

CAPITULO 2 CONTENIDOS DEL PROYECTO

CAPITULO 2 CONTENIDOS DEL PROYECTO

2.1 Generalidades del Proyecto

2.1.1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto

La tasa de difusión del servicio de agua en las áreas rurales de la República de Bolivia (en adelante se llamará Bolivia) se estima en que era de un 39% en el año 2000. Sin embargo, se supone que la difusión real puede ser aún más baja, considerando que existen varias comunidades rurales que se encuentran fuera de esta estadística. Asimismo, según el resultado de los estudios in situ, la situación actual es que las comunidades rurales, aunque disponen de instalaciones de suministro, básicamente no cuentan con servicio de agua en forma estable con respecto a la calidad y cantidad, debido a que no se ha adoptado una fuente que sea capaz de captar el agua de manera constante durante todo el año.

A la vista de esta situación, el Gobierno de Bolivia elaboró el Plan Nacional de Saneamiento Básico (2000 – 2010), en el cual se da la mayor importancia al mejoramiento del alcantarillado en las áreas urbanas, así como al mejoramiento de la distribución de agua y alcantarillado y de las instalaciones sanitarias en las áreas rurales. En este Proyecto se estableció la meta de incrementar la tasa de difusión del servicio de agua de las áreas rurales, desde el 39% del año 2000, hasta el 82% en el 2010, así como lograr que la tasa de aquellas comunidades rurales que no están consideradas en la estadística alcance un 50% dentro de 10 años. Asimismo, mediante este programa se pretende lograr el fortalecimiento institucional, desarrollo de comunidades regionales y mejoramiento de la calidad de servicios.

Ante esta circunstancia, el Gobierno de Bolivia elaboró, mediante el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos (MVSBS), el plan de perforar 218 pozos en un plazo de 5 años en los Departamentos de La Paz y Potosí, donde las infraestructuras del sector del servicio de agua todavía no se encontraban debidamente acondicionadas. Por consiguiente, solicitó al Gobierno del Japón su cooperación en la realización de dichas perforaciones, incluyendo la donación de los equipos y materiales necesarios para la perforación de pozos, así como la transferencia de tecnología correspondiente, como Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en las Areas Rurales, Tercera Fase (en adelante se llamará el Proyecto).

Hasta ahora, el Japón ha venido prestando asistencia continua a Bolivia para los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas en las comunidades rurales, como por ejemplo, el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en las Areas Rurales, Primera Fase (en

adelante se llamará el proyecto de primera fase), y el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en las Areas Rurales, Segunda Fase (en adelante se llamará el proyecto de segunda fase). Por lo tanto, en este Proyecto se dará importancia al establecimiento de un sistema con el cual la parte boliviana pueda continuar de manera planificada el desarrollo de aguas subterráneas y la construcción de las instalaciones de distribución de agua, aprovechando la experiencia de los proyectos anteriores de primera y segunda fase.

Para esto, especialmente el MVSB, entidad responsable del Proyecto, deberá planificar los seminarios técnicos y reuniones de intercambio de tecnología sobre el desarrollo de aguas subterráneas, así como sus técnicos deberán ser capaces de impartir los entrenamientos a los técnicos de las entidades ejecutoras, lo cual constituye una de las claves más importantes. Asimismo es necesario que las entidades ejecutoras establezcan para las municipalidades las técnicas y el sistema que permitan brindar asistencias necesarias para el acondicionamiento de las instalaciones de distribución de agua. En este sentido, el núcleo del Proyecto consistirá en la transferencia de tecnología por la parte japonesa y el desarrollo de aguas subterráneas que llevarán adelante las entidades ejecutoras de los Departamentos de La Paz y Potosí.

Por consiguiente, se establecen la meta superior y el objetivo del Proyecto como sigue:

- Meta superior: Que se mejoren la calidad de vida y condiciones sanitarias de los habitantes rurales a través de la mejora de la tasa de difusión del servicio de agua en las comunidades objeto del Proyecto.
- Objetivo del Proyecto: Que se mejore la situación de abastecimiento de agua en las comunidades objeto del plan quinquenal del desarrollo de aguas subterráneas, en cada departamento.

2.1.2 Generalidades de Proyecto

Para el logro de la meta superior y objetivo del proyecto arriba indicados, se requieren los siguientes planes de alimentación y de actividades. Asimismo, los efectos esperados son tal como se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Generalidades del Proyecto

		Parte japonesa	Parte boliviana
1) Plan de alimentación	Suministro de equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> Equipos para la construcción pozos nuevos (máquina perforadora, vehículos de apoyo, etc.) Equipos de estudio (prospección geofísica, registro eléctrico, etc.) Materiales para pozos (tubo revestimiento, filtro, etc.) Repuestos de los equipos indicados arriba 	<ul style="list-style-type: none"> Aseguramiento del terreno para el almacenamiento de los equipos y materiales donados. Empleo de los técnicos relacionados con los equipos y materiales donados (hidrogeológico, operador de máquina de perforación, técnico de servicio de agua, etc.). Aseguramiento del taller de mantenimiento y del personal de mantenimiento de los vehículos. Control y mantenimiento de los equipos y materiales suministrados.
	Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Envío del técnico hidrogeológico y del de prospección geofísica para el entrenamiento en la investigación de aguas subterráneas. Envío del técnico de perforación de pozos para los entrenamientos en las técnicas de perforación de pozos Envío del técnico de servicio de agua para el entrenamiento en la planificación de abastecimiento de agua en las comunidades rurales. Envío del técnico eléctrico y del mecánico para el entrenamiento en la instalación y mantenimiento de bomba sumergible y generador. Envío del experto en desarrollo social, encargado del entrenamiento en el desarrollo comunitario. 	<ul style="list-style-type: none"> Aseguramiento del lugar de entrenamiento. Adquisición del mobiliario y artículos de consumo necesarios para el entrenamiento. Aseguramiento del personal de coordinación del entrenamiento.
2) Plan de actividades	Adquisición de equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de exención de impuestos de los equipos y materiales. Inspección del número de equipos y materiales. Ajuste de la operabilidad de los equipos y materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> Exoneración de impuestos Registro de bienes de los equipos y materiales. Inscripción de seguro de los equipos y materiales. Transporte de los equipos y materiales a los almacenes.
	Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de textos de entrenamiento. Realización de entrenamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Convocatoria del personal de las entidades ejecutoras y preparación para su recepción
	Otros		<ul style="list-style-type: none"> Construcción de instalaciones de distribución de agua en las comunidades objetivas. Construcción de pozos con los equipos y materiales donados.
3) Efectos			<p>Los equipos y materiales donados serán controlados sin problema por las entidades ejecutoras.</p> <p>Las entidades ejecutoras podrán llevar adelante por su propia iniciativa las investigaciones de aguas subterráneas en forma armoniosa y adecuada.</p> <p>Serán construidas en el momento más oportuno las instalaciones de distribución de agua en las comunidades rurales objetivas.</p> <p>El servicio de agua será administrado en forma más honesta por el comité de agua.</p> <p>La entidad responsable podrá continuar por su propia cuenta los entrenamientos técnicos, contribuyendo a la mejora de las técnicas del personal de las entidades ejecutoras.</p>

2.2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación

2.2.1 Lineamientos sobre el Diseño

(1) Concepto del Proyecto

El Japón ha otorgado de manera continua su apoyo a Bolivia para los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas en las comunidades rurales, mediante los proyectos de primera y segunda fase. Como consecuencia de esto, se han obtenido resultados positivos en forma constante con respecto a la tasa de difusión del servicio de agua y a las técnicas para el desarrollo de aguas subterráneas. Sin embargo, a pesar del mejoramiento constante de las técnicas de perforación de pozos, se ha confirmado lo siguiente: existe falta de conocimiento sobre la evaluación de los resultados obtenidos por los estudios de campo y prospecciones geofísicas, no se están utilizando las fuentes de agua con posibilidad de captación constante de agua, debido a la falta de tecnología en el servicio de agua con respecto a la planificación de abastecimiento de agua en las comunidades rurales, no están seleccionadas comunidades aptas para el abastecimiento de agua mediante pozos profundos. Por estas razones la construcción de pozos profundos no se está llevando a cabo de forma efectiva.

Teniendo en cuenta esta situación, y considerando las asistencias anteriores prestadas por el Japón, este Proyecto se llevará a cabo en base a la modalidad de apoyo a la autonomía, en la que se prestará ayuda para *“crear un sistema capaz de implementar el desarrollo de aguas subterráneas por la propia cuenta de las entidades ejecutoras”*, incrementando más la iniciativa de la parte boliviana como propietaria. Por lo tanto, la parte japonesa, en principio, suministrará los equipos y materiales, y proporcionará el apoyo técnico mediante entrenamientos técnicos, mientras que las entidades ejecutoras de la parte boliviana realizarán la investigación de aguas subterráneas y la perforación de pozos, utilizando los equipos y materiales donados.

Por otra parte, con respecto a la construcción de las instalaciones de distribución de agua en las comunidades objetivas, la cual solicitó la parte boliviana inicialmente, no se incluirá en el Proyecto, ya que también en las comunidades rurales que fueron objeto de los proyectos anteriores de primera y segunda fase se llevó a cabo dicha construcción mediante FPS (Fondo de Inversión Productivo y Social). Por lo tanto, el contenido del Proyecto de la parte japonesa se divide en el suministro de equipos y materiales, y el apoyo técnico mediante entrenamientos técnicos, y se determina de acuerdo con los siguientes lineamientos básicos:

(2) Lineamiento Básico para el suministro de Equipos y Materiales

El Departamento de Potosí, en su solicitud, pidió 2 unidades de cada equipo de perforación de pozos y de cada equipo de prospección geofísica. Sin embargo, existe preocupación por los gastos de control y mantenimiento de dichos equipos y por el aseguramiento de más capacidad técnica al respecto. Además, en el proyecto anterior de primera fase no se obligó a terminar forzosamente la perforación de todos los pozos previstos durante el período de 5 años y, por otra parte, se estima que con una unidad de cada una de dichos equipos podría terminarse el plan de perforación en unos 7 años, aproximadamente. Por todas estas razones, en cuanto a la máquina de perforación y otros equipos relacionados, se suministrará una unidad por equipo.

En cuanto a los equipos para la construcción de los pozos, serán del tipo y cantidad necesarios para la ejecución del Proyecto de 5 años, mientras que el alcance de la cooperación con respecto a los materiales para los pozos, tales como tubo de revestimiento y filtro, cubrirá del primer al tercer año. Asimismo, las bombas sumergibles y los equipos relacionados tendrán la cantidad equivalente al número de las comunidades objeto del primer año. Por lo tanto, la parte boliviana adquirirá de manera autosuficiente las bombas sumergibles a partir del segundo año, y los tubos de revestimiento, repuestos, etc., a partir del cuarto año. Tanto la especificación como la cantidad de los equipos y materiales se determinan de acuerdo con los siguientes lineamientos:

Tabla 2.2 Lineamientos Básicos para la Selección de Equipos y Materiales

Condición	Lineamiento Básico
Condiciones naturales	<ul style="list-style-type: none">• Las áreas objetivas están situadas a 3.900 metros de altura sobre el nivel del mar, razón por la cual los equipos, como motores, bombas, etc., sufren la reducción de su rendimiento de un 30 a 40%. Por lo tanto, los equipos deberán seleccionarse debidamente teniendo en cuenta dicha reducción en los lugares altos.• En los acuíferos de las áreas objetivas se incluyen también aguas de fisura. Para confirmar estas aguas normalmente se requieren varias pruebas. Por lo tanto, se adoptará en el Proyecto el método de estudio horizontal practicado en los estudios de diseño básico, a fin de lograr la detección de aguas subterráneas con alto porcentaje de acierto.• La geología de las áreas objetivas es muy variable, encontrándose arcilla, grava y rocas en grandes extensiones. En cuanto a la topografía, existen pendientes montañosas y llanuras de Altiplano. Debe prestarse la mayor atención a estas características al seleccionar las máquinas de perforación y vehículos de apoyo, para que no haya problemas durante la ejecución de las obras.• Las áreas objetivas comprenden terrenos de las pendientes montañosas hasta las llanuras de Altiplano. Por lo tanto, se seleccionará el lugar óptimo para el pozo profundo, teniendo en cuenta el estado de todas las instalaciones de servicio de agua.

Condiciones sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Según las normas del diseño de las instalaciones del servicio de agua en Bolivia, el abastecimiento de agua en las comunidades rurales se debe hacer igualmente en base a la distribución a cada domicilio. También en los proyectos anteriores de primera y segunda fase se adoptó esta distribución domiciliaria. Por lo tanto, en este Proyecto, se calculará la demanda de agua también en base a esta distribución domiciliar, para determinar las especificaciones de las bombas sumergibles y generadores diesel, etc. a ser donados.
Control y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Es difícil asegurar los mecánicos y electricistas en las áreas objetivas. Por lo tanto, con el objeto de facilitar el trabajo de mantenimiento, se debe evitar en lo posible un sistema de agua que requiera gran cantidad de equipos motrices.
Situación actual de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> • En este Proyecto la parte japonesa prestará su colaboración desde el primer hasta el tercer año del plan quinquenal elaborado por el Gobierno de Bolivia, y a partir de entonces la parte boliviana realizará el suministro de los materiales con sus propios recursos. Por lo tanto, es deseable adoptar las normas bolivianas para los diferentes materiales. Como ejemplos concretos, se puede citar los materiales de construcción de pozos, tales como tubos de revestimiento, filtros, etc. • Con respecto a la bentonita, actualmente existe sólo un fabricante de este producto en Bolivia, siendo inestable la cantidad de fabricación para el consumo doméstico. Por lo tanto, es necesario que el suministro de este producto esté dentro del alcance de la cooperación japonesa durante el primer año del plan quinquenal.

(3) Lineamiento Básico para el Apoyo Técnico

El objeto de el apoyo técnico debe orientarse a que las entidades ejecutoras puedan realizar por su propia cuenta el desarrollo de aguas subterráneas, y además puedan colaborar con las municipalidades en la solicitud de la construcción de las instalaciones de distribución de agua, así como puedan prestar apoyo a las comunidades rurales objetivas para el control y mantenimiento del sistema de agua y para las diferentes actividades de los desarrollos comunitarios. Al mismo tiempo, debe considerarse que la parte boliviana pueda continuar los entrenamientos por su propia iniciativa, aun después de finalizar el Proyecto. A continuación en la tabla 2.3, se describen los lineamientos básicos de este apoyo técnico.

Tabla 2.3 Lineamientos Básicos para el Apoyo Técnico

Condición	Lineamiento Básico
Destinatario y método	<ul style="list-style-type: none"> • En principio, los entrenamientos estarán destinados al personal operativo de las entidades ejecutoras de los Departamentos de La Paz y Potosí. Sin embargo, con el objeto de que los entrenamientos sirvan también para crear futuros entrenadores, se promoverá la participación del personal operativo de los proyectos anteriores de primera y segunda fase, por estar calificados como posibles entrenadores futuros. Asimismo, se propone la participación de los técnicos de la entidad responsable como entrenadores en estos entrenamientos. • Los entrenamientos se realizarán, en principio, en un único grupo, convocando a todos los interesados. • Los entrenamientos se dividirán, en principio, en los de primera etapa, que se impartirán mediante lecturas, y en los de segunda etapa, que se llevarán a cabo al

	estilo OJT (entrenamiento mediante los trabajos in situ).
Técnicas para la investigación de aguas subterráneas y perforación de pozos	<ul style="list-style-type: none"> • Los textos de entrenamiento de primera etapa serán elaborados, en principio, poniendo énfasis en las técnicas de que carecen más las entidades ejecutoras, y que fueron confirmadas durante el Estudio de Diseño Básico. • Los textos deben ser suficientemente aprovechables en el futuro, por lo que se elaborarán en coordinación con el personal contraparte de la entidad responsable.
Plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán entrenamientos en el diseño y construcción del sistema de suministro de agua en las comunidades rurales que aprovechan las aguas subterráneas como fuente de agua.
Eléctrico y mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizarán entrenamientos en los conocimientos básicos eléctricos y mecánicos, así como en saber las causas de avería de la bomba sumergible y las medidas a tomar.
Desarrollo comunitario	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha confirmado que hay personal que recibió los entrenamientos de PROSABAR en las entidades ejecutoras de los proyectos anteriores de primera y segunda fase, e incluso de la tercera fase. Por lo tanto, se aprovecharán los métodos existentes de entrenamientos en forma eficiente. • Según los estudios in situ en las áreas objetivas, los ONGs y otras organizaciones internacionales tienen elaborados sus propios materiales de enseñanza para las actividades de educación sanitaria, sin embargo, se ha confirmado que no hay unificación entre estos materiales. En este Proyecto no se elaborarán materiales nuevos para evitar la repetición, sino que se prestará apoyo para unificar los materiales ya existentes.

2.2.2 Plan Básico para las Comunidades Rurales Objetivas

(1) Selección de Comunidades Rurales Objetivas

Desde el año 1999, momento en que se elaboró la solicitud inicial, en algunas de las comunidades rurales objeto del Plan Quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas elaborado por la parte boliviana, se construyó el sistema de servicio de agua. Por lo tanto, se pidió a la parte boliviana la revisión de las comunidades objetivas incluidas en dicho plan, eliminando aquellas que ya cuentan con el sistema de servicio de agua, o tienen prevista su construcción en un futuro cercano, o bien muestran una clara dificultad en desarrollar aguas subterráneas desde el punto de vista hidrogeológico, y adicionando las comunidades que presentan alta necesidad de dicho sistema.

Tras esta revisión, la parte boliviana propuso un total de 184 comunidades rurales, 73 y 111 comunidades de los Departamentos de La Paz y Potosí, respectivamente, para incluir en el nuevo plan quinquenal de desarrollo de aguas subterráneas. En base a esta propuesta,

se llevó a cabo una selección previa entre las comunidades incluidas en el primer año, a fin de reducir las comunidades donde realizar la primera y segunda selección. Para dichas selecciones se realizaron la prospección geofísica, análisis de la calidad del agua y estudio sobre la situación social, y de esta forma quedaron seleccionadas las comunidades que serían objeto del apoyo técnico por la parte japonesa en el primer año.

A continuación, se describe cada una de las selecciones de comunidades rurales.

1) Selección Previa

72 comunidades (28 en el sur del Departamento de La Paz y 44 en el Departamento de Potosí), de entre las 184 comunidades objetivas de dichos departamentos, eran objeto de ejecución para el primer año. Posteriormente, en estas 72 comunidades se realizaron estudios de campo a grosso modo, y se eliminaron las comunidades que presentaban dificultad de desarrollo de aguas subterráneas desde el punto de vista hidrogeológico, y otras que ya contaban con el suministro estable de agua. Como consecuencia de esto, fueron seleccionadas 56 comunidades donde se iba a realizar la primera selección: 22 en el sur del Departamento de La Paz y 34 en el Departamento de Potosí, tal como indican las tablas 2.4 y 2.5.

Comunidades Rurales Objeto de la Solicitud (en el momento de 1999)

Ítems	Condiciones para la revisión	Resultado
Revisiones de comunidades rurales objeto	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmación de la existencia o no del sistema de agua en las comunidades objetivas. - Confirmación del grado de dificultad en el desarrollo de aguas subterráneas en las comunidades objetivas mediante las cartas topográficas. 	Sur del Departamento de La Paz: 73 comunidades Departamento de Potosí: 111 comunidades
Selección previa (Reducción a partir de las 73 y 111 comunidades objeto del Sur del Depto. de La Paz y el de Potosí, respectivamente, para el primer año)	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmación de la posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas en las comunidades objetivas mediante los estudios in situ. - Confirmación del estado de suministro del agua de uso doméstico en las comunidades objetivas. 	Sur del Departamento de La Paz: 22 comunidades Departamento de Potosí: 34 comunidades
Primera selección (Reducción a partir de las 22 y 34 comunidades objeto del primer año, del Sur del Depto. de La Paz y el de Potosí, respectivamente.)	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de acceso a las comunidades objetivas. - Prospección geofísica en las comunidades objetivas. - Análisis de la calidad del agua en las comunidades objetivas. - Estudio sobre la situación social en las comunidades objetivas. - Previsión del plan de construcción del sistema de agua en las comunidades objetivas. - Efectos benéficos en las comunidades objetivas. 	Sur del Departamento de La Paz: 10 comunidades Departamento de Potosí: 17 comunidades
Segunda selección (Reducción a partir de las 10 y 17 comunidades objeto del Sur del Depto. de La Paz y el de Potosí, respectivamente, para seleccionar comunidades objeto del apoyo técnico de la parte japonesa)	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmación mediante los resultados de estudios sobre la situación social 	Sur del Departamento de La Paz: 5 comunidades Departamento de Potosí: 5 comunidades

Comunidades Rurales Finales Objetivas del Plan Quinquenal

Figura 2.1 Proceso de la Selección de las Comunidades Rurales Objetivas

Tabla 2.4 Selección Previa en el Sur del Departamento de La Paz

No.	Provincia	Comunidad	Población (habitantes)	Comunidades rurales previstas para la primera selección	
Comunidades de solicitud (inicio del Estudio de Diseño Básico)	1	Aroma	Colquencha	2.000	
	2	Aroma	Caluyo	850	
	3	Aroma	Collana	600	
	4	Aroma	Machacamarcha	1.049	
	5	Aroma	Jara Kollo	316	
	6	Aroma	Mantecani	600	
	7	Aroma	Jockopampa	290	
	8	Aroma	Villa Patarani	1.024	
	9	Aroma	Cauchi Titiri	631	
	10	Aroma	Huana Collo	400	
	11	Aroma	Konani	550	
	12	Aroma	Vilaque	500	
	13	Pacajes	Villa Anta	625	
	14	Pacajes	Acero Marca II	250	
	15	Pacajes	Huajruma	300	
	16	Pacajes	Muro Pilar	1.000	
	17	Pacajes	Santiago de Callapa	300	
	18	Pacajes	Canuta	500	
					Subtotal: 18 comunidades rurales
Comunidades de solicitud adicional	19	Aroma	Chocorosi	350	
	20	Aroma	Choritotora	600	
	21	Aroma	Chusicani	500	
	22	Aroma	Zona Esperanza	600	
	23	Pacajes	Zona Litoral		
	24	Pacajes	Cala Cala		
	25	Aroma	Lahuachaca		
	26	Aroma	Quilcoma		
	27	Aroma	Jiscacollo		
	28	Aroma	Patarani		
					Subtotal: 4 comunidades rurales
Total					22 comunidades rurales

Nota La marca quiere decir la comunidad rural en que no se ha realizado el estudio demográfico.

Tabla 2.5 Selección Previa en el Departamento de Potosí

No.	Provincia	Comunidad	Población (habitantes)	Comunidades rurales previstas para la primera selección
Comunidades de solicitud (inicio del Estudio de Diseño Básico)	1	Saavedra	Pacasi	489
	2	Saavedra	Quivincha	405
	3	Saavedra	Ckonapaya	240
	4	Saavedra	Chinoli	310
	5	Saavedra	Ckochas	205
	6	Saavedra	Villa el Carmen	337
	7	Saavedra	Buey Tambo	840
	8	Saavedra	Sijllani	354
	9	Saavedra	Pampa Soico	260
	10	Saavedra	Millares	272
	11	J.M.Linares	Cantuyo	240
	12	J.M.Linares	Peca Taya	188
	13	J.M.Linares	Ockoruro	144
	14	J.M.Linares	Huycaya	139
	15	J.M.Linares	Sepulturas	319
	16	J.M.Linares	La Lava	370
	17	J.M.Linares	Tres Cruces	485
	18	J.M.Linares	Belen	295
	19	J.M.Linares	Killpiza	280
	20	J.M.Linares	Huycaya	200
	21	J.M.Linares	Vilcuyo	123
	22	J.M.Linares	Tomola	706
	23	J.M.Linares	Kala-Kala	500
	24	J.M.Linares	Chilicani	495
	25	J.M.Linares	Inchasi	300
	26	A. Quijarro	Tomave	354
	27	A. Quijarro	Vizigsa	178
	28	A. Quijarro	Pelca	180
	29	A. Quijarro	Petacaya	250
	30	A. Quijarro	Ventilla	210
				Subtotal: 30 comunidades rurales
Comunidades de solicitud adicional	31	Saavedra	Molle Huayco	255
	32	J.M.Linares	Kepallo	1.600
	33	J.M.Linares	Suquicha	780
	34	J.M.Linares	Suquicha 1	780
	35	J.M.Linares	Don Diggo	
	36	J.M.Linares	Chiotori	
	37	J.M.Linares	Conta Loyo	
	38	J.M.Linares	Jinchapolo	
	39	J.M.Linares	Pignosi	
	40	J.M.Linares	Chiguioyo	
	41	J.M.Linares	Tioquichis	
	42	J.M.Linares	Pocoja	
	43	J.M.Linares	Charda	
	44	J.M.Linares	Chuquicayara	
				Subtotal: 4 comunidades rurales
Total				34 comunidades rurales

Nota 1) La marca quiere decir la comunidad rural en que no se ha realizado el estudio demográfico.

Nota 2) La marca 1 Suquicha se divide en 2 distritos administrativos, por lo que se repite el mismo nombre.

2) Primera Selección

A partir de las 56 comunidades arriba indicadas, fueron seleccionadas 13 comunidades en el sur del Departamento de La Paz y 20 en el Departamento de Potosí como comunidades objeto del primer año, en base a los siguientes criterios: estado de acceso a las comunidades existencia del sistema de agua o de un proyecto de construcción del mismo efectos benéficos desde el punto de vista de la concentración o dispersión de la población. Posteriormente, en la totalidad de estas 33 comunidades se realizaron la prospección geofísica, análisis de la calidad del agua y estudio sobre la situación social, a fin de reducir aún más las comunidades objeto del primer año.

A través de la prospección geofísica y el análisis de la calidad del agua, se confirmó la posibilidad de aguas salinas y la influencia de aguas residuales procedentes de las minas en algunas comunidades. Estas comunidades, aunque con una demanda de agua muy alta, se pasaron a la lista de ejecución del segundo año, puesto que no se podía asegurar la existencia de otras fuentes de agua dentro del tiempo previsto para el Estudio de Diseño Básico. Por consiguiente, como comunidades objeto del primer año, quedaron 10 en el Departamento de La Paz, y 17 en el Departamento de Potosí. A continuación, se muestra el resultado de cada uno de los estudios realizados.

Posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas según el resultado de la prospección geofísica.

En el sur del Departamento de La Paz se puede esperar que los sedimentos del río o del abanico aluvial del Cuaternario, distribuidos en el Altiplano o en la parte baja de los valles montañosos, sean acuíferos. Estos sedimentos están formados principalmente por estratos de arena o de grava, y se supone que se trata del paso de un antiguo río el lugar donde se encuentra la capa de grava de mayor espesor. La profundidad media de perforación se estima entre 30 y 120m, siendo muy variable según los lugares. Por lo tanto, para determinar el punto de perforación es muy importante confirmar previamente el paso del antiguo río mediante estudios horizontales, a fin de mejorar la precisión.

Asimismo, las rocas de base del sur del Departamento de La Paz son estratos de arenisca o esquisto del Paleozoico, por lo que no se puede esperar que sean acuíferos. Sin embargo, en las zonas de erosión o de grietas del estrato de arenisca es posible encontrar aguas subterráneas, aunque en cantidad muy pequeña. Por otra parte, se confirmó que en algunas áreas las aguas subterráneas eran salinas, por lo que el desarrollo de aguas subterráneas debe ser realizado exceptuando dichas áreas.

En el Departamento de Potosí, al igual que en el sur del Departamento de La Paz, los lugares objeto de desarrollo de aguas subterráneas serán el estrato de grava correspondiente a la capa de sedimentos de río o de abanico aluvial del Cuaternario, así como las zonas de erosión o de grietas en la batolita. La profundidad media de perforación será de entre 30 y 120m, aproximadamente, la misma que la del sur del Departamento de La Paz. Geológicamente hablando, en las áreas del oeste de este departamento se encuentran distribuidas rocas ígneas del Terciario, las cuales tienen posibilidad de contener aguas subterráneas. Sin embargo, en dichas áreas la precipitación anual es sumamente pequeña, siendo posible que las aguas sean salinas, y además, las rocas de base son mayoritariamente rocas sedimentarias (alternación de estratos de arenisca y pizarra) del Mesozoico o del Paleozoico, razón por la cual no son aptas para el desarrollo de aguas subterráneas.

En las tablas 2.6 y 2.7 se muestran la posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas y la estimación de la profundidad de los pozos.

Tabla 2.6 Posibilidad de Desarrollo de Agua subterránea y Profundidad Estimada de Pozo en Comunidades Objeto en el Sur del Departamento de La Paz

No.	Provincia	Comunidad	Altura (m)	Situación		Arriba : Suelo superficial Bajo : Basamento	Acuíferos principales	Posibilidad de desarrollo de agua subterránea	Profundidad estimada de pozo(m)	Prospección eléctrica		Observación
				Latitud sur	Longitud oeste					Estudio vertical	Estudio horizontal	
1	Aroma	Colquencha	3.920	16°55'34"	68°14'47"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario	Arena, grava	B	80 ~ 100	O		Se necesita confirmar cóncavo y convexo de la capa de grava.
2	Aroma	Caluyo	3.980	16°47'15"	68°08'02"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava Zona de grietas del estrato de arenisca	B	100~120	O	O	La capa de grava es pequeña. Se espera el agua en la capa de grietas de arenisca.
3	Aroma	Mantecani	3.800	17°09'18"	67°56'38"	Sedimentos de río, lago y pantano del Cuaternario Estrato del Terciario (Alternación de estratos de margas -limolita y arcilla-)	Arena, grava	A	80~100	O		Existe posibilidad de haber sido un lago. Se supone que la grava se encuentra por su debajo.
4	Aroma	Jockopampa	3.780	17°13'22"	67°56'03"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario Estrato del Terciario (Alternación de estratos de margas -limolita y arcilla-)	Arena, grava	A	100~120	O		Se supone que las rocas básicas forman capa impermeable.
5	Aroma	Caucho Titití	3.740	17°18'39"	67°51'32"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B	100~120	O	O	
6	Aroma	Vilaque	3.760	17°21'01"	67°29'24"	Sedimentos del río del Cuaternario Sedimentos del río del Cuaternario	Arena, grava	A	60~80	O	O	
7	Pacajes	Villa Anta	3.830	16°54'25"	68°42'33"	Estrato del Terciario (Alternación de estratos de margas -limolita y arcilla-)	Arena, grava	C		O	O	Existe posibilidad de aguas salinas.
8	Pacajes	Huajiruma	3.810	17°34'31"	68°23'20"	Sedimentos del río del Cuaternario	Arena, grava	B	80~100	O		
9	Pacajes	Santiago de Callapa	3.750	17°28'45"	68°21'07"	Sedimentos del río del Cuaternario	Arena, grava Erosión del estrato de arenisca	C		O	O	Existe posibilidad de aguas salinas.
10	Pacajes	Canua	3.810	17°25'16"	68°28'32"	Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Erosión del estrato de arenisca	B	80~100	O		Existe posibilidad de aguas salinas.
11	Aroma	Chocorosi	4.110	16°45'40"	68°04'41"	Sedimentos de río, lago y pantano del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y margas)	Arena, grava Zona de grietas del estrato de arenisca	B	100~120	O		Es posible que haya sedimentos de lago.
12	Aroma	Chusticani	3.910	17°15'38"	68°4'28"	Sedimentos del río del Cuaternario	Arena, grava	A	40~50	O		Se necesita confirmar cóncavo y convexo de la capa de grava.
13	Aroma	Zona Esperanza	3.750	17°14'0"	67°55'14"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B		O		Se necesita confirmar cóncavo y convexo de la capa de grava.

Nota) Posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas: "A" Alta posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas, "B" Posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas a pesar de la limitación de lugares. "C" Baja posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas, o posibilidad de aguas salinas.

Tabla 2.7 Posibilidad de Desarrollo de Agua Subterránea y Profundidad Estimada de Pozo en Comunidades Objeto en el Sur del Departamento de Potosí

No.	Provincia	Comunidad	Altura (m)	Situación		Arriba : Suelo superficial Bajo : Basamento	Acuíferos principales	Posibilidad de desarrollo de agua subterránea	Profundidad estimada de pozo(m)	Prospección eléctrica		Observación
				Latitud sur	Longitud oeste					Estudio vertical	Estudio horizontal	
1	Saavedra	Quivincha	3.260	19°32'47"	65°22'34"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	60~80	O	—	Hay sistema de agua. Se apunta sólo la parte baja de la comunidad.
2	Saavedra	Okonapaya	3.160	19°35'53"	65°24'22"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B	40~50	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
3	Saavedra	Chinoli	3.230	19°38'25"	65°22'42"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario, andesita	Zona de grietas del estrato de andesitas	B	—	O	—	Se busca el agua en la zona de grietas. Se necesita estudio geológico en detalle.
4	Saavedra	Ckochas	3.330	19°38'15"	65°16'39"	Sedimentos producidos por inundaciones del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava Zona de grietas del estrato de arenisca	B	—	O	O	Se busca el agua en la zona de grietas.
5	Saavedra	Villa el Carmen	3.250	19°35'25"	65°19'04"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B	40~50	O	—	Hay sistema de agua. La calidad de agua es mala.
6	Saavedra	Buey Tambo	3.260	19°34'16"	65°19'29"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B	80~100	O	O	Es difícil la determinación del punto de perforación debido a mala condición geológica.
7	Saavedra	Sijllani	3.280	19°37'22"	65°20'47"	Sedimentos producidos por inundaciones del Cuaternario Andesita + Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava Zona de grietas del estrato de andesitas	B	—	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
8	Saavedra	Pampa Soico	2.340	19°26'35"	65°11'45"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	40~50	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
9	J.M.Linares	Huaycaya	3.570	19°52'04"	65°36'59"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	80~100	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
10	J.M.Linares	Sepuluras	3.560	19°51'40"	65°35'51"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	60~80	O	O	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
11	J.M.Linares	La Lava	3.480	19°53'42"	65°38'20"	Sedimentos del abanico aluvial del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	100~120	O	—	Se apunta el agua de capas profundas.

No.	Provincia	Comunidad	Altura (m)	Situación		Arriba : Suelo superficial Bajo : Basamento	Acuíferos principales	Posibilidad de desarrollo de agua subterránea	Profundidad de estimada de pozo(m)	Prospección eléctrica		Observación
				Latitud sur	Longitud oeste					Estudio vertical	Estudio horizontal	
12	J.M.Linares	Killpiza	3.330	19°50'34"	65°30'27"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	40~50	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.
13	J.M.Linares	Vicuyo	3.310	19°49'39"	65°30'33"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	40~50	O	O	No hay sistema.
14	A. Quijaro	Vizgsa	3.430	19°59'21"	66°11'03"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	40~50	O	—	
15	A. Quijaro	Pelca	3.410	20°02'42"	66°10'10"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava Zona de grietas del estrato de arenisca	B	40~50	O	—	
16	A. Quijaro	Pekhataya	3.330	20°02'27"	66°08'40"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	B	40~50	O	—	
17	J.M.Linares	Palomar	3.030	19°39'18"	65°24'50"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	60~80	O	—	
18	Saavedra	Molle Huayco	3.260	19°33'47"	65°18'34"	Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Zona de grietas del estrato de arenisca	B	100~120	O	O	No hay sistema. Falta constante de agua.
19	J.M.Linares	Kepallo	3.690	19°54'25"	65°18'40"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (estrato de arenisca)	Arena, grava	A	60~80	O	—	No hay sistema.
20	J.M.Linares	Suquicha	3.020	19°49'42"	65°17'20"	Sedimentos de cauce del Cuaternario Estratos del Paleozoico (alternación de estratos de arenisca y pizarra)	Arena, grava	A	60~80	O	—	Hay sistema de agua. Se considera que existe falta de agua.

Nota) Posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas: "A" Alta posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas. "B" Posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas a pesar de la limitación de lugares. "C" Baja posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas, o posibilidad de aguas salinas.

Resultado de análisis de la calidad del agua.

Se llevó a cabo el análisis de la calidad del agua de las fuentes existentes (aguas superficiales y agua de los pozos no profundos) en 4 comunidades del Departamento de La Paz y 8 comunidades del Departamento de Potosí, en las que fue posible la toma de muestras, de entre las comunidades objeto del estudio. Algunas muestras fueron medidas in situ por los instrumentos portátiles, y otras en el laboratorio de sanidad medioambiental de la Universidad de San Andrés en La Paz. Por otra parte, en el Departamento de Potosí, las muestras de los ríos de las áreas que presentaban cierta preocupación, por la contaminación debida a las minas, fueron sometidas al análisis de metales pesados por separado. Los resultados de este análisis de la calidad de agua se muestran en la tabla 2.8.

En los pozos no profundos de las comunidades objetivas de ambos departamentos se detectaron colibacilos y bacterias generales. Más abajo se indican las comunidades que destacan especialmente por la mala calidad del agua, según el resultado del análisis. De entre éstas, se considera que 2 comunidades del Departamento de Potosí, donde se confirmó que las aguas residuales procedentes de las minas estaban afectando a la calidad del agua del río, deberían descartarse de la lista de comunidades objetivas, a pesar de estar en una situación muy apurada con respecto al suministro de agua, debido a que era imposible conocer en detalle las áreas afectadas y dar un pronóstico durante el período del Estudio de Diseño Básico. Por otra parte, en cuanto a 2 comunidades del sur del Departamento de La Paz, su fuente de agua son pozos no profundos, que suelen verse afectados por excrementos, razón por la cual se considera que es razonable asegurar la fuente de agua mediante pozos profundos.

Mantecani (Sur del Departamento de La Paz)

A través del resultado del análisis, se ha confirmado que la conductividad eléctrica es sumamente alta, y existen numerosos materiales iónicos. Especialmente, los iones de sodio (Na^+) y de sulfato (SO_4^{2-}) sobrepasan del valor de la norma del agua potable indicado en las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). El sodio está extensamente distribuido como mineral de diferentes clases en el mundo de la naturaleza, y se produce como carbonato, sulfato y borato en diferentes lugares, por lo que se considera que se trata de una influencia geológica del área correspondiente.

Vilaque (Sur del Departamento de La Paz)

En la muestra se ha confirmado que la turbiedad es muy alta, siendo de 9,64NTU (5NTU según las normas de las directrices de la OMS). Aunque las causas son múltiples, el factor principal es la entrada de desagües domésticos, excrementos, tierra

arcillosa, etc. El hierro total también supera el valor de la norma. El contenido de hierro en la naturaleza normalmente suele ser más alto en las aguas subterráneas que en las aguas superficiales, teniendo su origen en las rocas y tierra.

Cantuyo y Ockoruro (Departamento de Potosí)

En la parte alta del río que afluye a Cantuyo existen minas (de zinc, estaño, etc.), y en la muestra de este río de flujo muy pequeño se detectaron zinc y cadmio. Asimismo, en la parte alta del río que corre cerca de Ockoruro hay minas (de zinc, estaño, etc.), y en la parte baja de este río se detectaron zinc, cadmio y plomo de alta concentración. Se desconoce la influencia de estas contaminaciones que pueda haber en las aguas subterráneas de mayor profundidad, por lo que, al estudiar el desarrollo de dichas aguas, se requiere investigar en detalle los sistemas hídricos, especialmente en lo que se refiere a la contaminación.

Tabla 2.8 Resultado del Analisis de la Calidad de Agua

Parametro	Unidad	Norma WHO	Norma japonesa para la calidad del agua potable	Norma boliviana NBS2	Manera de analisis	Stgo de Callapa (Fuente del agua)	Mantecani (Pozo GL- 3m)	Caluyo (Pozo GL- 6m)	Vilaque (Pozo GL- 8m)	Villa El Carmen (Pozo GL- 3m)	Sijiani (Pozo GL- 21m)	M-Huycko (Vertiente)	Viziga (Pozo)	Buay Tambo (Pozo GL- 15m)	Ecia. Chinoli (Pozo GL- 4m)	La Lava (Tanque existente)	Millares (Rio)	Cantuvo (Rio)	Ockoruro (Rio)	P.Saico (Rio)
1	Temperatura(DC)	-	-	-	Equipo portable	13.5	13.5	12.0	13.3	16.5	16.0	16.0	19.5	16.5	16.0	18.0	25.0	19.0	14.0	20.0
2	pH	-	5.8-8.6	6.5-8.5	IIS(Universidad de San Andres)	8.28	7.59	7.35	7.43	7.52	7.98	6.95	7.63	6.89	7.40	6.45	6.90	6.33	2.53	7.00
3	Conductividad(EC)25	µ s/cm	-	-	IIS(Universidad de San Andres)	328.00	2080.00	650.00	551.00	708.00	1085.00	294.00	654.00	727.00	1072.00	595.00	1490.00	701.00	1262.00	1040.00
4	Salinidad	%	-	-	Equipo portable	0.02	0.12	0.08	0.04	0.04	0.06	0.02	0.04	0.04	0.05	0.03	0.07	0.01	0.01	0.05
5	Turbiedad	NTU	5	2	5	2.79	1.38	2.15	9.64	0.46	3.02	1.78	0.64	2.48	0.44	0.56				
6	Solido disuerto total (TDS)	mg/litro	1000 ²	-	1,000	266.00	2017.00	588.00	492.00	518.00	875.00	225.00	487.00	523.00	730.00	509.00				
7	Ion cloro(Cl ⁻)	mg/litro	250 ¹	200	250	14.10	47.15	63.80	45.91	89.33	87.35	9.68	40.45	94.55	60.05	5.70				
8	Nitrato(NO ₃ ⁻)	mg/litro	50	10 ³	-	5.12	17.57	17.43	17.43	14.41	16.92	0.62	15.20	12.90	14.72	2.90				
9	Nitrito(NO ₂ ⁻)	mg/litro	3	0.05	IIS(Universidad de San Andres)	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	0.51	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01				
10	Dureza total (TH)(CaCO ₃)	mg/litro	-	300	500	51.00	836.40	238.81	197.88	235.00	380.00	108.00	240.00	240.00	310.00	260.00				
11	Alcalinidad total(AL)	mg/litro	-	370	-	90.00	212.00	116.00	104.00	139.00	180.00	142.00	200.00	142.00	344.00	20.00				
12	Hierro total(Fe)	mg/litro	0.3	0.3	0.3	0.08	<0.05	<0.05	0.38	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.02	0.01	0.02	21.60	0.02
13	Manganeso (Mn)	mg/litro	0.1	0.05	0.3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.10	<0.02	<0.02	<0.02	0.01	0.31	0.29	6.20	0.01
14	Sodio(Na ⁺)	mg/litro	200 ²	200	200	51.00	231.00	23.20	29.20	55.00	93.00	23.00	51.00	44.00	109.00	19.10				
15	Potasio(K ⁺)	mg/litro	-	-	-	4.50	14.40	20.10	7.80	12.60	15.40	6.20	7.60	22.00	30.00	3.90				
16	Calcio(Ca ²⁺)	mg/litro	-	-	-	18.00	163.61	64.13	57.26	64.13	56.11	30.46	72.14	69.14	72.14	70.14				
17	Magnesio(Mg ²⁺)	mg/litro	-	-	-	1.49	104.10	12.09	13.40	18.23	58.35	7.78	14.59	16.41	43.76	20.66				
18	Sulfato(SO ₄ ⁻)	mg/litro	250	300	300	51.16	1017.51	39.15	31.20	70.87	265.45	<2.00	64.38	52.73	104.38	282.38				
19	Coliformes totales	pieza	-	mejor a 100/ml/min	-	Medida en situ	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	-				
20	Coliformes fecales	pieza	0 por 100	0 por 1	0 por 1	Medida en situ	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	-				
21	Plomo(Pb)	mg/litro	-	0.05	0.01	CONSUL(Compania Minera del Sur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.04	0.02	0.08	0.03
22	Zinc(Zn)	mg/litro	-	1.0	5.0	CONSUL(Compania Minera del Sur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.02	10.20	29.80	0.02
23	Cadmio(Cd)	mg/litro	-	0.01	0.005	CONSUL(Compania Minera del Sur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.004	0.022	0.108	0.003
24	Cobre(Cu)	mg/litro	-	1.0	0.05	CONSUL(Compania Minera del Sur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01	3.60	0.01	0.00

1 :Cifra objetiva como el cloro

2 :Cifra objetiva

3 :Cifra total de nitrato y nitrato

□ : Exceder la norma boliviana

Resultado del estudio sobre la situación social

Se llevó a cabo el estudio sobre la situación social en 10 comunidades del sur del Departamento de La Paz y 17 comunidades del Departamento de Potosí, exceptuando aquellas que presentaban problemas de calidad de agua. Este estudio fue realizado en base a las entrevistas con los informantes y corregidores de las comunidades, así como a las encuestas a los habitantes (de 5 a 10 muestras en cada comunidad). Además de dicho estudio, también se realizó un estudio sobre el estado de abastecimiento de agua y una encuesta sobre el modo de pensar de los habitantes. En las tablas 2.9 y 2.10 se muestran los resultados obtenidos en ambos Departamentos, La Paz y Potosí.

3) Segunda Selección

Las comunidades objeto de segunda selección fueron elegidas teniendo en cuenta, además de que se tratara de un número de comunidades que fuera razonable para prestar asistencia dentro del plazo de la Cooperación Financiera No Reembolsable, el apremio del abastecimiento de agua, voluntad del pago de la tarifa de agua, precio que se podía pagar, y capacidad organizativa. Después de esta selección quedaron 5 comunidades de cada departamento, las cuales se indican en las tablas 2.9 y 2.10.

Como consecuencia de dichas selecciones, han sido determinadas de manera definitiva las comunidades del primer al quinto año, cuyas listas se muestran en las tablas 2.11 y 2.12.

Tabla 2.9 Resultado de Estudios Sociales en las Comunidades Rurales del Departamento de La Paz

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Comunidad	Colquencha	Culuyo	Mantecani	Jockopampa	Cauchi Titiri	Vilaque	Huajruma	Canuta	Chocorosi	Chusicani	
Municipio	Colquencha	Calamarca	Patacamaya	Patacamaya	Patacamaya	Sica Sica	Santiago de Callapas	Santiago de Callapas	Calamarca	Patacamaya	
Provincia	Aroma	Aroma	Aroma	Aroma	Aroma	Aroma	Pacajes	Pacajes	Aroma	Aroma	
Forma de distribución	Concentrada	Dispersa	Dispersa	Dispersa	Dispersa	Concentrada	Concentrada	Concentrada	Dispersa	Dispersa	
Organizaciones comunales	Comité de agua	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	No hay	
	Club de madres	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	No hay	Hay	No hay	
Situaciones generales	Asociación comunitaria	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	
	Población total (habitantes)	2000	850	600	290	631	300	500	350	500	
	Número de familias	500	250	120	75	130	150	65	100	70	
	Ingreso medido (Bs/mes)	500	400	700	300	400	200	500	470	400	
	Egreso medio (Bs/mes)	465	397	698	300	380	200	117	390	82	
	Enfermedades hidricas	No tanto	Diarrea, dolor vientre	Diarrea, parásito	Cólera, diarrea	Diarrea, dolor vientre	Diarrea, cólera				
	Experiencia en pago de agua (Bs/mes)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo pago posible(Bs/mes)	15	12	21	9	12	6	15	14,1	12	10,5
	Máximo pago deseable(Bs/mes)	1	1	5	3	10	2	1	6	1	2
	Voluntad de participación en comité de agua	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay
Costumbres higiénicas	Consumo de agua hervida	A veces	A veces	No hay	A veces	No hay	No hay	A veces	No hay	No hay	
	Costumbre de lavarse las manos (después del baño)	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	No hay	Siempre	No hay	A veces	
	Modo de tratamiento de basura	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	No hay	A veces	
	Baño	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	
	Educación sanitaria	Letrina	Campo	Campo	Campo	Campo	Campo	Campo	Letrina	Campo	
	Instalación médica	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	Hay	No hay	
	Fuente de agua principal	Hay	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	No hay	
Tomada de agua	Sistema de agua	Hay	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	No hay	No hay	
	Fuente de agua principal	Sistema de agua	Pozo propio	Pozo propio	Pozo propio	Pozo propio	Pozo común	Pozo común	Depósito propio	Pozo propio	
	Transporte distancia (m)	Dentro de recinto	Dentro de recinto	Dentro de recinto	Dentro de recinto	Dentro de recinto	100m	500m	Dentro de recinto	50m	
Consumo de agua (Litros/familia)	Abastecimiento de agua	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	Falta época seca	
	Beber y cocinar	25	7	80	11	25	6	19	21	16	
	Aseo e inodoro	15	10						0		
	Lavar la ropa	60	40	70	30	40	30	30	30	30	
	Total	100	57	150	41	65	71	36	49	51	
Evaluación del estado social (calificación de 1 a 3)	Máximo pago deseable	1	1	2	2	3	1	1	1	1	
	Máximo pago posible(Bs/mes)	3	3	3	2	3	1	2	1	1	
	Voluntad de participación	2	2	3	2	3	3	2	3	2	
	Capacidad organizativa	2	3	2	3	3	3	2	2	2	
	Urgencia (falta de agua -enfermedad)	2	2	3	3	2	2	3	2	2	
Total (máximo 15 puntos)	10	11	13	12	14	10	10	10	9	8	
Comunidad objeto del Proyecto											

Tabla 2.10 Resultado de Estudios Sociales en las Comunidades Rurales del Departamento de Potosí

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Comunidad	Quivicha	Ckonapaya	Villa el Carmen	Buey Tambo	PampaSoic o	Huaycaya	Sepulturas	La Lava	Klipiza	Vilcuyo	Vizgasa	Pelca	Pecataya	Palomar	Molle Huayco	Kepallo	Suquicha
Municipio	Betanzos	Betanzos	Betanzos	Betanzos	Betanzos	Betanzos	Caiza D	Caiza D	Caiza D	Puna	Tomave	Tomave	Tomave	Chaqui	Betanzos	Puna	Puna
Provincia	Savedra	Savedra	Savedra	Savedra	Savedra	Jose.Ma. Linares	Jose.Ma. Linares	J.M. Renares	J.M. Renares	J.M. Renares	A.Quijarro	A.Quijarro	A.Quijarro	Savedra	Savedra	J.M. Renares	J.M. Renares
Forma de distribución	Concentrada	Concentrada	Concentrada	Dispersa	Concentrada	Concentrada	Dispersa	Concentrada	Dispersa	Dispersa	Dispersa	Concentrada	Concentrada	Concentrada	Dispersa	Concentrada	Concentrada
Organización comunitaria	Hay	Hay	No hay	No hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	No hay	Hay	Hay	Hay	Hay	No hay	No hay	Hay
	No hay	Hay	No hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	Hay	Hay	Hay
	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay
	500	600	337	840	350	850	900	1.500	280	400	178	750	400	400	255	1.600	780
	80	120	60	120	70	120	160	250	55	85	35	80	70	70	40	327	150
	500	500	300	300	300	400	500	400	200	200	300	250	250	300	400	400	450
	137	135	100	90	118	94	399	282	111	141	80	86	57	95	400	309	388
	Diarrea	Diarrea	Diarrea	Diarrea	Dolor vientre, chagas	Diarrea	Diarrea, vómito	Diarrea, vómito	Diarrea	Resfriado	Fiebre amarilla	Fiebre amarilla	Diarrea, vómito	Diarrea, vómito	Diarrea, vómito	Chagas	Chagas
	2,5	2	0	0	5	3	1,5	1,5	2,5	0	0	0,5	0	1	0	0	1
	15	15	9	9	9	12	15	12	6	6	9	7,5	7,5	9	12	12	13,5
	2	2	6	1	5	7	2	2	2	2	1	1	1	2	5	3	2
	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay
	No hay	No hay	No hay	A veces	A veces	Siempre	A veces	A veces	No hay	No hay	A veces	A veces	A veces	A veces	No hay	A veces	A veces
	No hay	No hay	No hay	No hay	A veces	No hay	A veces	A veces	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Siempre	No hay
	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	Siempre	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces
	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho	Desecho
	Campo	Letrina campo	Campo	Campo	Letrina	Campo	Letrina campo	Letrina	Campo	Campo	Campo	Campo	Campo, común	Campo	Campo	Letrina	Campo
	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	Hay	Hay	Hay
	Hay	No hay	Hay	Hay	No hay	No hay	Hay	Hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Hay	Hay
	Sistema agua	Sistema agua	Pozo propio	Pozo común	Sistema agua	Sistema agua	Sistema agua	Sistema agua	Sistema agua	Pozo, río	Pozo común	Sistema agua	Sistema agua	Sistema agua	Estanque	Vertiente	Sistema agua
				800		30min.										500	
																	Falta época seca
	33	23	24	22	22	12	12	12	12	12	22	22	22	12	12	22	22
	10	5	10	2	10	20	10	20	10	10	20	20	20	10	10	20	20
	50	30	20		Agua del río	20	20	20	10	10	20	20	20	20	40	20	20
	93	58	54	24	32	52	42	52	32	32	62	62	62	42	62	62	62
	2	2	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3
	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2	2	2	1
	2	3	2	1	2	3	3	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1
	2	2	2	3	2	2	3	3	1	1	1	1	2	2	3	3	3
	9	11	11	9	10	12	12	11	6	6	7	6	7	9	12	12	9
Comunidad objeto del Proyecto																	

Tabla 2.11 Comunidades Rurales Objeto del Plan Quinquenal, Sur de Departamento de La Paz

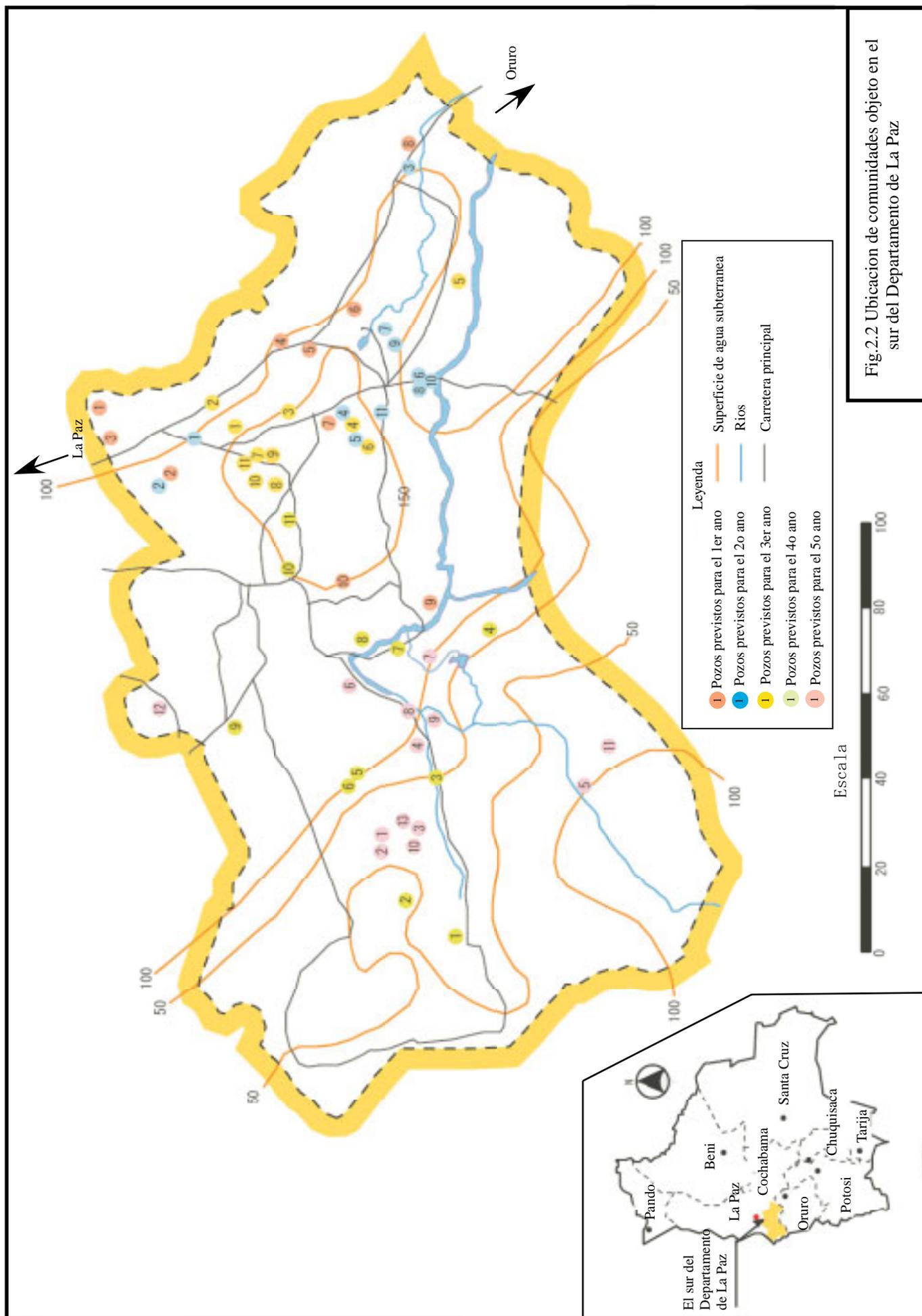
No.	Provincia	Condado	Comunidad	Población	Año de ejecución	Total de cada año
1	Aroma	Calamarca	Chocorosi	350	1	10 (6.521 pers.)
2	Aroma	Calamarca	Caluyo	850	1	
3	Aroma	Coiquenchaca	Colquenchaca	2.000	1	
4	Aroma	Patacamaya	Mantecani	600	1	
5	Aroma	Patacamaya	Jockopampa	290	1	
6	Aroma	Patacamaya	Cauchi Titiri	631	1	
7	Aroma	Patacamaya	Chusicani	500	1	
8	Aroma	Sica Sica	Vilaque	500	1	
9	Pacajes	Santiago de Callapa	Huajruma	300	1	
10	Pacajes	Santiago de Callapa	Canuta	500	1	
11	Aroma	Calamarca	Cañuma	450	2	11 (4.751 pers.)
12	Aroma	Collana	Collana Norte	1.936	2	
13	Aroma	Sica Sica	Konani	550	2	
14	Aroma	Umala	Cacahullo	250	2	
15	Aroma	Umala	Kelluiri	280	2	
16	Aroma	Umala	Yaurichambi	150	2	
17	Aroma	Umala	Iñacamaya	250	2	
18	Aroma	Umala	Warychullpa	200	2	
19	Aroma	Umala	Incamaya	250	2	
20	Aroma	Umala	Sallacirca	205	2	
21	Aroma	Umala	Chancahuayto	230	2	
22	Aroma	Ayo Ayo	Villa el Carmon	300	3	11 (3.975 pers.)
23	Aroma	Ayo Ayo	Thollar	500	3	
24	Aroma	Ayo Ayo	Aito Pomani	250	3	
25	Aroma	Umala	Pomposillo	300	3	
26	Aroma	Umala	Patihipi	450	3	
27	Aroma	Umala	Huayllan-Chañu-Cawa-Akoni	400	3	
28	Pacajes	W. Ballivián	W. Ballivián	400	3	
29	Pacajes	W. Ballivián	Viloco	350	3	
30	Pacajes	W. Ballivián	Viluyo	315	3	
31	Pacajes	W. Ballivián	Taypuma Centro	350	3	
32	Pacajes	W. Ballivián	Poke	360	3	
33	Pacajes	Charaña	Suruma	110	4	11 (2.740 pers.)
34	Pacajes	Charaña	Mirazapana	100	4	
35	Pacajes	Calacoto	Campero	330	4	
36	Pacajes	Calacoto	Chaqueña	250	4	
37	Pacajes	Calacoto	Agua Rica	370	4	
38	Pacajes	Calacoto	Janckomarca	300	4	
39	Pacajes	Calacoto	Playa Verde	150	4	
40	Pacajes	Calacoto	Tupal Tupa	100	4	
41	Pacajes	Nazacara	Nazacara Mapa Nazacars	305	4	
42	Pacajes	Nazacara	Jiraphi Baja	375	4	
43	Pacajes	Coro Coro	Putuni	350	4	
44	Pacajes	Coro Coro	Huacasayana	300	5	13 (3.055 pers.)
45	Pacajes	Calacoto	Chayuyo	250	5	
46	Pacajes	Calacoto	Condoriquiña	300	5	
47	Pacajes	Calacoto	Rasario	300	5	
48	Pacajes	Calacoto	Playa Vinto	250	5	
49	Pacajes	Calacoto	Suntura	170	5	
50	Pacajes	Calacoto	Laguna Blanca	175	5	
51	Pacajes	Calacoto	Calama-Quintani	205	5	
52	Pacajes	Calacoto	Viscachani	120	5	
53	Pacajes	Charaña	Condoriquina	300	5	
54	Pacajes	Charaña	Wariscata	230	5	
55	Pacajes	Nazacara	Chucanaqui	350	5	

No.	Provincia	Condado	Comunidad	Población	Año de ejecución	Total de cada año
56	Pacajes	Charaña	Chijtiri	105	5	
Total						56 (21.042 pers.)

Tabla 2.12 Comunidades Rurales Objeto del Plan Quinquenal, Departamento de Potosí

No.	Provincia	Condado	Comunidad	Población	Año de ejecución	Total de cada año
1	Saavedra	Betanzos	Quivinchá	500	1	17 (10.920 pers.)
2	Saavedra	Betanzos	Ckonapaya	600	1	
3	Saavedra	Betanzos	Villa El Carmen	337	1	
4	Saavedra	Betanzos	Buey Tambo	840	1	
5	Saavedra	Betanzos	Pampa Soico	350	1	
6	Saavedra	Betanzos	Molle Huayco	255	1	
7	J.M.Linares	Caiza D	Huaycaya	850	1	
8	J.M.Linares	Caiza D	Sepulturas	900	1	
9	J.M.Linares	Caiza D	La Lava	1.500	1	
10	J.M.Linares	Puna	Killpiza	280	1	
11	J.M.Linares	Puna	Kepallo	1.600	1	
12	J.M.Linares	Puna	Vilcuyo	400	1	
13	J.M.Linares	Puna	Palomar	400	1	
14	J.M.Linares	Puna	Suquicha	780	1	
15	A. Quijarro	Tomave	Vizigsa	178	1	
16	A. Quijarro	Tomave	Pelca	750	1	
17	A. Quijarro	Tomave	Pecataya	400	1	
18	Saavedra	Betanzos	Estancia Chinoli	800	2	18 (7.324 pers.)
19	Saavedra	Betanzos	Quivi-Quivi Lourdes	385	2	
20	Saavedra	Betanzos	Sijllani	680	2	
21	Saavedra	Betanzos	Viña Pampa	240	2	
22	J.M.Linares	Puna	Alcatuyo	188	2	
23	J.M.Linares	Puna	Tres Cruces	485	2	
24	J.M.Linares	Puna	Belen	295	2	
25	J.M.Linares	Puna	Tomola	706	2	
26	J.M.Linares	Puna	Chimpa Ckucho	85	2	
27	J.M.Linares	Puna	Lines	112	2	
28	J.M.Linares	Puna	Churqui Laja	69	2	
29	J.M.Linares	Puna	Oronkhota	760	2	
30	J.M.Linares	Puna	Oveja Cancha Tiron	268	2	
31	J.M.Linares	Puna	Mojona	473	2	
32	J.M.Linares	Puna	Socoilla Puncuni	391	2	
33	J.M.Linares	Puna	Cotala-Yahualani	471	2	
34	J.M.Linares	Puna	San Pedro	529	2	
35	A. Quijarro	Tomave	Tomave	387	2	
36	Saavedra	Betanzos	Lica-Lica	443	3	18 (8.660 pers.)
37	Saavedra	Betanzos	Jancko Mayu	696	3	
38	Saavedra	Betanzos	Pili Pampa	432	3	
39	J.M.Linares	Puna	Capana	755	3	
40	J.M.Linares	Puna	Sala Kara	552	3	
41	J.M.Linares	Puna	Escota Baja	467	3	
42	J.M.Linares	Puna	Suchina	489	3	
43	J.M.Linares	Puna	Saipaya Baja Palamani	552	3	
44	J.M.Linares	Puna	Kewayllo Ckocha	515	3	
45	J.M.Linares	Puna	Lajas	516	3	
46	J.M.Linares	Puna	Piedra Grande	368	3	
47	J.M.Linares	Puna	Mojora	307	3	
48	J.M.Linares	Puna	Yareta	441	3	
49	J.M.Linares	Puna	Kharallanta	497	3	
50	J.M.Linares	Puna	Huraca Charaque	464	3	
51	J.M.Linares	Puna	Ckochamayu	501	3	
52	J.M.Linares	Puna	Trigo Pampa	455	3	
53	A. Quijarro	Tomave	Ventilla	210	3	
54	Saavedra	Betanzos	Pujou Mayu	373	4	18 (8.660 pers.)
55	Saavedra	Betanzos	Tacobamba	401	4	

No.	Provincia	Condado	Comunidad	Población	Año de ejecución	Total de cada año
56	Saavedra	Betanzos	Molle Puncu	440	4	
57	Saavedra	Betanzos	J.M.Linares	551	4	
58	Saavedra	Betanzos	Ckochas	205	4	
59	Saavedra	Chaqui	Pacaja Alta	210	4	
60	Saavedra	Chaqui	Cantuyo	673	4	
61	Saavedra	Chaqui	Olo-Olo	423	4	
62	Saavedra	Chaqui	Cerdas	300	4	
63	J.M.Linares	Puna	Ckolpani	120	4	
64	J.M.Linares	Puna	Librumi	355	4	
65	J.M.Linares	Puna	Guenica	321	4	
66	J.M.Linares	Puna	Phajchinti	63	4	
67	J.M.Linares	Puna	Kepallu	827	4	
68	A. Quijarro	Uyuni	Chelalu	355	4	
69	A. Quijarro	Uyuni	Thola Mayu	235	4	
70	A. Quijarro	Uyuni	Kirea Chaca	282	4	
71	A. Quijarro	Uyuni	Llajtavi	297	4	
72	A. Quijarro	Uyuni	Charara	352	4	
73	A. Quijarro	Uyuni	Pelea	488	4	
74	Saavedra	Betanzos	Salacucho	571	5	
75	Saavedra	Betanzos	Recuita	535	5	
76	Saavedra	Betanzos	Tolalla	1.189	5	
77	Saavedra	Betanzos	Pucallockalla	495	5	
78	Saavedra	Betanzos	Chalama	373	5	
79	Saavedra	Betanzos	Ckara-Ckara	357	5	
80	Saavedra	Betanzos	Hauni Churo Bajo	889	5	
81	Saavedra	Betanzos	Nekeri	981	5	
82	A. Quijarro	Uyuni	Layco	358	5	
83	A. Quijarro	Uyuni	Churcuita	300	5	
84	T. Frias	Yocalla	Cienega Molle Puncu	498	5	
85	T. Frias	Yocalla	Leche Huiru Arun Pampa	369	5	
86	T. Frias	Yocalla	Kollpa Pampa	392	5	
87	T. Frias	Yocalla	Utacalla Cacchuca	639	5	
88	T. Frias	Yocalla	Cojlla Pampa Canasa	515	5	
89	T. Frias	Yocalla	Mulatos Pampa Canasa	409	5	
90	T. Frias	Yocalla	Tirquiti Taltani	421	5	
91	T. Frias	Yocalla	Karachaca Kenwuani	458	5	
92	T. Frias	Yocalla	Jahuaca Caumalla	468	5	
Total						20 (7.271 pers.)
Total						19 (10.217 pers.)
Total						92 (44.392 pers.)



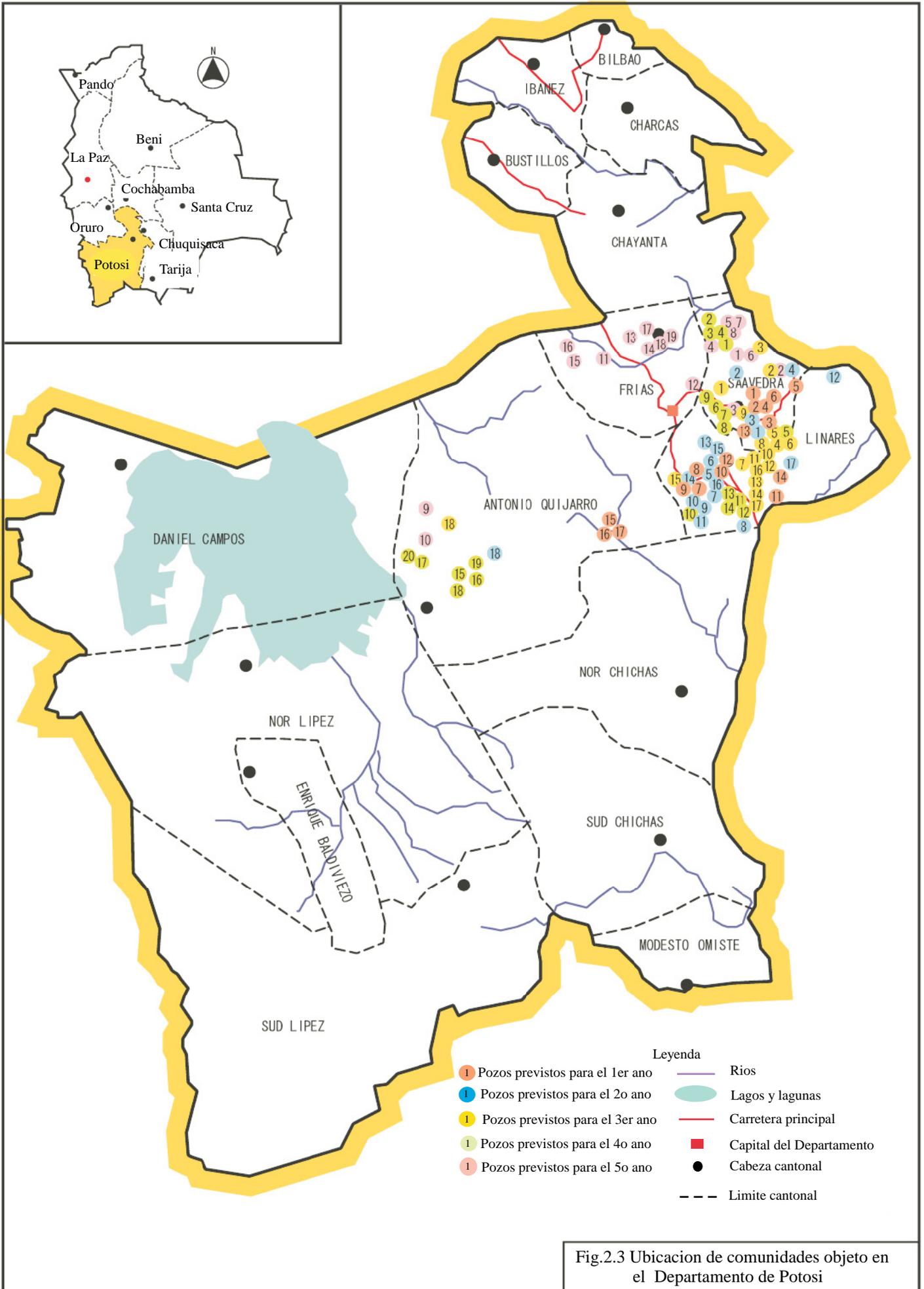


Fig.2.3 Ubicacion de comunidades objeto en el Departamento de Potosi

(2) Normas de Diseño del Sistema de Agua

Con respecto a las normas de diseño del plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales, éstas se establecieron en 1995 para el sistema de agua de pequeña escala con vistas a una población con servicio de agua inferior a 5.000 habitantes, y desde entonces no se han modificado. Estas normas describen los métodos de estudio y diseño del plan básico, calidad de agua, fuente de agua, conducción de agua, sistema de bombeo, planta de tratamiento, distribución de agua, esterilización, etc.

El plan del servicio de agua de los proyectos de abastecimiento de agua en las comunidades rurales se elabora, en principio, de acuerdo con dichas normas de diseño. También en este plan se calculan los valores básicos de diseño según estas normas. Sin embargo, el estado de aprovechamiento del agua, la situación real sobre el movimiento demográfico, etc., o los aspectos ajenos a las técnicas generales del sistema de agua serán ajustados convenientemente para que el plan del servicio de agua sea más razonable y racional. A continuación, se describen las principales normas bolivianas consideradas para la elaboración del plan básico y los conceptos aplicados a este plan.

1) Año Objetivo

Las normas bolivianas recomiendan que la escala de las instalaciones sea diseñada orientándose a un futuro de entre 10 y 20 años a partir del momento de planificación. Estos valores han sido calculados en función de la vida útil de las diferentes instalaciones, siendo de 10 años para la instalación de toma de agua, tuberías de conducción, tanque de distribución y tuberías de distribución; y de 20 años para la instalación de tratamiento de agua.

Caso de construirse las instalaciones del servicio de agua de acuerdo con esta norma, existe la posibilidad de que la inversión resulte inútil debido a algunos factores inseguros, como por ejemplo, la tasa de incremento demográfico. Para evitar esta situación, normalmente se va extendiendo poco a poco, por períodos, la dimensión de las instalaciones. En cuanto al abastecimiento de agua en las comunidades rurales en Bolivia, se considera que no hay grandes influencias a este respecto, ya que la tasa de incremento demográfico no es tan alta. Sin embargo, establecer el año objetivo en 20 años más adelante es bastante arriesgado, por ser un período de tiempo demasiado largo. Por otra parte, en el Plan Nacional de Saneamiento Básico, elaborado por el Gobierno de Bolivia, se ha establecido el año objetivo para dentro de 7 años, en 2010. Por lo tanto, con el objeto de evitar una inversión excesiva y de mantener una coherencia con los proyectos superiores, se establece el año objetivo de este Proyecto en el año 2010.

2) Tasa de Incremento Demográfico

Según las normas de diseño, la población futura de cada comunidad rural debe ser estimada en base a los movimientos demográficos de los años anteriores. Sin embargo, en Bolivia los datos demográficos a nivel de comunidades rurales no han sido ordenados en varios años, razón por la cual normalmente se estima la población futura aplicando, por conveniencia, el 1% a la tasa de incremento demográfico. En los proyectos de primera y segunda fase también se aplicó el mismo 1%.

A través de las consultas y entrevistas realizadas durante el Estudio del Diseño Básico, se ha confirmado que algunas comunidades tienen tendencia a la despoblación, y otras, tendencia a un incremento superior al 1%. Por lo tanto, en este Proyecto se estima la población futura aplicando las tasas de incremento demográfico más realistas, es decir, el 0% a las comunidades con tendencia a la disminución, y el 1% a las comunidades sin disminución ni incremento, así como el 2% a aquellas con tendencia al incremento.

3) Tasa Objetiva de Difusión del Servicio de Agua

Al diseñar el sistema de agua, es normal que haya casos en que no sea apropiado suministrar el agua a todo el área con población, debido a la geología, altura, distancia, problemas técnicos, etc. Aunque las normas bolivianas de diseño no hacen consideraciones especiales al respecto, cuando parece más razonable suministrar el agua desde otra fuente de agua o desde otro sistema de agua, se descuenta sucesivamente el número de habitantes correspondientes de la población objetiva con servicios de agua. Con respecto a las 3 comunidades Cuachi+Titiri, Huaycaya y Kepallo, la tasa de difusión del servicio de agua en el año 2010 se establece aproximadamente en un 60% (sólo para Titiri), y en un 90% para las otras dos comunidades, mientras que esta tasa en todas las demás comunidades es de 100%.

4) Consumo de Agua per Cápita

Según las normas de diseño, el consumo de agua es de 30 litros/día/persona en el caso de grifos públicos. En el caso de distribución domiciliar el consumo per capita es diferente según las zonas, recomendándose los consumos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 2.13 Consumo por Persona al Día según la Norma

Zona	Población		
	Menos de 500	de 500 a 2000	de 2000 a 5000
Lugar alto	30 ~ 50	30 ~ 70	50 ~ 80
Colina	50 ~ 70	50 ~ 90	70 ~ 100
Llanura	70 ~ 90	70 ~ 110	90 ~ 120

Entre los consumos al día recomendados por la norma de diseño, el consumo de 30 a 90 litros/día/persona para los lugares altos y colinas, con población inferior a 2.000 habitantes, parece razonable. Teniendo en cuenta que todas las comunidades rurales objeto del Proyecto se encuentran en los lugares altos o en las colinas, y que el método de servicio de agua es de distribución domiciliar, y considerando también el número de habitantes de estas comunidades, el consumo per capita al día se determina tal como indica la siguiente tabla.

Tabla 2.14 Valores Adoptados por el Proyecto

Población	Consumo por per. al día (litro/día/persona)
Menos de 500	60
De 500 a 1.000	70
Más de 1.000	90

5) Cantidad de Agua No Rentable

De acuerdo con las normas bolivianas, se establece un margen del 30% correspondiente a la cantidad de agua inefectiva y no rentable, que no sea de una fuga del sistema de servicio de agua.

6) Cálculo de la Cantidad de Suministro de Agua según Diseño

Según la norma boliviana de diseño, es estable en 1,2 la proporción entre la demanda media por día y la máxima demanda por día. En Bolivia no hay gran variación de clima durante todo el año, y las industrias principales de las comunidades rurales objetivas son la agricultura y la ganadería, no existiendo una afluencia de turismo tal que haga aumentar dicha proporción. En vista de esta situación, se puede considerar razonable dicha proporción de 1,2, por lo que se la aplicará a este Proyecto.

Por otra parte, con respecto a la proporción entre la máxima demanda por día y la máxima demanda por hora, dicha norma recomienda un rango de 2,0 a 2,2. Ya que la población de la mayoría de las comunidades rurales objeto del Proyecto es inferior a 1.000 habitantes, y como máximo de alrededor de 2.000 habitantes, se puede considerar que dicha proporción estaría dentro del rango de 1,5 a 2,5. Por

consiguiente, pudiendo juzgarse que la proporción recomendada por la norma boliviana es razonable, este Proyecto adopta el coeficiente de tiempo de 2,0.

7) Capacidad de Tanque de Distribución

Con respecto a la capacidad del tanque de distribución, las normas establecen un total de 6 a 8 horas como mínimo, que es la suma de 2 horas de depósito, que corresponden a la máxima demanda por día, y el tiempo de 4 a 6 horas como mínimo para el ajuste ante la variación de demanda. En este Proyecto se aplica un valor más alto por mayor seguridad, estableciéndose 8 horas de capacidad para el tanque de distribución. Por otra parte, no se incluyen las instalaciones de distribución de agua en este Proyecto, pero como material de referencia, se indica su volumen necesario.

8) Norma para la Calidad de Agua

La calidad de agua, en principio, se someterá a la norma boliviana (Norma Boliviana N.B. 512-85).

9) Fuente de Energía para el Sistema de Agua.

Con respecto a la fuente de energía para el sistema de agua, en las comunidades rurales que puedan contar con energía comercial, en principio, se aprovechará ésta. En cambio, en aquellas comunidades que no disponen de plan de electrificación, se asegurará la energía mediante generadores diesel. Por otra parte, en cuanto a las comunidades a las que se alimenta la energía comercial con sistema monofásico, y donde se requiere una potencia superior a 3,7kW para las bombas sumergibles, también se contará con los generadores diesel, debido a la imposibilidad del uso de la energía comercial. Las comunidades donde se prevé la instalación de generadores son 2 en el Departamento de La Paz, Huajruma y Chocorosino, y 5 en el Departamento de Potosí, Buey Tambo, Huaycaya, Sepulturas, Molle Huayco y Kepallo.

(3) Cálculo de Demanda de Agua

1) Población con Servicio de Agua

La comunidad de Cauchi+Titiri administrativamente está dividida en la comunidad de Cauchi y la de Titiri, pero prácticamente estas 2 comunidades forman una sola comunidad. El lugar previsto para la construcción del pozo se ubica en el centro de Titiri, a unos 2,5km desde Cauchi, por lo que esta última población, Cauchi, se excluye del área objeto del Proyecto. Asimismo, en cuanto a Kepallo y Huaycaya, debido a las limitaciones de la magnitud del pozo y a la dispersión de las viviendas, se establece la tasa de difusión de servicio de agua del 2010 en el 90%. A continuación, se muestran los resultados de los cálculos en la siguiente tabla.

Tabla 2.15 Población Prevista con Servicio de Agua en el Sur de Departamento de La Paz

No	Comunidad	Población en 2002	Tendencia	Tasa de incremento demográfico adoptada	Población en 2010	Tasa de abastecimiento (%)	Población prevista con servicio de agua en 2010
1	Colquencha	2.000	Incremento	2%	2.340	100	2.340
2	Caluyo	850	Incremento	2%	1.000	100	1.000
3	Mantecani	600	Incremento	2%	700	100	700
4	Jockopampa	290	Incremento	2%	340	100	340
5	Cauchi+Titiri	631 (392)	Incremento	2%	459	100	460
6	Vilaque	500	Incremento	2%	590	100	590
7	Huajruma	300	Reducción leve	0%	300	100	300
8	Canuta	500	Incremento	2%	590	100	590
9	Chocorosi	350	Casi constante	1%	380	100	380
10	Chusicani	500	Incremento	2%	590	100	590
Total		6.521	-	-	7.289		7.290

Nota: El valor () es la población actual de Titiri.

Tabla 2.16 Población Prevista con Servicio de Agua en el Departamento de Potosí

No	Comunidad	Población en 2002	Tendencia	Tasa de incremento demográfico adoptado	Población en 2010	Tasa de abastecimiento (%)	Población prevista con servicio de agua en 2010
1	Quivincha	500	Incremento	2%	590	100	590
2	Ckonapaya	600	Reducción leve	0%	600	100	600
3	Villa El Carmen	337	Incremento	2%	390	100	390
4	Buey Tambo	840	Incremento	2%	980	100	980
5	Pampa Soico	350	Incremento	2%	410	100	410
6	Huaycaya	850	Incremento	2%	1.000	90	900
7	Sepulturas	900	Incremento	2%	1.050	100	1.050
8	La Lava	1.500	Incremento	2%	1.760	100	1.760
9	Killpiza	280	Incremento	2%	330	100	330
10	Vilcuyo	400	Reducción leve	0%	400	100	400
11	Vizigsa	178	Reducción leve	0%	180	100	180
12	Pelca	750	Incremento	2%	880	100	880
13	Pecataya	400	Incremento	2%	470	100	470
14	Palomar	400	Reducción leve	0%	400	100	400
15	Molle Huaycko	250	Incremento	2%	290	100	290
16	Kepallo	1.600	Incremento	2%	1.870	90	1.690
17	Suquicha	780	Incremento	2%	910	100	910
Total		10.915	-	-	12.510		12.230

2) Cantidad Prevista de Suministro de Agua

El consumo per capita por día se multiplica por la población prevista con servicio de agua para 2010, a fin obtener el consumo medio por día. Luego, en esta cantidad media de suministro por día se considera un 30% de pérdida. Este valor se multiplica por el factor de pico 1,2, y así se obtiene la cantidad máxima prevista de suministro por día. Para obtener la cantidad máxima prevista de suministro por hora, se multiplica por 2,0 la cantidad máxima prevista de suministro por día, teniendo en cuenta la variación de demanda por el tiempo.

Para calcular el caudal previsto de bombeo del pozo se considera el tiempo de operación de la bomba. En Bolivia está estandarizada la operación de 8 horas, por lo que se calcula el caudal de bombeo con este tiempo. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 2.17 Cantidad Prevista de Suministro en el Sur del Departamento de La Paz

No	Comunidad	Consumo medio per capita por día (Lt/día/persona)	Cantidad media de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por hora (m ³ /hora)	Caudal de bombeo (Lt/minuto)
1	Colquencha	90	210	250	20,8	521
2	Caluyo	70	70	80	6,7	167
3	Mantecani	70	50	60	5,0	125
4	Jockopampa	60	20	20	1,7	50
5	Cauchi+Titiri	60	30	40	3,3	83
6	Vilaque	70	40	50	4,2	104
7	Huajruma	60	20	20	1,7	50
8	Canuta	70	40	50	4,2	104
9	Chocorosi	60	20	20	1,7	50
10	Chusicani	60	40	50	4,2	104
Total		-	540	640	53	1.358

Tabla 2.18 Cantidad Prevista de Suministro en el Departamento de Potosí

No	Comunidad	Consumo medio per capita por día (Lt/día/persona)	Cantidad media de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por hora (m ³ /hora)	Caudal de bombeo (Lt/minuto)
1	Quivincha	70	40	50	4,2	104
2	Ckonapaya	70	40	50	4,2	104
3	Villa El Carmen	60	20	20	1,7	50
4	Buey Tambo	70	70	80	6,7	167
5	Pampa Soico	60	20	20	1,7	50

No	Comunidad	Consumo medio per capita por día (Lt/día/persona)	Cantidad media de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por día (m ³)	Cantidad máxima de suministro por hora (m ³ /hora)	Caudal de bombeo (Lt/minuto)
6	Huaycaya	90	80	100	8,3	208
7	Sepulturas	90	90	110	9,2	229
8	La Lava	90	160	190	15,8	396
9	Killpiza	60	20	20	1,7	50
10	Vilcuvo	60	20	20	1,7	50
11	Vizigsa	60	10	10	0,8	50
12	Pelca	70	60	70	5,8	146
13	Pecataya	60	30	40	3,3	83
14	Palomar	60	20	20	1,7	50
15	Molle Huaycko	60	20	20	1,7	50
16	Kepallo	90	150	180	15,0	375
17	Suquicha	70	60	70	5,8	146
Total		1.190	910	1.070	89,3	2.308

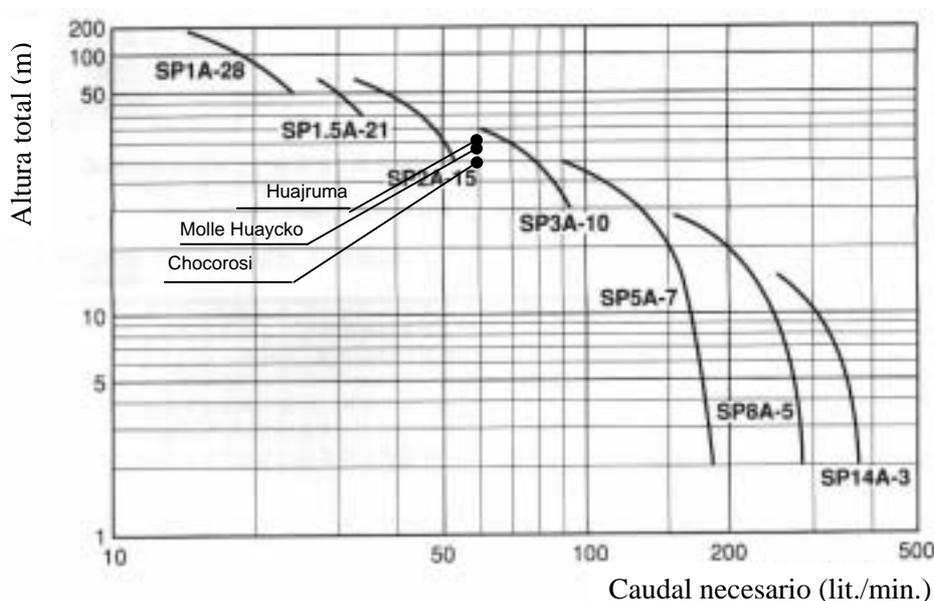
Nota: Teniendo en cuenta las características de especificación de bomba, se establece en 50 litro/minuto el valor mínimo de caudal de bombeo.

(4) Plan de Instalación de la Toma de Agua

Las aguas subterráneas se introducen al tanque elevado de 14 - 36 metros de altura desde la superficie de la tierra, o al tanque de distribución, razón por la cual para el bombeo se emplearán las bombas sumergibles que puedan trabajar para alturas de gran elevación. La especificación de estas bombas en las diferentes comunidades se determinará de acuerdo con el caudal de bombeo, nivel dinámico, altura del tanque de distribución, pérdidas en la línea de tuberías, etc. Por otra parte, el panel de control será para el uso interior, con la premisa de que se construya la caseta de bomba.

Si las comunidades ya cuentan con la línea eléctrica, se la utilizará para la alimentación eléctrica, pero para las bombas se preverán ambos sistemas, monofásico y trifásico de 220V. Por otra parte, en las comunidades donde no se puede trabajar con el sistema monofásico, debido a que se requiere una alta potencia de salida en el momento de bombeo, se emplearán bombas trifásicas, siendo necesaria en este caso la alimentación eléctrica mediante generadores. Asimismo, en aquellas comunidades que actualmente no disponen del sistema eléctrico, 2 comunidades en el Departamento de La Paz (Huajruma y Chocorosi) y 5 comunidades en el Departamento de Potosí (Buey Tambo, Huaycaya, Sepulturas, Molle Huaycko, y Kepallo), se requiere también la alimentación por generadores.

Por otra parte, se ha estudiado la posibilidad de introducir el sistema solar, en base al caudal de bombeo y altura de elevación de la bomba, cuyo resultado se muestra en la figura 2.4. Tal como indica esta figura, cuando se trata de la máxima potencia de salida de 1800W, dicho sistema satisface la capacidad de bombeo requerida. Sin embargo, resulta difícil asegurar la cantidad máxima de suministro por día, ya que realmente la potencia de salida disminuye en función del tiempo y cantidad de insolación. Por lo tanto, en las comunidades antes citadas, aunque existe la posibilidad de instalación del sistema eléctrico en el futuro, se preverán las bombas con accionamiento mediante generadores, con vistas al mejoramiento del sistema de agua lo más pronto posible.



Las curvas arriba indicadas se basan en las siguientes condiciones:

- Módulo solar (batería solar) Máxima potencia de salida (W_p) = 1800W
- Cantidad estimada de insolación por día (Hr) = 6KWh/m²día (ángulo de inclinación 20°)
- Temperatura media (aire exterior) del período: 30
- Lugar de instalación: latitud norte 20°
- Ángulo de inclinación del módulo solar: 20°

Figura 2.4 Selección de Bomba por el Sistema Solar (datos del fabricante)

La altura de elevación necesaria de la bomba sumergible se obtiene, sumando 10 metros, que corresponden a la pérdida en la bomba y posición de la boca de aspiración de la bomba, a la pérdida de fricción del tubo, que se calcula mediante a la fórmula de Hazzen Williams indicada abajo. En la tabla 2.19 se muestra el resultado del cálculo de la altura de elevación en función de la altura del suelo del pozo.

[Fórmula de Hazen Williamas]

$$\text{Altura de pérdida } h = (10,67 \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times Q^{1,85}) \times L$$

C: coeficiente de velocidad de flujo 100 (acero 100, PVC 110),
D: diámetro de tubo, Q: velocidad de flujo

[Cálculo de la potencia del eje de la bomba]

$$\text{Potencia del eje} = 0,163 \times r \times Q \times H / \mu / 100$$

r: peso por volumen unitario del fluido, Q: cantidad de descarga,
H: altura total, μ : rendimiento de la bomba (65%)

Colquencha, comunidad rural del Departamento de La Paz, y La Lava y Kepallo, otras del Departamento de Potosí, tienen una población de 1.500 a 2.300 habitantes, y su caudal de bombeo previsto es de 370 a 520 lt./min, por lo tanto cada comunidad rural tendrá 2 pozos. De esta manera, la especificación de la bomba será determinada con la condición de suministro de agua con 2 pozos.

(5) Plan de Construcción de las Instalaciones de Conducción y Distribución

1) Tubería de Conducción

Para la conducción de agua se utilizarán las tuberías de PVC o de acero galvanizado (GSP), disponibles en Bolivia. El diámetro de estas tuberías de conducción será determinado en base al caudal de bombeo previsto y a la velocidad de flujo en el interior de las tuberías (0,3 – 1,0m/seg.).

Tabla 2.19 Especificaciones de bomba sumergible

(1) La Paz

Nombre de comunidad	Profundidad m	Caudal máx. abastecido		Caudal bombeado proyectado		Nivel dinámico GL-m	T. de d. de agua HWL GL del pozo+m	Carga hidrostática real m	Diámetro de tubo de columna φmm	Longitud de tubo de columna m	Velocidad de corriente 1 m/sec	Pérdida de carga m	D. de tubo de conduc. φmm	Longitud de tubo de conduc. m	Velocidad de corriente 2 m/seg.	Pérdida de carga m	Carga hidrostática total m	Fuerza motriz del eje de bomba kW	Fuerza eléctrica existente	Potencia necesaria del motor	Objeto del asesoramiento técnico	Observaciones	Posibilidad de aplicación de bomba solar
		m³/d	m³/h	L/min	L/seg.																		
1 Colquencha	100	125	10.42	260	4.34	23.8	80.19	114.0	65	33.8	1.31	1.85	100.00	2,034	0.55	11.46	127.31	9.98	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 11kW			
	100	125	10.42	260	4.34	23.8	80.19	114.0	65	33.8	1.31	1.85	100.00	2,034	0.55	11.46	127.31	9.98	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 11kW			
2 Caluyo	120	80	6.67	167	2.78	30.8	57.11	97.9	50	40.8	1.41	3.51	75.00	477	0.63	4.78	106.20	5.33	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 7.5kW			
3 Mantecani	100	60	5.00	125	2.08	23.2	22.74	55.9	50	33.2	1.06	1.68	75.00	309	0.47	1.82	59.44	2.24	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 3.7kW			
4 Jockopampa	120	20	1.67	50	0.83	21.1	12.60	43.7	40	31.1	0.66	0.86	50.00	11	0.42	0.09	44.64	0.67	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 1.5kW			
5 Cauti Titiri	80	40	3.33	83	1.39	19.7	12.60	42.3	40	29.7	1.11	2.10	50.00	11	0.71	0.22	44.62	1.12	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
6 Vilaque	80	50	4.17	104	1.74	20.5	17.50	48.0	50	30.5	0.88	1.10	75.00	405	0.39	1.70	50.80	1.59	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 2.2kW			
7 Huajruma	80	20	1.67	50	0.83	17.2	28.29	55.5	40	27.2	0.66	0.75	50.00	507	0.42	3.95	60.18	0.91	No hay	Trifásica 220V 1.5kW		Instalación de generador también	
8 Canuta	100	50	4.17	104	1.74	36.2	20.66	66.9	50	46.2	0.88	1.67	75.00	176	0.39	0.74	69.27	2.17	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 3.7kW			
9 Chocorosi	120	20	1.67	50	0.83	16.2	19.35	45.6	40	26.2	0.66	0.72	50.00	430	0.42	3.35	49.62	0.75	No hay	Trifásica 220V 1.5kW		Instalación de generador también	
10 Chusicani	50	50	4.17	104	1.74	23.6	21.99	55.6	40	33.6	1.38	3.59	75.00	477	0.39	2.00	61.19	1.92	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			

(2) Potosí

Nombre de comunidad	Profundidad m	Caudal máx. abastecido		Caudal bombeado proyectado		Nivel dinámico GL-m	T. de d. de agua HWL GL del pozo+m	Carga hidrostática real m	Diámetro de tubo de columna φmm	Longitud de tubo de columna m	Velocidad de corriente 1 m/sec	Pérdida de carga m	D. de tubo de conduc. φmm	Longitud de tubo de conduc. m	Velocidad de corriente 2 m/seg.	Pérdida de carga m	Carga hidrostática total m	Fuerza motriz del eje de bomba kW	Fuerza eléctrica existente	Potencia necesaria del motor	Objeto del asesoramiento técnico	Observaciones	Posibilidad de aplicación de bomba solar
		m³/d	m³/h	L/min	L/seg.																		
1 Quivinchá	80	50	4.17	104	1.74	18.4	25.26	53.7	50	28.4	0.88	1.02	75.00	263	0.39	1.10	55.79	1.75	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
2 Ckonapaya	50	50	4.17	104	1.74	21.5	46.63	78.1	50	31.5	0.88	1.14	75.00	629	0.39	2.64	81.91	2.57	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 3.7kW			
3 Villa El Carmen	80	20	1.67	50	0.83	19.9	8.61	38.5	40	29.9	0.66	0.82	50.00	240	0.42	1.87	41.20	0.62	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 1.5kW			
4 Buey Tambo	120	80	6.67	167	2.78	30.8	84.24	125.0	50	40.8	1.41	3.51	75.00	1,485	0.63	14.88	143.43	7.19	Transmisión (monofásica)	Trifásica 220V 11kW		Instalación de generador también	
5 Pampa Soico	50	20	1.67	50	0.83	14.2	70.01	94.2	40	24.2	0.66	0.67	50.00	418	0.42	3.25	98.13	1.48	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
6 Huaycaya	100	100	8.33	208	3.47	25.4	103.74	139.1	50	35.4	1.77	4.61	75.00	1,540	0.79	23.32	167.06	10.47	Transmisión (monofásica)	Trifásica 220V 15kW		Instalación de generador también	
7 Sepulturas	80	110	9.17	229	3.82	27.4	26.50	63.9	50	37.4	1.95	5.80	75.00	450	0.86	8.13	77.83	5.37	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 5.5kW		Instalación de generador también	
8 La Lava	120	95	7.92	198	3.30	16.3	1.10	27.4	50	26.3	1.68	3.11	100.00	12	0.42	0.04	30.55	1.82	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
	120	95	7.92	198	3.30	16.3	1.10	27.4	50	26.3	1.68	3.11	100.00	12	0.42	0.04	30.55	1.82	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
9 Killpiza	50	20	1.67	50	0.83	20.2	18.89	49.1	40	30.2	0.66	0.83	50.00	130	0.42	1.01	50.93	0.77	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 1.5kW			
10 Vilcuayo	50	20	1.67	50	0.83	14.2	39.93	64.1	40	24.2	0.66	0.67	50.00	211	0.42	1.64	66.44	1.00	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
11 Vizigsa	50	20	1.67	50	0.83	14.2	42.04	66.2	40	24.2	0.66	0.67	50.00	532	0.42	4.14	71.05	1.07	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
12 Pelca	50	70	5.83	146	2.43	31.0	26.43	67.4	50	41.0	1.24	2.76	75.00	541	0.55	4.23	74.42	3.27	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 3.7kW			
13 Pecataya	50	40	3.33	83	1.39	22.8	30.55	63.4	40	32.8	1.11	2.32	50.00	575	0.71	11.51	77.19	1.94	Transmisión (trifásica)	Trifásica 220V 3.7kW			
14 Palomar	50	20	1.67	50	0.83	14.2	69.17	93.4	40	24.2	0.66	0.67	50.00	609	0.42	4.74	98.78	1.49	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 2.2kW			
15 Molle Huayco	120	20	1.67	50	0.83	26.5	17.43	53.9	40	36.5	0.66	1.00	50.00	155	0.42	1.21	56.14	0.84	No hay	Trifásica 220V 1.5kW		Instalación de generador también	
16 Kepallo	80	90	7.50	188	3.13	19.1	66.83	95.9	50	29.1	1.59	3.12	100.00	445	0.40	1.37	100.41	5.67	Transmisión (monofásica)	Trifásica 220V 7.5kW		Instalación de generador también	
	80	90	7.50	188	3.13	19.1	66.83	95.9	50	29.1	1.59	3.12	100.00	445	0.40	1.37	100.41	5.67	Transmisión (monofásica)	Trifásica 220V 7.5kW		Instalación de generador también	
17 Suquicha	80	70	5.83	146	2.43	16.7	36.49	63.2	50	26.7	1.24	1.80	75.00	654	0.55	5.12	70.10	3.08	Transmisión (monofásica)	Monofásica 220V 3.7kW			

Nota) * La altura, longitud y ancho de tanque de distribución fueron determinados según los resultados de la medición tomando como punto de referencia el lugar donde se hizo la prospección geofísica en el momento del estudio local.

* El caudal máx. abastecido/hora se estimó en doble del caudal máx. abastecido/día proyectado y el caudal bombeado proyectado se calculó considerando 8 horas de operación de bomba.

Pérdida de carga $h = (10,67 \times C^{1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}) \times L$, según la fórmula de Hazan Williams, C = Coeficiente de velocidad de corriente 100 (tubo de acero), D: Diámetro de tubo, Q = Caudal

Fuerza motriz del eje de bomba $= 0,163 \times r \times Q \times 11/m/100$, r = Peso del fluido por volumen unitario, Q = Descarga, H= Carga estática total, la eficiencia de bomba = 65%

* Para la carga estática real se agregaron 10 m por la bomba.

2) Tanque de Distribución

El tanque de distribución, en principio, se instalará sobre tierra. En caso negativo, debido a las condiciones topográficas, tratándose de una llanura, se optará por el tanque elevado. Dicho tanque elevado se ha previsto para 3 comunidades, Jockpampa, Cauchi+Titiri y Molle Huayco, mientras que el tanque sobre tierra se instalará en las demás comunidades. Con respecto a la capacidad necesaria del tanque de distribución, se ha establecido su límite en una cantidad correspondiente a las 8 horas de máxima cantidad prevista de suministro por día, y según el cálculo basado en esta condición, la capacidad del tanque ha sido dividida en 4 tipos, 15 m³, 30 m³, 45 m³ y 75 m³.

Si los tanques de distribución actuales ya satisfacen la capacidad necesaria, en principio se aprovecharán estos mismos tanques. Asimismo, cuando se trata del tanque elevado dicha capacidad será únicamente de 15 m³.

Tabla 2.20 Capacidad de Tanques Nuevos de Distribución (Sur del Departamento de La Paz)

No	Comunidad	Tanque existente	Necesidad de obra	Capacidad de tanque actual (m ³)	Capacidad necesaria (m ³)	Capacidad que falta (m ³)	Capacidad de tanque nuevo (m ³)
1	Colquencha	Sí	No	144,2	83,3	-	-
2	Caluyo	Sí	No	13,9	26,7	12,8	15
3	Mantecani	No	-	-	20,0	20,0	30
4	Jockopampa	No	-	-	6,7	6,7	15
5	Cauchi Titiri	No	-	-	13,3	13,3	15
6	Vilaque	No	-	-	16,7	16,7	30
7	Huajruma	No	-	-	6,7	6,7	15
8	Canuta	No	-	-	16,7	16,7	30
9	Chocorosi	No	-	-	6,7	6,7	15
10	Chusicani	No	-	-	16,7	16,7	15

Nota: Cantidad necesaria = capacidad máxima de suministro por día × 1/24 × 8 horas.

Tabla 2.21 Capacidad de Tanques Nuevos de Distribución (Departamento de Potosí)

No	Comunidad	Tanque existente	Necesidad de obra	Capacidad de tanque existente (m ³)	Capacidad necesaria (m ³)	Capacidad que falta (m ³)	Capacidad de tanque nuevo (m ³)
1	Quivincha	Sí	No	48,6	16,7	-	15
2	Ckonapaya	Sí	No	36,6	16,7	-	-
3	Villa El Carmen	No	-	-	6,7	6,7	15
4	Buey Tambo	No	-	-	26,7	26,7	30
5	Pampa Soico	Sí	No	27,4	6,7	-	-
6	Huaycaya	Sí	No	3,8	33,3	29,5	30
7	Sepulturas	Sí	No	19,2	36,7	17,5	30
8	La Lava	Sí	No	18,7	63,3	44,6	45
9	Killpiza	No	-	-	6,7	6,7	15
10	Vilcuayo	No	-	-	6,7	6,7	15
11	Vizigsa	Sí	No	19,5	3,3	-	-
12	Pelca	Sí	No	9,1	23,3	14,2	15

No	Comunidad	Tanque existente	Necesidad de obra	Capacidad de tanque existente (m ³)	Capacidad necesaria (m ³)	Capacidad que falta (m ³)	Capacidad de tanque nuevo (m ³)
13	Pecataya	Sí	No	32,6	13,3	-	-
14	Palomar	Sí	Sí	20,0	6,7	-	-
15	Molle Huaycko	No	-	-	6,7	6,7	15
16	Kepallo	No	-	-	60,0	60,0	75
17	Suquicha	Sí	No	7,2	23,3	16,1	30

Nota 1) El tanque actual de Palomar presenta fugas de agua en las paredes, requiriéndose la reparación con mortero en todo el interior.

Nota 2) Cantidad necesaria = capacidad máxima de suministro por día×1/24×8 horas.

(6) Generalidades de las Instalaciones

De acuerdo con los lineamientos sobre el diseño, se muestran en el siguiente las generalidades de la instalación para 10 comunidades en el sur del Departamento de La Paz y 17 en el Departamento de Potosí.

Tabla 2.22 Generalidades de la Instalación de Toma de Agua (Sur del Departamento de La Paz)

No	Comunidad	Capacidad de bombeo (Lt./min.)	Altura total de elevación (m)	Especificación de motor	Fuente de energía	Cantidad
1	Colquencha	260	127	Trifásico 220V 3,7kW	Línea eléctrica	2
2	Caluyo	167	106	Trifásico 220V 7,5kW	Línea eléctrica	1
3	Mantecani	126	69	Trifásico 220V 3,7kW	Línea eléctrica	1
4	Jockopampa	50	45	Monofásico 220V1,5kW	Línea eléctrica	1
5	Cauchi Titiri	83	51	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
6	Vilaque	104	61	Trifásico 220V 2,2kW	Línea eléctrica	1
7	Huajruma	50	60	Trifásico 220V 1,5kW	Generador	1
8	Canuta	104	69	Trifásico 220V 3,7kW	Línea eléctrica	1
9	Chocorosi	50	50	Trifásico 220V 1,5kW	Generador	1
10	Chusicani	104	61	Trifásico 220V 2,2kW	Línea eléctrica	1

Tabla 2.23 Generalidades de la Instalación de Toma de Agua (Departamento de Potosí)

No	Comunidad	Capacidad de bombeo (Lt./min.)	Altura total de elevación (m)	Especificación de motor	Fuente de energía	Cantidad
1	Quivinchá	104	66	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
2	Ckonapaya	104	82	Monofásico 220V3,7kW	Línea eléctrica	1
3	Villa El Carmen	50	41	Trifásico 220V 1,5kW	Línea eléctrica	1
4	Buey Tambo	167	143	Trifásico 220V 11kW	Generador	1
5	Pampa Soico	50	98	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
6	Huaycaya	208	167	Trifásico 220V 15kW	Generador	1
7	Sepulturas	229	78	Monofásico 220V5,5kW	Generador	1
8	La Lava	198	31	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	2
9	Killpiza	50	51	Monofásico 220V1,5kW	Línea eléctrica	1
10	Vilcuyo	50	66	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
11	Vizigsa	50	71	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
12	Pelca	146	74	Monofásico 220V3,7kW	Línea eléctrica	1
13	Pecacaya	83	77	Trifásico 220V 3,7kW	Línea eléctrica	1
14	Palomar	50	99	Monofásico 220V2,2kW	Línea eléctrica	1
15	Molle Huaycko	50	56	Trifásico 220V 1,5kW	Generador	1

No	Comunidad	Capacidad de bombeo (Lt./min.)	Altura total de elevación (m)	Especificación de motor	Fuente de energía	Cantidad
16	Kepallo	188	100	Trifásico 220V 7,5kW	Generador	2
17	Suquicha	146	70	Monofásico 220V3,7kW	Línea eléctrica	1

2.2.3 Plan Básico sobre el Suministro de Equipos y Materiales

(1) Máquinas y Herramientas de Perforación de Pozos

La selección de la máquina de perforación se realiza teniendo en cuenta la geología, profundidad de perforación y condiciones de la naturaleza de las áreas objetivas. El terreno de las áreas objeto del Proyecto, en las proximidades de la superficie de la tierra, consiste principalmente en sedimentos del Cuaternario, tales como grava, arcilla, limo, etc., mientras que en los estratos inferiores se encuentran sedimentos del Terciario y una capa del Paleozoico. En algunas áreas se encuentran mezclados cantos rodados dentro de la capa de grava, por lo que para perforar estas áreas se requiere una capacidad de alto nivel. La máquina de perforación más apta para estas condiciones geológicas es la máquina de tipo rotativo. Además, desde el punto de vista de la facilidad operativa y del rendimiento de perforación, es deseable el tipo rotativo con transmisión vía cabezal superior. Por otra parte, para la perforación de la roca de base, como por ejemplo, los ígneos, resulta más apropiada la perforación de impacto con martillo. Por lo tanto, se adopta el método de perforación DTH con aire, que permite el uso simultáneo con el sistema rotativo.

Tabla 2.24 Relación entre el Método de Perforación y Tipo de Máquina

Método, terreno, etc.		Transmisión vía cabezal superior Tipo rotativo	Tipo de mesa rotativa	Tipo husillo (rotativo)	Tipo cable (rotativo)
Terreno apto	Arcilla y limo (Sedimentos del Cuaternario)				
	Capa de arena (Sedimentos del Cuaternario)				
	Capa de grava (Sedimentos del Cuaternario)				
	Canto rodado				
	Roca de base				×
Método de perforación aplicable	Con lodo, broca tricónica				Imposible
	Con aire, broca tricónica				Imposible
	Con aire DTH				Imposible
	Circulación reversible			×	Imposible
Precisión de perforación	Verticalidad				×
	Protección de pared				
Evacuación de tierra y arena		Continua, rápida	Continua, rápida	Continua, rápida	Lenta, discontinuo

Método, terreno, etc.	Transmisión vía cabezal superior Tipo rotativo	Tipo de mesa rotativa	Tipo husillo (rotativo)	Tipo cable (rotativo)
Facilidad de operación				
Velocidad de perforación				
Control de la carga de broca				
Facilidad de preparación y retiro				
Rendimiento de perforación				x

La profundidad media de perforación en las áreas objeto del Proyecto es de 95m en el Departamento de La Paz y 74m en el Departamento de Potosí, y el pozo más profundo tendrá una profundidad prevista de 120m. Por otra parte, ya que en los datos de prospección geofísica existe un error de medición, y por lo tanto ha de prever una cierta margen de seguridad. Por esta razón debe seleccionarse las máquinas y herramientas de perforación, teniendo en cuenta que la profundidad máxima prevista podría ser de 150m. Asimismo, bajo el supuesto de que pueda ocurrir algún accidente a una profundidad de alrededor de 150m, y por la necesidad de prever una capacidad de tratamiento ante cualquier accidente durante la perforación, se ha seleccionado los modelos con capacidad de enrollar hasta 200m.

Las máquinas de perforación, en principio, serán del tipo montado en camión por las siguientes razones:

En Bolivia no hay máquinas pesadas capaces de montar y desmontar la máquina de perforación.

La máquina montada en camión puede aprovechar el motor de su camión como fuerza motriz de perforación, por lo que no necesita los equipos como generador, etc.

Los equipos como bomba de lodo, etc. también pueden ser montados, por lo que ofrece una movilidad excelente.

Tabla 2.25 Especificación de Equipos y Materiales de Perforación

Máquina de perforación	Tipo de máquina	Perforadora rotativa con transmisión vía cabezal superior montado en camión (perforación con lodo/DTH)
	Equipos montados	Mástil, bomba de lodo, bomba de inyección, etc.
	Capacidad de perforación	Tubo de taladro 4-3/4, diámetro 10~14" hasta 150m
	Accionamiento	Uso conjunto de la máquina y camión
	Tracción	6×4 (tracción trasera)
Herramientas de perforación	Diámetro de perforación	14-3/4", 10-5/8"
	Diámetro de revestimiento	12", 6"
	Contenido de herramientas	Accesorios de perforación, herramientas comunes de lodo/DTH, herramientas para perforación con lodo, herramientas para DTH, herramientas para revestimiento, equipos de apoyo

Compresora de alta presión	Cantidad de aire de descarga	Más de 25m ³ /min., más de 2,35Mpa
	Transporte	Montado en camión
	Tracción	4×2 (tracción trasera)
Herramientas para acabado de pozo	Profundidad de acabado	150m
	Componentes	Tubo de elevación aire, tubo de bombeo, achicador, etc.

【Capacidad de enrollado de la máquina de perforación】

Se describen las herramientas principales de perforación en el caso de que la máxima profundidad de perforación sea de unos 150m.

El peso sólo de las herramientas es de 7.000kg, como máximo, y teniendo en cuenta la caída de las herramientas, etc. o trabajos de recuperación en accidentes, se requiere que la cabria (tambor desnudo) tenga una capacidad de enrollado superior a 8.000kg. Cuando la capacidad de enrollado con línea simple es de 3.000kg, la capacidad que se puede asegurar con línea triple corresponde a $3.000\text{kg} \times 3 \times 0,95 \times 0,95 = 8.122\text{kg}$. Por consiguiente, la capacidad de enrollado del tambor desnudo, en caso de línea simple, debe ser superior a 3.000kg.

	Peso por unidad	Cantidad	Peso
•Tubo de taladro 4-3/4”(6m/pza)	26,4kg/m×6m=158,4kg/pza	23	3.643kg
•Collar de perforación 8”(6m/pza)	224,7kg/m×6m=1348,2kg/pza	2	2.696kg
•Conector entre tubo y collar	55kg/pza	1	55kg
•Conector entre estabilizador y broca de 6-5/8”	130kg/pza	1	130kg
•Estabilizador 12-1/4”(1m/pza)	218kg/pza	1	218kg
			Total 7.000kg

【Capacidad de bomba de lodo】

En el caso de perforación con lodo, es ideal que la velocidad de flujo del fluido barroso que corre entre la varilla y la pared (velocidad de flujo de la parte anular) sea superior al rango entre 18 y 36m/min. Sin embargo, teniendo en cuenta el estado de los estratos de las áreas objetivas, será posible perforar sin derrumbamiento de las paredes mediante el control de lodo, aun cuando dicha velocidad sea de unos 16m/min. Por consiguiente, la cantidad de descarga de la bomba de lodo se ha establecido en 730Lt. /min., que es la cantidad mínima necesaria.

Caso de que el diámetro de perforación sea de 10-5/8”(26,99cm), el diámetro exterior de varilla 12,07cm, y la velocidad de flujo 16m/min.

$$\text{Cantidad de flujo de descarga } Q = V \times (D^2 - d^2) \pi / 4 = 15 \times (0,2699^2 - 0,1207^2) \times 3,14 / 4 = 732 \text{ Lt/min.}$$

【Potencia del motor de camión】

La máquina de perforación realiza su accionamiento mediante el sistema PTO, el sistema de operación por transmisión de potencia del motor del camión en que se monta esta máquina.

La potencia aproximada que se requiere es de 150PS, según el cálculo de abajo. Por otra parte, con relación a la altura sobre el nivel del mar de las áreas objetivas, la caída de la potencia a una temperatura de 10 grados centígrados y humedad del 40%, según la norma industrial japonesa (JIS), es de 71% en una altura de 3.000m y de 62% en 4.000m. Por lo tanto, se ha previsto una potencia superior a 215PS, teniendo en cuenta la posibilidad de bajada de la potencia del motor hasta un 70%.

$$\begin{aligned} & \text{cabezal rotativo (60PS) + bomba de lodo (40PS) + sistema de alimentación (10PS)} \\ & = \text{máxima potencia necesaria de la máquina perforadora (110PS)} \\ & \text{máxima potencia necesaria (110PS) } \div 0,75 \sim 0,80 \text{ (rendimiento)} \qquad 150\text{PS} \end{aligned}$$

【Especificación sobre la perforación】

En consideración al caudal de bombeo y la altura de elevación que se requieren en las comunidades objetivas, se ha establecido la medida del tubo de revestimiento y del filtro en 6 pulgadas. El diámetro de perforación del tubo conductor es de 14-3/4 pulgadas, mientras que el diámetro del tubo de revestimiento es de 10-5/8 pulgadas, ya que el terreno consiste principalmente en una capa no consolidada de grava. Por consiguiente, la capacidad de perforación será de 150m de profundidad, con un diámetro de entre 10 y 14 pulgadas. La medida de la varilla de taladro es de 4-3/4.

【Tipo de accionamiento】

El acceso a la mayoría de las comunidades rurales es sumamente difícil, tratándose de colinas y zonas montañosas. Además, ninguna vía, con la excepción de las carreteras principales, está pavimentada, y se supone que hay que pasar por los ríos secos. Por lo tanto, es deseable que las máquinas de perforación y los demás vehículos sean de tracción a todas las ruedas. Sin embargo, los vehículos en una altura de 4.000m sobre el nivel del mar se ven sometidos a condiciones muy duras de combustión, disminuyendo notablemente el rendimiento del motor (aproximadamente un 60% de la caída de potencia). Por lo tanto, es posible que los motores montados en los camiones de 6×6WD y 4×4WD no sean garantizados técnicamente para el uso en los lugares de gran altura. Consecuentemente, el accionamiento de los vehículos será de 6×4WD, ya que no presentan caída de la potencia del motor, y tampoco afectan al rendimiento del trabajo de perforación, aunque los vehículos con 2 ruedas motrices no ofrecen seguridad de recorrido en las vías no acondicionadas.

【Utensilios, accesorios y herramientas de perforación】

Cada máquina perforadora estará equipada de un juego de utensilios y accesorios necesarios para la perforación. La cantidad de herramientas de perforación será calculada considerando una perforación de hasta 150m de profundidad.

【Equipos y materiales para acabado del pozo】

Son equipos y materiales para evacuar en forma suficiente el lodo y la pared de lodo que se acumulan en el interior, después de terminar la perforación, y que consisten en tubo de elevación de aire, tubo de bombeo, elevador de tubo, achicador, etc., y se utilizan para los trabajos que se especifican a continuación:

- Swapping: Se baja un dispositivo de pistón por el interior del tubo de revestimiento, y mediante movimientos verticales se evacuan las partículas pequeñas de arena del acuífero, a fin de inducir las aguas subterráneas.

Jetting: Utilizando una compresora de aire, se inyecta el agua de alta presión a chorro desde el interior del filtro hacia el exterior, y se retira la materia que obstruye el filtro, a fin de inducir las aguas subterráneas.

(2) Compresora de Aire de Alta Presión (montada en camión)

La compresora de aire de alta presión es imprescindible para la alimentación de aire comprimido al martillo DTH, evacuación de escombros y lavado del pozo. Es ideal que la velocidad de flujo en la parte anular sea de entre 1000 y 1500m/min., a fin de evacuar en forma armoniosa los escombros del interior del pozo. La cantidad necesaria de aire se calcula mediante la siguiente fórmula:

Q: cantidad necesaria de aire (m³/min.) = V x A

A: área seccional de la parte anular (m²) $A = \pi(D^2 - d^2)/4$

D: diámetro de orificio (m), d: diámetro de varilla (m), V: velocidad de flujo en la parte anular(m/min.)

Diámetro del orificio		Diámetro de varilla		Area seccional	Velocidad flujo en la parte anular	Cantidad de aire necesaria
D(inch)	D(m)	d(inch)	D(m)	A(m ²)	V(m/ minuto)	Q(m ³ /minuto)
6	0,152	4,75	0,121	0,0066	1200	7,9
8-5/8	0,219	4,75	0,121	0,0262	1200	31,44

En el supuesto de una perforación de una masa de roca con broca de martillo de 8-5/8”, utilizando varilla de 4-3/4”, se requiere 30m³ de descarga de aire, según el cálculo de arriba. Sin embargo, si se toma en cuenta la mejora de la tecnología de perforación, por ejemplo el uso de espumante, se necesitan 25 m³ de aire.

El peso de la compresora de aire es de 6 toneladas, aproximadamente, y si se piensa en la carga y descarga de esta compresora, teniendo en cuenta la seguridad de manejo, se requiere una grúa con capacidad superior a 7,5 toneladas. Sin embargo, las grúas normales del mercado son para 13,5 toneladas, y además se clasifican en la categoría de vehículos especiales. Considerando este aspecto, se puede decir que la grúa montada en camión

resulta más económica y conveniente en su uso. Asimismo, la capacidad de transporte del camión será de más de 7 toneladas, teniendo en cuenta el peso del combustible de reserva.

(3) Vehículos de Apoyo para la Perforación de Pozos.

Los trabajos de perforación de pozos requieren vehículos de apoyo para el transporte de los accesorios de la máquina de perforación y artículos de consumo (bentonita, material de preparación de lodo, broca tricónica, broca de martillo, etc.), así como de los equipos y materiales necesarios para la perforación.

Tabla 2.26 Generalidades de los Vehículos de Apoyo para la Perforación de Pozos

Equipo	Aplicación	Especificación
Camión de transporte de carga larga	Se utiliza para el transporte, carga y descarga de los objetos largos y pesados y de los tubos de revestimiento. En el lugar de trabajo sirve para levantar los tubos de taladro e insertar los tubos de revestimiento, prestando apoyo a la máquina de perforación. Este camión trabaja siempre junto con dicha maquina.	Tracción: 6×4 tracción trasera, especificación estándar de carga Potencia del motor: 230PS Aplicable para la altura de 4.000m Longitud de plataforma: más de 6,2m Grúa: máxima carga de elevación 3 toneladas Volante a la izquierda
Camión de transporte de carga mediana	Se utiliza para transporte, carga y descarga de los equipos y materiales no grandes ni pesados, que se emplean frecuentemente en los trabajos de perforación, tales como herramientas de perforación, combustible y materiales de lodo. Asimismo, sirve para el transporte e instalación del generador y bomba para la prueba de bombeo, así como para la colocación de la bomba permanente. Se requiere este camión, después del traslado de la máquina de perforación, para la prueba de bombeo, instalación de bomba, etc.	Tracción: 4×2 tracción trasera, especificación estándar de carga Potencia del motor: 200PS Aplicable para la altura de 4.000m Longitud de plataforma: más de 4,2m Grúa: máxima carga de elevación: 3 toneladas Volante a la izquierda
Camión cisterna	Se utiliza para la preparación del lodo necesario para la perforación, lavado del pozo después de la perforación y suministro del agua para los diferentes trabajos.	Tracción: 4×2 tracción trasera, para el transporte de agua. Potencia del motor: más de 200PS Capacidad de tanque: 8,0 m ³ Aplicable para la altura de 4.000m Con bomba Volante a la izquierda

Equipo	Aplicación	Especificación
Camioneta	Sirve para el transporte de los equipos de medición de alta precisión (para registro eléctrico, análisis de la calidad del agua). Se utiliza también para que el ingeniero hidrogeofísico pueda trabajar en su interior para el análisis del escombros que se evacua durante la perforación y el análisis de la calidad de agua después de la prueba de bombeo, así como para los trabajos de registro eléctrico. También se utiliza para el transporte de los operadores y custodia de la oficina in situ.	Tracción: 4WD, camioneta de reparto con doble cabina Potencia del motor: más de 80PS Aplicable para la altura de 4.000m Volante a la izquierda
Camioneta	Sirve para el transporte de los artículos de consumo (broca, bentonita, material de lodo), utensilios de trabajo y operadores de perforación.	Tracción: 4WD, camioneta de reparto con cabina simple Potencia del motor: más de 80PS Aplicable para la altura de 4.000m Volante a la izquierda
Furgoneta	Se utiliza para los trabajos del grupo de prospección geofísica, como vehículo de transporte y espacio para los estudios, así como para las actividades del estudio social, educación sanitaria y análisis del agua.	Tracción: 4WD, furgoneta familiar Potencia del motor: más de 80PS Aplicable para la altura de 4.000m Volante a la izquierda

1) Camión de Transporte de Carga Larga

El camión de transporte de carga larga, en principio, trabaja junto con la máquina de perforación, y sirve para transportar, cargar y descargar los objetos largos y pesados de entre las herramientas de perforación que los camiones medianos no pueden llevar, así como los tubos de revestimiento, etc. En los lugares de trabajo, además de transportar dichos objetos, presta su apoyo a la máquina de perforación para levantar accesorios tales como el tubo de taladro y para insertar los tubos de revestimiento. Los principales objetos largos y pesados, en el supuesto de una perforación de 150m de profundidad, son los que se detallan a continuación. Asimismo, teniendo en cuenta el peso de la grúa montada, condiciones de las vías y margen de la carga, se requiere una capacidad de carga de 10 toneladas como mínimo. Con respecto a la plataforma, ya que el material más largo es el tubo de revestimiento que mide 6m de largo, se ha previsto una longitud superior a 6,2m, incluyendo una pequeña holgura.

•Tubo de taladro 4-3/4" (6m/pza)	26,4kg/m×6m/pza×23	= 3.643kg
•Collar de perforación 8"(6m/pza)	224,7kg/m×6m/pza×2pza	= 2.696kg
•Tubo de bombeo(SGP65mm)	7,5kg/m×5,5m/pza×27pza	= 1.114kg
•Otros (tubo conductor, tubo de aire, etc.)		= 1.500kg
	total	= 9.000kg, aproximadamente

2) Camión de Transporte de Carga Mediana

Se utiliza para el transporte, carga y descarga de las herramientas de perforación que no sean largas ni pesadas (accesorios para la elevación del tubo de taladro y tubo de revestimiento), mangueras para la circulación de lodo, mezclador de lodo, broca, martillo DTH, cemento, combustible, materiales de lodo, etc. Asimismo, se emplea para el transporte e instalación del generador y bomba durante la prueba de bomba, así como para la colocación de la bomba permanente.

3) Camión Cisterna

Sirve para transportar la gran cantidad de agua que se requiere para la perforación con lodo. Se prepara el lodo en la fosa antes de la perforación, y cuanto más profundo se perfora el pozo, con tanta más frecuencia se debe suministrar el lodo. Si el número de los días de perforación son 4, y se realizan 2 viajes diarios de ida y vuelta desde el punto de abastecimiento de agua hasta el lugar de trabajo, la cantidad necesaria de agua para un pozo de 100m es: $57,5 \text{ m}^3 \div 4 \div 2 = 7,2 \text{ m}^3$, por lo que se necesita un camión cisterna de una movilidad excelente con una capacidad de tanque de 8 m³.

Perforación con lodo:	$1/4 \times \pi \times 0,3112^2 \times 10,00$	= 0,761 m ³
Lavado:	$1,8 \text{ m}^3/\text{hora} \times 3,0\text{hr}$	= 5.400 m ³
DTH:	$1,8 \text{ m}^3/\text{hora} \times 8\text{hr} \times 0,8 \times 4 \text{ días}$	= 46,08 m ³
Otros:	10% de la totalidad	= 5.224 m ³
	Total	= 57.465 m ³

4) Camioneta de 4WD (doble cabina)

El objeto principal de esta camioneta es el transporte del personal del grupo de perforación. En principio, se mueve siempre junto con la máquina de perforación. Sin embargo, se utiliza también para la comunicación entre el lugar de trabajo y la oficina, así como para el transporte de artículos de consumo, utensilios de trabajo y materiales de urgencia.

5) Camioneta de 4WD (cabina simple)

El objeto principal de esta camioneta es el transporte del personal y de los equipos y materiales del grupo de prueba de bombeo. Se mueve independientemente de la camioneta del grupo de perforación. Durante la preparación de la perforación sirve también para el desplazamiento del personal auxiliar.

6) Furgoneta Familiar

Como vehículo de desplazamiento del grupo de prospección geofísica, y para el transporte de los equipos de precisión, tales como los equipos propios de dicha prospección, batería y equipos auxiliares, se necesita un vehículo de tipo furgoneta. Además del transporte del personal al lugar de trabajo, se aprovecha como espacio de trabajos interiores, y también para los estudios sociales, educación sanitaria y análisis de la calidad del agua.

Tabla 2.27 Ejemplo de Operación de Vehículos

Contenido de trabajos principales per 1 comunidad	Prospección geofísica, estudio de campo	Traslado, montaje y preparación	Trabajo de perforación	Registro eléctrico	Inserción de revestimiento	Relleno de grava y acabado de pozo	Prueba de bombeo	Análisis de calidad de agua	Instalación de bomba
Días de trabajo	10~15	5~6	10~20	2~3	1~2	1~2	3~5	2~3	1~2
Perforadora Profundidad máx. 150m		[Barra de servicio total]						[Barra de servicio parcial]	
Camioneta ① (unidad de perforación)		[Barra de servicio total]						[Barra de servicio parcial]	
Compresor de aire de alta presión (tipo montado en camión)		[Barra de servicio total]	[Barra de servicio total]			[Barra de servicio total]	[Barra de servicio parcial]		
Camión de carga larga y pesada (con grúa de 3t)		[Barra de servicio total]						[Barra de servicio parcial]	
Camioneta ② (unidad de prueba de bombeo)		[Barra de servicio total]	[Barra de servicio total]			[Barra de servicio total]	[Barra de servicio parcial]		
Camión de carga mediana (con grúa de 3t)		[Barra de servicio total]	[Barra de servicio total]			[Barra de servicio total]	[Barra de servicio parcial]		
Camión cisterna (8m ³)		[Barra de servicio total]	[Barra de servicio total]			[Barra de servicio total]	[Barra de servicio parcial]		
Camioneta ③ (unidad de estudios)	Estudios en otras comunidades, análisis de los resultados de prospección								
	La prospección geofísica se realiza antes de perforar pozos, y durante la perforación, se realizarán los estudios en otras comunidades, análisis de los resultados de prospección, y otros estudios (condiciones sociales, educación sanitaria, etc.), por lo que no se puede compartir el vehículo con otro personal para la perforación.								

Leyenda: [Barra sólida] Servicio total [Barra con puntos] Servicio parcial [Barra con puntos y flecha] Traslada a la siguiente comunidad y emprende la obra

* La camioneta ③ (unidad de estudios) realizará independientemente del programa de perforación la prospección geofísica, los estudios sociológicos y la educación sanitaria, etc., por lo que tendrá un programa de trabajo aparte.

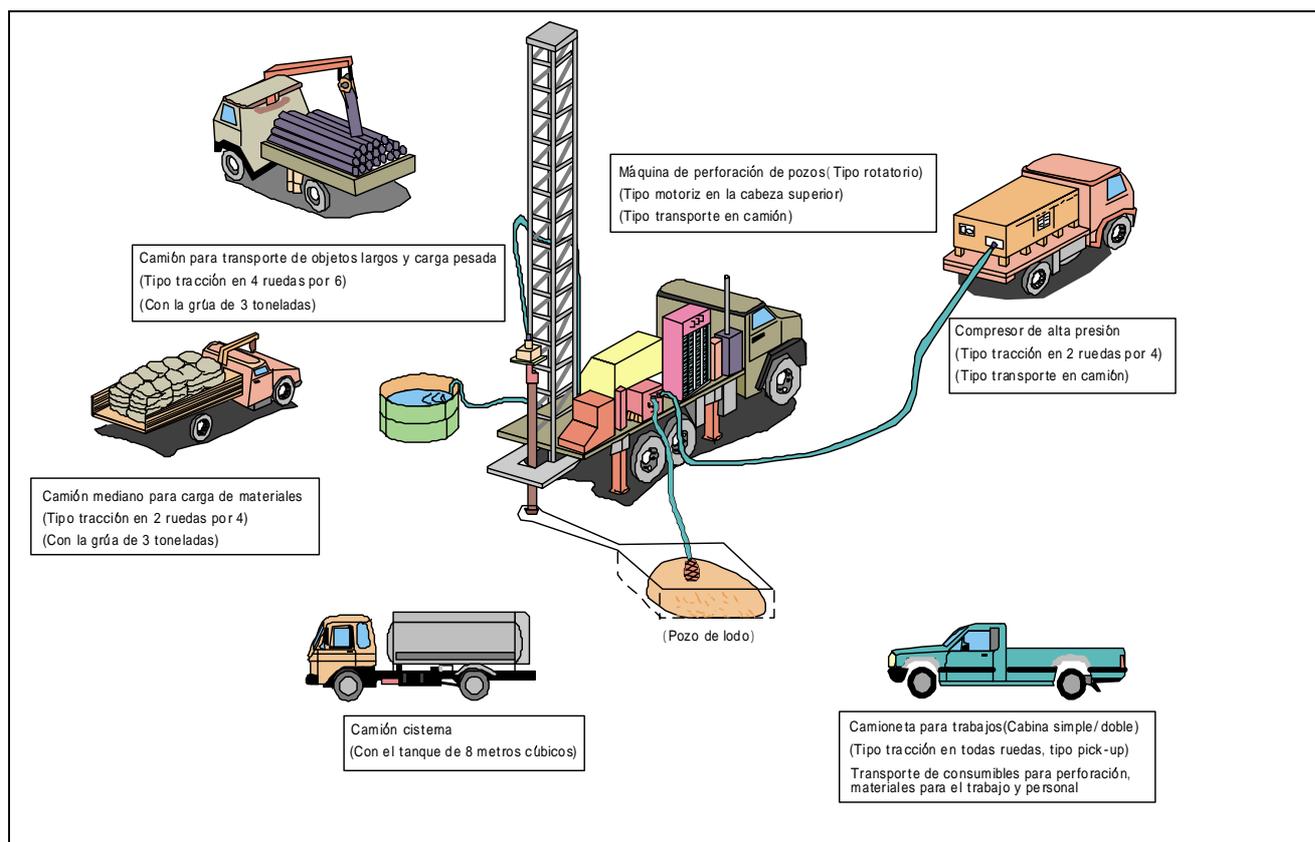


Figura 2.5 Configuración de la Máquina de Perforación y los Vehículos de Apoyo

【Carga nominal de la Grúa】

El trabajo que requiere la mayor carga de elevación es el de inserción del tubo de bombeo en el momento de la prueba de bombeo. A continuación, se indica el peso de los diferentes materiales cuando la profundidad es de 150m.

Tubo de bombeo (SGP65mm):	$7,5\text{kg/m} \times 5,5\text{m/pza} \times 27\text{pzas}$	= 1.114kg
Bomba sumergible (altura 120m, caudal de bombeo 400Lt./min.)		= 80kg
Materiales adicionales (tubo de descarga, acoplamiento)		= 100kg
Cable (2PNCT 3 núcleos 30mm, 1,6kg/m×150m)		= 240kg
Total		= 1.534kg

Por otra parte, cuando se realiza el transporte, carga y descarga de los tubos de taladro y de revestimiento, y otros materiales, la grúa de 3 toneladas es la más efectiva, por lo que se preverá una grúa de 3 toneladas de carga nominal para los camiones de carga larga y mediana.

【Tipo de accionamiento】

Tal como se ha mencionado anteriormente en la especificación de la máquina de perforación, es deseable que los vehículos tengan tracción a todas las ruedas. Cuando se trata de camiones

grandes, el motor de 6×6WD o 4×4WD presenta dificultades de combustión, y no hay garantía para el uso en los lugares altos. Por lo tanto, el accionamiento de los camiones será de 6×4WD o 4×2WD.

(4) Radio

La distancia entre las bases de trabajo y las comunidades en ambos Departamentos oscila entre 40 a 200km. Como las comunidades rurales no cuentan con un sistema de comunicación eficiente, es indispensable el sistema de comunicación sin hilo para las comunicaciones periódicas durante los trabajos de perforación y ante cualquier emergencia, como averías del vehículo, necesidad de pedir algún apoyo, etc. Este equipo será de modelo estándar y de fácil manejo, con bandas limitadas. Como mínimo se necesitan un equipo en la base de trabajo y 3 en los vehículos de desplazamiento para cada uno de los Departamentos.

Si la distancia es mayor de 100km, se puede aplicar el sistema con bandas de frecuencia HF (onda corta), pero en la distancia entre 30 y 100km, en teoría, no llegan a la tierra las ondas reflejadas en la capa ionosférica (zona insensible). Por lo tanto, se preverán 2 tipos de sistema, uno de equipo con bandas VHF para las distancias inferiores a 100km, y otro con bandas de HF para las distancias superiores a 100km.

(5) Equipos y Materiales para Taller de Mantenimiento

Se requieren equipos y materiales para el mantenimiento de las máquinas de perforación y vehículos de apoyo. Son equipos y materiales de soldadura y del sistema de alimentación de combustible, herramientas eléctricas, herramientas de reparación del motor diesel y de gasolina, equipos y materiales para la reparación de ruedas, juego de herramientas mecánicas, etc. Asimismo, con vistas a la custodia de estos equipos y materiales, y la prevención contra robo y deterioro de los mismos, se preverá un contenedor que pueda servir también como taller o espacio de trabajo del personal de las entidades ejecutoras.

(6) Equipos de Prueba y Medición

Se han seleccionado los equipos necesarios para la prospección geofísica, que consiste en investigar la clase, espesor y extensión de los estratos que supuestamente puedan ser acuíferos, la posición de la capa impermeable y la roca de base para el registro eléctrico mediante el cual se hace la confirmación de acuífero y se determina la posición del filtro, así como para la prueba de bombeo, en la que se verifica la cantidad de bombeo adecuada, y para el análisis de la calidad del agua. A continuación, se indica la especificación de estos equipos en la tabla 2.28.

Tabla 2.28 Especificación de los Equipos de Prueba y Medición

Equipo	Objeto y Especificación	
Equipo de prospección eléctrica	Se requiere para aclarar la estructura geológica y ver la posibilidad de explotación de aguas subterráneas, así como para determinar el punto de perforación del pozo. Se pasa la corriente artificialmente dentro la tierra para medir los valores de resistividad de los estratos.	
	Método de prospección	Método Shlumberger de prospección vertical por resistividad, prospección de dos dimensiones.
	Profundidad	150m
	Accesorios	Programas para la interpretación de los datos (prospección de dos dimensiones por resistividad)
Equipo de registro eléctrico	Se mide en forma sucesiva la resistencia eléctrica y autopotencial de la pared del pozo en la dirección de la perforación, para conocer el estado de distribución de acuífero y la profundidad del filtro.	
	Método de registro	Registro digital
	Items de registro	Resistividad, autopotencial, radioactividad natural, conductividad, temperatura
	Profundidad de registro	Más de 150m
GPS	Se mide la ubicación del punto de prospección geofísica y de perforación del pozo.	
	Items de medición	Latitud, longitud, altura
	Modelo	Portátil, impermeabilizado, pantalla digital
Equipo de comunicación sin hilo tipo ahorro de energía	Se utiliza para la comunicación entre los operadores durante la prospección eléctrica (en una distancia inferior a 1km).	
	Modelo	Portátil, impermeabilizado
Equipo de análisis de la calidad del agua	Se miden temperatura, PH, turbiedad, color, alcalinidad total, olor, cloro, plomo, zinc, flúor, dureza total (calcio, magnesio), sodio, hierro total, manganeso, nitrógeno, amoniaco, nitrato de nitrógeno, nitrito de nitrógeno, TD, sulfato, sulfuro, bacterias, colibacilos, conductividad, concentración de sal.	
Bomba para la prueba de bombeo, generador diesel	Bomba sumergible para la prueba de bombeo, una vez terminada la perforación.(Para confirmar la cantidad apropiada de bombeo, se realiza la prueba de bombeo gradual y continuo, así como la prueba de recuperación del nivel de agua).	
	Bomba sumergible	90m, capacidad de bombeo 390Lt./min., trifásico, 220V, 11kW 100m, capacidad de bombeo 160Lt./min., trifásico, 220V, 5,5kW
	Generador	Portátil, diesel, 45kVA, 220V, 50Hz
Vertedero triangular	Acero inoxidable, dimensión: más de 1.800mm x 900mm x 900mm	
Medidor de nivel de agua	Con cuerda de lanzar, detección con bocina, profundidad de medición 150m	
Computador personal	Monitorización de la prospección geofísica, análisis de agua y prueba de bombeo, así como elaboración de la base de datos.	
	Modelo	Procesador: Pentium4 más de 2,0GH, RAM más de 256MB, disco duro más de 40GB, sobre la mesa, monitor de 15", CD-RW, FD.
	Accesorios	OS: Windows 2000 Profesional, programa Word, programa de cálculo, escáner, impresora.

1) Equipo de prospección eléctrica

El equipo de prospección eléctrica es para conocer la estructura geológica, profundidad del acuífero y espesor de los estratos. Se selecciona el sistema que sea capaz de trabajar hasta 150m de profundidad. Asimismo, además del programa de

análisis, se preverá la posibilidad del análisis horizontal en 2 dimensiones, que se está practicando extensamente en los últimos años como nueva tecnología.

2) Equipo de registro eléctrico en el interior del pozo

Es un equipo indispensable para conocer la ubicación del acuífero, una vez finalizada la perforación, elaborándose el programa de los tubos de revestimiento en función del resultado obtenido. Contará con la posibilidad de medir los ítems más generales, como resistividad, autopotencial, radioactividad natural, conductividad eléctrica y temperatura, así como la capacidad de medir hasta 150m de profundidad.

3) GPS

Se utiliza para medir la ubicación del punto de prospección eléctrica y de perforación del pozo. Los ítems de medición son latitud, longitud y altura, que son datos fundamentales para el libro mayor del pozo.

4) Equipo de comunicación sin hilo tipo ahorro de energía

Como medio de comunicación entre los trabajadores durante la prospección eléctrica, se utiliza el equipo de comunicación sin hilo. Se necesita una unidad en el centro de la línea de medición, y 2 para los trabajadores que se sitúan en los extremos de dicha línea.

5) Equipo de análisis de la calidad del agua

Los ítems que se miden por el equipo de análisis de la calidad del agua son los fundamentales respecto al agua potable establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las normas bolivianas sobre el servicio de agua. Dicho equipo será del tipo portátil y sencillo con TDS y medidores de conductividad y concentración de sal. Los ítems de medición son temperatura, PH, turbiedad, color, alcalinidad total, olor, cloro, plomo, zinc, flúor, dureza total (calcio, magnesio), sodio, hierro total, manganeso, nitrógeno amoniacal, nitrato de nitrógeno, nitrito de nitrógeno, TD, sulfato, sulfuro, bacterias, colibacilos, conductividad, concentración de sal.

El número de reactivos, con caducidad a los 3 años, será para 100 muestras, previéndose la perforación de 15 pozos en un año aproximadamente, y 2 muestras en cada pozo.

6) Bomba para la prueba de bombeo

Se establece la capacidad de bombeo de esta bomba en 1,5 veces más, aproximadamente, que la cantidad de bombeo prevista. Por lo tanto, ya que el caudal de bombeo se estima en el rango entre 75Lt./min. y 390Lt./min., se seleccionarán 2

tipos de bomba sumergible con diferentes caudales de bombeo para la altura de elevación de unos 100m. Por otra parte, como fuente de energía de estas bombas, se requiere un generador de 11kW de potencia de salida.

7) Generador diesel

- Capacidad de arranque

La capacidad necesaria del generador diesel se determina en función del valor permisible de la tensión variable de las instalaciones con carga y la máxima caída de tensión en transitorio del generador, y debe satisfacer la capacidad de arranque. Además teniendo en cuenta la caída de potencia debido a la altura, se ha calculado dicha capacidad como sigue:

$$PG2(kVA) = \{X'd(1-\Delta E)/\Delta E\} \times P_m \times B \times C$$

ΔE : Caída momentánea de la tensión (0,30)

$X'd$:Reactancia transitoria del generador (0,21)

P_m :Máxima potencia de salida del motor kW

B :Capacidad de arranque para 1kW del motor $P_m(kW)$ (7,2)

C :Coeficiente determinado por el método de arranque del motor (arranque de entrada directa 1,0, Y- Δ arranque 0,67)

- Potencia de salida del motor

La potencia de salida nominal del motor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_s = KVA \times \alpha / (\eta_G \times 0,736)$$

P_s :Potencia de salida necesaria del motor

KVA :Capacidad del generador

α :Coeficiente (0,8)

η_G :Rendimiento del generador (0,85)

Tabla 2.29 Cálculo de la Capacidad de Generador

No.	Comunidad	Alto (m)	Caída de potencia (%)	Potencia del motor (KW)	Capacidad arranque (KVA)	Potencia después de corrección (KVA)	Potencia nominal de generador		
							KVA	KW	
Depto. La Paz	15	Huajruma	381	64	1,5	5,3	8,3	10,5	8,4
	19	Chocorosi	411	61,5	1,5	5,3	8,6	10,5	8,4
		Para prueba	380	64	11,0	26,0	40,6	45,0 (*2)	36,0
Departamento Potosí	7	Buey Tambo	326	68	11,0	26,0	38,2	45,0 (*2)	36,0
	14	Huaycaya	357	66	15,0	35,5	53,7	58,0 (*2)	46,8
	15	Sepulturas	356	66	5,5	19,4	29,4	27,0 (*2)	21,6
	32	Molle	326	68	1,5	5,3	7,8	10,5	8,4
	33	Kepallo	369	65	7,5	26,5	40,7	45,0 (*2)	36,0
		Para prueba	330	68	11,0	26,0	38,2	45,0 (*2)	36,0

Nota 1: Arranque de entrada directa para la potencia de salida del motor inferior a 7,5kW.

Nota 2: En caso de 50Hz y 220V, la potencia nominal de salida se reduce en un 10%, por lo que se ha aplicado el 90% del valor indicado en el catálogo del fabricante.

8) Vertedero triangular

Se utiliza para la medición de caudal durante la prueba de bombeo.

Caudalímetro tipo vertedero: Medida : superior a 1.800mm x 900mm x 900mm

9) Medidor del nivel de agua

Se utiliza para la medición del nivel del agua del pozo, una vez terminada la perforación, y para los trabajos periódicos de monitorización. Los datos obtenidos serán controlados como base de datos del pozo.

- Con cuerda de lanzar, detección con bocina, profundidad de medición 150m

10) Computador personal

Los resultados de la prospección eléctrica se convierten mediante programa del computador en datos básicos para el desarrollo de aguas subterráneas. La mejora de la capacidad de los computadores de los últimos años permite realizar, en el sector de prospección geofísica, la detección del yacimiento de aguas subterráneas mediante estudios horizontales con más alta presión.

Se equipará con impresora en color y escáner, ya que el computador se utiliza no sólo para la enseñanza de las técnicas de análisis arriba indicadas, sino también para la monitorización de la prueba de la calidad del agua y de la prueba de bombeo, así como para la elaboración de la base de datos del pozo y almacenamiento de datos de desarrollo de aguas subterráneas.

(7) Equipos y Materiales para la Construcción del Pozo

La especificación de los equipos y materiales para la construcción del pozo es tal como se

indica en la tabla 2.30. Entre los equipos y materiales que se suministrarán a las comunidades designadas para la construcción desde el primer hasta el tercer año del Plan Quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas de Bolivia, se puede citar los tubos de revestimiento, filtros, bombas, bentonita y materiales de preparación de lodo. Con respecto a las comunidades objeto del segundo y tercer año, se les suministrarán solamente los tubos de revestimiento, filtros, tapones inferiores y centralizadores. En cuanto a los tubos de revestimiento y filtros, es deseable que se basen en las normas bolivianas que se aplican normalmente, por lo que se adoptarán las normas basadas en API, Instituto Americano de Petróleo.

Tabla 2.30 Especificación de los Equipos y Materiales de Construcción del Pozo

Equipo y material	Especificación	
Tubo de revestimiento para los pozos	Tubo para la protección del pozo perforado	
	Material	Acero carbono (ASTM), tornillos en ambos lados, acoplamiento en un lado
	Diámetro del tubo de revestimiento	6" (diámetro suficiente para colocar la bomba sumergible)
	Diámetro del tubo conductor	12"
Filtro para los pozos	Material	Acero inoxidable
	Ancho de hendidura	1,0mm
	Poros abiertos	Más de 20%
Centralizador, tapón inferior	Centralizador	Acero inoxidable
	Tapón inferior	Acero inoxidable
Bomba sumergible y elementos auxiliares	La Paz: 11 juegos (especificación según la tabla 2.19) Potosí: 19 juegos (especificación según la tabla 2.19)	
Generador	La Paz: 3 juegos (especificación según la tabla 2.29) Potosí: 6 juegos (especificación según la tabla 2.29)	
Válvula para tuberías	Consisten en tubo de bombeo, cable, electrodo, tubo de descarga, válvula de aire, válvula de parada, manómetro, válvula de detención de agua, caudalímetro, etc.	
Bentonita	Es indispensable para evitar la rotura de la pared y evacuar escombros interiores durante la perforación rotativa.	

1) Tubo de revestimiento

Será de 6 pulgadas de acuerdo con la especificación sobre la perforación (según API, 6-5/8"). Se aplica el tubo de acero carbono, que se utiliza normalmente en Bolivia, con suficiente resistencia y con acoplamiento en un extremo. Para el filtro se prevé la cantidad que cubre el 30% de la profundidad del pozo, considerando las condiciones del terreno, por lo que la cantidad total de tubos de revestimiento corresponde al 70% de la misma. Se utilizan también los tubos de revestimiento de 12 pulgadas para una profundidad de 30m de cada pozo, a fin de proteger el orificio. La cantidad de dichos

tubos será la mitad del valor calculado de acuerdo con la proporción, ya que éstos pueden ser aprovechados de nuevo, una vez extraídos.

2) Filtro

Se trata del tubo recolector de agua, que se coloca en la posición del acuífero, de acuerdo con el resultado del registro eléctrico a realizarse después de la perforación. El material será de acero inoxidable para evitar el deterioro del filtro debido a corrosiones eléctricas y para mejorar la vida útil del pozo en lo posible, habiéndose también prestado atención a los aspectos que se citarán más abajo. Con respecto a la cantidad de filtros, tomando en consideración los resultados reales del desarrollo de aguas subterráneas hasta ahora realizado en Bolivia, se considera razonable que se prevea una cantidad correspondiente al 30% de la profundidad del pozo.

- Que la abertura tenga la forma de hilo bobinado continuo en “V”, para evitar la entrada de arena fina en el interior del pozo y la obstrucción del filtro, así como para que el área de los poros abiertos sea lo más grande posible.
- Que sea antiácido y de una resistencia y durabilidad excelentes.
- Que tenga un ancho de hendidura de 1,0mm y los poros ocupen el 20%.
- Que tenga acoplamiento conectable con el tubo de revestimiento mediante tornillos.

3) Centralizador y tapón inferior

El centralizador es un material que sirve para asegurar la instalación del tubo de revestimiento en el centro del orificio, mientras que el tapón inferior es como una copa de acero inoxidable que se coloca en el fondo del pozo.

4) Bomba sumergible

La especificación de la bomba sumergible ha sido determinada en consideración con el caudal previsto de bombeo, el nivel dinámico supuesto, la altura del tanque de distribución, etc. Asimismo, el panel de control de bomba será de tipo interior, con la premisa de que se construya una caseta para el control de bomba.

Si es posible contar con la energía comercial, se instalarán el panel receptor y panel de control de bomba dentro de la caseta. La energía comercial es de sistema monofásico de 220V o de sistema trifásico de 220, dependiendo de las comunidades. Si la línea eléctrica existente es de corriente monofásica, la bomba sumergible será aplicable para dicha corriente con 220V. Asimismo, en las comunidades que cuentan ya con la línea

eléctrica de corriente monofásica, y que necesitan la bomba de capacidad superior a 5,5kW, se preverá que la bomba sea también para el sistema trifásico de 220V.

Caso de que sea imposible el uso de la energía comercial, la alimentación eléctrica se obtendrá del generador, y la bomba sumergible será de corriente trifásica, con 220V. Asimismo, se ha previsto que el tiempo de la operación de la bomba sea de 12 horas.

Por otra parte, la bomba sumergible estará equipada de un relé para la prevención de la operación en nivel bajo, así como de elementos auxiliares (tubo de bombeo, manómetro compuesto, tubo de descarga, flujómetro y válvulas).

5) Bentonita

Actualmente en Bolivia existe sólo un fabricante de bentonita, por lo que no se puede esperar el suministro estable de este producto, así como del material para la preparación de lodo de buena calidad para el consumo doméstico. Debido a esta circunstancia, se suministrará este producto en cantidad necesaria para cubrir sólo el consumo del primer año del Plan Quinquenal.

(8) Generalidades de Equipos y Materiales Adquiridos

El contenido de los equipos y materiales solicitados y los de adquisición determinados por la evaluación se resume en la tabla 2.31, y las generalidades de especificaciones de equipos y materiales a adquirir, en la tabla 2.32.

Tabla 2.31 Lista de la Cantidad Solicitada y la Prevista de los Equipos y Materiales

Equipos y materiales	Cantidad solicitada		Cantidad prevista		Observaciones		
	Especificaciones	La Paz	Potosí	Especificaciones		La Paz	Potosí
1. Equipos y materiales para la perforación	(1) Máquina de perforación	300m de profundidad	1 unidad	2 unidades	150m de profundidad	1 unidad	① La profundidad es menos de lo que se creía, según los estudios realizados.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	② Debido a la menor profundidad, se considera que se puede trabajar con una unidad en Potosí.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe a la disminución del número de pozos.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe a la disminución del número de pozos.
	(2) Herramientas		1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
	(3) Compresora montada en camión		1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
	(4) Vehículo de apoyo		1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
			1 unidad	2 unidades		1 unidad	Se debe al resultado del estudio sobre la carga.
	(5) Equipo de comunicación		1 juego	4 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	4 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
2. Equipo de prospección geofísica	(1) Prospección eléctrica		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(2) GPS		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
3. Equipos y materiales para pozo	(1) Bomba sumergible		12 juegos	20 juegos		19 juegos	Se debe a la disminución del número de las comunidades objeto del primer año.
			10 unidades	14 unidades		2 unidades	Se debe a la situación eléctrica de las comunidades objeto del primer año.
			419 pzas	1.320pzas		467pzas	Número de las piezas necesarias determinado por la profundidad de pozos de las comunidades objeto del primer al tercer año
			6' x5,5m		6' x5,5m		
	(2) Generador		11' x5,5m		12' x5,5m		
			192pzas	600pzas		91pzas	
			95pzas	180pzas		353pzas	
			1 juego	2 unidades		160pzas	
4. Repuestos	(1) Para la máquina perforadora		1 juego	2 unidades		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(2) Para compresora de aire		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(3) Para vehículos de apoyo		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(4) Herramientas para taller		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(5) Para equipo de prospección		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(6) Para equipo de registro eléctrico		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(7) Para pruebas de pozo		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(8) Para pruebas de calidad de agua		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
	(9) Para bomba sumergible y generador		1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.
			1 juego	2 juegos		1 juego	Se debe a la disminución del número de equipos y materiales para la perforación de pozos.

Tabla 2.32 Lista de Equipos y Materiales a Suministrar

Item		Especificación	Cantidad	
			La Paz	Potosí
1) Equipos y materiales para perforación	Máquina de perforación	· Montada en camión, perforación de 150m · Compresora alta presión, montada en camión · Herramientas para perforación · Equipos para acabado del pozo · Repuestos	1 unidad 1 unidad 1 juego 1 juego 1 juego	1 unidad 1 unidad 1 juego 1 juego 1 juego
	Vehículos de apoyo para la perforación	· Camión de carga larga con grúa de 3t · Camión de carga mediana con grúa de 3t · Camión cisterna con tanque de 8 m ³ · Camioneta (de reparto, doble cabina) · Camioneta (de reparto, cabina simple) · Camioneta (furgoneta familiar)	1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad	1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad 1 unidad
2) Equipos de prueba y medición	Prospección geofísica	· Prospección eléctrica, programa de análisis, repuestos	1 unidad	1 unidad
	Registro eléctrico	· Medición de autopotencial, resistividad, radiactividad natural	1 unidad	1 unidad
	GPS	· Medición de latitud, longitud, altura, portátil	1 unidad	1 unidad
	Análisis de agua	· Medición de ítems básicos de OMS	1 unidad	1 unidad
	Equipos para prueba de bombeo	· Bomba mediana (390Lt./min×90m×11kw) · Bomba pequeña (160Lt./min×100m×5,5kw) · Generador diesel 50kVA, 220V · Repuestos	1 unidad	1 unidad
			1 unidad	1 unidad
Computador PC	PC, impresora, escáner, programa de análisis	1 juego	1 juego	
3) Equipos y materiales para construcción de pozos	Tubo de revestimiento	· Medida 12"×5,5m · Medida 6"×5,5m	91pzas	152pzas
			467pzas	692pzas
	Filtro	· Medida 6"×3,0m	353pzas	524pzas
	Centralizador		160pzas	242pzas
	Tapón inferior	6"	38pzas	61pzas
	Bomba	· Bomba sumergible, elementos auxiliares · Generador diesel · Repuestos	11 juego	19 juegos
2 unidades 1 juego			6 unidades 1 juego	
Bentonita	· Para un año	37t	54t	

2.2.4 Plan Básico sobre el Apoyo Técnico mediante los Entrenamientos Técnicos

(1) Puntos de Atención con Respecto al Apoyo Técnico

Este Proyecto es un proyecto de abastecimiento de agua en las comunidades rurales, que incluye el desarrollo de aguas subterráneas mediante pozos profundos, con una profundidad máxima de unos 120m, aproximadamente. Asimismo, la finalidad del apoyo técnico que realizará la parte japonesa es que las entidades ejecutoras de la parte boliviana puedan llevar adelante por su propia cuenta los proyectos de abastecimiento de agua en las comunidades rurales, incluyendo el desarrollo de aguas subterráneas. El apoyo técnico de la parte japonesa tienen un plazo limitado, por lo que deben ser realizados en la forma más eficiente posible. Por lo tanto, los trabajos

preparativos con la entidad responsable y entidades ejecutoras de la parte boliviana, en relación con la convocatoria del personal operativo y las facilidades para los entrenamientos, deberán estar finalizados antes de realizar el apoyo técnico.

Con vistas al futuro, se requiere que la parte boliviana continúe celebrando seminarios técnicos y reuniones de intercambio de tecnología por su propia cuenta, a fin de seguir mejorando su capacidad técnica, por lo cual mediante los entrenamientos también se pretenderá la formación de posibles entrenadores futuros. Por esta razón, se promoverá la participación en los entrenamientos, no solamente de los técnicos de las entidades ejecutoras de ambos Departamentos, La Paz y Potosí, sino también del personal de otras entidades relacionado con los proyectos de primera y segunda fase.

Los entrenamientos serán divididos en 2 etapas, primera y segunda. Los entrenamientos de primera etapa se celebrarán bajo techo, principalmente a través de lecturas, convocando en la oficina sucursal de la Prefectura de La Paz, situada en El Alto, a todos los técnicos, tanto de las entidades ejecutoras de los Departamentos de La Paz y Potosí, como de otras relacionadas con los proyectos de primera y segunda fase. Mientras que los entrenamientos de segunda etapa serán realizados al estilo OJT (entrenamiento in situ) en las mismas comunidades objeto del Proyecto, enfocándose al desarrollo de aguas subterráneas, y utilizando los equipos y materiales donados. Asimismo, los entrenamientos se celebrarán conjuntamente hasta el entrenamiento en el desarrollo de aguas subterráneas que tendrá lugar en la primera comunidad objetiva de La Paz (Vilaque), continuándose posteriormente por separado en ambos Departamentos, La Paz y Potosí.

(2) Sistema de Ejecución en cada Especialidad

1) Entrenamientos de Primera Etapa

Con respecto a los equipos de prospección geofísica y de registro eléctrico, de entre los que serán donados, se requiere comprobar previamente las posibles deficiencias del sistema eléctrico (fusibles, lámparas, cables, estado de transmisión eléctrica, etc.). Estas comprobaciones serán efectuadas por el técnico hidrogeológico de la consultora, antes de comenzar el entrenamiento en la investigación de aguas subterráneas.

De entre los equipos y materiales donados, las máquinas perforadoras, por sus características, requieren el montaje y ajuste, después de su llegada a Bolivia. Dichos trabajos serán realizados por el técnico enviado del contratista japonés. Asimismo, los manuales de operación y mantenimiento de la perforadora estarán

incluidos dentro de lo que se preparará por el contratista japonés, por lo que el entrenamiento tanto en la inspección y reparación de la perforadora como en las técnicas de perforación de pozos, será realizado por técnicos enviados por el contratista japonés.

Con respecto a otras especialidades que no están descritas arriba, como el plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales y el desarrollo comunitario, los entrenamientos serán realizados por un técnico de cada especialidad de la consultora. Respecto a la eléctrica y mecánica, las realizarán los técnicos enviados por el contratista japonés.

2) Entrenamientos de Segunda Etapa

El entrenamiento sobre la investigación de aguas subterráneas, ya que su contenido se divide en estudio hidrogeológico y prospección geofísica (operación de equipos), se realizará por 2 técnicos, uno de la hidrogeología (de la consultora) y el otro de la prospección geofísica (enviado por el contratista japonés).

El entrenamiento sobre las técnicas de perforación de pozos se llevará a cabo en los Departamentos de La Paz y Potosí al mismo tiempo, por lo tanto será realizado por un sólo técnico en cada Departamento.

(3) Flujo de la Ejecución del Apoyo Técnico

El apoyo técnico se realizará de acuerdo con el siguiente flujo:

1) Preparación Previa en Japón

Los técnicos de la consultora, una vez finalizada la licitación del suministro de equipos y materiales, revisarán con los técnicos enviados por el contratista japonés los manuales de operación, inspección y mantenimiento elaborados por el último. Asimismo, deliberarán con dicho personal respecto al contenido de los entrenamientos sobre la operación, inspección y mantenimiento que tendrán lugar en Bolivia.

2) Preparación Previa en Bolivia

El técnico enviado por el contratista japonés y los técnicos de la consultora (supervisor general e hidrogeólogo) llegarán a Bolivia al mismo tiempo que los equipos y materiales, a fin de confirmar la cantidad de los mismos. Posteriormente, los técnicos del contratista japonés procederán al montaje, regulación y ajuste de las máquinas de perforación. Mientras tanto, el técnico especialista en hidrogeología, junto con la entidad responsable de la parte boliviana, revisará el estado de avance de los trabajos preparativos con respecto

a la convocatoria de cursillistas, sala de entrenamiento, etc., así como preparará al mismo tiempo los textos que se utilizarán para los entrenamientos de primera etapa. El tiempo necesario para estos preparativos será de un mes. Asimismo, los técnicos de la consultora, dentro del plazo de preparación previa, prepararán listas de chequeo para confirmar el grado de cumplimiento respecto al avance de los entrenamientos de segunda etapa para los técnicos de las entidades ejecutoras.

3) Entrenamientos de Primera Etapa

Una vez comprobada la situación sobre los trabajos preparativos, se empezarán los entrenamientos de primera etapa en la oficina sucursal de la Prefectura de La Paz, situada en la ciudad de El Alto. Ya que los entrenamientos de segunda etapa se llevarán a cabo al estilo OJT, los de primera etapa se realizarán mediante lecturas, orientándose a un aprendizaje que comprenda desde los conocimientos básicos hasta los aplicados.

4) Entrenamientos de Segunda Etapa

Los entrenamientos de segunda etapa se realizarán al estilo OJT en las comunidades que resultaron elegidas en la segunda selección.

5) Confirmación del Avance de Transferencia de Tecnología

Los encargados de cada especialidad de la consultora y del contratista japonés evaluarán los resultados obtenidos durante los entrenamientos de trabajos in situ (OJT) mediante listas de chequeo, y el supervisor general de la consultora resumirá finalmente dichos resultados en el informe sobre la transferencia de tecnología, a fin de entregarlo a las entidades ejecutoras y la responsable de la parte boliviana.

(4) Textos para Utilizar en el Apoyo Técnico

Los textos y materiales de enseñanza que utiliza la consultora japonesa para el apoyo técnico son los que se indican en la tabla de abajo. Por otra parte, estos textos serán entregados a las entidades ejecutoras y la responsable de la parte boliviana, después de ajustar su contenido según el resultado de la transferencia de tecnología.

Tabla 2.33 Textos a Prepararse para la Transferencia de Tecnología

Campo	Texto
1. Investigación de aguas subterráneas	Manual sobre la investigación de aguas subterráneas Manual de implementación de la prospección geofísica Manual de implementación del registro eléctrico
2. Técnicas para la perforación de pozos	Manual de perforación Manual de control de calidad
3. Plan de abastecimiento de agua en las	Manual de diseño del sistema de servicio de agua Manual de mantenimiento del sistema de servicio de agua Manual de control de obras del sistema de servicio de agua

comunidades rurales	
4. Eléctrico y mecánico	Manual de conocimientos básicos de la electricidad
5. Desarrollo comunitario	Manual sobre el método de estudios sociales (Método de estudio social por participación incluido) Material de actividades ilustrativas de educación sanitaria

(5) Contenido del Apoyo Técnico en las Diferentes Especialidades mediante los Entrenamientos de Primera Etapa.

A continuación se describen las generalidades del apoyo técnico, y en la siguiente tabla 2.34 se muestra el desglose de los entrenamientos.

1) Desarrollo de aguas subterráneas (la consultora)

Se impartirán lecturas en las que se pueda aprender sistemáticamente desde el conocimiento básico hasta el conocimiento aplicado, de manera que sea posible realizar correctamente desde la selección de sitios para la construcción de pozos profundos hasta la determinación de sus especificaciones (profundidad y longitud de filtros). Estas lecturas serán ofrecidas por el hidrogeólogo de la consultora, convocando a todos los cursillistas a la oficina sucursal de la Prefectura de La Paz, situada en la ciudad de El Alto.

2) Técnicas de perforación de pozos (técnicos enviados por el contratista japonés)

El técnico enviado por el contratista japonés dará lecciones sobre el método de operación de la máquina perforadora, así como el método de inspección y mantenimiento de la misma. Posteriormente, continuará el entrenamiento, impartiendo lecturas sobre la teoría de perforación, control de perforación, etc.

3) Plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales (la consultora)

Se impartirán lecturas sobre el método de diseño y el de control de las obras de las instalaciones de servicio de agua en relación con el abastecimiento de agua en las comunidades rurales. En cuanto al método del mencionado diseño, se realizarán estudios de casos prácticos, tomando como ejemplo el diseño de las instalaciones de Vilaque, comunidad objetiva del Departamento de La Paz.

Asimismo, se impartirán lecturas sobre el conocimiento básico y aplicado del método de estudio social, que sirve para determinar la metodología del control y mantenimiento de las instalaciones de servicio de agua a realizarse por parte de los habitantes de las comunidades rurales.

4) Campos Eléctrico y Mecánico (técnicos enviados por el contratista japonés)

Poniendo énfasis en el control y mantenimiento de las bombas sumergibles y generadores,

se impartirán lecturas sobre el conocimiento básico de la electricidad y el montaje y desmontaje de la bomba sumergible, así como sobre los circuitos eléctricos, desde el panel de distribución hasta los equipos de bombeo.

5) Desarrollo comunitario (la consultora)

Se impartirán lecturas sobre el método de estudio social por parte de los habitantes de las comunidades rurales, que pueda reunir los datos básicos para la conformación del comité de agua, así como sobre las actividades ilustrativas necesarias para el fortalecimiento de la organización, una vez conformado el comité de agua. Con respecto al método del estudio social, además de la convencional encuesta mediante cuestionarios, se dará el entrenamiento sobre el taller de trabajo PCM (administración del proyecto por ciclos), que consiste en un método de estudio por participación, en Vilaque, comunidad donde se realizará el primer entrenamiento al estilo OJT en el Departamento de La Paz.

Tabla 2.34 Contenido Concreto de los Entrenamientos de Primera Etapa

Campo	Contenido principal de entrenamientos	Entrenador encargado
1. Investigación de aguas subterráneas	Estudio preliminar (Interpretación de planos topográficos y geológicos, fotos aéreas, exploración superficial, balance hídrico) Método de evaluación de los acuíferos según los resultados de la prospección geofísica Coherencia de la prospección geofísica en base a los resultados del registro eléctrico. Método de elaboración del programa de revestimiento en base a los resultados del registro eléctrico. Método de ejecución de la prueba de bombeo y método de determinación del caudal de bombeo adecuado. Aprovechamiento de los datos de construcción de pozos y método de elaboración de la base de datos.	• 1 Técnico de hidrogeología
2. Técnicas para la perforación de pozos	Método de operación, control y mantenimiento perforadora Método de manejo, operación, control y mantenimiento de los vehículos de apoyo Técnicas y método de administración de perforación Método de control de seguridad	• Técnico de perforación de pozos
3. Planificación de abastecimiento de agua en las comunidades rurales	Técnica de diseño de instalaciones de servicio de agua Administración y mantenimiento de instalaciones de servicio de agua (administración de pozos profundos e instalaciones de distribución de agua) Análisis de calidad de agua Método de control de caudal y calidad de agua Método de aplicar los resultados del estudio sociológico de tipo participación al proyecto de servicio de agua.	• 1 Técnico de servicio de agua
4. Eléctrico y mecánico	Conocimiento básico de la electricidad (Comprensión de Secuencia) Desmontaje/montaje de bomba sumergible Método de administración y mantenimiento de bomba sumergible y panel de control Método de administración y mantenimiento de generador	• 1 Técnico de especialidad eléctrica y mecánica
5. Desarrollo comunitario	Encuesta mediante cuestionario y el taller de trabajo PCM como método de estudio social, y su aplicación Método de obtener consenso con la población y actividades para el establecimiento de comité de agua Actividades orientadas a la higiene	• 1 Técnico de desarrollo social

(6) Contenido del apoyo técnico mediante los Entrenamientos de Segunda Etapa.

Una vez finalizados los entrenamientos de primera etapa, se realizarán los entrenamientos de segunda etapa (OJT) en las 10 comunidades objetivas de los Departamentos de La Paz y Potosí. En el entrenamiento al estilo OJT, que tendrá lugar en Vilaque, primera comunidad objetiva del Departamento de La Paz, participarán el personal operativo de las entidades ejecutoras de dichos departamentos y el personal relacionado con los proyectos anteriores de primera y segunda fase, así como el personal de la entidad responsable. Posteriormente, el personal de las entidades ejecutoras de ambos departamentos regresará a sus respectivas comunidades objetivas para continuar el desarrollo de aguas subterráneas. Después de terminarlo en las 10 comunidades antes citadas, se procederá con el mantenimiento de las máquinas perforadoras.

A continuación, se describe el método de ejecución de los entrenamientos de segunda etapa.

1) Estudio de aguas subterráneas (la consultora y técnicos enviados por el contratista japonés)

En base al conocimiento adquirido mediante los entrenamientos de primera etapa, se comprobará mediante los OJT cómo determinó la Misión de Estudio del Diseño Básico los puntos de perforación y profundidad de cada pozo. Los entrenamientos estarán orientados a los siguientes aspectos:

Método de prospección (exploración superficial y prospección geofísica).

Operación de equipos para la prospección geofísica y el registro eléctrico, técnicas de la prospección y medición, y su modo de aplicación

Interpretación de datos de prospección y medición, y su modo de aprovechamiento (prospección geofísica y registro eléctrico).

Modo de elaboración del programa de revestimiento.

Resultado de la prueba de bombeo y método de determinación del caudal de bombeo adecuado.

2) Técnicas de Perforación de Pozos (técnicos enviados por el contratista japonés)

En base a las lecturas de los entrenamientos de primera etapa, los cursillistas realizarán desde la instalación de la máquina perforadora hasta la perforación de pozo, bajo las instrucciones de técnicos enviados por el contratista japonés. El entrenamiento se orientará a los siguientes aspectos:

Selección del método de perforación.

Control de lodo para la protección de la pared del pozo durante la perforación.

Medidas contra accidentes, como la caída durante la perforación, etc.

Método de relleno efectivo de grava.

Acabado de pozos.

3) Plan de Abastecimiento de Agua en las Comunidades Rurales (la consultora)

El grupo del plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales de las entidades ejecutoras recibirá el entrenamiento sobre la selección del punto de perforación del pozo más adecuado desde el punto de vista de las instalaciones de distribución de agua y las condiciones de las comunidades, conjuntamente con el grupo de investigación de aguas subterráneas, dentro de la exploración superficial que practicará este último grupo en Vilaque, comunidad del Departamento de La Paz.

(7) Confirmación del Grado de Cumplimiento del Objetivo para la Transferencia de Tecnología

Cada uno de los técnicos de la consultora y el contratista japonés confirmará el grado de cumplimiento respecto a los objetivos de los entrenamientos a los técnicos de las entidades ejecutoras, y resumirá los resultados correspondientes. El supervisor general de la consultora elaborará un informe final reuniendo los resultados de los entrenamientos en cada especialidad, y se lo presentará a la entidad responsable y entidades ejecutoras de la parte boliviana. En la tabla 2.35 se indican los objetivos de la transferencia de tecnología en cada especialidad, e ítems de confirmación del grado de cumplimiento de dichos objetivos, cuyo método se describe a continuación.

1) Investigación de aguas subterráneas

Durante el entrenamiento en la investigación de aguas subterráneas, los técnicos de la consultora y el contratista japonés revisarán la precisión de las curvas ρ_a , de las columnas de resistividad y del programa de revestimiento, que elaborará el personal de las entidades ejecutoras al finalizar cada trabajo. Por ejemplo, en el caso de la prospección geofísica, verificarán la exactitud de la técnica de prospección (posicionamiento y despliegue de los electrodos, grado de precisión de los datos de medición, juicio sobre los elementos de interferencia, etc.), así como examinarán la capacidad de reflejar las técnicas de medición en diferentes planes o programas y el grado de aplicación de las mismas. En el caso de la hidrogeología, evaluarán la exactitud de la profundidad del pozo determinada en base a “las curvas ρ_a y columnas de resistividad”, y en el caso del registro eléctrico, juzgarán en forma general la exactitud de la presunta longitud de filtros en el programa de revestimiento elaborado en base a los resultados del registro eléctrico. Dichos técnicos anotarán los resultados de su inspección en las listas de chequeo preparadas antes de los entrenamientos de primera etapa. Asimismo, además de juzgar los estudios realizados en

cada comunidad, ofrecerán su oportuno consejo, según las necesidades.

2) Técnicas de perforación de pozos

Con respecto a las técnicas de perforación de pozos, el estado de los diferentes trabajos será evaluado por los técnicos enviados por el contratista japonés mediante una inspección visual. Como ejemplos concretos, se revisará el control de lodo, relleno de grava para empaque, etc. Si el técnico considera que, a su juicio, algún trabajo no se está llevando a cabo en forma correcta, dará en ese momento el consejo para corregirlo, etc. El grado de aprendizaje se evaluará a cada término de los trabajos realizados en las diferentes comunidades en base al número de días requeridos para terminar los trabajos correspondientes, utilizando las listas de chequeo.

3) Plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales

Por lo que se refiere al diseño de las instalaciones en relación con la tecnología del servicio de agua, se realizarán estudios de casos prácticos respecto al diseño de las instalaciones de Vilaque, comunidad del Departamento de La Paz. Se evaluará la exactitud del diseño haciendo una comparación entre las especificaciones de las instalaciones diseñadas por los técnicos de las entidades ejecutoras y las diseñadas por la Misión de Estudio de Diseño Básico.

4) Campos eléctrico y mecánico

En lo que se refiere a los campos mecánico y eléctrico, se confirmará el cumplimiento por la exactitud de montaje y desmontaje de bombas sumergibles, comprensión de estructuras de otros equipos, resultados de elaboración de Secuencia, etc.

5) Desarrollo comunitario

Se evaluará el grado de cumplimiento respecto a los objetivos del entrenamiento correspondiente, en base a los resultados que se obtendrán de la encuesta mediante cuestionario y del taller de trabajo, que se practicarán en Vilaque, del Departamento de La Paz. Concretamente, los resultados que se podrán obtener de dicha encuesta corresponderán a la situación social de la comunidad, precio de agua que se está dispuesto a pagar y precio máximo que se puede pagar. Mientras que los resultados que se exigirán al taller de trabajo serán un mapa de comunidad, calendario estacional y matriz del diseño de proyecto (PDM).

Tabla 2.35 Confirmación del Grado de Cumplimiento del Objetivo para el apoyo técnico

Campo	Objetivo final del entrenamiento	Items de confirmación del grado de cumplimiento
Investigación de aguas subterráneas	Aprendizaje del método de investigación de aguas subterráneas	<p>¿Se puede elaborar correctamente las curvas de ρ-a y columnas de resistividad?</p> <p>¿Se puede elaborar correctamente las secciones de análisis del estudio horizontal?</p> <p>¿Se puede evaluar la coherencia entre los resultados del registro eléctrico y los de prospección geofísica?</p> <p>¿Se puede elaborar correctamente el programa de revestimiento?</p> <p>¿Se puede determinar correctamente el caudal de bombeo adecuado en base a los resultados de la prueba de bombeo?</p>
Técnicas de perforación de pozo	Aprendizaje de las técnicas de construcción de pozo	<p>¿Se puede seleccionar el método de perforación apto a las condiciones geológicas?</p> <p>¿Se puede realizar correctamente el control de lodo?</p> <p>¿Se puede elaborar las columnas geológicas de las muestras?</p> <p>¿Se puede realizar rápida y adecuadamente el trabajo de empaque con grava?</p> <p>¿Se puede realizar adecuadamente el trabajo de acabado del pozo?</p>
Plan de abastecimiento de agua en las comunidades rurales	Aprendizaje del diseño del sistema de agua en las comunidades rurales, y de las técnicas de control de obras	<p>¿Se puede trazar los planos de instalaciones aptas para el estado de las diferentes comunidades?</p> <p>¿Se puede realizar correctamente los cálculos para el diseño de las instalaciones?</p> <p>¿Se puede hacer correctamente la evaluación y aplicación de los resultados de la prueba sencilla de resistencia de concreto?</p>
Eléctrico y mecánico	Aprendizaje del manejo de bomba sumergible y generador	<p>¿Se puede elaborar los esquemas de secuencias eléctricas?</p> <p>¿Se puede manejar correctamente las bombas sumergibles?</p> <p>¿Se puede manejar correctamente los generadores?</p>
Desarrollo comunitario	Aprendizaje del método de estudio social por participación, incluyendo PCM	<p>¿Se puede elaborar el mapa de las diferentes comunidades?</p> <p>¿Se puede elaborar el calendario estacional.</p> <p>¿Se puede realizar correctamente los estudios mediante encuestas y el análisis de los mismos?</p> <p>¿Se puede elaborar PDM (Matriz de Diseño del Proyecto)?</p> <p>¿Se puede comprender los puntos problemáticos de las diferentes comunidades y presentar las medidas de solución?</p>

(8) Proceso Global de Transferencia de Tecnología

La profundidad de los pozos de las comunidades objetivas se estima en unos 120m, como máximo, y para la construcción de un pozo profundo se requiere un mes aproximadamente. Sin embargo, se supone que se tardará un mes y medio en la primera comunidad, Vilaque, debido a que en dicha comunidad se realizarán detalladamente los entrenamientos conjuntos al estilo OJT por parte de la consultora sobre manejo de las máquinas, control de lodo durante la perforación de pozos y entrenamientos sobre acabado de pozos, etc. para el desarrollo de aguas subterráneas.

Por otra parte, las obras de construcción de pozos pueden dividirse, a grosso modo, en el proceso que realiza la máquina de perforación y el proceso que corresponde a los vehículos de apoyo (camiones con grúa). La máquina perforadora, una vez finalizado el

proceso que va desde su instalación hasta la inserción de tubos de revestimiento, se traslada al siguiente lugar de trabajo, repitiéndose esto sucesivamente. Los vehículos de apoyo, después de terminar el proceso que va desde la prueba de bombeo hasta la instalación de la bomba, al igual que la máquina de perforación, se llevan al siguiente lugar de trabajo, y se repite lo mismo. Por otra parte, antes de iniciar la perforación de pozos en cada departamento, la parte boliviana deberá terminar el proceso de preparación (construcción de vías de acceso hasta los lugares previstos para la perforación de pozos).

Para todo el proceso de transferencia de tecnología es necesario 7,5 meses aproximadamente como se muestra en la tabla 2.36.

Tabla 2.36 Proceso Global del apoyo técnico

		1	2	3	4	5	6	7	8	Periodo (meses)	
Técnicos de la consultora	Supervisor general	Entrenamientos de la primera etapa			Supervisión intermedia				Evaluación final	2,00	
	Hidrogeológica	Entrenamientos de la primera etapa		Entrenamientos de la segunda etapa				Evaluación final	5,33		
	Método y medición de prospección geofísica (*)					Entrenamientos de la segunda etapa				3,33	
	Técnica de perforación de pozos (1)(*)	Entrenamientos de la primera etapa		Entrenamientos de la segunda etapa						5,57	
	Técnica de perforación de pozos (2)(*)					Entrenamientos de la segunda etapa				3,90	
	Técnica de servicio de agua	Entrenamientos de la primera etapa								1,90	
	Eléctrico y mecánico	Entrenamientos de la primera etapa								1,63	
	Desarrollo comunitario	Entrenamientos de la primera etapa								1,93	
	Ajuste de equipos (*)	Entrenamientos de la primera									
Desarrollo de aguas subterráneas	Depto. de La Paz	Obras preparativas									
		Vilaque									
		Cauti Titiri									
		Jockopampa									
		Mantecani									
		Caluyo									
		Suministro de equipos									
	Depto. de Potosí	Obras preparativas									
		Sepulturas									
		Suquicha									
		Ckonapaya									
		Villa el Carmen									
		Molle Huaycko									
		Suministro de equipos									
		Trabajos por la máquina de perforación		Trabajos por camiones con grúa							
		▲ Preparación de listas de chequeo	▲ Preparación de textos	▲ Preparación de informe de evaluación							
		La marca * refiere a los técnicos enviados por el contratista japonés									

2.2.5 Plan Básico de la Ejecución del Proyecto

(1) Procedimiento y Sistema de Ejecución

La ejecución del Proyecto sigue básicamente al procedimiento convencional; se firma el Canje de Notas (C/N) entre ambos gobiernos, luego se concierta un contrato de consultoría entre el Viceministerio de Servicios Básicos (VMSB), entidad ejecutora, del MVSB y una consultora japonesa. La parte boliviana, inmediatamente después de la firma del C/N emprenderá el arreglo bancario (A/B). Y después, según el avance del Proyecto, tomará las medidas necesarias para la exoneración de los derechos aduaneros e impuestos internos impondibles a los equipos y materiales adquiridos y al personal japonés involucrado en el Proyecto.

El contenido de los trabajos de la consultora consiste en: elaboración de documentos de licitación, ejecución de la licitación en nombre de la entidades ejecutoras para seleccionar un proveedor de equipos y materiales, administración de los equipos y materiales hasta la entrega local y ejecución de apoyo técnico, etc. Por consiguiente, el Proyecto será ejecutado con el siguiente sistema de ejecución.

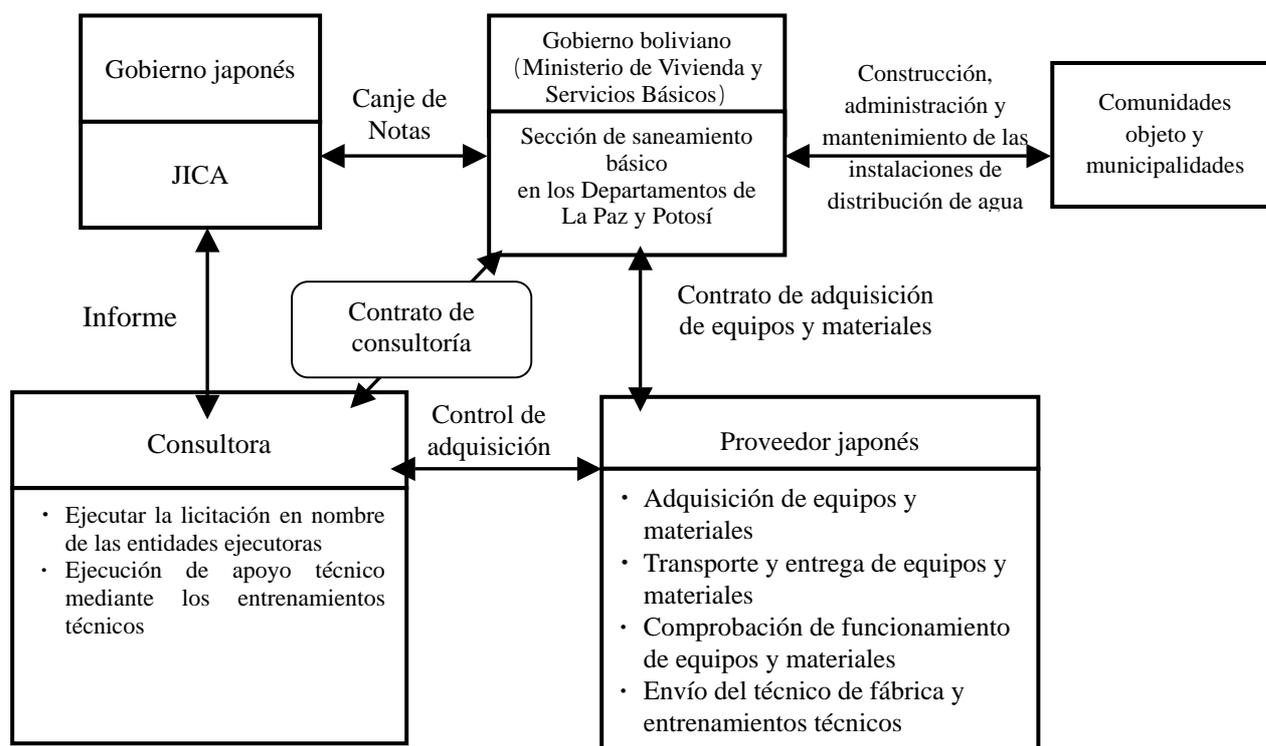


Figura 2.6 Sistema de ejecución de Proyecto

(2) Proceso de Ejecución del Proyecto

1) Proceso de adquisición de equipos y materiales

El proceso de adquisición de equipos y materiales requiere 10 meses aproximadamente y el suministro será dividido en la fabricación, transporte, inspección y ajuste, como se muestra a continuación:

Tabla 2.37 Contenido Principal de Equipos y Materiales a Adquirir

Ítem	Contenido	Periodo
Producción y adquisición de equipos	Equipos perforadores : Producción y adquisición Vehículos de apoyo : Producción y adquisición	aprox. 5,0 meses
Transporte de equipos y materiales	· Transporte marítimo + transporte terrestre · Japón – Puerto de Alica, Chile – Depósito de equipos de los Departamentos de La Paz y Potosí	aprox. 2,0 meses
Inspección y ajuste de equipos y materiales	· Inspección de cantidad · Ajuste de equipos (En caso de problemas en equipos, se tomarán trámites para despachar reclamos.) · Entrega a UNASBVI de cada Departamento · Envío de personal de fábrica y entrenamientos de manejo, administración y mantenimiento de equipos perforadores	aprox. 1,0 mes

2) Proceso de las obras a cargo de la parte boliviana

Las obras a cargo de la parte boliviana se dividen en el desarrollo de agua subterránea por las entidades ejecutoras y la obra de instalaciones de distribución de agua por las municipalidades de las áreas objeto. En los proyectos de primera y segunda fase fueron construidos 12 pozos por una máquina perforadora, siendo éste el valor medio anual. En 5 comunidades de cada departamento, de entre las que son objeto del primer año, se realizará el desarrollo de aguas subterráneas mediante un programa que incluye los entrenamientos correspondientes. Por lo tanto, el número de comunidades donde las entidades ejecutoras deberán realizar por su propia iniciativa dicho desarrollo será de 51 en el Departamento de La Paz y 87 en el Departamento de Potosí. Se considera que tanto en La Paz como en Potosí, puede construirse un promedio de 12 pozos al año, por lo que se puede juzgar que, para el desarrollo de aguas subterráneas a realizarse por las entidades ejecutoras, se requerirá un plazo aproximado de 4 años en el Departamento de La Paz y 7 años en el Departamento de Potosí.

Por otra parte, las instalaciones de distribución de agua serán construidas, en principio, por FPS. Sin embargo, para solicitar dicho fondo, se exige la condición de que ya esté construido el pozo, y el plazo de esta solicitud está fijado de agosto a noviembre de cada año; además, una vez recibida la solicitud, se requieren más de 6 meses para su aprobación. Teniendo en cuenta todo esto, se prevé la construcción de dichas instalaciones

para 2 años después de la construcción del pozo, como más pronto.

2.2.6 Puntos de Consideraciones para la Ejecución del Proyecto

Hay que tener en cuenta los siguientes puntos ante la ejecución del Proyecto.

Contratación de los técnicos por parte de las entidades ejecutoras.

Se requiere que las entidades ejecutoras de la parte boliviana contraten a los técnicos necesarios, como requisito inexcusable, antes de la firma del Canje de Notas, de manera que no se vea afectado el comienzo de los entrenamientos técnicos.

Obras a cargo de la parte boliviana dentro del plazo del Canje de Notas.

Los componentes del Proyecto de la parte japonesa se dividen en el suministro de equipos y materiales, y los entrenamientos técnicos de apoyo a la autonomía, los cuales deben terminarse totalmente en forma armoniosa dentro del plazo del Canje de Notas. Por lo tanto, se requiere que la entidad responsable y entidades ejecutoras de la parte boliviana realicen el desarrollo de aguas subterráneas según los planes.

Responsabilidad en los accidentes y defectos de las obras durante los entrenamientos

En este Proyecto la consultora y técnicos enviados por el contratista japonés ofrecerán entrenamientos a los técnicos de las entidades ejecutoras, a fin de llevar a cabo el apoyo técnico, y dichas entidades realizarán el desarrollo de aguas subterráneas. Por esta razón, la parte boliviana se responsabilizará de los posibles accidentes, así como de los defectos que puedan producirse durante los entrenamientos.

En el periodo de la ejecución de apoyo técnico, el sector que da la mayor importancia a la prevención de problemas es la técnica de perforación de pozos. La maquinaria de perforación representa la mayor proporción en el costo del Proyecto y la pérdida de equipos causada por la caída de tubo de perforación, revestimiento u otros en los entrenamientos afectará al programa de la ejecución de apoyo técnico. Por tanto, Bolivia debe prestar suficiente atención a asegurar la seguridad.

Establecimiento de un programa del apoyo técnico

Según los resultados del estudio local, se ha comprobado que el apoyo técnico de los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas ejecutados en el pasado puso énfasis en la técnica de perforación de pozos, por lo que no fue la más adecuada en el aspecto de estudios de aguas subterráneas y de un desarrollo de aguas subterráneas para el

abastecimiento de agua en zonas rurales. El presente Proyecto pretende brindar apoyo técnico con el tema de abastecimiento de agua en zonas rurales con fuentes de aguas subterráneas y procurará que el contenido del entrenamiento permita a técnicos de la parte boliviana continuar esta tecnología en el futuro.

Cargo del costo para la convocatoria a los técnicos

El apoyo técnico a los encargados de las entidades ejecutoras juntos tendrá lugar en una propiedad de la entidad ejecutora en el Departamento de La Paz. El costo de invitación y alojamiento de los técnicos que participan en el apoyo técnico de otros departamentos estará a cargo de la parte boliviana.

Trámites para la solicitud de construcción de las instalaciones de distribución de agua

Se requiere que las entidades ejecutoras de la parte boliviana y las municipalidades procedan con los trámites para la solicitud de construcción de las instalaciones de distribución de agua a FPS, inmediatamente después del término del desarrollo de aguas subterráneas en las diferentes comunidades rurales objetivas, de manera que dicha construcción sea realizada en el momento conveniente.

2.2.7 División de Ejecución

La división de ejecución del Proyecto se muestra en la tabla 2.38.

Tabla 2.38 División de la Ejecución

Componentes del Proyecto	Asignación a la parte japonesa	Asignación a la parte boliviana
Adquisición de equipos y materiales	Equipos perforadores de pozos Equipos auxiliares de perforación Equipos de pruebas y medición Equipos y materiales de construcción de pozos (del primer al tercer año) Piezas de repuesto para los equipos anteriores Bentonita para la construcción de pozos (el primer año)	Aseguramiento y acondicionamiento de los lugares de almacenamiento de las máquinas, equipos y materiales. Aseguramiento y acondicionamiento de los talleres de reparación de vehículos. Contratación de los expertos, técnicos y administradores de las máquinas, equipos y materiales. Adquisición de los artículos de consumo para la construcción de pozos. Aprovechamiento adecuado de las máquinas, equipos y materiales donados, así como control y mantenimiento de los mismos
Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	Ejecución de entrenamientos de estudios de aguas subterráneas Ejecución de entrenamientos técnicos de perforación de pozos Ejecución de entrenamientos para la planificación de abastecimiento de agua en las comunidades rurales Ejecución de entrenamientos eléctricos y mecánicos Ejecución de entrenamientos para el desarrollo comunitario	Aseguramiento de las instalaciones y facilidades para los entrenamientos en el interior. Aseguramiento de los espacios de trabajo y facilidades para los técnicos de la consultora. Pago de los gastos de luz que se derivarán del uso de los espacios de trabajo y facilidades arriba indicados. Disposición de un coordinador de servicios para la ejecución armoniosa de los entrenamientos.

Componentes del Proyecto	Asignación a la parte japonesa	Asignación a la parte boliviana
		<p>Selección y aseguramiento de los futuros entrenadores técnicos.</p> <p>Pago de alojamiento y dietas de los técnicos convocados.</p> <p>Disposición del personal auxiliar para cada entrenamiento.</p> <p>Envío del personal contraparte para la elaboración de materiales de enseñanza para los entrenamientos.</p> <p>Construcción de las vías de acceso hasta los lugares previstos para la construcción de pozos.</p>
Ítems concernientes a la ejecución del Proyecto		<p>Trámite de exención del pago de impuestos de aduana e impuestos nacionales.</p> <p>Facilitación de servicios para los japoneses relacionados con el Proyecto.</p> <p>Pago de comisiones para los arreglos bancarios.</p>
Otros		<p>Monitorización y apoyo a los comités de agua por parte de las entidades ejecutoras.</p> <p>Monitorización y apoyo a las entidades ejecutoras por parte de la entidad responsable.</p> <p>Celebración de seminarios y entrenamientos sobre seguimiento, aprovechando casos reales de desarrollo de aguas subterráneas, por iniciativa de la entidad responsable, una vez finalizado el Proyecto.</p> <p>Construcción de las instalaciones en las comunidades objeto del primer año en los Departamentos de La Paz y Potosí.</p> <p>Adquisición de equipos y materiales para las comunidades objeto del segundo y tercer año en los Departamento de La Paz y Potosí, así como construcción de las instalaciones.</p> <p>Asistencia en los trámites de la solicitud de FPS para las comunidades objeto del plan quinquenal.</p>

2.2.8 Plan de Ejecución de Trabajos de la Consultora

(1) Contenido de Trabajos

El contenido de trabajos de la consultora en el Proyecto es el siguiente:

Tabla 2.39 Contenido de Trabajos de Consultora

Ítems de trabajos		Contenido principal
1. Adquisición de equipos y materiales	(1) Estudios de campo	Comprobación del contenido de los equipos y materiales adquiridos Comprobación del avance de la contratación de técnicos por las entidades ejecutoras Estado de preparación de unidad de perforación de pozos, depósitos de equipos y taller de reparación de las entidades ejecutoras
	(2) Trabajos en Japón	Elaboración de documentos de licitación para el suministro de equipos y materiales Trabajos de licitación (Dirigir la licitación a nombre de las entidades ejecutoras, evaluación de los resultados de la licitación, asistencia a la contratación de proveedor) Trabajo de aprobación de fabricación de equipos Inspección previa a la salida de los equipos y materiales Comprobación del avance de la fabricación de equipos e informe a la parte boliviana Inspección de los equipos y materiales a adquirir
	(3) Trabajos en Bolivia	Presencia en la inspección de cantidad de los equipos y materiales Presencia en la entrega de los equipos y materiales a la parte boliviana
2. Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	Trabajos en Bolivia	Elaboración de textos Ejecución de entrenamientos en lecturas Ejecución de entrenamientos al estilo OJT

(2) Encargados de Trabajos de Consultora

Para la ejecución de los trabajos arriba mencionados, se colocarán los siguientes ingenieros y expertos.

Tabla 2.40 Técnicos Enviados de la Consultora

Experto (uno de cada sector)		Contenido de trabajo
Diseño de ejecución	Jefe de Proyecto	· Administrar el suministro para el Proyecto en general y acelerar la ejecución · Deliberar con la entidad responsable y las entidades ejecutoras UNASBVI
	Plan de equipos	· Elaboración y comprobación de las especificaciones de equipos · Inspección de los productos y de cantidad de los equipos y materiales después de la llegada
	Cálculo de costo	· Ajuste del cálculo derivado de la revisión y modificación del cálculo hecho en el momento del diseño básico
	Elaboración de documentos de licitación	· Elaboración de documentos de licitación y contratos
Adquisición y supervisión de equipos y materiales	Control de suministro (*)	· Inventario de los equipos y materiales suministrados, y montaje y regulación de los mismos
	Supervisión general	· Deliberación con la entidad responsable y las entidades ejecutoras UNASBVI, así como preparación previa · Evaluación de la comprensión de los entrenamientos por parte de los técnicos de las entidades ejecutoras
	Planificación de equipos y materiales	· Inspección de productos
Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	Jefe de Proyecto	· Deliberar con la entidad responsable y las entidades ejecutoras UNASBVI · Evaluación del grado de comprensión del personal de las entidades ejecutoras respecto a los entrenamientos
	Hidrogeología	· Realización de entrenamientos de primera etapa y segunda etapa
	Método y medición de prospección geofísica (*)	· Realización de entrenamientos de segunda etapa
	Técnica de perforación de pozos (1) (*)	· Realización de entrenamientos de primera etapa y segunda etapa
	Técnica de perforación de pozos (2)(*)	· Realización de entrenamientos de segunda etapa

* refiere a los técnicos enviados por el contratista japonés.

2.2.9 Plan de Suministro de Equipos y Materiales

Los equipos y materiales a adquirir en el Proyecto, tendrán los siguientes orígenes de suministro, teniendo en cuenta las situaciones de construcción general y de construcción de pozos, etc. en Bolivia. En el país, se utilizan revestimientos y filtros conforme al Instituto de petróleo americano (API) y la sociedad americana para pruebas y materiales (ASTM) en pozos de agua y de petróleo, por lo que se comprobó la presencia de proveedores que tienen stock de estos materiales. Debido a que la entidad ejecutora, una vez terminada la cooperación japonesa para el apoyo a la autonomía, adquirirá de estos proveedores locales los revestimientos para seguir el Proyecto, los revestimientos y filtros serán adquiridos localmente.

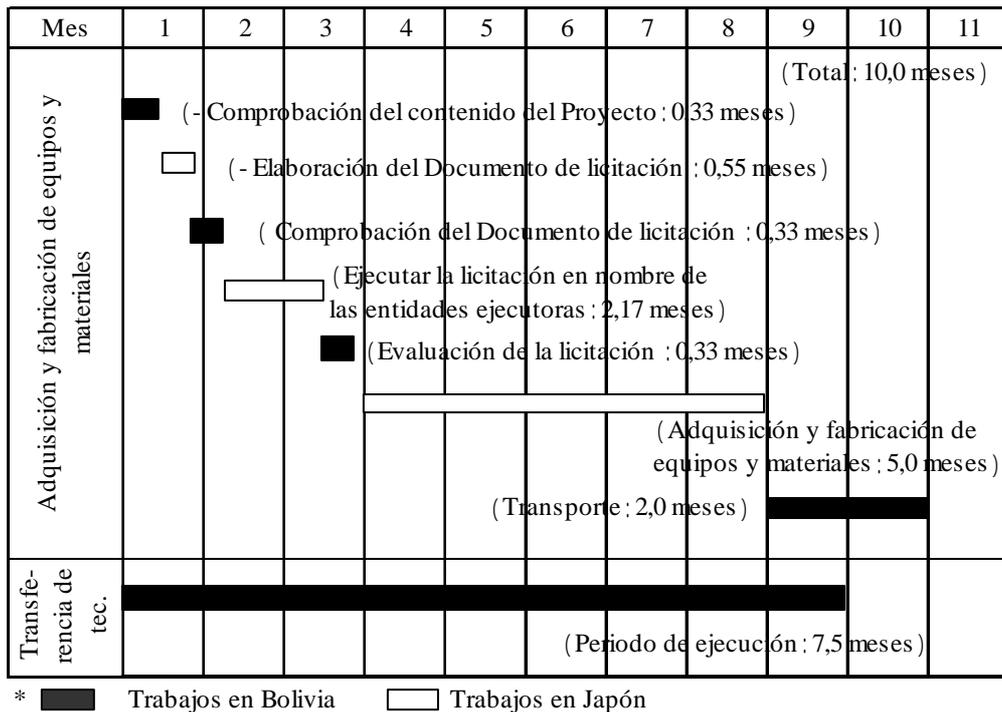
Tabla 2.41 Lista de Orígenes de Equipos y Materiales a Adquirir

Detalle de equipos y materiales		Japón	Bolivia	Tercer país
Equipos perforadores (máquina de perforación, compresora de aire, etc.)				
Equipos auxiliares de perforación de pozos	Camión grúa, camión cisterna			
	Pickup, camioneta con cubierta			
Equipos de pruebas y medición	Equipos de prospección eléctrica, registro eléctrico, etc.			
Equipos y materiales de construcción de pozos	Revestimiento, Filtro			
	Bomba sumergible			
Materiales de pozos	Grava de relleno			
	Bentonita, agente de lodo			
Materiales de construcción civil (arena, agregados, cemento, madera)				

2.2.10 Programa de Ejecución

El programa de ejecución del Proyecto es el siguiente.

Tabla 2.42 Programa de Proceso de Ejecución



2.3 Obligaciones de la parte boliviana

Ante la ejecución del Proyecto, los trabajos a cargo de la parte boliviana serán los siguientes:

Tabla 2.43 Trabajos a Cargo de la Parte Boliviana

Componentes del Proyecto y otros	Contenido
1. Suministro de equipos y materiales	<p>Aseguramiento y acondicionamiento de los lugares de almacenamiento de las máquinas, equipos y materiales.</p> <p>Aseguramiento y acondicionamiento de los talleres de reparación de vehículos.</p> <p>Contratación de los expertos (barreneros, mecánicos y electricistas), técnicos y administradores de las máquinas, equipos y materiales.</p> <p>Suministro de los artículos de consumo (combustible, cemento, etc.) para la construcción de pozos.</p> <p>Aprovechamiento adecuado de las máquinas, equipos y materiales donados, así como control y mantenimiento de los mismos</p>
2. Apoyo técnico mediante los entrenamientos técnicos	<p>Aseguramiento de instalaciones para entrenamientos bajo techo y mueblaje al respecto (mesas, sillas, fotocopiadora, proyector, pizarra, etc.)</p> <p>Aseguramiento de espacios de trabajo para los técnicos de la consultora y mueblaje al respecto (mesas y sillas)</p> <p>Pago de los gastos de electricidad derivados del uso arriba mencionado</p> <p>Disposición de 1 coordinador de trabajos para la buena marcha de entrenamientos</p> <p>Selección y disposición de candidatos de entrenador para los entrenamientos técnicos</p> <p>Pago del alojamiento y dieta a los cursillistas invitados por las entidades ejecutoras</p> <p>Suministro del personal auxiliar y artículos de consumo necesarios (combustible, materiales, etc.) para cada entrenamiento.</p> <p>Envío del personal contraparte para producir materiales del entrenamiento</p> <p>Construcción de vías de acceso hasta los lugares previstos para la construcción del pozo.</p>
3. Ítems concernientes a la ejecución del Proyecto	<p>Exoneración de los derechos aduaneros e impuestos internos imposables a los equipos y materiales importados para el Proyecto y los trámites necesarios al respecto</p> <p>Dar facilidades al personal japonés relacionado al Proyecto para su entrada, salida y estadía segura en el país</p> <p>Pago de las comisiones bancarias para los arreglos bancarios por cada Departamento</p>
4. Otros	<p>Monitorización y apoyo a los comités de agua por parte de las entidades ejecutoras.</p> <p>Monitorización y apoyo a las entidades ejecutoras por parte de la entidad responsable.</p> <p>Celebración de seminarios y entrenamientos sobre seguimiento, aprovechando casos reales de desarrollo de aguas subterráneas, por iniciativa de la entidad responsable, una vez finalizado el Proyecto.</p> <p>Construcción de instalaciones en las comunidades rurales objeto del primer año en el Dept. de La Paz</p> <p>Construcción de instalaciones y suministro de equipos en las comunidades rurales objeto del segundo y tercer año en el Dept. de La Paz</p> <p>Construcción de instalaciones en las comunidades rurales objeto del primer año en el Dept. de Potosí</p> <p>Construcción de instalaciones y suministro de equipos en las comunidades rurales objeto del segundo y tercer año en el Dept. de Potosí</p> <p>Asistencia en los trámites de la solicitud de FPS para las comunidades objeto del plan quinquenal.</p>

2.4 Costo a Cargo de la Parte Boliviana

2.4.1 Costo a Cargo de la Parte Boliviana

Los gastos de la parte boliviana pueden dividirse en los que se derivarán del suministro de equipos y materiales, y del apoyo técnico, y los gastos de desarrollo de aguas subterráneas y

de la construcción de las instalaciones de distribución de agua en las comunidades objetivas. Con respecto al suministro de equipos y materiales, ya están preparados los lugares de almacenamiento y el taller de mantenimiento de los diferentes vehículos, por lo que los gastos del desarrollo de aguas subterráneas y de la construcción de las instalaciones de distribución de agua, así como del apoyo técnico son los que corren a cargo de la parte boliviana..

Entre los equipos y materiales que suministrará la parte japonesa, se incluyen tubos de revestimiento del primer al tercer año, y bombas sumergibles para las comunidades objeto del primer año. Los gastos de la parte boliviana, en estas condiciones, son tal como se indica en la tabla de abajo. En lo que se refiere a la construcción de instalaciones de distribución de agua, en el primer año se requieren a la parte boliviana los gastos que correspondan a dicha construcción, y en el segundo y tercer año, además de los gastos para la totalidad de esta construcción, correrán a cargo de la parte boliviana los gastos de el adquisición de bombas sumergibles. En cuanto al desarrollo de aguas subterráneas, los gastos serán para la investigación de dichas aguas, construcción de pozos y obras eléctricas.

Con respecto al apoyo técnico, siendo posible para los entrenamientos en el interior el aprovechamiento de la oficina sucursal y el terreno de almacenamiento, propiedad de la Prefectura de La Paz, situados en la ciudad de El Alto, los gastos corresponderán a la convocatoria de los cursillistas de las entidades ejecutoras y a los artículos de consumo necesarios para la implementación de dichos entrenamientos.

Tabla 2.44 Costo a Cargo de la Parte Boliviana

Items		Costos	
Apoyo técnico (alojamiento y dietas para el personal de las entidades ejecutoras, del Departamento de Potosí y de otros 4 departamentos, y artículos de consumo para la fotocopiadora).		273.000Bs.	(¥ 4.380 mil)
Departamento de La Paz	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 10 comunidades objeto del primer año	270.000Bs.	(¥ 4.330 mil)
	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 22 comunidades objeto del segundo y tercer año	594.000Bs.	(¥ 9.530 mil)
	Construcción de instalaciones de distribución de agua para comunidades objeto del primer año	4.650.000Bs.	(¥ 74.630 mil)
	Adquisición de bombas sumergibles y construcción de instalaciones de distribución de agua para comunidades objeto del segundo y tercer año	11.682.000Bs.	(¥ 187.500 mil)
	Material de consumo (cemento, grava, llantas, repuestos de camiones, etc.)	324.000Bs.	(¥ 5.200 mil)
	Empleo de técnicos y de otro personal (del primer al tercer año)	3.298.000Bs.	(¥ 52.950 mil)
	Subtotal	21.091.000Bs.	(¥ 338.650 mil)
nto de	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 17 comunidades objeto del primer año	459.000Bs.	(¥ 7.360 mil)

Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 36 comunidades objeto del segundo y tercer año	972.000Bs.	(¥ 15.590 mil)
Construcción de instalaciones de distribución de agua para comunidades objeto del primer año	7.905.000Bs.	(¥ 126.880 mil)
Adquisición de bombas sumergibles y construcción de instalaciones de distribución de agua para comunidades objeto del segundo y tercer año	19.116.000Bs.	(¥ 305.860 mil)
Material de consumo (cemento, grava, llantas, repuestos de camiones, etc.)	536.000Bs.	(¥ 8.600 mil)
Empleo de técnicos y de otro personal (del primer al tercer año)	3.298.000Bs.	(¥ 52.950 mil)
Subtotal	32.286.000Bs.	(¥ 518.400 mil)
Total	53.377.000Bs.	(¥ 857.050 mil)

2.4.2 Condiciones de Cálculo

- (1) Momento del cálculo: enero de 2003
- (2) Tasa de cambio: 1 US\$ = 121,87 yenes
1 US\$ = 7,59 Bs
1 Bs = 16,05 yenes
- (3) Periodo de ejecución: El Proyecto se ejecutará en un año ejercicio y el periodo según el contenido de la ejecución se muestra en el programa de ejecución del Proyecto.
- (4) Otros: El presente Proyecto será ejecutado dentro del marco de la cooperación financiera no reembolsable del gobierno del Japón.

2.5 Plan de operación, administración y mantenimiento

Entre los equipos y materiales a ser donados, los que generan gastos de administración y mantenimiento son las máquinas perforadoras. Sin embargo, con respecto al camión en que se monta la perforadora, será revisado y reparado en los talleres de mantenimiento de las entidades ejecutoras. Por lo tanto, los gastos correspondientes no se tomarán en consideración, con la excepción del costo del personal. También el taladro será reparado por el personal de mantenimiento y los especialistas en perforación de pozos de las entidades ejecutoras, por lo que los gastos corresponderán al costo de artículos de consumo y de las diferentes piezas.

Se necesitan 60 mil bolivianos (963 mil yenes) al año como gastos correspondientes a los artículos de consumo, como por ejemplo, la grasa que se aplica para la revisión antes del arranque. Asimismo, los gastos de repuestos para la rehabilitación total de cada 3 años se estiman en 370 mil bolivianos (unos 6 millones de yenes). Por lo tanto, los gastos de administración y mantenimiento serán de 60 mil bolivianos (963 mil yenes) en los años normales, mientras que los gastos de cada 3 años se estiman en 430 mil bolivianos (6.963 mil

yenes).

Aparte de esto, en el cuarto y quinto año del plan quinquenal, los trabajos que comprendan desde el suministro de equipos y materiales como revestimientos y bombas sumergibles hasta la construcción de instalaciones de abastecimiento de agua corresponderán al cargo de la parte boliviana. El cálculo aproximativo de dichos costos se muestra en la tabla 2.45.

Tabla 2.45 Costo Necesario para Operación, Administración y Mantenimiento

Items		Costos	
Departamento de La Paz	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 11 comunidades objeto del cuarto año	297.000Bs.	(¥ 4.770 mil)
	Adquisición de filtros, revestimientos y bombas sumergibles, y construcción de instalaciones de distribución de agua para 11 comunidades objeto del cuarto año	6.941.000Bs.	(¥ 111.400 mil)
	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 13 comunidades objeto del quinto año	351.000Bs.	(¥ 5.630 mil)
	Adquisición de filtros, revestimientos y bombas sumergibles, y construcción de instalaciones de distribución de agua para 13 comunidades objeto del quinto año	8.203.000Bs.	(¥ 131.660 mil)
	Subtotal	15.792.000Bs.	(¥ 253.460 mil)
Departamento de Potosí	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 20 comunidades objeto del cuarto año	540.000Bs.	(¥8.870 mil)
	Adquisición de filtros, revestimientos y bombas sumergibles, y construcción de instalaciones de distribución de agua para 20 comunidades objeto del cuarto año	12.620.000Bs.	(¥ 202.550 mil)
	Investigación de aguas subterráneas, construcción de pozos y obras eléctricas para 19 comunidades objeto del quinto año	513.000Bs.	(¥ 8.230 mil)
	Adquisición de filtros, revestimientos y bombas sumergibles, y construcción de instalaciones de distribución de agua para 19 comunidades objeto del quinto año	11.989.000Bs.	(¥ 192.420 mil)
	Subtotal	25.662.000Bs.	(¥ 412.070 mil)
Total		41.454.000Bs.	(¥ 665.530 mil)