisis e interpretación de datos.

3) Personal Perforista (4 personas)

Se asignará un perforista a cada equipo en la construcción de pozos. Los perforistas en la ejecución de los trabajos de perforación, realizarán la transferencia de tecnología del uso y operación del equipo de perforación, técnicas de perforación y técnicas de construcción de pozos, por lo que es necesario que tengan un determinado nivel técnico.

4) Personal Mecánico (1 persona)

El mecánico llevará a cabo la transferencia de tecnología del método de mantenimiento, etc. de los equipos y al mismo tiempo, realizará las instalaciones del grupo generador y bomba sumergible. Además realizará las pruebas de bombeo e instruirá sobre métodos de prueba. El técnico en estudios geológicos analizará e interpretará los datos de las pruebas de bombeo.

5) Ingeniero Civil (1 persona)

El Ingeniero civil será el encargado de la construcción de la caseta del grupo generador, sistemas de aprovisionamiento de agua, etc. El ingeniero civil brindará asesoramiento técnico en los trabajos suplementarios del sistema de aprovisionamiento de agua y de las construcciones de otras instalaciones de suministro de agua a ser ejecutadas por la Prefectura.

(3) Criterios de Utilización de Empresas Locales y Alquiler de Equipos y Materiales

Las empresas constructoras locales en los Departamentos de Santa Cruz y Chuquisaca se dedican mayoritariamente a la ejecución de obras públicas y no tienen mucha experiencia en obras de gran escala, sin embargo, para la magnitud de esta obra, se considera que tienen suficiente capacidad financiera y técnica para su construcción. La construcción de pozos dentro de los sistemas de aprovisionamiento de agua, la ejecutará una empresa japonesa, pero la ejecución de las construcciones de los tanques elevados y piletas públicas la realizarán empresas locales bajo la supervisión de técnicos japoneses.

Por ser obras de pequeña escala, que no se necesitan utilizar maquinaria pesada para obras civiles, es conveniente que la empresa posea equipo pesado para la construcción de tanques elevados, por lo tanto no se considerará la utilización en alquiler de los mismos.

### 3.1.3 Items a Considerar en las Obras

Los ítems a ser considerados en la ejecución del Proyecto en Bolivia, son los que se describen a continuación:

- (1) Se evitará la movilización y transporte nocturno de los equipos y materiales de perforación, debido a las condiciones deficientes de las carreteras. (Se tomará especial cuidado en las zonas montañosas de la región del Chaco.)

- (2) Considerando las características topográficas particulares de Bolivia, para el caso de ejecuciones en comunidades que se encuentran en zonas montañosas, se necesita la construcción de campamentos o el uso de vehículos acondicionados para acampar, etc.
- (3) El mantenimiento de la infraestructura vial en Bolivia es deficiente, en la época de lluvias se deterioran las condiciones de las carreteras, por lo que se puede producir una extensión del cronograma de trabajo, debiendo efectuar un análisis adecuado para la determinación del orden de ejecución de obras, de las diferentes zonas y lugares.
- (4) En zonas semiáridas, ubicados en la parte sur de ambos Departamentos, por ser difícil la provisión de agua para las obras, para los trabajos de perforación se debe considerar el control de lodos, formando capas delgadas de lodos en los pozos y un método de perforación que precisen la menor cantidad de agua posible para el lavado del pozo.

### 3.1.4 Clasificación de Obras

#### (1) Perforación de Pozos

Responsabilidades de la parte japonesa	Responsabilidades de la parte boliviana
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de pozos</li> <li>- Construcción de la caseta del grupo generador</li> <li>- Instalación de bomba sumergible y panel de control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar los accesos al sitio de obra</li> <li>- Asegurar el terreno necesario para la construcción de las instalaciones</li> <li>- Asegurar los técnicos para la capacitación tecnológica en estudios, perforación, etc.</li> </ul>

#### (2) Construcción de Sistemas de Aprovechamiento de Agua

Responsabilidades de la parte japonesa	Responsabilidades de la parte boliviana
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de tanques cisternas</li> <li>- Construcción de piletas públicas</li> <li>- Tendido de tuberías</li> <li>- Instalación de paneles solares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos Complementarios</li> <li>preparación de terrenos</li> <li>construcción de parques, cerca perimetral, accesos, iluminación, etc.</li> </ul>

#### (3) Adquisición de Equipos y Materiales

Responsabilidades de la parte japonesa	Responsabilidades de la parte boliviana
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipos de perforación de pozos</li> <li>- Vehículos de apoyo</li> <li>- Equipos e instrumentos de pruebas y ensayos</li> <li>- Repuestos de los equipos mencionados arriba</li> <li>- Tuberías para pozos</li> <li>- Filtros para pozos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar el patio de estacionamiento y almacenamiento de los equipos y materiales</li> <li>- Asegurar el almacén de repuestos</li> <li>- Asegurar el personal para la operación y mantenimiento de equipos y accesorios</li> </ul>

### 3.1.5 Plan de Supervisión de Obras

#### (1) Trabajos de la Consultora

Este Proyecto está compuesto por dos componentes: adquisición de equipos y materiales del Proyecto (primer período) y la construcción de pozos y sistemas de aprovisionamiento de agua (segunda etapa). Se detalla a continuación el resumen de los trabajos de Planos de

ejecución (diseños) y supervisión de obras por el Consultor.

### 1) Programa de Supervisión de Obras

#### - Primera Etapa(Sólo Diseño de Detalle)

Leyenda  : Trabajos en Tapón  
 : Trabajos en Bolivia

Descripción de trabajos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plan de operación y mantenimiento (total)												
Plan de equipos y materiales												
Cálculo												
Preparación de especificaciones												
Traducción al español												

#### - Segunda Etapa(Plan de Ejecución)

Descripción de trabajos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plan de operación y mantenimiento (total)												
Plan de equipos y materiales												
Plan de construcción de instalaciones de aprovisionamiento de agua												
Prospección geofísica												
Plan de participación popular												
Cálculo												
Preparación de especificaciones												
Traducción al español												

#### - Segunda Etapa(Supervisión de Obras)

Descripción de trabajos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Plan de operación y mantenimiento (total)													
Plan de equipos y materiales													
Plan de participación popular													
Trabajos mecánicos													
Construcción de pozos (2 personas)													

### 2) Descripción de los Trabajos

#### <Diseño de Detalle (Ejecución)>

##### i) Estudio de Campo

Se complementará la documentación sobre clima, geología, topografía, materiales de construcción, mano de obra, metodología de trabajo, etc., recopilados durante la ejecución del Diseño Básico, las condiciones requeridas para el Diseño de Detalle (Ejecución) serán verificadas nuevamente en Bolivia. También, al mismo tiempo de verificar las actividades adelantadas para la ejecución del proyecto por la DINASBA y las UNASBA's en el área de estudio, serán verificadas las medidas presupuestarias. Especialmente, en las áreas de perforaciones de pozos profundos y candidatas a perforar sin estudios, se realizarán los estudios geofísicos (prospecciones eléctricas y electromagnéticas) y estudios en detalles. Además, es necesario volver a verificar los datos de las horas sol/día y otros datos, en los lugares previstos para la instalación de bombas solares.

##### ii) Diseño de Detalle (Ejecución)

Preparación de los diseños de detalles (planos de ejecución), cálculo detallado del costo de obra y planteamiento del plan de ejecución.

##### iii) Trabajos de Licitación

Elaboración de pliegos de licitación, calificación de los licitantes, tramitación

correspondiente para actuar como representante en la licitación, evaluación del resultado de la licitación, apoyo para la firma del contrato con la empresa adjudicada.

#### <Supervisión de Obra>

- i) Verificación del avance en la fabricación de equipos y materiales e informe a la parte boliviana.
- ii) Inspección de los equipos y materiales adquiridos (de fabricación japonesa, boliviana o de terceros países).
- iii) Supervisión de obras de construcción de pozos financiados por la parte japonesa.
- iv) Supervisión de la construcción de tanques cisternas, bomba de impulsión, tanques de almacenamiento y distribución de agua, etc. a ser financiados por la parte japonesa.
- v) Asistencia en los trabajos de supervisión y capacitación técnica relacionada a los trabajos a ser ejecutados por la parte boliviana.

#### (2) Responsable del Trabajo de Consultoría

Se detalla a continuación, la distribución de los trabajos de consultoría y los especialistas asignados a los trabajos de diseño de detalle (ejecución) y supervisión de obras de este Proyecto.

##### 1) Primera Etapa

###### i) Diseño de Detalles (Ejecución)

- Asuntos generales / Plan de administración, operación y mantenimiento: Estudio para operación y mantenimiento de equipos y materiales
- Plan de equipos y materiales: Elaboración y verificación de las especificaciones de equipos y materiales.

El alcance de los trabajos serán: preparación de los pliegos de licitación, tramitación correspondiente para actuar como representante en la licitación y la asistencia hasta la suscripción del contrato.

###### ii) Supervisión de obras : No existe.

##### 2) Segunda etapa

###### i) Diseño de Detalle (Construcción de Sistemas)

- Asuntos generales / Plan de Administración, operación y mantenimiento: Estudio de la administración, operación y mantenimiento
- Plan de equipos y materiales / hidrogeología : Estudios hidrológicos en los nuevos lugares de perforación y elaboración de especificaciones para trabajos de construcción de pozos
- Plan de sistemas de aprovisionamiento de agua: Elaboración de los planos de diseño detallado.
- Estudios geofísicos: Estudio en los lugares nuevos de perforación y mayores a 250 m. de profundidad

- Plan de participación comunitaria: Estudio de los lugares nuevos de perforación y organización de talleres - trabajos relacionados a la operación y mantenimiento de las instalaciones.

El alcance de los trabajos abarcan la elaboración de los planos (diseños), pliegos de licitación (documentos y planos para el contrato), tramitación correspondiente para actuar en representación, elaboración del manual de educación sanitaria, etc.

#### ii) Supervisión de Obras

Se enviarán tres técnicos japoneses, 1 para el Departamento de Santa Cruz y 1 para el Departamento de Chuquisaca, para que permanezcan allí durante el período de construcción de las instalaciones. Uno de ellos será el responsable de la oficina principal del Proyecto ubicada en Santa Cruz, deberá supervisar el desarrollo armónico de las obras. Los supervisores de obras permanentes, no sólo se dedicarán a la supervisión de obras de construcción de pozos e instalaciones, sino que también apoyarán al contratista en la transferencia de tecnología con los equipos y materiales adquiridos. Se ejecutará con mayor énfasis a la transferencia de tecnología en instrumentos y equipos de prueba (estudios). Se enviará personal de apoyo de acuerdo a las necesidades del plan general, plan de equipos y materiales y trabajos mecánicos. Para los trabajos de operación, mantenimiento y administración de sistemas, relacionados al Plan de participación comunitaria, se enviará personal de apoyo en control, capacitación, etc.

### 3.1.6 Plan de Adquisición de Equipo y Materiales

Los equipos y materiales necesarios para el Proyecto, básicamente serán adquiridos en Japón o terceros países (Estados Unidos de América). En Bolivia serán adquiridos únicamente materiales de construcción, no se ha contemplado la provisión de países vecinos debido a los problemas en tiempo de entrega y de cumplimiento en cantidades. En cuanto a los equipos de perforación, la Prefectura de Chuquisaca posee un equipo pequeño de fabricación norteamericana, por lo cual y razones de costos bajos, se decidió la adquisición en terceros países (Estados Unidos de América).

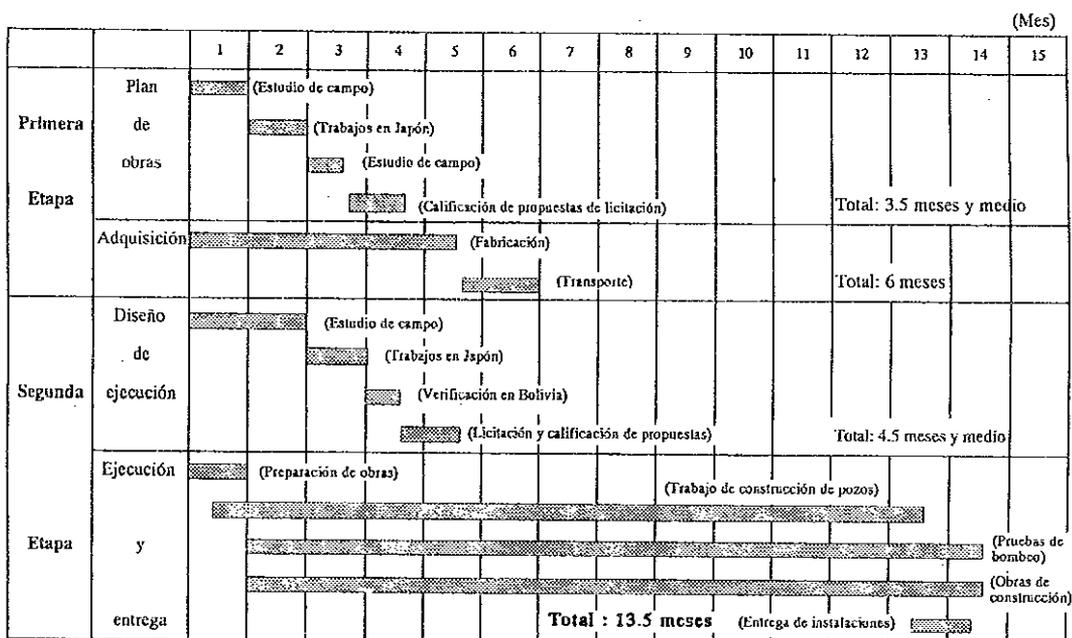
Tabla - 3.2 Origen de la Adquisición de Equipos y Materiales

	Japón	Bolivia	Terceros Países
Equipo de perforación			○
Vehículos de apoyo	○		
Bombas sumergibles, generadores eléctricos	○		
Tuberías, filtros	○		
Materiales de construcción (arena, grava, cemento, tubos PVC)		○	
Equipos para pruebas y ensayos	○		

### 3.1.7 Cronograma de Trabajo

En el caso de ejecución del presente Proyecto bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, se dividirá en 2 etapas. En la primera etapa, se precisa aproximadamente 4 meses para la elaboración del Diseño de Detalle (ejecución) y trabajos de licitación, aproximadamente 6 meses para la fabricación incluyendo el transporte de equipos y materiales. En la segunda etapa, se llevará a cabo la construcción de sistemas de agua, que incluye la transferencia de tecnología, se requiere aproximadamente 5 meses para el Diseño de Detalle y trabajos de licitación, en la fabricación de equipos y materiales incluyendo el transporte y la construcción de obras, se necesitan aproximadamente 13,5 meses. (Ver Figura - 10, Cronograma de Ejecución)

Tabla - 3.3 Cronograma de Ejecución



### 3.1.8 Obligaciones de la parte Boliviana

A continuación se describen las obligaciones de la parte boliviana en el momento de la implementación del presente Proyecto.

- (1) Asegurar los terrenos necesarios
- (2) Asegurar los accesos al sitio del Proyecto
- (3) Limpieza y nivelación del sitio antes del inicio de obras
- (4) Ejecutar los trabajos complementarios de construcción de jardinerías, cerco perimetral de seguridad, puertas de ingresos, iluminación y otros, en el sitio

- (5) Tomar las medidas necesarias para la exoneración de impuestos aduaneros, internos, etc. de los equipos y materiales a ser introducidos para el Proyecto
- (6) Proporcionar facilidades a los nacionales japoneses en relación con el Proyecto para el ingreso y salida del país y proporcionar la seguridad necesaria para su estadía en el país.
- (7) Pagar los gastos necesarios en comisiones bancarias para los trámites.
- (8) Disposición de técnicos contrapartes
- (9) Garantizar el uso efectivo y apropiado de los equipos y materiales suministrados y construidos bajo la Cooperación Financiera No Recembolsable y la operación y mantenimiento adecuado de los mismos.

### **3.2 Estimación de Costos de Operación**

#### **3.2.1 Estimación de Costos de Operación**

- (1) Los gastos a cargo del Gobierno de Bolivia es de 10 millones 10 mil Bolivianos (208 millones 400 mil yenes)

1) Depósito de equipos	130 mil Bs.	(aprox. 2,7 millones yenes)
2) Oficina y taller	1,6 millones Bs.	(aprox. 33,5 millones yenes)
3) Adquisición de repuestos	400 mil Bs.	(aprox. 8,4 millones yenes)
4) Depósito de materiales	600 mil Bs.	(aprox. 12,6 millones yenes)
5) Gastos de electricidad agua y servicios telefónicos	150 mil Bs.	(aprox. 3,1 millones yenes)
6) Costo de adquisición de terrenos	4,6 millones Bs.	(aprox. 96,3 millones yenes)
7) Rehabilitación de accesos, carreteras	2,3 millones Bs.	(aprox. 48,2 millones yenes)
8) Preparación de los terrenos previstos para la construcción	230 mil Bs.	(aprox. 4,8 millones yenes)

El impuesto a las importaciones para los equipos y materiales a ser adquiridos es del 23%, no se tomaron en cuenta los impuestos nacionales bolivianos.

#### **(2) Fecha de Cálculo**

- 1) Fecha de cálculo de balance: Diciembre de 1996
- 2) Cotización del tipo de cambio: 1US\$=112,00 yenes, 1US\$=5,3464 Bs.; 1Bs.=20,94 yenes

#### **3) Período de Ejecución de Obras:**

El Proyecto se realizará en dos etapas, en el cronograma de ejecución aparecen los periodos necesario para elaboración de diseños detallados, construcción de obra y

adquisición de equipos para cada etapa

4) Otros:

Este Proyecto se ejecutará en base al sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del gobierno de Japón.

### 3.2.2 Plan de Administración, Operación y Mantenimiento

El personal requerido para la operación y mantenimiento de los equipos a ser adquiridos serán tres personas, 1 técnico en mantenimiento y 2 ayudantes. Se llevará a cabo la revisión periódica de mantenimiento cada 6 meses. Sin embargo en la maquinaria relacionada al equipo de perforación (perforadora, bombas, compresoras, etc.) se inspeccionarán, el aceite, engrase, etc. antes de puesta en marcha, como parte de la revisión diaria, además se realizará el mantenimiento una vez finalizada las perforaciones por los técnicos perforistas y ayudantes.

<Estimación de costos anuales por revisiones periódicas>

- Cambio de aceite:	20 mil Bs.	(420 mil yenes)
- Compra de filtros, empaquetaduras y otros materiales primarios de consumo	50 mil Bs.	(1 millón 50 mil yenes)
- Gastos de electricidad, iluminación, etc.	20 mil Bs.	(420 mil yenes)
- Costo de mano de obra; técnico en mantenimiento	54 mil Bs.	(1,13 millones yenes)
ayudantes (2 personas)	36 mil Bs.	(760 mil yenes)
- <u>Otros gastos (artículos de consumo)</u>	<u>20 mil Bs.</u>	<u>(420 mil yenes)</u>
Total	200 mil Bs.	(aprox. 4 millones 200 mil yenes)

De acuerdo a lo detallado arriba, se observa que se requiere 200 mil bolivianos para cubrir el costo anual de operación y mantenimiento de los equipos y materiales adquiridos. Están incluidos los repuestos de tres años en los equipos adquiridos, es necesaria la adquisición de repuestos a partir del cuarto año. Debido a que es necesario cada tres años una inspección general de la maquinaria, será necesario al cuarto año realizar un pedido de repuestos equivalentes a 100 mil bolivianos. En general, la capacidad técnica en reparaciones es alta, debido a las dificultades que existen para la adquisición de repuestos, existiendo una tendencia para la reutilización de repuestos, rectificación, fabricación, soldado, etc. Con respecto al mantenimiento de los equipos de perforación, por la ejecución de la transferencia de tecnología, los técnicos bolivianos podrán efectuar los trabajos de reparación y mantenimiento periódico necesarios para utilizar los equipos durante un periodo largo.

## **CAPITULO 4 EVALUACION Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO**

## **CAPITULO 4. EVALUACION Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO**

### **4.1 Demostración, Verificación y Efectos Benéficos relacionados al Proyecto**

#### **Adecuado**

El presente Proyecto contribuye de gran manera al programa de desarrollo de aguas subterráneas a ser ejecutado por cada Prefectura, con la adquisición de equipos de perforación, materiales, etc., necesarios para la finalizar el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas de Bolivia y la transferencia de tecnología necesaria para la operación de los mismos con la construcción de pozos con el fin de mejorar la situación de aprovisionamiento de agua en las comunidades rurales. Los beneficios serán; las Prefecturas con la posesión de equipos y la asimilación de técnicas de perforación y un gran número de comunidades que requieren sistemas de aprovisionamiento de agua que será posible la obtención de fuentes de agua fácilmente y a bajo costo, conectándose al mejoramiento de la situación de abastecimiento de agua en gran medida.

Específicamente se puede resumir en los siguientes 4 puntos.

- 1) Contra las epidemias por causas relacionadas al agua contaminada por aguas negras y otros, será factible de prevenir con la ejecución de construcciones de pozos que no afectan a los acuíferos superficiales, también la dotación de agua segura (sana) conllevará a la disminución del índice de epidemias por el agua como la disminución del índice de mortalidad infantil. Especialmente el índice de mortalidad infantil en menores a 5 años es de 110/1000 infantes (año 1994) y es necesario mejorar con urgencia el medio ambiente de vida por ser el más alto en Latinoamérica. Con este Proyecto los efectos benéficos son muy grandes en el aprovisionamiento de agua estable y segura.
- 2) Con el Proyecto la población que se beneficia directamente es de 10,486 personas en el Departamento de Santa Cruz y 13,935 personas en el Departamento de Chuquisaca. Además, con la utilización eficiente de los equipos de perforación y accesorios proporcionados durante los 6 años con la conclusión del Programa de Desarrollo de Aguas Subterráneas, la población total beneficiada será de aproximadamente 170,000 personas, 112,396 personas en Santa Cruz y 57,295 personas en Chuquisaca (según la Base de Datos del Estudio de Desarrollo "BADAA"). Con el mejoramiento significativo de la calidad de vida, esta gran cantidad de habitantes podrá llevar una vida saludable y con pocas enfermedades relacionadas con los recursos hídricos, estos efectos son significativos.
- 3) Con la ejecución de la transferencia de tecnología en base a la construcción de pozos durante un año por la parte japonesa, posibilita la construcción por la parte boliviana el resto de los 5 años del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas de Bolivia, además, no sólo dar cumplimiento al plan, sino, que las posibilidades se abren al desarrollo de las comunidades que no cuentan con servicios de dotación de agua y que

no están incluidas en el Proyecto.

- 4) Los sistemas de aprovisionamiento de agua a ser construidos por la parte japonesa dentro del presente Proyecto, serán modelos para las comunidades vecinas, con lo cual posibilitamos la construcción de sistemas para cada una de las comunidades de acuerdo a dicho modelo, además podrán mejorar su situación de abastecimiento de agua.

La Situación de Aprovisionamiento de Agua, Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Área de Estudio y las Medidas y Efectos del Proyecto se muestran a continuación:

Clasificación	Situación actual y problemas	Medidas del Proyecto	Efectos del proyecto y grado de mejoramiento
Adquisición de equipos y materiales	<p>&lt;Santa Cruz&gt; No poseen equipos de perforación, fuentes de agua con pozos someros, atajados, vertientes, etc., tienen problemas en volumen y calidad de agua.</p> <p>&lt;Chuquisaca&gt; Poseen un pequeño equipo de perforación obsoleto (antiguo) que no cumple los fines, la situación actual es la imposibilidad de desarrollar fuentes de agua.</p>	<p>&lt;Santa Cruz&gt; Provisión de 2 equipos de perforación, uno grande (posible perforar hasta 450m) y uno mediano (hasta 200m), con los cuales se posibilita la construcción de 155 pozos en 6 años del Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas de Bolivia.</p> <p>&lt;Chuquisaca&gt; Provisión de 2 equipos de perforación, uno grande y otro mediano, de la misma manera que Santa Cruz, posibilita la construcción de 104 pozos en 6 años.</p>	<p>Para evitar los efectos de dotación de aguas superficiales contaminadas, se dotará de agua en forma estable y segura, por lo que es significativo el mejoramiento de vida de los habitantes del lugar. Contribuye a la disminución de epidemias y mortalidad infantil, por lo que se podrá construir un medio ambiente de vida sana.</p>
Construcción de pozos	<p>Los pozos someros tienen problemas de calidad y volumen de agua. Por falta de equipos, materiales y capacidad técnica para los estudios de agua subterránea, están atrasados en el desarrollo de fuentes de agua.</p>	<p>Se realizará la construcción de pozos de acuerdo a la transferencia de tecnología al mismo tiempo de recibir los equipos de perforación y materiales. También se realizará la transferencia de tecnología en técnicas eficaces de desarrollo de aguas subterráneas.</p>	<p>De acuerdo a la transferencia de tecnología, a partir del 2º año es posible la continuación para el cumplimiento del Plan, con el incremento de la capacidad técnica de la parte boliviana.</p>
Construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua	<p>En comunidades donde se abastecen de agua de pequeñas quebradas o pozos someros, producen a los niños enfermedades como diarreicas, en las comunidades que sólo cuentan con pozos someros, se requiere el mejoramiento por estar contaminadas por aguas negras. En la mayoría de las comunidades, no cuentan con sistemas de aprovisionamiento de agua, pozos excavados (norias o pozos de infiltración) con poco volumen de agua, del cual se abastecen con baldes. Otros se abastecen de camiones cisternas que les dejan en turriles.</p>	<p>Se realizará la dotación de agua buena y segura (saludable) con las instalaciones de aprovisionamiento de agua y la construcción de pozos. Con relación a la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua, se ejecutará en un área modelo seleccionado de las tipologías clasificadas según la población, forma (concentración) de la comunidad, etc. El sistema de agua consta de la construcción de un tanque elevado junto al pozo, instalación de un batería de piletas públicas, en caso de comunidades grandes se instalarán varias baterías.</p>	<p>Se posibilita la dotación de agua segura y en forma estable (respecto a la calidad y cantidad) en el área de estudio, la cual conlleva al mejoramiento del medio ambiente de vida de la población. La construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua del Proyecto, servirán como Modelos de sistemas a las comunidades vecinas, la cual posibilitará la construcción fácil de los sistemas por cada comunidad, con lo que se tratará de mejorar la situación de dotación de agua efectiva.</p>

## **4.2 Cooperación Técnica y Correlación con Otros Donantes**

### **4.2.1 Cooperación Técnica**

A la DINASBA es la entidad receptora del presente Proyecto, se ha enviado continuamente un experto en planificación de agua potable y saneamiento en áreas rurales desde el año 1992, dedicado al mejoramiento y desarrollo de agua y alcantarillado del sector rural. El experto enviado al mismo tiempo de realizar la cooperación técnica del sector, participa en el estudio de desarrollo del presente Proyecto, el mismo que posibilita el asesoramiento técnico adecuado como la cooperación necesaria para la implementación del Proyecto y cumplimiento con el conocimiento pleno de la realidad del abastecimiento de agua potable y alcantarillado del área rural como de los planes de mejoramientos.

Especialmente, recibir informaciones de los propósitos de la parte Boliviana desde el punto de vista de una entidad gubernamental, como también las correlaciones con organismos internacionales y es posible recibir las instrucciones sobre los estudios de cooperación.

### **4.2.2 Correlación con Otros Donantes**

El Banco Mundial está ejecutando el "Programa de Saneamiento Básico Rural (PROSABAR)" la cual considera especialmente la cooperación para realizar la construcción de sistemas de aprovisionamiento de agua. El FIS recibe fondos del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y otros organismos internacionales, ejecuta programas de mejoramiento de la infraestructura social básica en comunidades rurales, como parte de ésta ayuda construye sistemas de aprovisionamiento de agua, por tanto es posible la cooperación conjunta del PROSABAR y del FIS en las instalaciones de distribución de agua (Tanque de almacenamiento de aguas, tuberías de distribución, piletas públicas, etc.) Según la construcción de pozos a ejecutarse con el Proyecto. Para la obtención de estas ayudas, las comunidades rurales interesadas en la cooperación deben solicitar la construcción del sistema de aprovisionamiento de agua y es necesario incluirlo dentro del Plan Anual Operativo (PAO) del municipio correspondiente. Este PAO de todos los Municipios son presentados también a las Prefecturas correspondientes, por lo que las UNASBA's actuales pueden conocer los nombres de las comunidades y sus prioridades incluidas en PAO de los Municipios en la etapa de planificación de la construcción de pozos de acuerdo al proyecto. Es decir, que el PROSABAR y el FIS posibilita la construcción de los sistemas de aprovisionamiento de agua en las comunidades y con la construcción de pozos se podrá asegurar una fuente de agua segura y al mismo tiempo contar con la construcción del sistema de agua. Actualmente las UNASBA's están realizando las verificaciones de los lugares previstas para la perforación de pozos si están consideradas específicamente en el plan anual, respecto a los lugares que no han realizado la solicitud, realizan las respectivas instrucciones de la forma de solicitar, adelantado el preparado para completar dentro del periodo de ejecución del Proyecto y tratar de correlacionar con las organizaciones rurales.

Por ser la primera vez que a las comunidades se les dotará de “agua” con las instalaciones de aprovisionamiento de agua y construcción de pozos, la correlación con el PROSABAR y el FIS es de suma importancia.

#### **4.3 Problemas Futuros**

Para la utilización eficiente de los equipos y materiales de perforación a ser adquiridos y para realizar una mayor cantidad de construcciones de pozos, es necesario la mayor capacidad técnica de los técnicos responsables. Por lo tanto, es deseable la asignación de personal con una capacidad técnica básica para especializarse lo suficiente en la perforación de pozos y en las técnicas de construcción de pozos, dentro del año de la transferencia de tecnología. Además del personal mecánico que realizará el mantenimiento y reparación de los equipos y materiales, debe ser asignado un personal con conocimiento técnico básico, porque es necesario posibilitar la formación de personal en un período corto.

Por otra parte, las construcciones de los sistemas de aprovisionamiento de agua se ejecutarán en primer año incluyendo los sistemas modelos y a partir del segundo año, estarán a cargo por la manos de los comunarios con la ayuda y dirección de la Prefectura y la UNASBA; por lo tanto, la Prefectura deberá asegurar el presupuesto y/o esforzarse para fortalecer la correlación con PROSABAR. Aún más, será necesario la adquisición de bombas de agua, etc. a partir del segundo año, como también el reabastecimiento de los repuestos para los equipos de perforación y otros, adquisición de materiales para pozos, por lo cual la Prefectura y la UNASBA, deben asegurar un presupuesto y estructurar las medidas presupuestarias necesarias para el desarrollo en forma planificada.