

4.2.3 Relaciones con Otros Proyectos de Cooperación de las Organizaciones Internacionales, etc.

Este Proyecto permitirá realizar el plan a corto y mediano plazo del mejoramiento de agua potable y alcantarillado para el año 2.000 bajo los préstamos del Banco Mundial (contrato contraído en diciembre de 1990 por importe de \$14.400.000) y también la Cooperación Financiera no-Reembolsable (explotación de agua subterránea, rehabilitación), los préstamos de BID (ordenación de la red de tubería de suministro de agua), etc. La explotación de agua subterránea en El Paso I se tomó como el plan urgente, instalándose las bombas de pozos bajo préstamo y suministrándose los equipos por parte del Gobierno argentino. A efecto de dicha ejecución, el consultor que se seleccionará bajo el contrato de los préstamos del Banco Mundial elaborará el plan maestro, y para junio de 1992, realizará el diseño de ejecución incluyendo la porción que se ejecutará por SEMAPA.

4.2.4 Estudio de los Detalles de las Instalaciones, Equipos y Materiales Solicitados

A continuación se describen los detalles del Proyecto y la prioridad establecida por SEMAPA:

1. Perforadora de pozos de tipo montaje sobre camión, conjunto de sus accesorios y los vehículos
2. Transferencia técnica necesaria para operación y mantenimiento de los equipos suministrados
3. Equipos y materiales para la explotación de fuentes de agua subterránea en la zona El Paso II (Tubería, filtro y equipos)
para 4 pozos
4. Zona Eje Quillacollo para 5 pozos (detalles iguales que arriba)
5. Zona Eje Sacaba para 6 pozos (detalles iguales que arriba)
6. Zona Muyurina Reparación de las instalaciones existentes
6 bombas y sus accesorios
7. Zona Coña Coña Reparación de las instalaciones existentes
3 bombas y sus accesorios
8. Zona Cala Cala Reparación de las instalaciones existentes

2 bombas y sus accesorios

- 9. Zona El Paso II Tubería de conducción y sus accesorios
- 10. Zona Eje Quillacollo Materiales para conducción, suministro y distribución de agua
- 11. Zona Eje Sacaba Materiales para conducción, suministro y distribución de agua
- 12. Zona Vinto 6 bombas y sus accesorios

Los detalles revisados para cada item son los siguientes:

(1) Máquina perforadora

Respecto al suministro de la máquina perforadora, se ha juzgado pertinente por las siguientes razones:

- 1) Tienen proyectado, después de terminar la construcción de las instalaciones de este Proyecto, la construcción de pozos en El Paso III de dimensión similar a la de El Paso II en la zona El Paso. También la nueva instalación de pozos en los Ejes de Quillacollo y Sacaba para atender al aumento demográfico en el futuro. Además, para el mantenimiento de los pozos ya existentes así como de los nuevos, será necesaria la maquinaria perforadora de uso efectivo en el futuro.
- 2) Con la maquinaria, SEMAPA podrá construir, previamente a la ejecución, los edificios para almacenaje de equipos y materiales suministrados y los talleres.
- 3) Para la ejecución de este Proyecto, se prevé establecer un departamento de explotación de agua subterránea, lo cual ya está en preparación.
- 4) Es posible asegurar el presupuesto requerido para los planes anteriores.

Puesto que la construcción de las instalaciones también será factible por la propia SEMAPA, desde el punto de vista técnico, si cuenta con la dirección técnica adecuada para perforación de los pozos, se ha considerado sólo el suministro de la maquinaria y los equipos, sin incluir

la construcción de las instalaciones.

Se suministrará maquinaria perforadora de pozos giratoria de tipo montaje sobre camión y con capacidad de perforación de pozos de un máximo de 20 pulgadas de diámetro y una profundidad de 200m en caso de que se aplique el Método reverso. Cuando se usa el Método directo, la capacidad permisible será de un máximo de perforación de 12 pulgadas de diámetro y una profundidad de 400m. Se ha juzgado que el Método Down the Hole no sería necesario ya que en las capas a perforarse en este Proyecto no aparecen rocas duras.

(2) El Paso II

Se ha considerado oportuno un caudal de bombeo por pozo de 35 l/seg., según las operaciones efectivas de los pozos existentes afines, así como los resultados de las pruebas de bombeo realizadas últimamente y teniendo en cuenta las condiciones hidrogeológicas detalladas en otra sección. Referente a las instalaciones de distribución, se han solicitado tuberías con un diámetro de 400m y extensión de 12.2km aprox.

Ante esta solicitud, en cuanto al método de conducción, se consideran dos alternativas; método por la altura de descarga de cada bomba de pozo y método de distribuir el agua a presión por medio de la bomba de distribución de agua con un tanque instalado cerca del grupo de pozos. Se ha determinado la adopción del sistema de distribución de agua a presión teniendo en cuenta la economía, mantenimiento y control, etc. Aunque la prioridad para esta instalación sea relativamente baja, se juzga que debe incluirse en este Proyecto a fin de permitir el suministro de agua para los habitantes inmediatamente después de que se termine la obra de las instalaciones de captación, así como de atender a una necesidad urgente.

(3) Zonas Ejes Quillacollo y Sacaba

Ambas zonas se encuentran en vías de desarrollo y las áreas

residenciales se encuentran dispersas. Por consiguiente, de momento es difícil determinar las áreas para el suministro de agua proyectado. Dado que los tubos PVC, que es material para las tuberías de suministro de agua, se están fabricando en Bolivia y serán adquiribles, serán proyectadas solamente las instalaciones de captación.

(4) Reemplazo de las bombas en Cala Cala, Coña Coña, y Muyurina

Las instalaciones de las bombas de distribución en Cala Cala y Coña Coña han sobrepasado su plazo de durabilidad y se encuentran desgastadas. Deben reemplazarse ya que actualmente el tiempo de reparación es largo y esto perjudica el suministro del agua.

En cuanto al grupo de pozos en Muyurina, tres de las seis bombas de pozos han sido abandonadas debido a averías. Respecto a las 3 bombas restantes, sus instalaciones se encuentran desgastadas y es frecuente la suspensión de operaciones motivada por las reparaciones. En general será necesario instalar nuevas bombas en todas las instalaciones.

(5) Instalaciones de bombeo en el grupo de pozos de Vinto

Está en la misma situación de Muyurina, es decir, se requieren nuevas instalaciones de bombeo para todos los pozos. Dado que el sistema de aducción tiene problemas, la inversión bajo este Proyecto no llevaría a muchos efectos. Además, se prevé la revisión del sistema bajo los préstamos del Banco Mundial. Por estas razones, conviene omitirlo de este Proyecto.

4.2.5 Necesidad de Cooperación Técnica

Según la Solicitud, se desea la expedición de un hidrogeólogo, un electromecánico y una persona encargada de la perforación de pozos. Es necesario ofrecer la cooperación técnica para administrar eficazmente los equipos suministrados, conseguir la realización de las obras urgentes objeto de este Proyecto y garantizar el mantenimiento y control en el futuro. Por consiguiente, bajo este Proyecto, además de la expedición de dos técnicos

japoneses; una persona encargada de la perforación de pozos (sirve también de hidrogeólogo) y un electromecánico, lo que se realizará en el marco de la Cooperación Financiera no-Reembolsable, será necesario entrenar al personal de SEMAPA (una persona encargada de la perforación de pozos, y un electromecánico) en Japón para que se obtenga la técnica de mantenimiento y control de maquinaria perforadora y de las instalaciones de bombeo dentro del marco de recepción de los cursillistas de JICA. Los detalles se describirán en el capítulo del Plan de Ejecución.

4.2.6 Línea Básica de Ejecución de Cooperación

Respecto a la ejecución de este Proyecto, teniendo en cuenta que se han verificado sus efectos, la viabilidad y capacidad ejecutiva de la contrapartida, etc., y en virtud de los estudios arriba indicados, los efectos de este Proyecto son compatibles con el sistema de la Cooperación Financiera no-Reembolsable, etc.. Se ha juzgado que conviene ejecutarlo bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Japón. Por consiguiente, en base a esta Cooperación Financiera no-Reembolsable del Japón, a continuación se estudiará el resumen del Proyecto para preparar el Diseño Básico. Sin embargo, en cuanto a los detalles del proyecto, como se ha indicado en el estudio de los elementos del Proyecto y en el contenido de instalaciones y equipos solicitados, conviene modificar una parte de la Solicitud.

4.3 Resumen del Proyecto

4.3.1 Organización Ejecutiva y Sistema Administrativo

La organización ejecutiva de este Proyecto es SEMAPA. Se aclaró durante el Estudio de campo que el departamento de la explotación de agua subterránea se establecerá y con los préstamos del Banco Mundial para el año 1991. El Banco Mundial otorgará un presupuesto de \$1.200.000 aproximadamente para el fortalecimiento institucional de SEMAPA, que contempla formación técnica, administración presupuestaria, sistema de tarifas, etc. El organigrama futuro de SEMAPA se indica en la Figura-8.

4.3.2 Plan de Obras

Las obras de este Proyecto las llevará a cabo SEMAPA con sus propios fondos, utilizando los equipos y materiales requeridos para la ejecución de obra suministrados bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Gobierno del Japón. La parte japonesa diseñará la ejecución de las instalaciones de bombeo y aducción e impulsión de agua en El Paso II y proyectará el reemplazo de las instalaciones de bombeo y distribución de agua en otras zonas dentro del marco de la Cooperación Financiera no-Reembolsable, así como expedirá a las áreas proyectadas dos técnicos, un encargado de perforación de pozos (hidrogeólogo) y un electromecánico que durante 6 meses aproximadamente, facilitarán la Cooperación técnica para la obra de perforación de nuevos pozos, establecerán el sistema de rehabilitación de los pozos existentes y proporcionarán la instrucción técnica.

4.3.3 Resumen de los Equipos y Materi

(1) Equipos y materiales para instalaciones

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de aducción	Camisa	Tubería de acero 11-3/4"	450m
	Camisa	Tubería de acero 8-5/8"	375m
	Camisa	Tubería de acero 6-5/8"	450m
	Filtro	de acero inoxidable 11-3/4", Raja de 1mm	150m
	Filtro	de acero inoxidable 8 5/8", Raja de 1mm	125m
	Filtro	de acero inoxidable 6-5/8", Raja de 1mm	150m
	Bomba de aducción	Bomba sumergible 35 l/s x 64 m x 45 kw	4 unid.
	Bomba de aducción	Bomba sumergible 10 l/s x 67 m x 15 kw	5 unid.
	Bomba de aducción	Bomba sumergible 5 l/s x 66 m x 5,5kw	6 unid.
	Bomba de aducción	Bomba sumergible 8 l/s x 97 m x 5,5kw	6 unid.
	Tubería accesoria	Tubería de acero de 125mm	4 conj.
	Tubería accesoria	Tubería de acero de 80mm	5 conj.
	Tubería accesoria	Tubería de acero de 65mm	6 conj.
	Válvulas e instrumentos	125mm Válvula esclusa Válvula de retención Fluviómetro	4 conj.
	Válvulas e instrumentos	80mm Válvula esclusa Válvula de retención Fluviómetro	5 conj.
	Válvulas e instrumentos	65mm Válvula esclusa Válvula de retención Fluviómetro	6 conj.
Tablero de operación de motor		21 conj.	

Instalación de conducción	Tubería de conducción Tubería deformada y Válvulas	Tubería de hierro fundido ductil 200-350mm 100-350mm	2.500m 1 conjunto
Instalación de impulsión	Bomba de impulsión de agua Bomba de impulsión de agua Bomba de distribución de agua Materiales para tuberías de descarga Materiales para tuberías de descarga Materiales para tuberías de descarga Válvulas e instrumentos Válvulas e instrumentos Válvulas e instrumentos Tablero de operación de motor Tablero de conexión a tensión alta Tubería de distribución Tubería deformada y válvulas	Bomba de expansión múltiple al eje horizontal 47 l/s x 93 mx 75 kw Bomba de flujo mixto al eje vertical 115 l/s x 76.5 m x 140 kw Bomba de flujo mixto al eje vertical 216 l/s x 71 m x 230 kw 150mm, Tanque de agua de complemento 300mm 150mm 150mm 300mm 350 mm, Válvula esclusa Válvula de retención Fluviómetro Tablero secundario Transformador(2.400V) Tubería de hierro fundido ductil, 400m 400-450mm	4 unidades 3 unidades 2 unidades 1 conj. 1 conj. 1 conj. 4 conj. 3 conj. 2 conj. 6 conj. 3 conj. 9.700m 1 conj.
Subestación principal	Equipos de subestación principal	750KVA	2 conj.
	Equipos de subestación	24,9KV 150KVA	1 conj.

principal			
Equipos de subestación	24,9KV	50KVA	1 conj.
principal			
Equipos de subestación	10,0KV	750KVA	1 conj.
principal			
Equipos de subestación	400KVA		1 conj.
Equipos de subestación	45KVA		4 conj.
Equipos de subestación	30KVA		5 conj.
Equipos de subestación	10KVA		6 conj.

(2) Maquinaria perforadora y otros

Equipo	Especificaciones	Cantidad
Perforadora de pozos	Tipo montaje sobre camión, Para perforar un día. de 18" x prof. de 200 m	1 unidad
	Herramientas de perforación para Método de Circulación directa	1 conj.
	Herramientas de perforación para Método de Circulación reversa por elevador de agua por aire	1 conj.
Compresor de aire	Compresor a alta presión de tipo montaje sobre camión 6 x 6	1 unidad
Vehículos de apoyo	Camión de cargo con grúa de 3 toneladas, 6x6, GVW26t.	1 unidad
	Autocamión de tanque de agua, 6x6, 6.000 l	1 unidad
	Camioneta, 4x4	1 unidad
Equipos para reparación	Equipos y herramientas para reparación	1 conj.
Acondicionador de lodo		1 conj.
Equipos de prueba y exploración	Equipos de exploración física y registro para pozos, Medidor de resistividad, con accesorio: Registrador eléctrico de pozos, para medir gamma, resistividad, SP, con accesorios	1 unidad
Equipos de prueba	Bomba de motor sumergible para prueba de bombeo de pozos de 6", 10 L/s x 80m x 15kw	1 conj.

Bomba de motor sumergible para prueba de bombeo de pozos de 8", 20 L/s x 80m x 30kw	1 conj.
Bomba de motor sumergible para prueba de bombeo de pozos de 10", 60 L/s x 80m x 75kw	1 conj.
Generador Diesel para prueba de bombeo con dispositivo de arranque con carga pesada 200 KVA	1 conj.
Medidor de conductividad eléctrica	1 unidad
Indicador de nivel de agua	1 unidad
Analizador de calidad de agua	1 unidad

4.3.4 Plan de Mantenimiento y Operación

La transferencia técnica así como la realización del plan de entrenamiento en Japón resultado de la ejecución de este Proyecto, permitirá la formación de los técnicos de explotación de agua subterránea, así como la obtención de mejora del sistema de mantenimiento y control y tecnología requerido para administrar sin dificultad las operaciones de explotación de agua subterránea y rehabilitación durante, por lo menos, 10 años de aquí en adelante. En los préstamos del Banco Mundial, está incluida la instrucción para un mejoramiento de las funciones y del sistema presupuestario de SEMAPA. A fin de conseguir el objeto, se requiere ejecutar los siguientes 5 puntos:

- . Establecimiento del régimen de control (realización del régimen indicado en otra sección y aseguramiento del personal)
- . Realización del entrenamiento de los técnicos por parte del Banco Mundial y del Japón.
- . Asegurar que se cumple con el presupuesto
- . Plan del presupuesto a largo plazo para el mantenimiento de los equipos (Particularmente, se deberá acumular el costo de mantenimiento especificando por lo menos el 2% del importe correspondiente a los equipos y materiales suministrados durante los 2 primeros años, el 3% durante los siguientes 3 años y el 5% después de 5 años.)
- . Los almacenes y talleres necesarios para el control y mantenimiento deberán construirse y asegurarse con los recursos propios de SEMAPA.

CAPITULO 5 DISEÑO BASICO

Capítulo 5 Diseño Básico

5.1 Línea Básica de Diseño

(1) Condiciones naturales

El área proyectada está localizada en terreno alto a más de 2.500 m, por lo cual, para la selección y diseño de los equipos, se tendrá en cuenta el motor de combustible interno, rendimiento de bombas, etc.

(2) Línea para las normas, etc.

Para los servicios de agua en Bolivia, no hay normas técnicas instituidas legalmente y se están aplicando las normas internacionales adecuadas según las necesidades. En este Proyecto, se aplicará fundamentalmente la norma JIS excepto para las tuberías que se utilizarán en los pozos, para las cuales se permitirá la aplicación de la Norma API desde el punto de vista del mercado de suministro.

Para las instalaciones eléctricas, cada compañía de electricidad tiene su propia norma. Dichas normas generalmente se corresponden con las normas extranjeras, por lo cual no habrá ningún problema con el diseño bajo las normas japonesas.

(3) Línea básica para obra con la cual cargará la parte de Bolivia

La obra de instalación de tuberías de agua, construcción de estructuras de hormigón, etc. con la cual cargará la parte boliviana, seguirá las normas en vigor en Bolivia.

(4) Línea básica para el suministro de los equipos y materiales

En cuanto a los equipos y materiales requeridos para la ejecución de este Proyecto, están disponibles en el mercado local en Bolivia aquellos productos fabricados en Bolivia, Brasil o Argentina, salvo los equipos y materiales de maquinaria perforadora de pozos, etc. Sin embargo, será difícil esperar que se obtengan los materiales según las normas y cantidades acordadas en el Proyecto dentro del plazo requerido. Por

consiguiente, en este Proyecto, la mayor parte de los materiales solicitados por Bolivia se suministrarán de Japón.

(5) Línea básica para las instalaciones de recepción y transformación de energía eléctrica

La tensión eléctrica distribuida en el área proyectada será 10kv en la zona Cala Cala y en otras zonas será tensión super-alta de 24,9kv. En este Proyecto, teniendo en cuenta la situación del área, el aspecto económico se ha considerado como una condición prioritaria. En las zonas de El Paso II, Quillacollo y Sacaba, se instalarán las subestaciones principales, donde la tensión eléctrica será reducida a 2,4 kv, desde las cuales se distribuirá a cada pozo.

5.2 Condiciones de Diseño

5.2.1 Condiciones Hidrogeológicas

El área proyectada está compuesta de dos cuencas; la cuenca de Cochabamba al oeste de la zona urbana y la cuenca de Sacaba al este de la misma. Como el fundamento es de roca paleozoica, hidrogeológicamente, el área forma una gran cuenca de agua subterránea. Respecto al balance de agua subterránea para esta cuenca, según el informe de BRGM(Francia), se considera como volumen explotable de agua subterránea $366 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$, lo cual implica que será muy factible la explotación de agua subterránea en toda la cuenca. (Cálculo aproximado hecho en el Estudio de campo $308 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ base de la calculación: Refiérase al Apéndice.)

Además, la mayor parte de agua subterránea en el área proyectada es artesiana y según los resultados del estudio sobre los pozos existentes, no se encontró ningún síntoma de bajada del nivel de agua. Por consiguiente, se juzga que se podrá asegurar el caudal de bombeo proyectado solicitado por el Gobierno de la República de Bolivia.

(1) Cuenca de Cochabamba

El acuífero en esta zona comprende un terreno en forma de abanico adyacente a la parte expuesta del estrato paleozoico en el norte y hasta la parte central de la cuenca, extendiéndose en el oeste hacia el fundamento del estrato paleozoico y roca mesozoica en la zona Cibe Cibe. El terreno en abanico en su extremo está compuesto de materiales sedimentados sueltos tales como guijarros, grava, arena, etc. de alta permeabilidad de muchos ríos que caen de las cordilleras, formando el acuífero bueno. En la zona sur de la cuenca, se encuentra estrato de arcilla expuesto de baja permeabilidad, y hacia el sur, se encuentra estratos de granulometría más fina, los cuales no son adecuados para la explotación de agua subterránea. La parte central de la cuenca consta de estratos alternados del acuífero norte y estrato de arcilla sur, en el cual será posible la explotación de agua subterránea aunque no sea tan bueno como el acuífero norte.

La zona El Paso II del área proyectada pertenece al acuífero norte y la zona Quillacollo a la parte central. La situación de estas zonas se indican en el Esquema hidrogeológico (Figura-9) y las características hidrogeológicas (Tabla-12).

(2) Cuenca Sacaba

Esta cuenca está localizada al este de la ciudad de Cochabamba, siendo una forma alargada con anchura media de 8 km, la cual se reduce a 2 km hacia el oeste. Desde el punto de vista de estructura geológica, es la continuación de la cuenca de Cochabamba. El terreno en abanico del norte forma el acuífero de alta permeabilidad, de menos espesor que en la cuenca de Cochabamba, siendo más fino hacia el sur. Debido a los cambios intensos, se prevé que habrá muchas dificultades en la explotación de pozos.

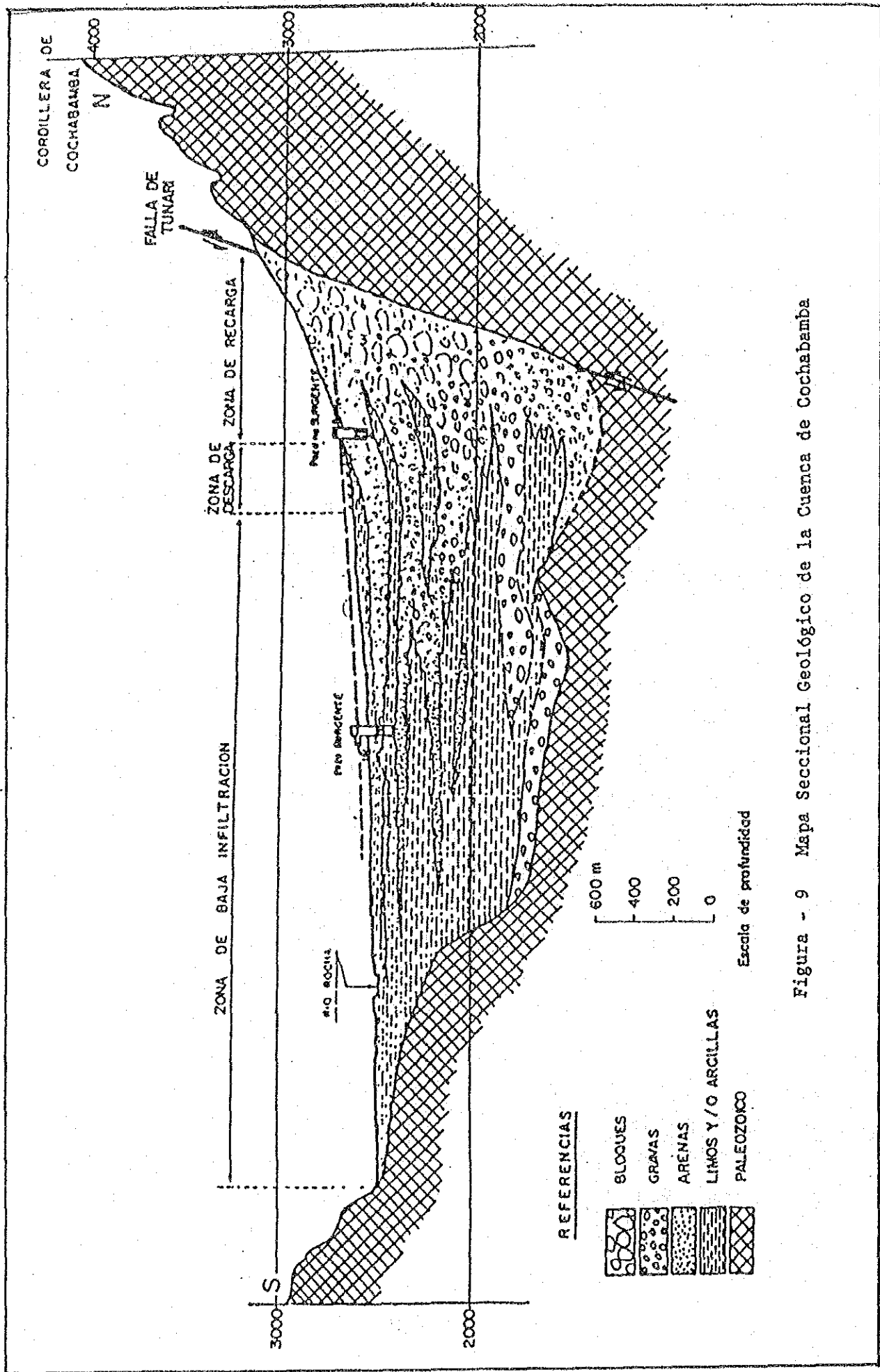


Figura - 9 Mapa Seccional Geológico de la Cuenca de Cochabamba

SECUENCIA	SISTEMA	SERIE	TIPO DE DEPOSITOS O ROCAS	C A R A C T E R I S T I C A S F I S I C A S	C A R A C T E R I S T I C A S H I D R O G E O L O G I C A S		
C E N O Z O I C O	C U A T E R N A R I O	H O L O C E N O	DEPOSITOS COLUVIO-ALUVIALES	BLOQUES ANGULOSOS DE TAMAÑO VARIABLE CON MATRIZ ARCILLO-ARENOSA, FORMANDO ACUMULACIONES CAOTICAS DE BASTANTE ESPESOR, QUE CUBREN AMPLIAS SUPERFICIES EN LOS FLANCOS DE LA CORDILLERA.	TIENEN BUENA PERMEABILIDAD Y ALIMENTAN PEQUEÑAS VERTIENTES CON AGUA DE MUY BAJA SALINIDAD.		
			DEPOSITOS MORRENICOS	BLOQUES Y PEDREGOS CON MATRIZ ARCILLO-ARENOSA, ACUMULADOS CAOTICAMENTE.	PERMEABILIDAD VARIABLE. Poca importancia por su escasa extensión.		
			DEPOSITOS FLUVIALES	MATERIALES DE GRANO GRUESO FORMADOS POR CANTOS RODADOS, PEDREGOS, GRAVAS, CON CONTENIDO DE ARENAS Y ARCILLAS FORMANDO ARANICOS ALUVIALES Y DEPOSITOS DE CAUCE DE RIO.	PERMEABILIDAD QUE VARIA DE REGULAR A MUY BUENA. CONSTITUYEN LA ZONA DE RECARGA DE LAS CUENCAS. LOS POZOS PUEDEN PRODUCIR UN CAUDAL HASTA 1.500 L. A MEDIDA QUE SE ACERCAN A LA PARTE CENTRAL DE LA CUENCA.		
		P L E I S T O C E N O	DEPOSITOS FLUVIO-LACUSTRES	MATERIALES QUE COMPARTEN CARACTERISTICAS ENTRE LOS DE ORIGEN ALUVIAL Y LACUSTRE. ARENAS FINAS Y ARCILLOSAS CON CONTENIDO DE ARENAS Y GRAVAS DE GRANO MEDIO A FINO. TEXTURA SUMAMENTE HETEROGÉNEA.	PERMEABILIDAD DE MODERADA A MALA, SEGUN EL CONTENIDO DE ARCILLA. LOS POZOS PRODUCEN HASTA 30 l/m ² DE AGUA, DISMINUYENDO SECUNDAL HASTA 1.500 L. A MEDIDA QUE SE ACERCAN A LA PARTE CENTRAL DE LA CUENCA.		
			DEPOSITOS LACUSTRES	MATERIALES FINOS-CONSTITUIDOS POR ARCILLAS Y ARCILLAS ARENOSAS, CON INTERCALACIONES DE HORIZONTES DE TURBA Y ARCILLAS AZUL-OSCURAS CON RESTOS DE PLANTAS Y ANIMALES.	PERMEABILIDAD MALA A MUY MALA. SE PRESENTAN PEQUEÑAS VERTIENTES EN SU CONTACTO SUPERIOR.		
		T E R C I A R I O	P A L E O C E N O	FORMACION MOROCHANA	CONGLOMERADOS	CONGLOMERADOS DE COLOR ROJO-VIOLEADO, MAL SELECCIONADO, CON CLASTOS HASTA DE 0.20 M. DE DIAMETRO, PRESENTA ESPORADICAMENTE HORIZONTALES DELGADOS DE ARCILLA. EN LA BASE SE ENCUENTRA UN CONGLOMERADO POLIMICTICO CON MATRIZ ARENO-ARCILLOSA DE COLOR ROJO.	AFLOTAMIENTO DE REDUCIDA EXTENSION. PERMEABILIDAD MODERADA A BAJA.
	M E S O Z O I C O				C R E T A C I O	FORMACION SAN JUAN	ARCILLAS MARGAS ARENISCAS CALCAREA
		FORMACION EL MOLINO	MARGAS Y CALIZAS CALIZAS OOLITICAS CALIZAS COMPACTAS ARENISCAS CALCAREAS	MARGAS MULTICOLORS INTERCALADAS CON CALIZAS DE COLOR AMARILLO-BRISASCO. CALIZAS OOLITICAS FOSILIFERAS DE COLOR GRIS-BLANQUECINO, DURAS, COMPACTAS Y CALIZAS MUY DURAS DE COLOR GRIS-OSCURO. ARENISCAS CALCAREAS DE COLOR MARRON-AMARILLENTO, GRANO MEDIO A FINO.			PERMEABILIDAD PRIMARIA BAJA, SE INCREMENTA LOCALMENTE POR EFECTOS SECUNDARIOS DE DISOLUCION.
	P A L E O Z O I C O	S I L U R I C O	G O T L A N D I C O	FORMACION UNCIA	LUTITAS	LUTITAS FRIABLES, PREDOMINANTEMENTE DE COLOR GRIS-OSCURO EN SUPERFICIE FRESCA Y MARRON CON TONOS ROJIZOS EN ALTERADA, EXFOLIACION EN HOJAS Y ESTRATIFICACION LAMINAR, CON ALTO CONTENIDO DE MICA EN LOS PLANOS DE ESTRATIFICACION.	DEBIDO A SUS CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS, LA PERMEABILIDAD DE ESTA FORMACION ES MUY BAJA.
				FORMACION SANCAMRI	CLAY-GRITS Y CUARCITAS	SEDIMENTOS GLACIAL-MARINOS. "CLAY GRITS" DE COLOR GRIS-PARDUSCO EN SUPERFICIE FRESCA Y MARRON-ROJIZA EN ALTERADA. INTERCALAN ESPORADICAMENTE CON ARENISCAS-CUARCITAS DE COLOR GRIS-OSCURO.	POR SU PEQUEÑA EXTENSION, HIDROGEOLOGICAMENTE CARCE DE IMPORTANCIA.
O R D O V I C I C O		C A R A D O C I A N O	FORMACION SAN BENITO	ARENISCAS CUARCITAS	ARENISCAS CUARCITAS MICACEAS DE COLOR GRIS-BLANQUECINO CON TONOS OSCUROS, DE GRANO FINO A MEDIO, EN BANCOS DE 0.20 A 0.80 M. ARENISCAS CUARCITAS DE COLOR BLANCO CON TONO ROJIZO, ESTRATIFICADAS EN BANCOS DE 0.80 A 1.50 M.	EL SISTEMA DE FIBRAS QUE PRESENTA ESTA FORMACION, LE CONFIERE UNA PERMEABILIDAD SECUNDARIA, QUE PERMITE EL ALUMBRAMIENTO DE PEQUEÑAS VERTIENTES EN SU PARTE BASAL.	
			FORMACION CUCHU-PUNATA	LIMOLITAS Y ARENISCAS LIMOLITAS Y LUTITAS	LIMOLITAS GRIS-VERDOSO, INTERCALADAS CON ARENISCAS DEL MISMO COLOR, DE GRANO MEDIO A GRUESO, DURAS Y COMPACTAS, DE ASPECTO SACAROIDAL SE ALTERAN ESPORADICAMENTE DELGADAS CAPAS DE DE ARENISCAS CUARCITAS, MICACEAS, DE GRANO FINO A MEDIO, DE COLOR BLANQUECINO. INTERCALACION DE LUTITAS MARRONES CON LIMOLITAS GRIS-VERDOSAS.	POR SUS CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS, ESTA FORMACION TIENE MUY BAJA PERMEABILIDAD.	

Tabla - 12 Unidades Estratigráficas y Características Hidrogeológicas

5.2.2 Volumen de Agua para Abastecimiento programado

La proyección de construcción de las instalaciones de agua y del suministro de la misma llevada a cabo por SEMAPA ante la futura demanda de agua desde el año 1988 hasta el año 2010, se indica en la Tabla-13.

Según este proyecto, el volumen de agua planeado para el suministro será 200 l al día por persona a partir de 1990. En cuanto a fugas de agua, se proyecta reducir su porcentaje del 34% registrado actualmente al 30% hasta 1994.

Del plan a corto y mediano plazo arriba mencionado elaborado por SEMAPA, se ha estudiado el contenido de la Solicitud de SEMAPA, principalmente de la explotación de agua subterránea, para la cual se podrá tomar medidas de forma urgente, y se ha determinado el volumen de agua proyectado para el suministro como se indica a continuación:

El Paso II	140 l/seg.	(35x4)
Eje Quillacollo	50	(10x5)
Eje Sacaba	30	(5x6)
Muyurina	36	(8x6-12 Producción actual)

Tabla - 13 Proyección de la Oferta y la Demanda

AÑO	POBLACION HAB.	DOTAC. Q/H/D	PERDID. %	CONSUMO Q/H/D	DEMANDA Q/s	ESCALE-CONACORN RANI Q/s	MUYU- RINA Q/s	TIRANI Q/s	WARA Q/s	LINEE TIQUIP. Q/s	GALERIA VINTO CUXGABA Q/s	EL PASO II Q/s	EJE QUILL. Q/s	EJE SACABA Q/s	ANSOST. Q/s	SUMA Q/s	OFERTA/ DEMANDA
1988	363803	179	34	119	758	249	8	14	0	0	95	73	0	0	0	593	70
1989	383508	180	33	121	799	249	8	14	25	0	95	73	0	0	0	558	70
1990	402070	200	32	136	931	249	8	14	25	0	95	73	0	0	0	678	73
1991	421530	200	31	138	976	289	8	14	25	160	95	73	0	0	0	878	90
1992	441932	200	30	140	1023	289	8	14	108	160	60	145	0	0	0	958	82
1993	463321	200	30	140	1073	289	8	14	108	160	60	145	0	35	20	1053	98
1994	485746	200	30	140	1124	289	8	14	108	160	60	145	0	35	20	1053	94
1995	508256	200	30	140	1179	289	8	14	108	160	60	145	120	45	25	1188	101
1996	533904	200	30	140	1238	289	8	14	108	160	60	145	120	45	25	1188	96
1997	559745	200	30	140	1298	289	8	14	108	160	60	145	120	45	25	1188	92
1998	586837	200	30	140	1358	289	8	14	108	160	60	145	120	55	30	1353	100
1999	613240	200	30	140	1424	289	8	14	108	160	60	145	120	55	30	1353	95
2000	640017	200	30	140	1493	289	8	14	108	160	60	145	120	55	30	1353	91
2001	676236	200	30	140	1565	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1353	87
2002	708966	200	30	140	1641	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	92
2003	743280	200	30	140	1721	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	88
2004	773255	200	30	140	1804	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	84
2005	813971	200	30	140	1891	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	80
2006	855512	200	30	140	1983	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	77
2007	897967	200	30	140	2079	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	73
2008	941429	200	30	140	2179	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	70
2009	985994	200	30	140	2285	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	66
2010	1034765	200	30	140	2395	289	8	14	108	160	60	145	120	65	35	1518	63

5.3 Diseño Básico

5.3.1 Zona El Paso II

(1) Caudal de bombeo proyectado

Tiene buenas condiciones hidrogeológicas y se prevé que la futura explotación de agua subterránea se concentrará en esta zona. Se realizó, en el año 1989, un estudio sobre la influencia de la explotación de agua subterránea en esta zona para los pozos existentes por CORDECO. El resultado fue de que no habrá ningún problema.

La zona está localizada 1 km aproximadamente al norte del grupo de pozos existente de la zona El Paso I y se estima que tiene condiciones de acuíferos similares. Para determinar el caudal de bombeo diseñado para esta zona, se tomaron como referencia los resultados obtenidos en el estudio del estado de bombeo del grupo de pozos existentes en El Paso I así como por la prueba de bombeo realizada en el pozo No.18.

Se bombea en cada uno de los pozos en El Paso I de 20 a 50 l/seg. de agua subterránea, valor próximo a la capacidad de las bombas instaladas. Cuando se realizó el Estudio en el Sitio, SEMAPA nos solicitó que se aumente la capacidad de 30 l/seg. a 50 l/seg. Sin embargo, a pesar de que se espera un caudal máximo de bombeo de 50 l/seg., se ha determinado que este sea de 35 l/seg., teniendo en cuenta que el diámetro de los pozos diseñados es 10 " y la capacidad máxima pertinente de las bombas sumergibles que se pueden instalar en estos pozos es más o menos 35 l/seg.. Se ha verificado que el caudal de bombeo adecuado es 35 l/seg. aproximadamente como resultados de las pruebas de bombeo. Pero, en este caso, como hay poca diferencia entre el diámetro exterior de las bombas y el diámetro interior de los pozos, se ha diseñado un diámetro interior real de pozos de 11-3/4", teniendo en cuenta el mantenimiento y control propio de SEMAPA.

(2) Estudio sobre el método de distribución de agua

El agua subterránea bombeada se distribuiría al reservorio existente en Cala Cala Alto situado a una distancia de 13 km aproximadamente del grupo de pozos en la parte norte de la ciudad. Según la Solicitud, se proyecta la distribución directa al reservorio considerando la altura de descarga de bombas que se instalarán en cada pozo. Pero en este caso, teniendo en cuenta que la altura total de descarga alcanza 140m, se prevé que se pueda romper la tubería de distribución y otros equipos por golpe de ariete que se pueda generar con la parada repentina de la bomba. Por consiguiente, en este Proyecto, se captará el agua subterránea bombeada del grupo de pozos, y se distribuirá por presión al reservorio de Cala Cala Alto mediante las bombas de distribución en las cuales se instalará una rueda volante para evitar golpes de agua.

(3) Instalaciones y equipos y materiales para el Proyecto

Los detalles son los siguientes:

Instalaciones para el Proyecto

. Instalaciones de aducción

Cantidad de pozos	4
Diámetro de pozos	10"
Profundidad de pozos	100-150 m
Caudal de bombeo por pozo	35 l/seg.
Caudal total de bombeo diseñado	140 l/seg.

. Instalaciones de conducción

Tubería de conducción	2.500 m
-----------------------	---------

. Instalaciones de impulsión

Estación de bombeo de impulsión	1 conjunto
Tubería de impulsión	9.700 m

Equipos y materiales

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de aducción	Camisa	Tubería de acero, 11-3/4"	450m
	Filtro	Acero inoxidable de 11-3/4", Raja de 1mm	150m
	Bomba de aducción	Bomba sumergible Ø 125x35 l/s x 65m x 45kw	4 unidades
	Tubería accesoria	Tubería de acero de Ø 125	4 conj.
	Válvulas e instrumentos	Válvula esclusa Ø 125 Válvula de retención Fulviómetro	4 conj.
	Tablero de operación del motor		4 conj.
	Transformador	75KVA, Tablero de conexión a alta tensión	4 conj.
Instalación de conducción	Tubería de conducción	Tubería de hierro fundido dúctil Ø 200-350	2.500m
	Tubería deformada y válvulas	Ø 100-350	1 conj.
Instalación de impulsión	Bomba de impulsión	Bomba de expansión múltiple al eje horizontal Ø 150 x 125 x 47 l/s x 90m x 75kw	4 unidades
	Materiales para tubería	Ø 150	1 conj.
	Válvulas e instrumentos		4 conj.
	Tablero de operación de motor		4 conj.
	Transformador	2.4KV/0.38KV, 400KVA Tablero de conexión a tensión super-alta	1 unidad
	Tubería de	Tubería de hierro fundido	9.700m

	impulsión	dúctil Ø 400	
	Tubería deformada y válvulas		1 conj.
Subestación	Transformador	24.9KV/2.4KV, 750KVA	1 conj.

5.3.2 Eje Quillacollo

(1) Contenido del Proyecto

El área proyectada en esta zona está situada a lo largo de 10 kms. aproximadamente de la carretera que se extiende desde la zona urbana hacia el oeste y a 1 km de la carretera en la dirección norte-sur respectivamente, estando esta área desarrollándose de forma acelerada. SEMAPA proyecta separar esta área de la zona suministrada ya existente en el centro de la ciudad, e instalar un sistema de suministro de agua potable independiente. El método de suministro de agua proyectado consiste en dividir el área en 5 bloques, construir un pozo profundo con caudal de bombeo diseñado de 10 l/seg. para cada bloque, y bombear el agua hasta un tanque elevado, desde donde se suministrará el agua potable a los habitantes.

Se solicita el suministro de equipos y materiales para pozos, así como para canerías de conducción y distribución. Sin embargo, teniendo en cuenta que la zona proyectada para el suministro de agua está aún en desarrollo y que el material de las tuberías para suministro de agua, que es PVC (tubería de Cloruro de Polivinilo), se podrá adquirir fácilmente en Bolivia, se ha determinado que SEMAPA cargará con los tanques elevados así como con las tuberías de conducción y distribución.

(2) Instalaciones, equipos y materiales para el Proyecto

Los detalles de las instalaciones para el Proyecto son los siguientes:

Instalaciones para el Proyecto

Cantidad de pozos	5
Diámetro de pozos	8"
Profundidad de pozos	100m

Caudal de bombeo por pozo	10 l/seg.
Caudal total de bombeo diseñado	50 l/seg

Equipos y materiales

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad	
Instalación de aducción	Camisa	Tubería de acero, 8-5/7"	375m	
	Filtro	Acero inoxidable de 8-5/7", Reja de 1mm	125m	
	Bomba de aducción de agua	Bomba sumergible Ø 80x10 l/sx68mmx15kw	5 unid.	
	Tubería accesoria	Tubería de acero de Ø 80	5 conj.	
	Válvulas e instrumentos	Válvula esclusa Ø 80		5 conj.
		Válvula de retención		
		Fulviómetro		
	Tablero de control		5 conj.	
	Transformador	2.4KV/0.38KV, 30KVA,		5 conj.
		Tablero de conexión a tensión super-alta		
Subestación	Transformador	24.9KV/2.4KV, 150KVA	5 conj.	

5.3.3 Eje Sacaba

(1) Descripción del Proyecto

El área proyectada en esta zona está situada a lo largo de 8km aproximadamente de la carretera que se entiende hacia el este de la zona urbana y a 1 km en la dirección norte-sur de la carretera respectivamente. Los detalles del Proyecto y el concepto son los mismos que los de Quillacollo.

(2) Instalaciones, equipos y materiales para el Proyecto

Los detalles de las instalaciones para el Proyecto son los siguientes:

Instalaciones para el Proyecto

Cantidad de pozos	6
Diámetro de pozos	6"

Profundidad de pozos	100m
Caudal de bombeo por pozo	5 l/seg.
Caudal total de bombeo diseñado	30 l/seg.

Equipos y materiales

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de aducción	Camisa	Tubería de acero, 6-5/8"	450m
	Filtro	Acero inoxidable de 6 5/8"150m Reja de 1mm	
	Bomba de aducción de agua	Bomba sumergible 65x 5 l/sx65mx5.5kw	6 unid.
	Tubería accesoria	Tubería de acero de 65mm	6 conj.
	Válvulas e instrumentos	Válvula exclusiva Ø 65 Válvula de retención Fulviómetro	6 conj.
	Tablero de operación del Motor		6 conj.
	Transformador	20KVA, Tablero de conexión a tensión super-alta	6 conj.
Subestación	Transformador	24.9KV/2.4KV, 50KVA	1 conj.

5.3.4 Zona Muyurina

Está proyectado el reemplazo de los equipos y materiales para el bombeo de 6 pozos profundos existentes. Aunque, según la Solicitud, el caudal de bombeo diseñado es de 12 l/seg., se ha determinado que sea de 8 l/seg. teniendo en cuenta el cambio en el caudal de bombeo esperado después de la construcción de los pozos y el caudal real de bombeo actual.

Los detalles de los equipos y materiales son los siguientes:

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de aducción	Bomba de aducción de agua	Bomba sumergible Ø 100x 8 l/sx97mx22kw	6 unidades
	Tubería accesoria	Ø 100	4 conj.

Válvulas e instrumentos	Válvula esclusa Ø 100	6 conj.
	Válvula de retención	
	Fluviómetro	
Tablero de control	Tipo pulsador	6 conj.

5.3.5 Zona Vinto

La Solicitud para la Zona Vinto consiste en el reemplazo de las instalaciones de bombas de 6 pozos existentes. Como se ha mencionado anteriormente, respecto a las instalaciones existentes, hay problemas en el método de aducción de agua y la calidad del agua. Además, se prevé la realización del estudio y del plan de mejoramiento del Banco Mundial a partir de 1993. Por dichas razones, hemos consultado con SEMAPA y decidido anular esta solicitud del Proyecto, ya que la incorporación de la solicitud en el Proyecto motivaría una inversión excesiva.

5.3.6 Estación de Impulsión Coña Coña

El proyecto consiste en el reemplazo de tres bombas de flujo mixto al eje vertical existentes en la estación de bombeo intermedia Coña Coña. Se solicitan tres bombas con un caudal de 150 l/seg. cada uno. Sin embargo, como no se espera que se distribuya en esta estación de bombeo el agua de los pozos de El Paso I y Coña Coña con un caudal de más de 230 l/seg., las tres bombas a reemplazar tendrán un caudal de 115 l/seg. respectivamente, una de las cuales será de repuesto.

Los detalles de los equipos y materiales son los siguientes:

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de impulsión	Bomba de impulsión de agua	Bomba de flujo mixto al eje vertical Ø 300x115 l/s x 76.5mx140kw	3 unidades
	Válvulas e instrumentos	Válvula esclusa 300	3 conj.
		Válvula de retención	
		Fluviómetro	
	Tubería de descarga		1 conj.

Tablero de operación de motor	2400V	1 conj.
Transformador	24.9KV/2.4KV, 750KVA,	1 conj.
	Tablero de conexión a tensión super-alta	

5.3.7 Estación de Impulsión Cala Cala

El proyecto consiste en el reemplazo de dos bombas de flujo mixto al eje vertical para distribución de agua en la estación purificadora de Cala Cala.

Los detalles de los equipos y materiales necesarios para ejecución de dicho plan son los siguientes:

Instalación	Tipo de equipo	Especificación	Cantidad
Instalación de impulsión	Bomba de impulsión de agua	Bomba de flujo mixto al eje vertical Ø 350x216 l/s x 71mx230kw	2 unidades
	Válvulas e instrumentos	Válvula esclusa Ø 350 Válvula de retención Fluviómetro	2 conj.
	Tubería de descarga		1 conj.
	Tablero de operación de motor	2400V	1 conj.
	Transformador	10KV/2.4KV, 750KVA	1 conj.
		Tablero de conexión a tensión super-alta	

5.3.8 Maquinaria Perforadora de Pozos

(1) Máquina perforadora de pozos de tipo montaje sobre camión

La máquina perforadora solicitada es una perforadora de pozos de tipo montaje sobre camión accionado por un motor diesel con capacidad de perforación de 20" de diámetro y una profundidad de 200 m a una altura sobre el nivel de mar de 2500-3000 m. Esta se utilizará para el método de construcción de circulación reversa/circulación directa así como para el método de Down the Hole Hammer Air Flush. Por consiguiente, se ha

seleccionado la máquina perforadora en base a la solicitud y teniendo en cuenta la topografía del área proyectada, características geológicas, etc..

- a) Las fuentes de agua subterránea en el área proyectada están clasificadas en el acuífero encontrado en una capa disconsolidada compuesta de estratos de arena, arcilla, grava y guijarros, y el agua de fisura encontrada en la capa de rocas intemperizadas a la profundidad de 400m y más y la capa de rocas duras. En este Proyecto, se procederá la perforación captando fuentes de acuífero encontrado en la capa disconsolidada.
- b) Como se trata de un proyecto de explotación de agua subterránea con objeto de suministrar agua a la zona urbana, se tendrá que adoptar un método de construcción con capacidad de perforar un diámetro grande en terreno aluvial donde se puede esperar una captación de agua relativamente grande así como sea apropiado para la perforación de un diámetro grande.
- c) Como el área proyectada es de la extensión relativamente amplia, la máquina perforadora tendrá que disponer de movilidad para que se pueda trasladar por el lugar.

Teniendo en cuenta lo arriba mencionado, las funciones de la máquina perforadora y el método de perforación serán como se indica a continuación. Dado que la profundidad máxima de perforación de este Proyecto es de 160 m y que a esta profundidad no aparecen rocas duras, se estima que no se requiere el Método Down the Hole.

- (1) El método que garantiza alta eficiencia y economía para la perforación de un diámetro de 16 a 18 " en las capas de guijarros y grava donde se podrá esperar la captación de gran cantidad de agua es el Método de Circulación Reversa. Con el Método de Circulación Directa, se podría asegurar la alta eficiencia y economía para la perforación de un diámetro de 12 a 14 ", mientras que debido a los problemas de la bomba de distribución para el agua turbia y a las herramientas para la perforación, sería difícil

quitar el barro generado en la perforación. En cuanto al Método de Circulación reversa, hay dos alternativas ;uno es método de circulación mediante la inversión de la bomba de succión y otro es método de circulación mediante la inversión del elevador de agua por aire con el uso de un compresor de aire. Para utilizar en áreas con más de 2,000m de altitud, donde la capacidad de succión baja de forma extrema debido a la estructura de la bomba de succión, se considera óptimo el método de circulación reversa mediante la inversión del elevador de agua por aire. Se considera que el acuífero esperado para captar gran cantidad de agua se encuentra a una profundidad de 60 a 160 m teniendo en cuenta las condiciones geológicas en el área proyectada, la profundidad perforable con la máquina perforadora será 200m como máximo.

- (2) La perforación de la capa disconsolidada en la cual no se espera captación de gran cantidad de agua, se ejecutará con el método de circulación directa hasta 12" como máximo.

La máquina perforadora aplicable para dichos métodos indicados en incisos (1) y (2) será del tipo giratorio hidráulico en cabeza superior, y para asegurar la movilidad, debe estar montada sobre camión y equipada de bomba de agua barrosa, malacate, mástil de tipo levantador hidráulico, etc. Respecto al motor de la perforadora, deberá tener una potencia del 130% con relación al motor utilizado en el terreno plano, ya que se espera que funcione en el altiplano a 3,000 m como máximo. Teniendo en cuenta la economía en las áreas proyectadas, para facilitar la organización, mantenimiento y control requeridos después de la entrega mediante la utilización común de las piezas y la simplificación del sistema, y para reducir el consumo de combustible mediante la reducción en el peso, se ha seleccionado la perforadora con un sistema compatible con el motor del camión.

Se ha seleccionado un camión accionado con todas las ruedas (6 ruedas), con un peso tara de más de 15 toneladas (peso total de más de 26 toneladas) y con una potencia máxima del motor de más de 320 HP (al utilizarse en el terreno plano), teniendo en cuenta sus condiciones mecánicas y las condiciones de uso en los locales. Para reducir la caída de potencia en el altiplano, estará equipado de un compensador de potencia. En cuanto a los accesorios estándar para la perforadora, se seleccionarán aquellos de común estándar a la función de la máquina y al método aplicable.

(2) Herramientas para perforación

Se han seleccionado las herramientas para perforación de conformidad con la capacidad de la perforadora seleccionada así como el tamaño y cantidad de tubería de revestimiento de pozos para corresponder al Método de Circulación directa y Método de Circulación reversa del elevador de agua por aire.

- a) Herramientas para perforación para el método de Circulación directa
Como las herramientas para perforación necesarias para el método de construcción, se han seleccionado los accesorios perforadores para la máquina perforadora (placa giratoria de aire/agua, herramientas de manejo de tubería vástago, mangueras), tubería vástago, collar de perforación y estabilizador, sub-barreras, barrera de arrastre y barrera de tricón. En el método de Circulación directa, se han seleccionado 4 tipos de diámetro de perforación; 14-3/4", 12-1/4", 9-7/8", y 7-7/8", a base del acabado con relleno de grava con la tubería de revestimiento incorporada. En cuanto a la durabilidad de barrera de la barrera de tricón, se calculó la cantidad, tomando como referencia 40m/pieza, para trabajar en rocas semi-duras (según el criterio de cálculo por la Sociedad Nacional de la Industria Geológica). Para evitar rupturas de la capa superficial que pudieran producirse durante la perforación, se han seleccionado tuberías de revestimiento de obra y las herramientas para su manejo.

b) Herramientas de perforación para el Método de Circulación reversa del elevador de agua por aire

La perforadora en cuestión debe ser utilizada también para el método de circulación reversa del elevador de agua por aire. Por lo tanto, se han seleccionado los accesorios de perforación normales para el Método de circulación reversa del elevador de agua por aire requeridos para la máquina perforadora. También como las herramientas para perforación requeridas para el método, se han seleccionado tuberías vástago para inversión, tuberías de inyección para ventilación de aire, collar de perforación (varilla de peso), barrera de viento para inversión, y barrera de tricón. En el Método de Circulación reversa se ha seleccionado un diámetro de 17-1/2" para conseguir el acabado con relleno de grava con la tubería de revestimiento de 10-3/4" y 8-5/8" incorporada. El criterio para seleccionar la cantidad de barreras de tricón para inversión será el mismo que lo arriba indicado en el inciso a). En cuanto al tipo de dientes de la barrera, se utilizarán dos tipos; tipo inserto de metal y tipo dientes, a fin de aplicar en la perforación de la capa de guijarros, así como de la capa de grava/arena/arcilla. Cuando se aplica el Método de Circulación reversa, se requieren accesorios tales como pantalla de barro, bomba de arena, etc.. Por consiguiente, se han seleccionado los equipos accesorios estándar requeridos para perforación de acuerdo con el volumen estimado de agua turbia utilizable para perforación y lodo a evacuar.

(3) Compresor de aire a alta presión

En dicho método de Circulación reversa del elevador de agua por aire, se requiere un compresor de aire a alta presión para quitar el lodo producido durante la perforación.

Las especificaciones del compresor de aire adecuado para realizar la perforación de 17-1/2" de diámetro con una profundidad máxima de 200m mediante el Método de Circulación reversa del elevador de agua por aire son las siguientes teniendo en cuenta las condiciones geográficas del

área proyectada (altura máxima de 3.000m):

Volumen de aire de descarga máximo: 25-26 m³/min.

Presión de aire de descarga máximo: 24,5kg/cm² y más

El compresor será de tipo montaje sobre camión con movimiento por motor independiente, haciendo hincapié en la importancia de la movilidad como en el caso de la máquina perforadora. Se ha seleccionado el camión para montar el compresor con una potencia máxima de motor de más de 320 HP accionado con todas las ruedas (6 ruedas) del mismo tipo que el de la perforadora, teniendo en cuenta el peso y el tamaño del compresor de aire cumplan con las especificaciones arriba indicadas, particularidades geológicas del área en cuestión, facilidades en la organización, mantenimiento, y control posteriores de la entrega, etc.. Para reducir la caída de potencia que se pueda producir en el altiplano, se equipará el compensador de potencia para su uso en el terreno alto.

Este compresor también se utilizará para limpiar los pozos con el elevador de agua por aire que es indispensable en el acabado de pozos.

(4) Vehículos de apoyo

1) Camión de carga con grua de 3 toneladas

En la obra de perforación, es indispensable transportar los equipos y materiales relacionados a la perforación tales como los accesorios para perforación, materiales para pozos, acondicionador de lodo para perforación, etc. de forma eficaz y en función de la marcha de la obra de perforación. Para esto, se requiere por lo menos un camión de carga por cada máquina perforadora. Se ha seleccionado teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- a) Tendrá una capacidad mínima de 15 toneladas teniendo en cuenta el peso de los equipos y materiales para perforación así como los equipos relacionados.
- b) El camión tendrá un portador de carga de una longitud mayor a 6 m

para que se puedan transportar tuberías de 6m, incluyendo tuberías de perforación, collar de perforación, tuberías de revestimiento de acero, etc.

- c) Debe estar equipado una grúa de 3 toneladas para que se utilice en el auxilio de carga y descarga de los equipos y materiales, y en el montaje de algunos equipos de perforación.
- d) El camión seleccionado tendrá un motor con una potencia máxima de 320 HP ó más (cuando se utilice en el terreno plano), accionado con todas las ruedas(6 x 6) y estará equipado de un compensador de potencia para su uso en terreno alto a fin de reducir la caída de potencia que se pueda producir.

2) Autocamión de tanque de agua

Para suministrar el agua turbia requerida para la obra de perforación en el sitio, es indispensable un autocamión de tanque de agua por cada perforadora, el cual se ha seleccionado teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- a) Será el autocamión de alta movilidad y accionado con todas las ruedas(6 x 6) teniendo en cuenta las condiciones geográficas del área proyectada.
- b) La capacidad del tanque de agua será más de 6,000 l para que se pueda transportar de una vez el agua necesaria para preparar agua turbia para perforación hasta una profundidad de 100 m como mínimo.
- c) El motor del camión tendrá una potencia máxima de 150 HP o más y estará equipado con un compensador de potencia para su uso en terrenos altos a fin de reducir la caída de potencia que se pueda producir.

3) Camioneta

Se utilizará para transportar el personal del equipo del estudio geológico o del equipo de perforación. Serán los cargados de la exploración eléctrica y del registro eléctrico, así como de la comunicación y control del sitio. Se ha seleccionado una camioneta con

alta movilidad, accionada de cuatro ruedas, para 9 pasajeros, equipada con un motor de gasolina con especificaciones para terrenos altos.

(5) Equipos y materiales para reparación

Se han seleccionado los equipos y materiales estándar requeridos para reparación y mantenimiento ordinario incluyendo los equipos de soldar, equipos para lubricación, herramientas eléctricas, herramientas para reparar los motores diesel y el gasolina, equipos para reparar neumáticos, juego de herramientas mecánicas, etc.

(6) Tubería de revestimiento para pozos y pantalla

1) Tubería de revestimiento para pozos, tamaño 11-3/4 pulgadas

Son tuberías de revestimiento de acero para pozos en los cuales están instaladas las bombas sumergibles. Las tuberías seleccionadas son de norma API utilizada normalmente en Bolivia y están hechas de acero dulce sin costura, con acoplamiento roscado de tornillo corto, de una longitud de 6 m/pieza aproximadamente.

2) Tubería de revestimiento para pozos, tamaño 8-5/8 pulgadas

Se han seleccionado las tuberías de norma API como el caso anterior, las cuales están hechas de acero dulce sin costura, con acoplamiento roscado de tornillo corto, de una longitud de 6 m/pieza aproximadamente.

3) Tubería de revestimiento para pozos, tamaño 6-5/8 pulgadas

Se han seleccionado las tuberías de norma API como los casos anteriores, las cuales están hechas de acero dulce sin costura, con acoplamiento roscado de tornillo corto, de una longitud de 6 m/pieza aproximadamente.

4) Filtro para pozos, tamaño 11-3/4 pulgadas

Se han seleccionado las tuberías para captar el agua a instalarse en el acuífero según los resultados del registro de pozos realizado después de que se termine la perforación de los mismos. El material de los

filtros será de acero inoxidable para que se evite la deterioración que pueda ocasionarse por el calor eléctrico, etc. y se extienda en lo posible la duración de los pozos construidos. Para dicha selección, se han tenido en cuenta los siguientes puntos:

- a) La norma aplicable será la Norma API que se utiliza de forma normal en Bolivia.
- b) Para evitar que se filtren arenas finas en los pozos y el bloqueo de los filtros, así como para que sea mayor la apertura de la pantalla, esta será en forma de serpentín continuo en V.
- c) La anchura de reja será 1,0mm con una proporción de apertura del 20%.
- d) La longitud unitaria será 3m, con acoplamiento roscado con tornillo corto que pueda conectar con la tubería de pozos.

5) Filtro para pozos, tamaño 8-5/8 pulgadas

Se han seleccionado como el caso anterior, los filtros de acero inoxidable en forma serpentín continuo en V con una proporción de apertura del 20%. El ancho de reja será 1,0mm.

6) Filtro para pozos, tamaño 6-5/8 pulgadas

Se han seleccionado como el caso anterior, los filtros de acero inoxidable en forma serpentín continuo en V con una proporción de apertura del 20%. El ancho de reja será 1,0mm.

7) Acondicionador de lodo para perforación de pozos

Como acondicionador del agua turbia para perforación (agua turbia de bentonita), se utilizará CMC para mejorar la formación de tapia con el fin de elevar la viscosidad de agua turbia y reducir el deshidratado. No se fabrica en Bolivia.

5.3.9 Equipos de Exploración y Prueba

Los equipos a suministrarse son los instrumentos de exploración requeridos para ejecutar el proyecto de explotación de agua subterránea. El registro eléctrico requerido para determinar los sitios donde instalar las pantallas en la construcción de los pozos, las bombas para prueba de bombeo y así para determinar el caudal de bombeo después de la perforación de los pozos, el equipo analizador de calidad de agua, etc. Las especificaciones de cada equipo son las siguientes:

(1) Equipos de exploración física y registro para los pozos

1) Medidor de resistividad

Es un equipo importante, requerido para determinar los sitios de perforación de los pozos. Realiza la exploración de la estructura geológica por medio de la medición de resistividad del estrato por medio de corriente directa que se hace pasar artificialmente en la tierra. Se seleccionará de acuerdo con la determinación global de su adaptabilidad y operabilidad respecto al proyecto de explotación.

2) Equipo de registro eléctrico de pozos

Es un equipo importante en la construcción de pozos para identificar el estado de distribución del acuífero y medir su posición a fin de determinar la profundidad a instalar la pantalla de pozos y bombas.

Para seleccionar el equipo, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- a) Los items del registro serán resistividad, potencia espontánea y radioactividad natural.
- b) Los datos del registro podrán registrarse continuamente en gráfica del registro mediante el registrador integrado.
- c) Deberá ser manejado fácilmente sin necesidad del ajuste delicado.

(2) Equipos de prueba de pozos

1) Bomba para prueba de bombeo

Es una bomba de turbina accionada por el motor sumergible para pozos profundos que se utilizará para determinar el caudal captable (caudal de

bombeo adecuado) de los pozos una vez terminada la perforación. Se seleccionarán los siguientes tres tipos de bomba según el tamaño de la tubería de revestimiento y la capacidad de las bombas para los pozos proyectados. Se considerarán apropiados los tipos que cumplen con las siguientes especificaciones:

- a) Bomba de prueba para pozos de 6 pulgadas
Altura de descarga máxima: 80 m aproximadamente.
Caudal de bombeo: 10 l/seg. o más
Motor sumergible: 15 kw
- b) Bomba de prueba para pozos de 8 pulgadas
Altura de descarga máxima: 80 m aproximadamente.
Caudal de bombeo: 20 l/seg. o más
Motor sumergible: 30 kw
- c) Bomba de prueba para pozos de 10 pulgadas
Altura de descarga máxima: 80 m aproximadamente.
Caudal de bombeo: 60 l/seg. o más
Motor sumergible: 75 kw

2) Generador Diesel

Es el generador requerido para accionar la bomba de motor sumergible que se utilizará para la prueba de bombeo. Teniendo en cuenta que el área proyectada está situada en un terreno bastante alto, se ha seleccionado generador con una potencia de 90 KVA, 380V Y 50 Hz o más para altura de 3000m.

3) Medidor de conductividad eléctrica

Es para medir la conductividad eléctrica de agua subterránea a fin de medir y controlar la calidad de agua. Se seleccionará como medidor aquello que pueda realizar la prueba física de calidad de agua subterránea como medidor de calidad de agua, de estructura impermeable a prueba de gota, capaz de medir la conductividad eléctrica hasta 20.000 microS/cm con precisión de 5% y que utilizará como fuente eléctrica pilas pequeñas y ligeras con indicación de líquido cristal digital fácilmente

legible.

4) Indicador de nivel de agua

Es para medir el nivel de agua en la perforación de los pozos perforados. Se utilizará para comprobar el nivel de agua subterránea y medir el cambio del nivel de agua en la prueba de bombeo. Se ha seleccionado un medidor pequeño y ligero, fácilmente manejable, y capaz de medir la profundidad hasta 200 m, utilizando pilas como fuente eléctrica.

5) Analizador de calidad de agua

Es el equipo de prueba para analizar e inspeccionar adaptabilidad, etc. de agua subterránea captada de los pozos del sitio. Se ha seleccionado un equipo que puede probar los siguientes 18 puntos estipulados por WHO:

- (1) Turbidez
- (2) Cromaticidad
- (3) Sabor
- (4) Olor
- (5) Consumo de permanganato de potasio
- (6) pH
- (7) Nitrógeno de nitrito
- (8) Nitrógeno de nitrato
- (9) Nitrógeno de amoníaco
- (10) Cloro
- (11) Cromo hexavalente
- (12) Hierro total
- (13) Cobre
- (14) Zinc
- (15) Dureza total
- (16) Cloruro
- (17) Bacteria en general
- (18) Coliformes

5.3.10 Planos del Diseño Básico

1. Plano de localización de instalaciones proyectadas
2. Plano general de instalaciones de aducción de El Paso II
3. Plano de localización de bombas de impulsión de agua de El Paso II
4. Esquema alámbrico de línea simple de instalaciones eléctricas de el Paso II
5. Plano general de instalaciones de aducción del Eje Quillacollo
6. Esquema alámbrico de línea simple de instalaciones eléctricas del Eje Quillacollo
7. Plano general de instalaciones de aducción del Eje Sacaba
8. Esquema alámbrico de línea simple de instalaciones eléctricas del Eje Sacaba
9. Plano de localización de bombas de impulsión de Estación de impulsión de Coña Coña
10. Esquema alámbrico de línea simple de instalaciones eléctricas de Estación de impulsión de Coña Coña
11. Plano de localización de bombas de aducción de Estación de impulsión de Cala Cala
12. Esquema alámbrico de línea simple de instalaciones eléctricas de Estación de impulsión de Cala Cala

Los planos del Diseño Básico se adjuntarán en el final.

5.4 Plan de Ejecución del Proyecto

5.4.1 Línea de Ejecución

Respecto a la manera de ejecución, puesto que se comprobó, cuando se realizó el Estudio en las áreas proyectadas, que SEMAPA, organismo ejecutor de parte de la República de Bolivia, estará dispuesto a recibir sin problema los equipos y materiales que se suministren bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Japón, se ha decidido que la obra se ejecutara por la República de Bolivia bajo del presupuesto de SEMAPA.

Puesto que SEMAPA no tiene experiencia alguna en la construcción de pozos de forma independiente, será necesaria la transferencia técnica de perforación de pozos para que se suministren equipos y materiales bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Japón y que SEMAPA realice la construcción de pozos independientemente. También está incluido en la Solicitud de SEMAPA el envío de los técnicos para explotación de agua subterránea. Teniendo en cuenta la situación arriba mencionada, se ha decidido la línea de ejecución de este Proyecto como sigue:

(1) Perforación de pozos e Instalación de tubería de aducción

a) Régimen de perforación de pozos

SEMAPA proyecta la perforación de pozos con el sistema de dos turnos bajo el nuevo régimen. Sin embargo, puesto que no se observa su necesidad en virtud de los efectos conseguidos en el Proyecto de El Alto y los resultados de otros estudios, y que no habrá problema con el período de obra y para que se reduzca el costo de perforación, proponemos que se realice la perforación con el sistema de trabajo ordinario.

b) Instalación de equipos de bombeo

Dado que se juzga que se podrá atender suficientemente con los equipos y el personal que posee actualmente, no se hará cooperación técnica especial del Japón.

c) Técnica de perforación de pozos

La perforación de pozos se lleva a cabo en Bolivia actualmente con

los métodos de rotación y percusión y se usa también el método de circulación directa. EL número de los técnicos que tengan experiencia en perforación mediante el sistema rotatorio con circulación reversa es limitado. La maquinaria perforadora que se utilizará en este Proyecto será aplicada para el método de circulación reversa, así como para el método con sistema elevador de agua por aire. En cuanto sea resuelto el suministro de equipos y materiales por parte de Japón, SEMAPA va a contratar a aquellos técnicos capaces de utilizarla procedentes de las empresas privadas para que trabajen para SEMAPA, los cuales estarán sujetos al aprendizaje de la técnica instruida por los técnicos especialistas japoneses. Por lo tanto, en la realización de este Proyecto, se ha decidido que el suministrador de los equipos y materiales se encargará de OJT durante medio año aproximadamente, junto con la instrucción de operaciones en el momento de entrega de los mismos. SEMAPA, a su vez, deberá preparar todos los aspectos para que se pueda proceder a la ejecución de forma inmediata en función del tiempo de entrega de los equipos y materiales.

(2) Reemplazo de bombas de distribución y bombas de bombeo existentes

Los técnicos empleados por SEMAPA actualmente podrán tomar medidas para esto.

(3) Reemplazo de tableros de motor, etc. instalados en la estación de bombas

Los técnicos empleados por SEMAPA actualmente podrán tomar medidas para esto.

(4) Instalación de equipos receptores de electricidad incluyendo transformadores

Fundamentalmente, en base al contrato de mantenimiento de recepción entre una entidad suministradora de electricidad y SEMAPA, se fijará la cuota que corresponde a cada parte para su ejecución.

(5) Rehabilitación de los pozos existentes

Dentro de la transferencia técnica de perforación de pozos, los técnicos de SEMAPA la dominarán mediante OJT.

5.4.2 Situación de Construcción y Consideraciones en la Ejecución

La ciudad de Cochabamba, area proyectada, se encuentra a una altura de más de 2.500m. Por lo tanto, es necesario ejecutar la obra teniendo en cuenta que el rendimiento de los equipos y materiales relacionados a este Proyecto es el 70% aproximadamente del rendimiento conseguido en el nivel del mar. Además, en la cercanía de los sitios en los cuales se preve la explotación de pozos nuevos, se encuentran pozos poco profundos y pozos profundos construidos por los habitantes con sus propios fondos, por lo cual, será necesario que en la marcha de la construcción se vigile la influencia causada por los nuevos pozos de este Proyecto.

5.4.3. Operaciones de Diseño Ejecutivo

Las operaciones de Diseño ejecutivo que deberá realizar el Japón serán las siguientes:

- . Estudio suplementario del área
- . Establecimiento de la posición para construcción de instalaciones y ruta de tuberías(principalmente el Paso II) así como el diseño ejecutivo
- . Ajuste de los equipos y materiales a suministrarse
- . Preparación de los documentos de licitación
- . Operaciones substitutivas de la licitación
- . Preparación de los documentos de contrato
- . Supervisión en los sitios de construcción de la ejecución de obra

5.4.4 Plan de Ejecución y Supervisión

La ejecución de las obras civiles de este Proyecto se llevará a cabo por SEMAPA de forma independiente. Las obras se clasificarán en obras de construcción de los pozos nuevos, obras de construcción de plantas de bombas y obras de instalación de tuberías. Para la realización de estas obras, se tardará un año aproximadamente en la obra de construcción de pozos nuevos, lo cual constituirá un paso crítico.

El Paso II	4 pozos	1,5 meses/pozo	6,0 meses
Quillacollo	5 pozos	0,5 meses/pozo	2,5 meses

Sacaba	6 pozos	0,5 meses/pozo	2,5 meses
		Total	11,5 meses

Dado que SEMAPA carece de su propia experiencia en la construcción de pozos nuevos, se llevará a cabo la obra contando con la instrucción técnica del fabricante de la máquina perforadora y con la transferencia técnica. El período de la instrucción técnica será de 6 meses para el caso de la ejecución de dos pozos por zona.

Respecto al proyecto global de mejoramiento en el suministro de agua en Cochabamba, el Banco Mundial va a empezar la preparación del Plan maestro a partir de junio de 1991 aproximadamente bajo los préstamos del propio organismo. Por consiguiente, será necesario la coordinación entre las difentes partes.

5.4.5 Plan de Suministro de los Equipos y Materiales

Aunque la mayor parte de los equipos y materiales de construcción se puedan suministrar en Bolivia así como en los países cercanos, no se espera el suministro de los equipos de especificaciones apropiadas y ,si bien hubiera los bienes apropiados, no se podrá suministrar la cantidad requerida y no se podrá esperar la entrega oportuna. Por dichas razones, todos los equipos y materiales objeto de este Proyecto se suministrará del Japón.

5.4.6 Programa de Ejecución del Proyecto

En caso de que este Proyecto se ejecute bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Gobierno de Japón, se estima que se requerirá el período de 7 meses aproximadamente para el diseño de ejecución y operaciones de licitación, el período de 10 meses aproximadamente para fabricación y transporte de los equipos y materiales, y posteriormente el período de 12 meses aproximadamente para la obra de construcción que ejecutará la parte boliviana.

5.4.7 Costo Estimado de Ejecución de Proyecto

El costo de obra con el cual debe cargar SEMAPA se ha estimado en US\$ 677.000 aproximadamente (90 millones de yenes aproximadamente), el cual se desglosa como sigue:

Costo estimado de obra que cargará SEMAPA	en US\$
1. Instalaciones de bombeo y aducción de El Paso II (Instalación nueva)	341.200
2. Instalaciones de bombeo del Eje Quillacollo (Instalación nueva)	114.500
3. Instalaciones de bombeo del Eje Sacaba (Instalación nueva)	102.200
4. Reemplazo de bombas de pozos de Muyurina	6.900
5. Estación de impulsión de Coña Coña	10.450
6. Estación de impulsión de Cala Cala	8.300
7. Almacenes de equipos y materiales, talleres, etc.	93.000
<hr/>	
Total	676.550

CAPITULO 6 EFECTOS DE LA OBRA Y CONCLUSION

Capítulo 6 Efectos de la Obra y Conclusiones

En la ciudad de Cochabamba, debido al aumento en la demanda de agua causado por el crecimiento demográfico acelerado y además de una caída en la producción de agua causada por instalaciones desgastadas, se está disminuyendo el abastecimiento de agua para los ciudadanos. Es urgente y necesario tomar medidas globales para mejorar el abastecimiento de agua. Además, en los últimos años, se está registrando una sequía continuada causada por un clima anormal y la ciudad se encuentra ante una falta de agua potable grave, lo cual se ha convertido en un problema socio-político.

SEMAPA, que controla los servicios de agua potable de esta área, proyectó un plan a corto, mediano y largo plazo con las medidas a tomar para resolver dicha situación y solicitó al Banco Mundial la elaboración del plan maestro, así como los préstamos para su ejecución, lo cual ya se acordó y se firmó el convenio en diciembre de 1990. La obra comenzará a partir de principios del año 1991.

Sin embargo, es necesario tomar medidas urgentes contra la escasez de agua, lo cual entra en el plan a corto plazo. Por consiguiente, se puede decir que este Proyecto será la única medida para resolver dicho problema.

El volumen de agua que produce actualmente SEMAPA (conseguido en 1989) es de 440 l/seg. y el volumen medio diario de agua por persona en la zona objeto del abastecimiento de agua es actualmente de 94,3 l, siendo el abastecimiento de agua restringido. La ejecución de la construcción de 4 pozos en la zona El Paso II en este Proyecto, permitirá que se produzca un volumen adicional de 140 l/seg. y se aumente el volumen de abastecimiento 1,3 veces más del volumen actual. Asimismo, se construirán 11 pozos en los Ejes Quillacollo y Sacaba que todavía no están incluidos en el área objeto del abastecimiento de agua. Con esto se espera que permita el abastecimiento de agua a los habitantes, así como que sirva de preparación para el desarrollo del área. Además, en cuanto a la reparación de las instalaciones

existentes prevista en este Proyecto, mediante el reemplazo de las bombas desgastadas, se ahorrará el tiempo necesario para la reparación de bombas y aumentará el tiempo de operación, contribuyendo a la reducción de gastos y se facilitará el abastecimiento estable de agua potable.

Respecto al sistema de ejecución de este Proyecto, una vez suministrados los equipos y materiales por el Gobierno del Japón, la República de Bolivia ejecutará la obra independientemente con el presupuesto de SEMAPA. Pero, teniendo en cuenta que SEMAPA no ha tenido experiencia alguna en la construcción de pozos de forma independiente, que se requiere la transferencia técnica para la perforación de pozos a fin de realizar la construcción de pozos independientemente en el futuro, que ha tenido poca experiencia en aplicar maquinaria perforadora con el Método de Circulación Reversa que se aplicará en este Proyecto, y otras consideraciones, será importante establecer su propio presupuesto para la ejecución bajo la dirección técnica de parte del Japón.

La situación apurada de abastecimiento de agua a que SEMAPA ha enfrentado continuamente a partir del año 1987, se ha tomado políticamente como un tema a nivel gubernamental de la República de Bolivia, y se han hecho muchos esfuerzos para resolverlo por el Ministerio de Planificación y Cordinación, el Ministerio de Vivienda y la Comisión de contramedidas urgentes (a nivel nacional) junto con la Corporación de Desarrollo Regional de Cochabamba y SEMAPA. La ejecución de este Proyecto bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Gobierno del Japón, ayudará a establecer un régimen que permita la explotación continua estable de agua subterránea, así como a resolver el problema grave de la escasez de agua a que están enfrentando los habitantes de la ciudad de Cochabamba.

Se indica en la siguiente Tabla el balance de demanda-suministro para el año 2000 que se obtendrá cuando se realice la obra de explotación y reparación bajo el plan básico de los préstamos del Banco Mundial. Esto señala que, con la construcción de nuevas instalaciones, será posible la

captación de agua que casi equivale al volumen de demanda (efectos a conseguir estimados a partir de 1993).

año	Población beneficiada con abastecimiento de agua	Demanda(l/s)	Volumen captable(l/s)		Total
			Instalación existente	Instalación nueva	
1993	463.321	952	678	375	1.053
1995	509.256	1.097	678	510	1.188
2000	645.017	1.389	678	675	1.353

Estamos seguros que la realización de este proyecto bajo la Cooperación Financiera no-Reembolsable del Gobierno del Japón ayudará a resolver el grave problema de falta de agua ante el cual se encuentran actualmente los habitantes de la ciudad de Cochabamba, así como contribuirá a bajar el índice de enfermedades causadas por el agua con el abastecimiento estable de agua asegurada.

A fin de que se realice este Proyecto de forma efectiva y segura, proponemos la verificación y ejecución de los siguientes puntos:

- 1) Institución del departamento de explotación de agua subterránea en el Régimen de operación y aseguramiento del personal
- 2) Verificación pronta del presupuesto con la cual cargará SEMAPA e inclusión legal en el presupuesto.
- 3) En el proceso de fortalecimiento institucional (administración general, administración presupuestaria) que se ejecutará bajo los préstamos del Banco Mundial, realizar, antes de comenzar el Proyecto, el entrenamiento técnico práctico de los técnicos encargados de la explotación de agua subterránea.

APENDICE

<APENDICE>

1. Composición de la Misión de Estudio

(1) Estudio en campo

Nombre	Cargo	Permanece a:
Yutaka Hosono	Jefe de la Misión	Director Gerente del Departamento de Estudio y Diseño de la Cooperación Financiera no Reembolsable, Agencia de Cooperación Internacional del Japón(JICA)
Seiji Iki	Proyecto de agua	Sección de Rehabilitación, División de agua y circunstancia, Departamento de Higiene de vida, Ministerio de Salud Pública
Mashio Yamaha	Explotación de agua subterránea (responsable)	Kyowa Engineering Consultants Co.,Ltd.
Yoshio Shimizu	Hidrogeología/ Perforadora	"
Suenori Isayama	Proyecto de instalaciones y tuberías	"

(2) Explicación del Borrador

Nombre	Cargo	Pertenece a:
Kenichi Shishido	General	Sección 1 del Estudio de diseño básico, Departamento de Estudio y Diseño de la Cooperación Financiera no Reembolsable, Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Yoshio Shimizu	Hidrogeología/ Perforadora	Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Suenori Isayama	Proyecto de instalaciones y tuberías	"

2. Programa del Estudio

(1) Estudio en Bolivia

Día	Fecha	Contenido de trabajo
1	26/11 (lun.)	Salida de Narita, desplazamiento
2	27 (mar.)	Llegada a La Paz, Visita a Oficina JICA Explicación de resumen, Discusión sobre cronograma,
3	28 (mier.)	La Paz-Cochabamba, (Jefe de la Misión llegada a La Paz), Discusión en Oficina JICA, Visita de cortesía al Ministerio de Planificación y Coordinación y discusión
4	29 (jue.)	Cochabamba Visita de cortesía a SEMAPA y discusión, Explicación del propósito del Estudio, Discusión sobre la línea de Cooperación, Explicación del Sistema de Cooperación no-Reembolsable
5	30 (vier.)	Cochabamba Explicación de Línea Básica de la Solicitud de SEMAPA Verificación del contenido de la Solicitud, Estudio de las generalidades del área urbana
6	01/12 (sáb.)	Cochabamba (Jefe de Misión a Santa Cruz) Discusión sobre el contenido de la Solicitud, Discusión sobre las condiciones de suministro de máquina perforadora
7	02 (dom.)	Cochabamba Discusión interna de Misión, Ordenación de los datos
8	03 (lun.)	(Jefe de Misión llegada a Cochabamba) Estudio de
9	04 (mar.)	demanda de agua y balance de agua, Visita a las zonas Vinto y El Paso, Oído del contenido de los

- préstamos del Banco Mundial, Discusión sobre el contenido de Minuta, Preparación del Borrador de Minuta
- 10 05 (mier.) Cochabamba
 Coordinación de opiniones sobre Minuta con el Ministerio de Planificación y Coordinación
 Visita al Reservorio Cara Cara, etc.
- 11 06 (jue.) Cochabamba-La Paz
 Visita a las instalaciones del Proyecto de Explotación de agua subterránea en El Alto
 Firma de Minuta en el Ministerio de Planificación y Coordinación
- 12 07 (vier.) La Paz
 Explicación en la Embajada (Misión gubernamental salida de La Paz)
- 13 08 (sáb) La Paz-Cochabamba
 Desplazamiento
- 14 09 (dom.) Cochabamba
 Discusión interior de Misión, Ordenación de datos
- 15 10 (lun.) Cochabamba
 Reajuste del cronograma del estudio, Recogida de datos, Estudio de cambio de los Ejes Quillacollo y Sacaba. Oído del contenido de las operaciones y de planes futuros de SEMAPA.
- 16 11 (mar.) Discusión sobre el contenido de los equipos y materiales a suministrarse, Estudio de los pozos existentes de Coña Coña
- 17 12 (mier.) Estudio de los pozos existentes en Vinto y El Paso
 Análisis de los datos recogidos
- 18 13 (jue.) Cochabamba
 Estudio de los pozos existentes en Tikipaya y Muyurina, Visita al Reservorio San Pedro y

alcantarilla colectora de agua Chungara

19	14	(vier.)	Cochabamba Prueba de bombeo del pozo No.18 de El Paso Análisis de los datos recogidos
20	15	(sáb.)	Estudio del área de fuentes de agua superficial
21	16	(dom.)	Discusión interior de Misión
22	17	(lun.)	Discusión sobre demanda de agua estimada, posibilidad de explotación de agua subterránea, futura plan de SEMAPA, régimen de recepción y orientación de cooperación japonesa
23	18	(mar.)	Discusión sobre el contenido del proyecto de instalaciones
24	19	(mier.)	Discusión final de SEMAPA, recepción del resto de las informaciones, conferencia sobre calidad de agua
25	20	(jue.)	Cochabamba-La Paz Informe a Oficina JICA y Embajada
26	21	(vier.)	La Paz Ordenación de los datos
27	22	(sáb.)	Salida de La Paz, Desplazamiento
28	23	(dom.)	Desplazamiento
29	24	(lun.)	Desplazamiento
30	25	(mar.)	Llegada a Narita Desplazamiento

(2) Explicación del Borrador

Día	Fecha	Contenido de trabajo
1	20/3 (miér.)	Salida de Naria, Desplazamiento
2	21 (jue.)	Llegada a La Paz, Visita a la Oficina JICA y la Embajada, explicación del Resumen
3	22 (viér.)	La Paz - Cochabamba Reunión en SEMAPA, explicación del Resumen
4	23 (sáb.)	Cochabamba (Sr. Shishido a Santa Cruz) Reunión y discusión en SEMAPA
5	24 (dom.)	Cochabamba (Sr. Shishido llega a Cochabamba) Ordenación de informaciones
6	25 (lun.)	Cochabamba Explicación del Informe y Discusión
7	26 (mar.)	Cochabamba Elaboración de Minuta, Visita al sitio (Shishido sale a La Paz.)
8	27 (miér.)	Cochabamba - La Paz (Shishido firma la Minuta.) Exploración de ruta de tuberías
9	28 (jue.)	La Paz Informa a la Oficina JICA, Visita a las instalaciones de agua potable de El Alto
10	29 (viér.)	La Paz (Sr. Shishido sale de La Paz) Recogida y arreglo de informaciones
11	30 (sáb.)	Salida de La Paz Deplazamiento

12	31	(dom.)	Desplazamiento
13	1/4	(lun.)	Llegada a Narita Desplazamiento

3. Lista de los interesados en Bolivia

(1) Estudio en las áreas proyectadas

1) SEMAPA

-Ing. Roberto Prada R.	GERENTE GENERAL
-Ing. Enrique Guilarte Lujan	SUBGERENTE GENERAL
-Ing. Gustavo Méndez T.	DIRECTOR DE PLANIFICACION
-Ing. Orlando Villarroel	JEFE DIVISION DE MANTENIMIENTO
-Ing. Freddy Gety A.	JEFE DIVISION ELECTROMECHANICA
-Ing. Edgar Nuñez	GERENTE TECNICO
-Ing. Javier Pino	JEFE DIV. TRATAMIENTO
-Lic. Cecilia Anaya	JEFE DIV. PLANEAMIENTO ECONOMICO FINANCIERO

2) Ministerio de Planificación y Coordinación

-Lic. Jorge F. Quiroga R.	SUBSECRETARIO DE INVERSIONES PUBLICAS Y COOPERACION INTERNACIONAL
-Lic. Eduardo Valdivia	REPRESENTANTE MINISTERIO DE PLANEAMIENTO

3) Embajada del Japón en Bolivia

-Toshio Takahata	EMBAJADOR
-Toshimaro Oka	CONSEJERO
-Atsushi Kamishima	TERCER SECRETARIO
-Ryosuke Kuwana	TERCER SECRETARIO

4) Oficina JICA en La Paz

-Takao Okuda	DIRECTOR
-Shigeru Takagi	SUBDIRECTOR
-Ryozo Hanya	MIEMBRO

(2) Explicación del Borrador

1) SEMAPA

-Ing. Roberto Prada R.	GERENTE GENERAL
-Ing. Enrique Guilarte Lujan	SEBGERENTE GENERAL
-Ing. Gustavo Méndez T.	DIRECTOR DE PLANIFICACION
-Ing. Orlando Villarroel	JEFE DIVISION DE MANTENIMIENTO
-Ing. Freddy Gety A.	JEFE DIVISION ELECTROMECHANICA
-Ing. Edger Nuñez	GERENTE TECNICO

2) Ministerio de Planeamiento

-Lic. Jorge F. Quiroga R	SUBSECRETARIO DE INVERSIONES PUBLICAS Y COOPERACION INTERNACIONAL
-Lic. Eduardo Valdivia	REPRESENTANTE MINISTERIO DE PLANEAMIENTO

3) Embajada de Japón en Bolivia

-Toshio Takahata	EMBAJADOR
-Ryosuke Kuwana	TERCER SECRETARIO

4) Oficina de JICA de La Paz

-Takao Okuda	DIRECTOR
-Shigeru Takagi	SUBDIRECTOR
-Ryozo Hanya	MIEMBRO

4. Minuta de Discusiones

(1) Estudio en las áreas proyectadas

Minuta de Discusiones

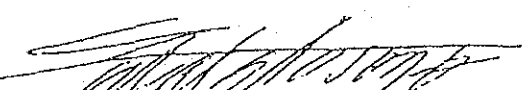
Sobre el Estudio de Diseño Básico para el
"Proyecto de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de
Agua Subterránea en el Area de Cochabamba"

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia sobre la Cooperación Financiera no Reembolsable para el "Proyecto de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de Agua Subterránea en el Area de Cochabamba" que en adelante se denominará EL PROYECTO, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), envió a Bolivia la Misión presidida por el Lic. Yutaka Hosono, Director Gerente del Departamento de Estudio y Diseño de la Cooperación Financiera no Reembolsable de JICA, desde el 25 de noviembre hasta el 25 de diciembre de 1990.

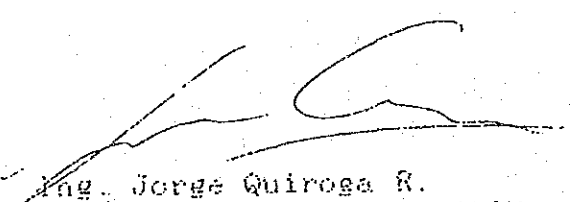
La Misión, durante su permanencia, sostuvo una serie de conversaciones con las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia y realizó investigaciones en los lugares destinados al Proyecto.

Como resultado de las conversaciones e investigaciones, ambas partes confirmaron los items principales descritos en el Documento Adjunto. La Misión continuará los trabajos y preparará el informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto.

La Paz, 6 de diciembre de 1990

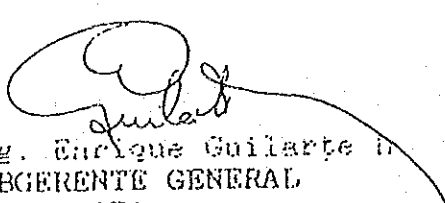


Lic. Yutaka Hosono
JEFE DE LA MISION
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL
JAPON (JICA)



Ing. Jorge Quiroga R.
SUBSECRETARIO DE INVERSION
PUBLICA Y COOPERACION
INTERNACIONAL
MINISTERIO DE PLANEAMIENTO Y
COORDINACION
GOBIERNO DE BOLIVIA

Como Testigo
Entidad Ejecutora:



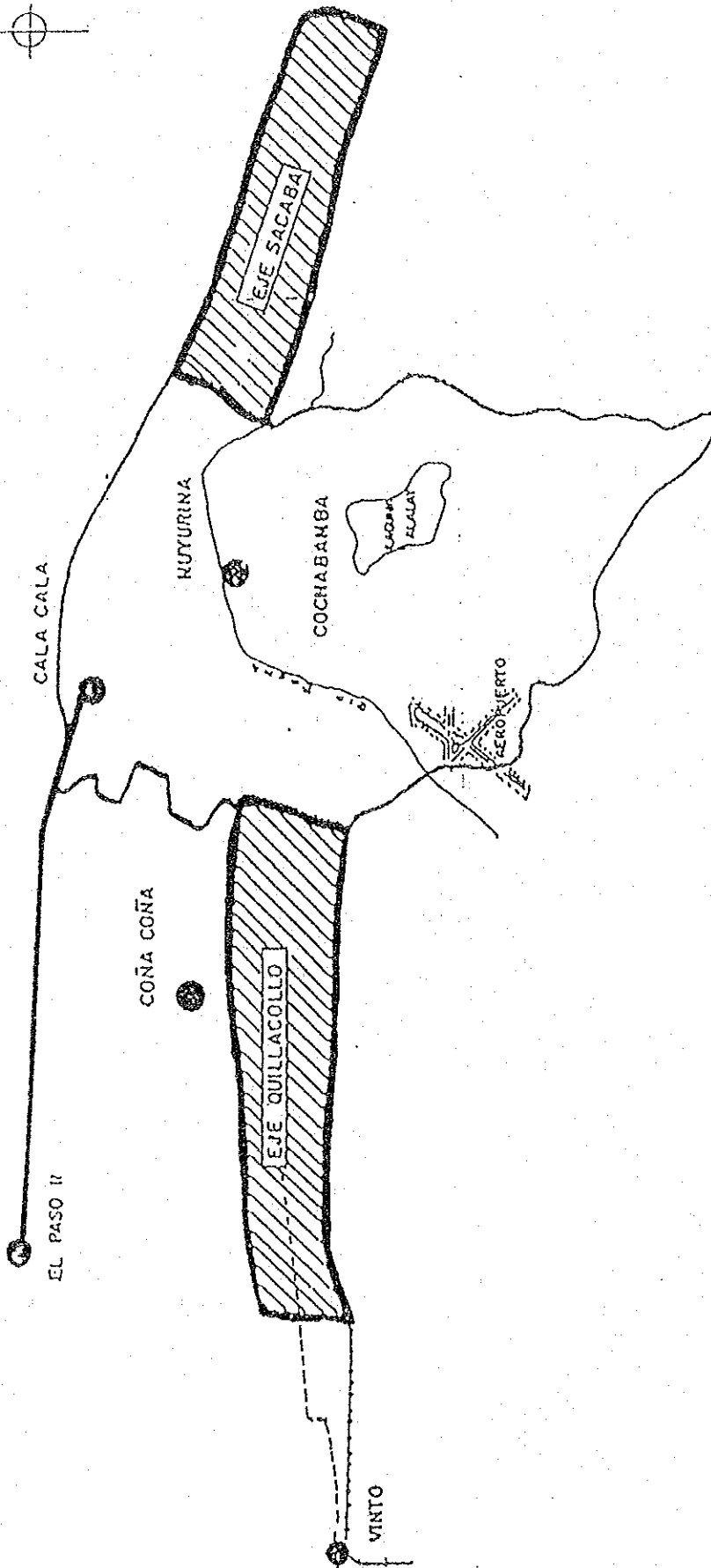
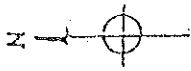
Ing. Enrique Guilarte
SUBGERENTE GENERAL
SEMAPA

DOCUMENTO ADJUNTO

1. Habiendo verificado la MISIÓN juntamente con representantes del Gobierno de Bolivia y SEMAPA la grave crisis en la provisión de agua potable por la que atraviesa la ciudad de Cochabamba, se ha establecido que el objetivo de este proyecto será, a través del desarrollo de agua subterránea y la sustitución de equipos existentes, corresponder a la necesidad urgente de agua potable, de acuerdo con la estrategia de corto y mediano plazo del Gobierno de Bolivia y SEMAPA, para lo cual se ha dado al proyecto máxima prioridad.
2. Las zonas objeto del Proyecto serán siete (7) en total, entre las cuales se encuentran los proyectos El Paso II y Ejes de Conurbación a Quillacollo y Sacaba, formulados para el desarrollo de agua subterránea, así como los campos de pozos de Vinto y Muyurina y las estaciones elevadores de Coña Coña y Cala Cala, propuestas para la sustitución de los equipos existentes. (Véase el Anexo I)
3. La organización ejecutora de este Proyecto será el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Cochabamba (SEMAPA).
4. La Misión transmitirá al Gobierno del Japón la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia indicada en el Anexo II, para que se estudie la posibilidad de realización de la misma, dentro del esquema de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.
5. El Gobierno de la República de Bolivia acepta el sistema de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón, explicado por la Misión, en el cual están comprendidas las normas de contratación del consultor, del contratista para construcción y/o provisión de equipos y de la asistencia técnica para la transferencia de tecnología en la operación y mantenimiento de los equipos de perforación.
6. El Gobierno de Bolivia y SEMAPA solicitaron a la Misión que la Transferencia de Tecnología sea realizada a través de los expertos del proveedor de los equipos. La Misión manifestó que se estudiará la solicitud de la parte Boliviana, de acuerdo con el marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón y que se decidirá adecuadamente.
7. El Gobierno de la República de Bolivia tomará las medidas necesarias indicadas en el Anexo III, en caso de que se realice este Proyecto, bajo la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.
8. El Gobierno de Bolivia, SEMAPA y la Misión analizaron los documentos presentados por SEMAPA, los cuales se detallan en el Anexo IV.

20/10
[Handwritten signature]

ANEXO I



ZONAS OBJETO DEL PROYECTO

ANEXO II

El contenido de la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia es el siguiente (se describe de acuerdo al orden de prioridad):

1. Camión equipado con perforadora de pozos de 200 metros de capacidad efectiva en diámetros de perforación de 8" a 20", incluyendo herramientas, equipos y vehículos para su operación y mantenimiento.
2. Transferencia de tecnología para la Operación y Mantenimiento de los equipos donados.
3. Tubería, filtros y equipamiento para la construcción y operación de cuatro pozos en El Paso II.
4. Tubería, filtros y equipamiento para la construcción y operación de cinco pozos en el Eje de Conurbación a Quillacollo.
5. Tubería, filtros y equipamiento para la construcción y operación de seis pozos en el Eje de Conurbación a Sacaba.
6. Bombas y accesorios para seis pozos existentes en la Muyurina.
7. Tres bombas de impulsión y accesorios para la estación existente de Coña Coña.
8. Dos bombas de impulsión y accesorios para la estación existente de Cala Cala.
9. Material de tubería de impulsión proyecto El Paso II.
10. Material para impulsión, aducción y redes de distribución Eje de Conurbación a Quillacollo.
11. Material para impulsión, aducción y redes de distribución Eje de Conurbación a Sacaba.
12. Bombas y accesorios para seis pozos existentes en Vinto.

ANEXO III

Las medidas que deberá tomar el Gobierno de la República de Bolivia son las siguientes:

1. Adquisición y preparación de terrenos necesarios para el Proyecto, incluyendo los requeridos para oficinas provisionales, sitios de obras, depósitos de materiales, etc.
2. Construcción, en tiempo adecuado, de los depósitos y talleres que permitan la protección y mantenimiento de los equipos objetos de la donación.
3. Construcción y mantenimiento de los caminos de acceso a los lugares destinados al Proyecto.
4. Suministro de servicios de electricidad, gas, teléfono, agua, etc., durante el periodo de realización del Proyecto.
5. Celebración de arreglo bancario con un banco japonés autorizado para cambio de moneda extranjera y pagos de comisiones al banco por los servicios prestados, de acuerdo con el arreglo mencionado.
6. Exención de los derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a las personas naturales y jurídicas japonesas en la República de Bolivia y al suministro de los productos y los servicios para este Proyecto.
7. Medidas rápidas en el despacho de aduanas y exención de impuestos en la República de Bolivia para los equipos y materiales que se importen para este Proyecto.
8. Otorgamiento a los ciudadanos japoneses que suministren los productos y servicios para este Proyecto, de las facilidades necesarias para su entrada y permanencia en el país receptor para la ejecución de los trabajos.
9. Realizar los trámites necesarios para este Proyecto, tales como la adquisición de permisos y licencias, de las autoridades competentes o instituciones pertinentes, para evitar el impedimento de la ejecución del Proyecto.
10. Asegurar la disponibilidad de los presupuestos necesarios para hacer funcionar y mantener eficazmente los equipos y las instalaciones adquiridas mediante la Cooperación Financiera no Reembolsable, después de que se termine el Proyecto.
11. Hacerse cargo de todos los gastos que no sean cubiertos por la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

ANEXO IV

Documentos presentados por SEMAPA para el Proyecto de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de Agua Subterránea en el Área de Cochabamba.

1. Proyectos de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de Agua Subterránea, SEMAPA.

Proyecto de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de Agua Subterránea, 1988.

Información requerida por JICA, Sr. Nakaya, Agosto 1989.

Justificación de la capacidad de perforación del equipo solicitado.

Modificaciones al Proyecto de Rehabilitación y Extensión de Fuentes de Agua Subterránea, Agosto 1989.

Justificación del equipo requerido.

Justificación del equipo requerido, información complementaria.

Lista de equipo y especificaciones.

2. Proyecto de Fortalecimiento Institucional y de Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, ENCIBRA, 1989.

Resumen Ejecutivo

Proyectos de inversión

Proyectos de desarrollo institucional

Análisis financiero de las inversiones

3. Evaluación de los Recursos de Agua y Abastecimiento en Agua Potable de la ciudad de Cochabamba, ERGM-SEURECA, Febrero 1990.

4. Investigaciones de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Cochabamba, GEOBOL, NACIONES UNIDAS, 1976.

5. Estudio de Población de la ciudad de Cochabamba, SEMAPA 1990.

6. Informe de Gestión 1989, SEMAPA.

7. Informe sobre la Explotación de Aguas Subterráneas en Quillacollo - El Paso, CORDECO, Marzo 1989.

(2) Explicación del Borrador

MINUTA DE DISCUSIONES
SOBRE EL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL
"PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE
FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA DE COCHABAMBA".

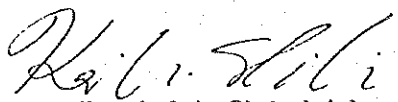
La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) envió a la República de Bolivia una Misión de Estudio de Diseño Básico, desde el día 25 de noviembre hasta el día 25 de diciembre de 1990.

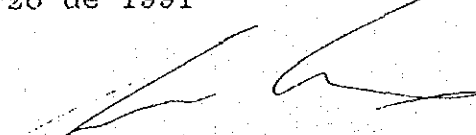
La Misión, durante su permanencia sostuvo una serie de conversaciones con las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia y realizó la investigación correspondiente en los lugares destinados al Proyecto, a partir de lo cual JICA estableció un plan de cooperación adecuado, de acuerdo a las investigaciones realizadas por la Misión y formuló un informe borrador de Diseño Básico.

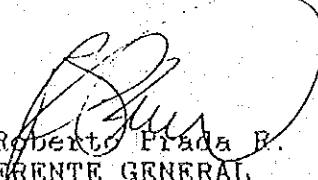
JICA envió a Bolivia otra Misión presidida por el Ing. Kenichi Shishido del Departamento de Estudio de la Cooperación Financiera no Reembolsable de JICA, desde el día 20 de marzo hasta el día 12 de abril de 1991 con el propósito de entregar el informe borrador de Diseño Básico y obtener las opiniones de las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia.

Como resultado de las conversaciones, ambas partes confirmaron los ítems descritos en el Documento Adjunto.

La Paz, 27 de marzo de 1991


Ing. Kenichi Shishido
JEFE DE MISION
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON
J I C A


Ing. Jorge Quiroga R.
SUBSECRETARIO DE INVERSION
PUBLICA Y COOPERACION
INTERNACIONAL
MINISTERIO DE PLANEAMIENTO
Y COORDINACION
GOBIERNO DE BOLIVIA


Ing. Roberto Prada R.
GERENTE GENERAL
S E M A P A
UNIDAD EJECUTORA

DOCUMENTO ADJUNTO

1. La República de Bolivia aceptó básicamente todos los ítems descritos en el informe borrador de Diseño Básico.
2. La República de Bolivia tomará las medidas necesarias indicadas en el Anexo III de la minuta firmada el 6 de diciembre 1990, en el caso de que se inicie este proyecto bajo la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.
3. La República de Bolivia, en relación a este proyecto, solicitó a la Misión que autorice la especialización de dos becarios, en el campo de perforación de pozos, etc., siempre respetando el marco del reglamento sugerido por JICA. La Misión confirmó la necesidad de la solicitud, por tanto instruyó la presentación de la solicitud oficial basada en el formulario A.2-3.
4. JICA formulará el Informe de Diseño Básico, considerando los ítems mencionados anteriormente, acordados por ambas partes, y lo presentará en el mes de junio de 1991 a la República de Bolivia.

(F.S)

VA

13

5. Lista de datos recogidos

- 1) PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE FUENTES SUBTERRANEAS DE AGUA POTABLE DE COCHABAMBA 1988
- 2) INFORMACION REQUERIDA POR JICA SR. NAKAYA AGOSTO 1989
- 3) JUSTIFICACION DE LA CAPACIDAD DE PERFORACION DEL EQUIPO SOLICITADO
- 4) MODIFICACIONES PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA AGOSTO 1989
- 5) PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA JUSTIFICACION DEL EQUIPO REQUERIDO
- 6) PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA JUSTIFICACION DEL EQUIPO REQUERIDO INFORMACION COMPLEMENTARIA
- 7) PROYECTO DE REHABILITACION Y EXTENSION DE FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA LISTA DE EQUIPO Y ESPECIFICACIONES
- 8) PROYECTO DE MEJORAMIENTO INSTITUCIONAL Y DE REHABILITACION DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
INFORME FINAL Vol. 1- Resumen ejecutivo SAMAPA
- 9) ditto INFORME FINAL Vol.2- Estudio de factibilidad
Tomo 1- Proyectos de inversión SAMAPA
- 10) ditto INFORME FINAL Vol.2- Estudio de factibilidad
Tomo 2- Proyectos de mejoramiento institucional
- 11) ditto INFORME FINAL Vol. 2- Estudio de factibilidad
Tomo 3-Análisis financiero de las inversiones
- 12) EVALUACION DE LOS RECURSOS DE AGUA Y ABASTECIMIENTO EN AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE COCHABAMBA , BOLIVIA
- 13) INVESTIGACIONES DE AGUA SUBTERRANEA EN LAS CUENCAS DE COCHABAMBA
- 14) ESTUDIO DE POBLACION DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA 1990
- 15) INFORME DE GESTION 1989
- 16) INFORME SOBRE LA EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN QUILLACOLLO-EL PASO, MARZO 1989 CORDECO
- 17) BALANCE GENERAL DE SEMAPA, 1989,1988,1989

CUADRO GENERAL POZOS DE AGUA SUBTERRANEA (1)

CAMPO: VINTO

POZOS	FECHA DE		TIEMPO	CONST-	M. S. N. M.		PROFUND. EN M.		CAMISA		FILTROS			OBSERVACIONES	
	ESTUDIO	PERFO.			DIAS	RUCTOR	SUELO	AGUA	PERFO.	ENTU.	φ	NOM.	MATER.		TIPO
V- 1	76/77	5/77	112	AQUATEC	2.534.7	2.534.7	151.0	135.5	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	49	SIN EQUIPO
V- 2	76/77	6/77	112	AQUATEC	2.536.0	2.536.0	239.0	226.4	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	55	SIN EQUIPO
V- 3	76/77	5/77	35	AQUATEC	2.531.8	2.531.8	126.6	124.5	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	51.5	SIN EQUIPO
V- 4	76/77	7/77	31	AQUATEC	2.534.4	2.534.4	228.6	91.2	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	24	SINEQUIPO
V- 5	76/77	6/77	26	AQUATEC	2.531.8	2.531.8	169.4	130.1	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	42	RESERVA
V- 6	76/77	8/77	24	AQUATEC	2.533.8	2.533.8	155.0	128.8	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	27	SIN EQUIPO
V- 7	76/77	8/77	23	AQUATEC	2.534.0	2.534.0	154.0	131.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	21	EN REPARACION
V- 8	76/77	9/77	26	AQUATEC	2.534.0	2.534.0	175.5	172.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	33	EN SERVICIO
V- 9	76/77	10/77	34	AQUATEC	2.533.4	2.533.4	106.8	105.5	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	21	EN SERVICIO
V-10	76/77	11/77	34	AQUATEC	2.535.2	2.535.2	89.0	83.5	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	17	EN SERVICIO

CAMPO: COÑA COÑA

POZOS	FECHA DE		TIEMPO	CONST-	M. S. N. M.		PROFUND. EN M.		CAMISA		FILTROS			OBSERVACIONES	
	ESTUDIO	PERFO.			DIAS	RUCTOR	SUELO	AGUA	PERFO.	ENTU.	φ	NOM.	MATER.		TIPO
C-12		1975		CORPAC	2.554.6	2.545.0	132.0	109.2	10"	ACERO	JOHNSON	ACERO	1mm	22.9	EN SERVICIO

CAMPO: EL PASO I

POZOS	FECHA DE ESTUDIO	TIEMPO DE PERFO.	CONST- RUCTOR	M. S. N. M.		PROFUND. EN M.		CAMISA		FILTROS				OBSERVACIONES	
				SUELO	AGUA	PERFO.	ENTU.	φ	NOM.	MATER.	TIPO	MATER.	ABER.		NIVEL
P-14	76	9/77	38	GEOBOL	2,598.0	2,579.0	120.0	97.0	8.10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	37 m	EN SERVICIO
P-15	76	4/77	39	GEOBOL	2,602.0	2,587.0	120.0	115.0	6.10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	42	EN SERVICIO
P-16	76	12/76	113	GEOBOL	2,605.0	2,592.0	142.0	110.0	8.10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	29	EN SERVICIO
P-17	76	/89		GEOBOL	2,585.0	2,577.0	120.0	108.0	8.10"	ACACE	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	27	EN SERVICIO
P-18	76	/89		GEOBOL	2,590.0	2,580.0	125.0	121.5	8.10"	ACERO	JOHNSON, RS	ACERO	2mm	39	EN SERVICIO
P-19	76	/89		GEOBOL	2,592.0	2,581.0	125.0	117.5	8.10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	2mm	47	EN SERVICIO

CAMPO: MUYURINA

POZOS	FECHA DE ESTUDIO	TIEMPO DE PERFO.	CONST- RUCTOR	M. S. N. M.		PROFUND. EN M.		CAMISA		FILTROS				OBSERVACIONES	
				SUELO	AGUA	PERFO.	ENTU.	φ	NOM.	MATER.	TIPO	MATER.	ABER.		NIVEL
M-1		72		AQUATEC	2,571.6	2,560.0	83.0	65.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	15.7	EN REPARACION
M-2		71		AQUATEC	2,574.5	2,558.0	85.0	58.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	10.9	EN SERVICIO
M-9		72		AQUATEC	2,569.3	2,550.0	81.0	66.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	10.3	SIN EQUIPO
M-10		72		AQUATEC	2,565.4	2,555.0	100.0	81.3	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	25.9	EN SERVICIO
M-11		72		AQUATEC	2,567.1	2,558.0	96.0	82.6	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	28.0	EN RESERVA
M-14		72		AQUATEC	2,569.7	2,559.0	102.0	90.0	10"	ACERO	ROSCOE MOSS	ACERO	1mm	24.4	EN SERVICIO

CUADRO GENERAL PRODUCCION AGUA SUBTERRANEA (2)

CAMPO: VINTO

POZOS	MOTOR ELEC. 3PH 50HZ		COLUMNA				BOMBA				PRODUCCION									
	NO.	TIPO	VOLT.	AMP.	HP	φ	NOM.	LARGO	φ	EJE	φ	DESC	ETAPA	PRES.	Q MAX.	PROFUNDO.	ESTATI.	DINAMI.	OPE. φ/s	ALTURA MANOM. m
V-1							m							(PSIG)	10.50 φ/s	m				
V-2															10.35					
V-3	VERT.		380	110	125	6"	16.9	1 1/4"	8"	13	230	21.00	20.00	SURGENTE	16.20	12.10	16.2+80.2=96.4			
V-4	VERT.		380	140	125	6"	25.1	1 1/4"	8"	13	220	28.00	28.20	SURGENTE	23.80	17.80	23.8+77.6=101.4			
V-5	VERT.		380		125	6"	24.4	1 1/4"	8"	13	270	32.00	24.40	SURGENTE	21.80	12.80	21.8+80.2=102.0			
V-6	VERT.		380	145	125	6"	16.9	1 1/4"	8"	13	245	30.00	20.00	SURGENTE	12.10	21.80	12.1+78.2=90.3			
V-7	VERT.		380	110	125	6"	16.9	1 1/4"	8"	10	240	21.00	19.50	SURGENTE	16.30	18.50	16.3+78.0=94.3			
V-8	VERT.		380	150	125	6"	11.3	1 1/4"	8"	13	200	35.00	14.40	SURGENTE	11.20	28.20	11.2+78.0=89.2			
V-9	VERT.		380	100	125	6"	16.9	1 1/4"	8"	10	230	21.00	19.50	SURGENTE	15.90	20.00	15.9+78.6=94.5			
V-10	VERT.		380	120	125	6"	16.9	1 1/4"	8"	10	240	20.00	19.50	SURGENTE	14.80	20.70	14.8+76.8=91.6			

CAMPO: COÑA COÑA

POZOS	MOTOR ELEC. 3PH 50HZ		COLUMNA				BOMBA				PRODUCCION								
	NO.	TIPO	VOLT.	AMP.	HP	φ	NOM.	LARGO	φ	EJE	φ	DESC	ETAPA	PRES.	Q MAX.	PROFUNDO.	ESTATI.	DINAMI.	OPE. φ/s
C-12	SEBM.		380	50	20	4"	42.0 m		4"	5		15.00 φ/s	42.00m	9.3	32.00	14-15	32		

CAMPO: EL PASO I

POZOS	MOTOR ELEC. 3PH 50HZ		COLUMNA				BOMBA				PRODUCCION			
	TIPO	VOLT. AMP.	HP	φ NOM.	LARGO	φ EJE	DESC	ETAPA	PRES.	Q MAX.	PROFUNDO.	ESTATI.	DINAMI.	OPE. φ/s
P-14	SERM.	380 28	30	6"	42.0 m	6"	2	2	20.00 φ/s	42.00m	18.1	36.30	16-18	36.2
P-15	SERM.	380 38	30	6"	36.0	6"	2	2	24.00	36.00	14.3	32.80	32-34	32.8
P-16	SERM.	380 40	30	6"	42.0	6"	2	2	35.00	42.00	12.7	33.10	33-35	33.1
P-17	VERT.	380 33	15	4"	24.0	3/4"	5	5	25.00	24.00	7.2	20.20	15-18	20.2
P-18	SERM.	380 41	15	4"	36.0	6"	5	5	50.00	36.00	10.1	22.30	45-50	22.3
P-19	SERM.	380 42	15	4"	36.0	6"	5	5	50.00	36.00	10.5	17.70	45-50	17.7

CAMPO: MUYURINA

POZOS	MOTOR ELEC. 3PH 50HZ		COLUMNA				BOMBA				PRODUCCION			
	TIPO	VOLT. AMP.	HP	φ NOM.	LARGO	φ EJE	DESC	ETAPA	PRES.	Q MAX.	PROFUNDO.	ESTATI.	DINAMI.	OPE. φ/s
M-1	SERM.	220 50	20	4"	42.0 m	4"	11	11		42.00m	14.5	39.10	4-6	23.0+39.1= 62.1
M-2	SERM.	220 50	20	4"	42.0	4"	11	11		42.00	16.4	41.80	4-6	20.2+41.8= 62.0
M-9											18.7	43.20	7-9	21.8+80.2= 68.2
M-10	VERT.	220 24	20	4"	41.0	3/4"	5	5		42.00	9.8	26.50	7-8	12.1+78.2= 55.7
M-11	SERM.	220 50	20	4"	42.0	4"	11	11		42.00	8.5	26.00	7-8	16.3+78.0= 53.5
M-14	SERM.	220 50	20	4"	60.0	4"	11	11		60.0	10.7	31.90	7-8	11.2+78.0= 56.9

7. Volumen explotable de Agua Subterránea

Planicie Sacaba, Cochabamba

Acurífero Balance de agua Refiérase a la información No.3 año 2000

Se ha decidido para el área en estudio a base de la Tabla indicada en la página 6 de la Información No.3

El área PLMATA-CLIZA

Superficie en cuestión

$A=1.510 \text{ km}^2$

Precipitación pluvial: aplicada la condición peor según los datos de la observación meteorológica.

	Precipitación media(r')	
r=Parte montañosa(20%) 1.100 mm/año(700 mm)	1000x0,20	700x0,20
	576m/m	516m/m
Planicie(80%) 470 mm/año (470 mm)	470x0,80	470x0,80

1) Precipitación

$A \times r' = 1.510 \text{ km}^2 \times 576 \text{ mm} = 869,76 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ($1.510 \times 516 = 779,16 \text{ Mm}^3/\text{año}$)

2) Volumen evaporado (Se ignora el volumen evaporado en la parte montañosa)

Será el 50%. (Para todas las zonas.)

$1.510 \times 80\% = 1.208 \text{ km}^2$

$1.208 \times 470 \text{ mm} \times 50\% = 283,88 \text{ Mm}^3/\text{año}$ ($1.510 \times 516 \text{ mm} \times 50\% = 389,58 \text{ Mm}^3$)

3) Caudal del Río Rocha

Citándose la Información No.3, se calculará deduciéndolo el caudal del Río Tamborada. (Se preve el mayor caudal del Río Rocha.)

1.510

$9 \text{ m}^3/\text{seg.} = 9 \times \text{-----} = 3,92 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($9 \text{ m}^3 \times 60\% = 5,4 \text{ m}^3/\text{seg.}$)

3.470

$3,92 \times 3.600 \times 24 \times 365 / 1.000 = 123,62 \text{ Mm}^3/\text{año}$

($5,4 \times 3.600 \times 24 \times 365 / 1.100 = 170,29 \text{ Mm}^3$)

4) Caudal que se utilizará para agua corriente

Se incluyen el agua superficial y agua subterránea.

645,017 habitantes x 85% x 200 l/persona/día ÷ 86.400
seg.=1.269m³/seg. Refiérase a la Información No.8.

1.269m³/seg.x3.600 seg.x24 horasx365 días=40,02Mm³/año (40,02Mm³)

5) Volumen de bombeo de riego

Superficie de la zona 15.000ha.

4.000 ha. se emplea del embalse Dama en Angostura.

La superficie proyectada será:15.000-4.000=11.000ha.

Se considera que la superficie de 15.000 ha. será excesiva, teniendo en cuenta la ampliación futura de la zona urbana.

Caudal proyectado de riego

Se ha calculado por 120 días a base de 1 l/seg./ha. (Se considera suficiente 1/3 de este volumen.)

1 l/seg./ha. x 86.400 segundos x 120 días=114,05Mm³ (114.05 Mm³)

*Balance

d =869,76 Mm³-(283,88+123,62+40,02+114,05)=308,19 Mm³

d =779,16 Mm³-(389,58+170,29+40,02+114,05)=65,22 Mm³

En el volumen de suministro de agua 1,269 m³/seg. indicado en el inciso 4) está incluido el caudal de agua subterránea que se explotará en el futuro como se sigue:

(1) El Paso II(4 pozos) 40 l/seg. x 4 = 160 l/seg.

(2) Quillacollo (5 pozos) 11 l/seg. x 5 = 55 l/seg.

(3) Sacaba (6 pozos) 5 l/seg. x 6 = 30 l/seg.

Total 245 l/seg.

245 l/seg. x 86.400 segundos x 365 días 1.000=7,73 Mm³

Otros caudales explotables

1) El Paso III

40 l x 4=160 l/seg.

160 x 86.400 x365/1.000=5,05 Mm³

2) Otras áreas cercanas

$100 \text{ pozos} \times 2 \text{ l/seg.} \times 86.400 \times 365/1,00 = 6,31 \text{ Mm}^3$

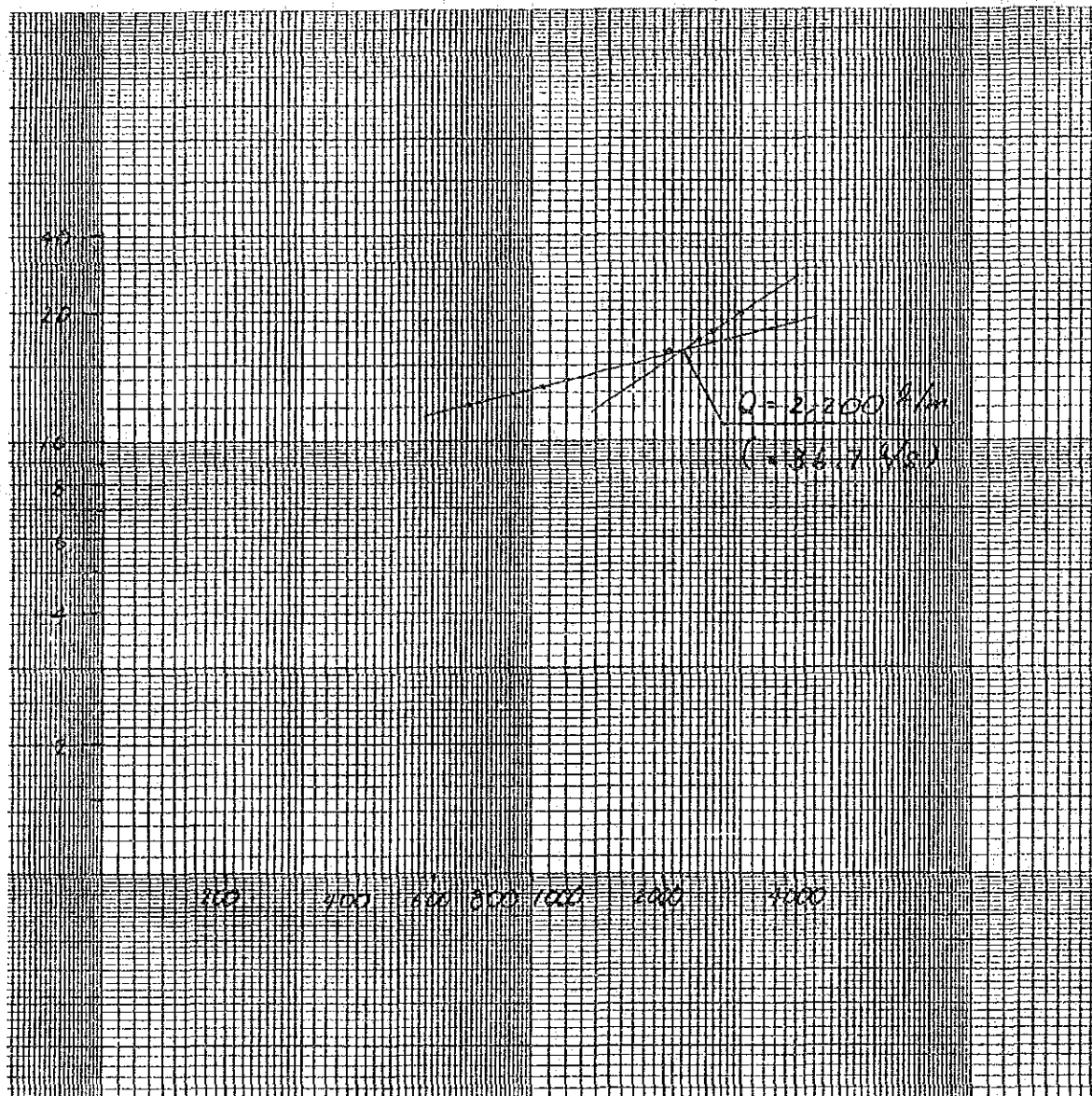
$6.310.000 \text{ m}^3 \div 365 = 17.280 \text{ m}^3/\text{día}$

Se podrá suministrar a 288.000 habitantes.

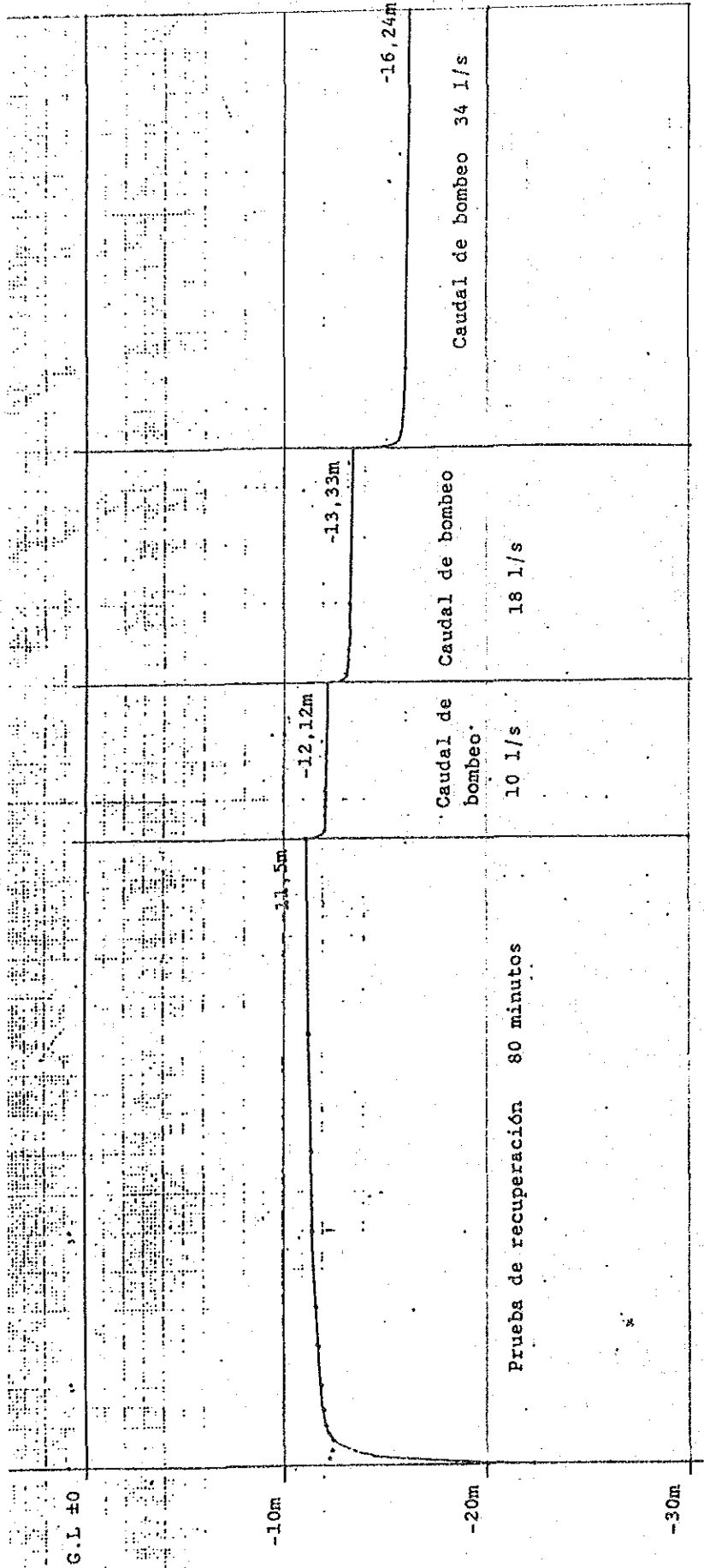
$17.280 \text{ m}^3 \div 60 \text{ l/día/persona} = 288.000 \text{ habitantes.}$

Se totaliza en 11,36 Mm³, lo cual implica que no hará ningún problema en la explotación de agua subterránea del acuífero.

8. Resultados de la prueba de bombeo



Q.L. #0				
-10m				
-20m	-17,25m	-17,99m	-19,81m	Caudal de bombeo 50 l/s
-30m				Caudal de bombeo 40 l/s
				Caudal de bombeo 43 l/s



PRUEBAS DE BOMBEO (2)

POZO NO. V18

PROPIETARIO

SEMAPA

FECHA 14.12.90

MAXIMA PRESION = 10 l/s, 18 l/s

Q (l/sec)	MINUTOS	H. (CM)	NIVEL DE AGUA	OBSERVACIONES
			11.15	S.W.L
10	1		12.03	
	2		12.09	
	3		12.05	
	4		12.08	
	5		12.09	
	6		12.11	
	7		12.14	
	8		12.09	
	9		12.09	
	10		12.10	
	13		12.10	
	18		12.11	
	20		12.12	
18	0.5		12.60	
	1		13.11	
	2		13.17	
	3		13.18	
	4		13.20	
	5		13.24	
	7		13.27	
	10		13.29	
	15		13.32	
	20		13.34	
	30		13.33	

PRUEBAS DE BOMBEO (3)

POZO NO. V18

PROPIETARIO SEMAPA

FECHA 14, 12, '90

MAXIMA PRESION = 34^l/s, 40^l/s

Q (l/sec)	MINUTOS	H (CM)	NIVEL DE AGUA	OBSERVACIONES
18	0		13.33	
34	0.5		15.39	
	1		15.60	
	2		15.68	
	3		15.77	
	4		15.77	
	5		15.80	
	6		15.85	
	8		15.88	
	10		15.89	
	15		15.93	
	20		15.96	
	25		15.98	
	30		16.20	
	80		16.26	
40	0.5		17.08	
	1		17.15	
	2		17.18	
	3		17.18	
	4		17.18	
	5		17.19	
	10		17.24	
	15		17.24	
	20		17.24	
	30		17.25	

PRUEBAS DE BOMBEO (4)

POZO NO. V18

PROPIETARIO SEMAPA

FECHA 14, 12, '90

MAXIMA PRESION = 43 l/p, 47 l/p

Q (l/sec)	MINUTOS	H (CM)	NIVEL DE AGUA	OBSERVACIONES
40	0		17.25	
43	0.5		17.88	
	1		17.96	
	2		17.92	
	3		18.02	
	4		17.99	
	5		18.01	
	7		17.99	
	10		17.99	
	15		17.99	
	30		17.99	
47	0.5		19.31	
	1		19.51	
	2		19.55	
	3		19.60	
	4		19.66	
	5		19.71	
	10		19.76	
	15		19.71	
	20		19.75	
	25		19.76	
	30		19.78	
	60		19.81	