

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
SOBRE
EL PROYECTO DE DESARROLLO
DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA PROVINCIA DE PICHINCHA
EN
LA REPUBLICA DEL ECUADOR

DICIEMBRE DE 1997

JICA LIBRARY



J 1140551 (1)

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

OYO CORPORATION

GRO

CR(2)

97-223



1140551 {1}

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
SOBRE
EL PROYECTO DE DESARROLLO
DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA PROVINCIA DE PICHINCHA
EN
LA REPUBLICA DEL ECUADOR**

DICIEMBRE DE 1997

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

OYO CORPORATION

GRO

CR(2)

97 - 233

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República del Ecuador, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Suministro de Agua Subterránea para la Provincia de Pichincha en la República del Ecuador y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió al Ecuador una misión de estudio desde el 27 de julio hasta el 4 de septiembre de 1997.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno del Ecuador y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión al Ecuador con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República del Ecuador, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Diciembre, 1997



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre, 1997

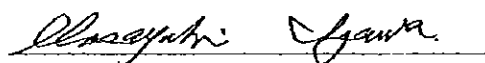
ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Suministro de Agua Subterránea para la Provincia de Pichincha en la República del Ecuador.

Bajo el contrato firmado con JICA, Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd. y Oyo Corporation, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 22 de julio de 1997 hasta el 22 de enero de 1998. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del Proyecto en plena consideración a la situación actual del Ecuador, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

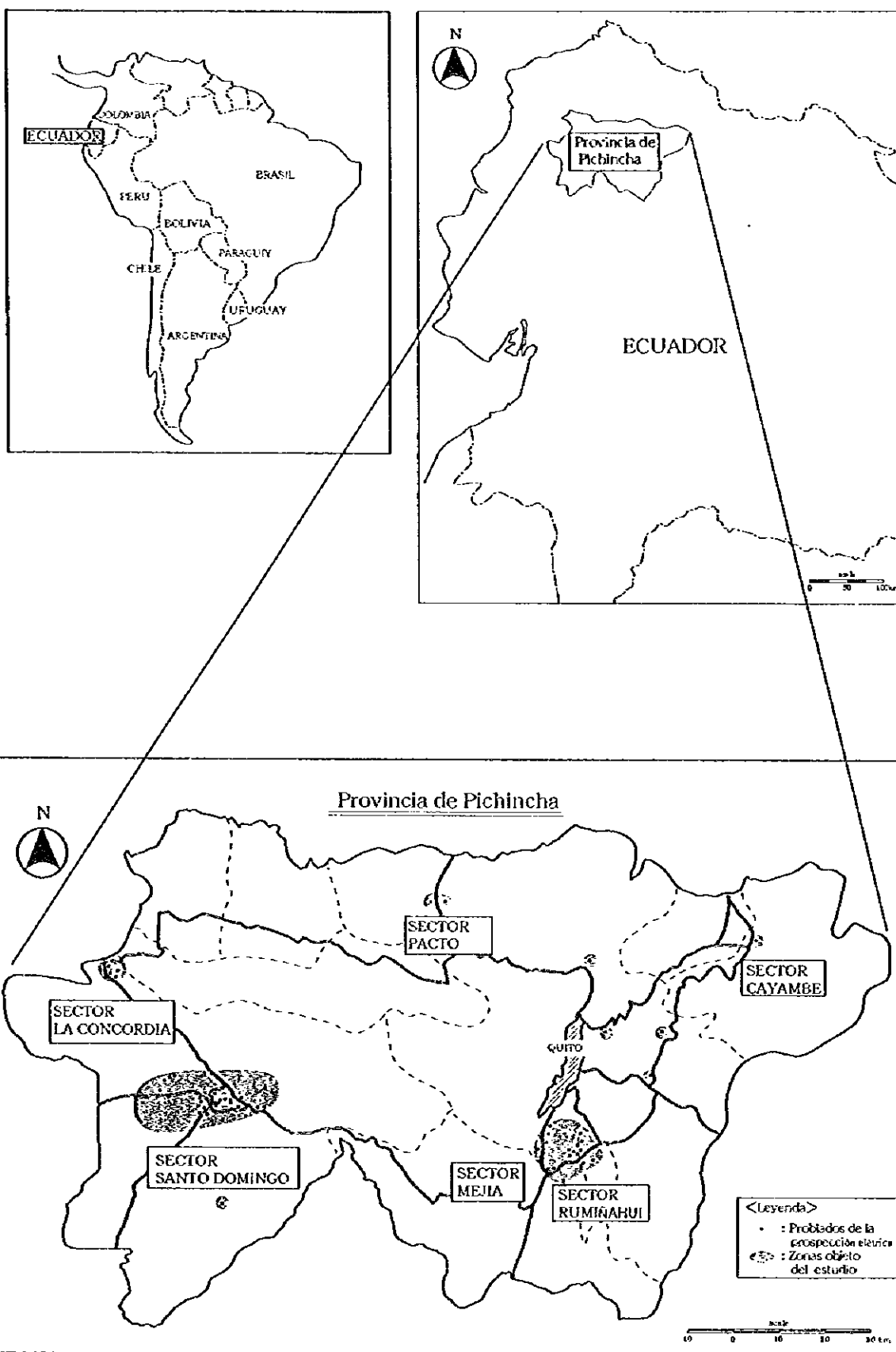
Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,

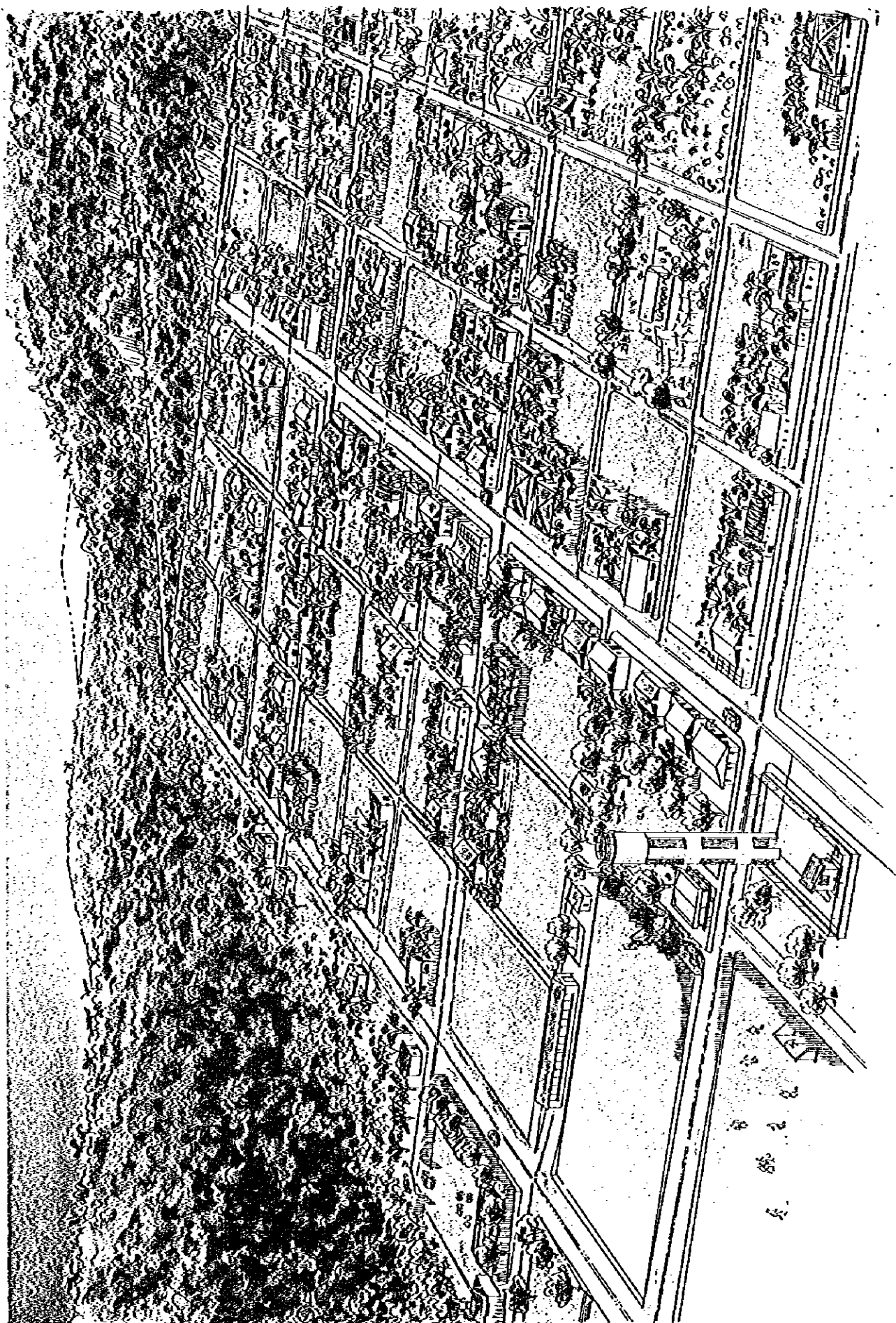


Masayuki IGAWA

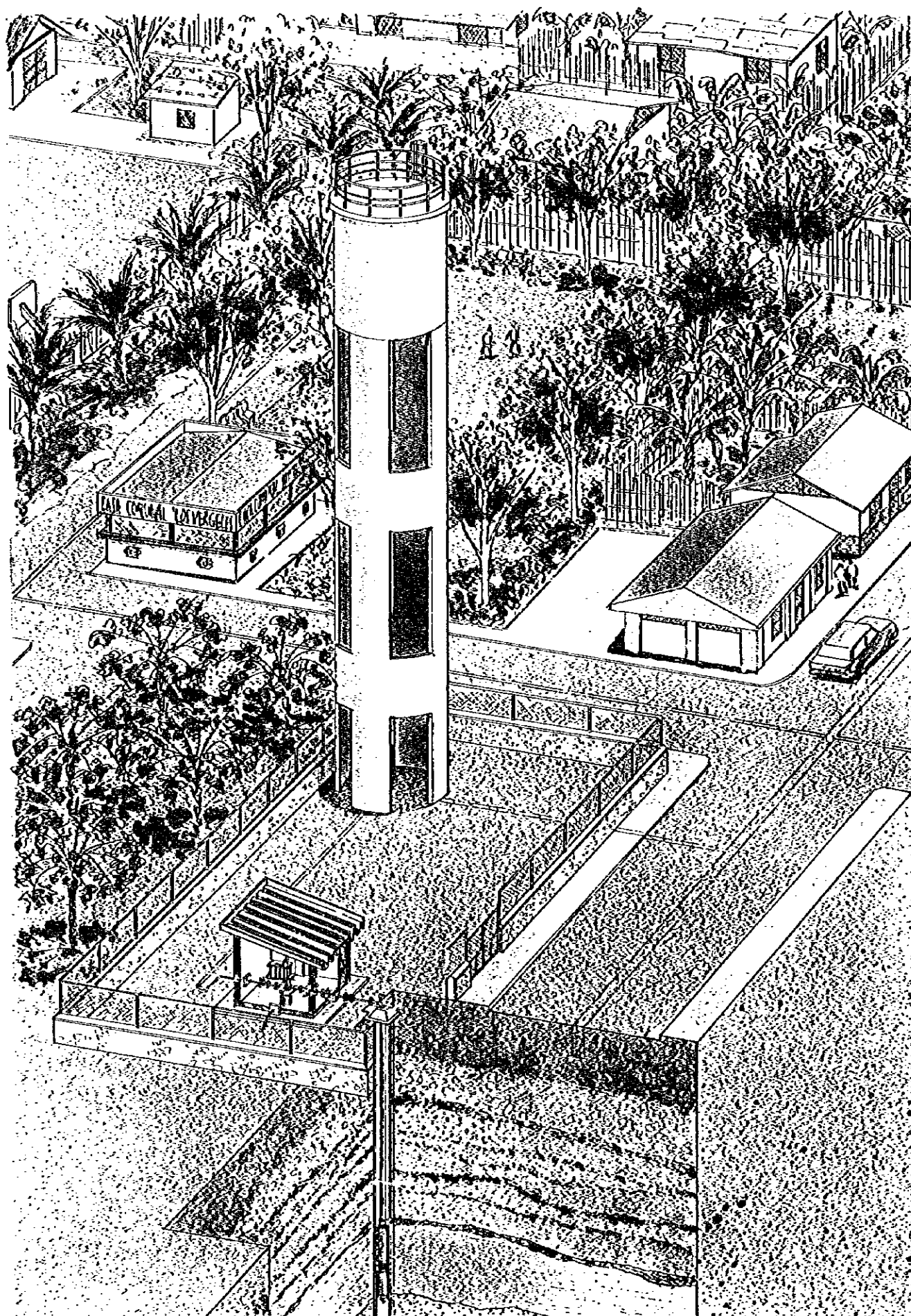
Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico
sobre el Proyecto de Desarrollo de Aguas
Subterráneas en la Provincia de Pichincha
en la República del Ecuador
Kyowa Engineering Consultants Co. Ltd.



Mapa de Lugar Objeto del Estudio



Esquema Pronóstico



Esquema Pronóstico

RESUMEN DE DISEÑO BASICO

INDICE

Prefacio

Acta de Entrega

Mapa de Lugar Objeto del Estudio

Esquema Pronóstico

Indice

Capítulo 1	Antecedentes de la Solicitud	1
Capítulo 2	Contenido del Proyecto	3
2.1	Objetivos del Proyecto	3
2.2	Localidades Objeto del Diseño Básico	3
2.3	Condiciones de los Lugares del Proyecto	7
2.3.1	Condiciones sociales de los poblados, existencia de instalaciones de suministro de agua	7
2.3.2	Estudio de prospección geofísica y estudio hidrogeológico	8
2.3.3	Estudio de calidad del agua en las fuentes de agua utilizadas en la actualidad ...	18
2.4	Concepto Básico del Proyecto	19
2.4.1	Poblados objeto del Diseño Básico y número de pozos	19
2.4.2	Adquisición de maquinaria para perforación de pozos	26
2.4.3	Construcción de pozos por la parte japonesa	36
2.4.4	Construcción de pozos por la parte ecuatoriana	43
2.4.5	Organización administrativa para la operación y mantenimiento de las instalaciones de pozo	55
2.4.6	Conceptos básicos del Proyecto	55
2.5	Diseño Básico	57
2.5.1	Política de Diseño	57
2.5.2	Plan Básico	58
Capítulo 3	Proyecto de las Obras	78
3.1.	Plan de Ejecución	78
3.1.1	Política de ejecución	78
3.1.2	Precauciones para la ejecución	82
3.1.3	División de tareas	85

3.1.4 Plan de supervisión de obras	86
3.1.5 Plan de adquisición de equipos y materiales	89
3.1.6 Procedimiento de ejecución	89
3.1.7 Puntos que son de responsabilidad de la parte ecuatoriana	90
3.2 Costo Aproximado de las Obras	91
3.2.1 Costo aproximado de las obras	91
3.2.2 Gastos de administración, operación y mantenimiento	91
Capítulo 4 Evaluación y Propuestas sobre el Proyecto	93
4.1 Confirmación y Comprobación de la Factibilidad y Beneficios	93
4.2 Problemas a Solucionar	95

[Apendice]

1.Nombre de los Miembros de la Misión de Estudio	A-1
2.Calendario de las Actividades del Estudio	A-2
3.Lista de las Personas Concernientes	A-4
4.Minuta de Acuerdo	A-5
(1) Estudio de Diseño Básico	A-5
(2) Explicación del Resumen de Diseño Básico	A-22
5. Referencias	A-33
Referencia ①: Lista de los resultados del estudio social de los poblados	A-34
Referencia ②: Lista de los resultados de la prospección geofísica	A-45
Referencia ③: Resultados del análisis sencillo de calidad de agua ejecutado por la Misión de Estudio	A-56
Referencia ④: Resultados del análisis encargado de la calidad de agua del sector Santo Domingo	A-60
Referencia ⑤: Planos de poblados	A-61

Lista de Cuadros

Cuadro-1	Lista de los poblados solicitados objeto del estudio(53poblados)
Cuadro-2	Lista de los poblados estudio(53poblados)
Cuadro-3	Cuadro general de evaluación de las posibilidades de desarrollar las aguas subterráneas
Cuadro-4	Tabla de nosibles candaes bombeados
Cuadro-5	Lista condiciones de los poblados donde se ejecutan las obras
Cuadro-6	Tabla comparativa de los costos de construcción de pozo (revestimiento de ϕ 6",100m de perforación)
Cuadro-7	Plan de operación de perforadoras
Cuadro-8	Nº de días para la construcción de pozos, bomba
Cuadro-9	Cuadro general de selección de los lugares para la transferencia tecnológica de la perforación de pozos
Cuadro-10	Mantenimiento de las instalaciones de distribución de agua para los pozos construidos por la parte japonesa
Cuadro-11	Costo de las obras de las instalaciones de distribución de agua para los pozos construidos por la parte japonesa (para 11 pozos)
Cuadro-12	Descripción de las obras de construcción de la parte ecuatoriana (19 pozos e instalaciones de distribución de agua)
Cuadro-13	Costo de las obras de las instalaciones de distribución de agua para los pozos construidos por la parte japonesa (para 19 pozos)
Cuadro-14	Ingresos en los últimos 5 años del Consejo Provincial de Pichincha (1993 - 1997)
Cuadro-15	Egresos en los últimos 5 años del Consejo Provincial de Pichincha (1993 - 1997)
Cuadro-16	Desglose de las inversiones en el sector público del Consejo Provincial de Pichincha (últimos 5 años : 1993-1997)
Cuadro-17	Costos de obra del Consejo Provincial de Pichincha por ejercicios
Cuadro-18	Costos reales de la administración, operación y mantenimiento de la junta de agua (SAN JOSE DE GUAMAN) 1995-1996
Cuadro-19	Cuadro de cálculo de costos administrativos y de mantenimiento de la Junta de Aguas
Cuadro-20	Conceptos básicos del Proyect
Cuadro-21	Elementos del plan de abastecimiento de agua, Extensiones de revestimiento de pozos
Cuadro-22	Instalación de pozos
Cuadro-23	Lista de equipos y materiales adquiridos
Cuadro-24	Estrategias y beneficios de este Proyecto

Lista de Figuras

Figura-1	Plano de ubicación de los poblados del estudio de pozos del proyect
Figura-2	Cuadro comparativo de tipos geológicos
Figura-3	Localidades previstas para el estudio de pozos del Consejo Provincial de Pichincha
Figura-4	Organigrama de los Organismos Ejecutores
Figura-5	Organización para el control de la perforación de pozos
Figura-6	Flujo de la adquisición de maquinaria y herramientas y de la selección de lugares de construcción de pozos por la parte japonesa
Figura-7	Parte correspondiente al Japón , Parte correspondiente al Ecuador
Figura-8	Concepto básico del Proyecto
Figura-9	Detalle de camiones de apoyo y perforadora de pozos
Figura-10	Diagrama estructural de instalaciones de pozos
Figura-11	Sistema de ejecución de las obras
Figura-12	Plan de Ejecución del Proyecto

Abreviaturas

CONNADE	Consejo Nacional de Desarrollo
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hidricos
HCPP	H.Consejo Provincial de Pichincha
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IDB	Interamerican development Bank/Banco Interamericano de Desarrollo
JICA	A yencia de Cooperacion Interracional del JAPON
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
OMS	Organización Mundial de la Salud
S.	Sucre

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

Capítulo 1 Antecedentes de la Solicitud

La República de Ecuador (en adelante denominado Ecuador) se encuentra en la parte noroeste de América del Sur, sobre la línea del ecuador y tiene costa sobre el Océano Pacífico al oeste, limita con Colombia al norte y con Perú al sur y al este. Tiene una superficie de 280.000 km². La cordillera de los Andes cruza el centro del país de norte a sur y geográficamente está dividido en tres zonas: zona central montañosa, zona costera al oeste y zona de selva tropical del Amazonas al este. En 1996 la población total estimada era de 11.700.000 habitantes. La tasa de crecimiento económico es del 2,0%, la tasa de inflación de los precios de artículos de consumo, del 25,5% y el nivel de desempleo es del 6,9%. La principal industria del país es la agricultura. En la cordillera la producción tradicional es el maíz, papas, cebada, etc. para consumo interno. En la costa se producen bananas, cacao, café, arroz, productos tropicales para exportación. En años recientes se empezó la cría de calamares y actualmente es uno de los principales exportadores del mundo. También se extrae petróleo que representa el 14% del PBI y el 36% de las exportaciones, siendo una de las industrias principales del país.

El Plan de Desarrollo Económico del Ecuador se está impulsando a base del plan preparado en 1979 con una vigencia de 20 años. Dentro del Plan de Inversiones se da importancia al desarrollo de la infraestructura después del sector energético y el desarrollo rural que son los más importantes. Para el desarrollo económico, para mejorar el nivel de vida de la población y para conservar su salud es necesario un suministro de agua seguro y estable por lo que es urgente la construcción de instalaciones de suministro de agua. Sin embargo el incremento de la deuda externa y el carácter permanente de finanzas deficitarias hacen imposible continuar con el Plan de Desarrollo sin la ayuda de los países desarrollados o de los organismos internacionales.

La cobertura en el suministro de agua potable en el Ecuador a nivel nacional es del 57% pero en el caso de los poblados rurales este porcentaje baja al 30%. Incluso en la Provincia de Pichincha que incluye a Quito, la ciudad capital, está atrasada la construcción de instalaciones de suministro de agua y falta agua para el consumo diario. De los 520.000 habitantes de los poblados rurales de la provincia, 270.000 viven en condiciones precarias, dependiendo de un suministro de agua en condiciones poco sanitarias lo que provoca enfermedades contagiosas transmitidas a través del agua. Además las mujeres y niños tienen que dedicar gran parte de su tiempo y esfuerzo para conseguir y transportar el agua. En esta Provincia no hay suficiente fuente de agua superficial cercana a la misma como para dar suministro a toda la población y el agua de los pozos superficiales tampoco alcanza para el consumo diario además de lo cual tienen un alto contenido de hierro, manganeso, etc. Por las razones mencionadas se justifica la urgente construcción de pozos profundos para el suministro de agua en cantidad y calidad.

En la actualidad el organismo encargado del suministro de agua de la Provincia es la unidad sanitaria ambiental que actúa debajo del Consejo Provincial y la misma no cuenta con una organización apropiada para el desarrollo de aguas subterráneas ni tampoco con la técnica y los

equipos y materiales necesarias. Tampoco se han podido obtener fondos del presupuesto para el desarrollo de aguas subterráneas y no se han podido poner en práctica un sistema de suministro de agua efectivo que solucione la falta de agua y sobre todo un suministro seguro y estable del agua para el consumo diario de la población rural.

A los efectos de aliviar los problemas mencionados anteriormente, el Gobierno del Ecuador solicitó la Cooperación Financiera No Rembolsable del Gobierno del Japón, en Julio de 1996, para la adquisición de equipos y materiales necesarios para la construcción de 110 pozos profundos en 50 poblados rurales que han sido seleccionados como los más necesitados de agua en la Provincia de Pichincha, previéndose la transferencia tecnológica del Japón por medio de una construcción conjunta de 30 pozos del total.

[Contenido de la solicitud]

- 1) Adquisición de los equipos y materiales para la perforación de 110 pozos profundos en 50 poblados de la Provincia de Pichincha. ① 2 perforadoras para pozos, ② 2 grupos de vehículos de apoyo, ③ bombas de extracción de agua para los 110 pozos ④ materiales para 110 pozos (revestimiento, filtro, etc.). ⑤ 1 juego de equipo para pruebas y mediciones. ⑥ 1 juego de piezas de repuesto para las perforadoras.
- 2) De los 110 pozos unos 30 se construirán con un trabajo de perforación conjunto con la parte japonesa para poder realizar la transferencia tecnológica.

[Lugar de la solicitud]

50 poblados en los cantones de Quito, Cayambe, Mejía, Ruminahui, Santo Domingo de la Provincia de Pichincha.

CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

Capítulo 2 Contenido del Proyecto

2.1 Objetivos del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto la adquisición de maquinaria y materiales de perforación de pozos necesarios para ejecutar el Proyecto de desarrollo de aguas subterráneas para los poblados de la Provincia de Pichincha en el Ecuador. Además, para facilitar la transferencia tecnológica, se hará la construcción de algunos de los pozos por ambas partes, para que, en adelante, el Ecuador tenga la posibilidad de seguir construyendo pozos profundos por sus propios medios, contribuyendo a mejorar las condiciones del suministro de agua potable para los poblados de la Provincia de Pichincha.

2.2 Localidades Objeto del Diseño Básico

Los poblados objetos de la solicitud para el Estudio de Diseño Básico fueron determinados en la etapa inicial del Estudio mediante deliberaciones y se resumieron en el Cuadro 1. De acuerdo con el Documento de la solicitud se seleccionaron 50 poblados a los que se agregaron 3 localidades donde se planea la construcción de nuevos poblados en zonas rurales, para un total de 53 poblados.

Sin embargo, antes de iniciar el Estudio en el Ecuador, la Dirección de Obras Públicas del Consejo Provincial comprobó que en 6 poblados de Santo Domingo (Nº 17, 18, 19, 20, 21, 22), después de la solicitud, ya se habían construido instalaciones de suministro de agua por su cuenta, por lo que se solicitó a la Misión de Estudio la modificación de las localidades objeto del estudio. La Misión de estudio aceptó esta solicitud del Consejo Provincial y, de los 208 poblados donde el Consejo Provincial iba a ejecutar por su cuenta la construcción de pozos, se seleccionaron 6 poblados con máxima prioridad para sustituir a los que se eliminaron, y se decidió ejecutar el Estudio con los 53 poblados mencionados en el Cuadro 2 y en la Figura 1.

Los poblados objeto de este Diseño Básico se decidieron en base a los resultados del Estudio social del poblado, prospección geofísica y estudio hidrogeológico aclarando la posibilidad de desarrollar agua subterránea así como los problemas sobre el control del funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones de suministro de agua construidas.

Cuadro 1 Lista de los poblados solicitados objeto del estudio (53 poblados)

No.	No. de Poblados	Nombre de Poblados
1. SECTOR SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS		
1	1	COOPERATIVA DE VIVIENDA CIUDAD NUEVA
2	2	COOPERATIVA DE VIVIENDA 30 DE JUNIO
3	3	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS PLAYAS
4	4	COOPERATIVA DE VIVIENDA MODELO
5	5	COOPERATIVA DE VIVIENDA VILLA FLORIDA
6	6	COOPERATIVA DE VIVIENDA PUEBLO EN MARCHA
7	7	COOPERATIVA DE VIVIENDA DEFENSORES DE PAQUISHA
8	8	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNIDOS POR EL PUEBLO
9	10	RECINTO LAS DELICIAS
10	11	BARRIO EL PARAISO
11	12	URBANIZACION BRASILIA DEL TOACHI
12	13	RECINTO EL PARAISO
13	14	SAN JOSE DE LAS DAMAS
14	15	RECINTO EL TRIUNFO
15	16	RECINTO LA ALIANZA
16	17	LOTIZACION LAS AMAZONAS
17	18	LOTIZACION SAN PEDRO
18	19	LOTIZACION DOS ESTEROS
19	20	LOTIZACION BUENOS AIRES
20	21	LOTIZACION LAS BOMBOLI
21	22	URBANIZACION CHANCHAY
22	26	LA LORENA
23	27	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS ALPES
24	29	COOPERATIVA DE VIVIENDA NUEVO SAN FRANCISCO
25	33	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS VERGELES STO. DOMINGO
26	50	EL AUSTRO SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS
(26)		
2. SECTOR LA CONCORDIA		
1	9	RECINTO LA INDEPENDENCIA
2	23	COOPERATIVA 5 DE SEPTIEMBRE LA CONCORDIA
3	28	BARRIO SANTA ANA LA CONCORDIA
4	30	BARRIO BELGICA LA CONCORDIA
(4)		
3. SECTOR RUMINAHUI Y SECTOR MEJA		
1	32	COOPERATIVA SANTA ROSA UYUNBICHO
2	34	COOPERATIVA BANCO NACIONAL DE FOMENT SANGOLQUI
3	35	URBANIZACION COLEGIO DE ECONOMISTAS
4	36	COOPERATIVA TERRANOVA
5	37	COOPERATIVA SAN FRANCISCO
6	38	COOPERATIVA DEL EJERCITO NACIONAL
7	39	BARRIO SAN PEDRO DE TABOADA
8	40	SANTA ISABEL DE AMAGUAÑA
9	41	CHAUPITENA AMAGUAÑA
10	42	DON ELOY AMAGUAÑA
11	43	BELLA VISTA DE SANTA ISABEL
12	44	CAUPICHO GUAMANI QUITO
13	45	CAUPICHO 2 GUANANI QUITO
14	51	BRETANA GUAMANI QUITO (ENTRADA SUR)
15	52	VIVERO SAN ANTONIO DE PICHINCHA
16	53	CALDERON
17	46	COOPERATIVA DE VIVIENDA CEDOC GUAMANI
18	47	SAN CARLOS UYUMIBICHO
19	48	SANTA ANA DE PINTAG
20	49	EL INGA BAJO TUMBACO
(20)		
4. SECTOR CAYAMBE		
1	31	LA DORMIDA CAYAMBE
(1)		
5. SECTOR PACTO		
1	24	SAN LUIS BAJO DE GUALEA
2	25	GUALEACRUZ
(2)		
TOTAL(53)		

Cuadro 2 Lista de los poblados estudio (53 poblados)

No.	No. de Poblados	Nombre de Poblados
1. SECTOR SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS		
1	1	COOPERATIVA DE VIVIENDA CIUDAD NUEVA
2	2	COOPERATIVA DE VIVIENDA 30 DE JUNIO
3	3	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS PLAYAS
4	4	COOPERATIVA DE VIVIENDA MODELO
5	5	COOPERATIVA DE VIVIENDA VILLA FLORIDA
6	6	COOPERATIVA DE VIVIENDA PUEBLO EN MARCHA
7	7	COOPERATIVA DE VIVIENDA DEFENSORES DE PAQUISHA
8	8	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNIDOS POR EL PUEBLO
9	10	RECINTO LAS DELICIAS
10	11	BARRIO EL PARAISO
11	12	URBANIZACION BRASILIA DEL TOACHI (STA. MARIA DEL TOACHI)
12	13	RECINTO EL PARAISO
13	14	SAN JOSE DE LAS DAMAS
14	15	RECINTO EL TRIUNFO
15	16	RECINTO LA ALIANZA
16*	17*	COOPERATIVA DE VIVIENDA CARLOS RUIZ BURNEO
17*	18*	COOPERATIVA DE VIVIENDA LIBRE ECUADOR
18*	19*	PLAN DE VIVIENDA MUNICIPAL
19*	20*	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNION CIVICA POPULAR
20*	21*	COOPERATIVA DE VIVIENDA 15 DE SEPTIEMBRE
21*	22*	COOPERATIVA DE VIVIENDA MARIA DEL ROSARIO
22	26	LA LORENA
23	27	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS ALPES
24	29	COOPERATIVA DE VIVIENDA NUEVO SAN FRANCISCO
25	33	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS VERGELES STO.DOMINGO
26	50	EL AUSTRO SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS
(26)		
2. SECTOR LA CONCORDIA		
1	9	RECINTO LA INDEPENDENCIA
2	23	COOPERATIVA 5 DE SEPTIEMBRE LA CONCORDIA
3	28	BARRIO SANTA ANA LA CONCORDIA
4	30	BARRIO BELGICA LA CONCORDIA
(4)		
3. SECTOR RUMINAHUI Y SECTOR MEJIA		
1	32	COOPERATIVA SANTA ROSA UYUNBICO
2	34	COOPERATIVA BANCO NACIONAL DE FOMENT SANGOLQUI
3	35	URBANIZACION COLEGIO DE ECONOMISTAS
4	36	COOPERATIVA TERRANOVA
5	37	COOPERATIVA SAN FRANCISCO
6	38	COOPERATIVA DEL EJERCITO NACIONAL
7	39	BARRIO SAN PEDRO DE TABOADA
8	40	SANTA ISABEL DE AMAGUAÑA
9	41	CHAUPITENA AMAGUAÑA
10	42	DON ELOY AMAGUAÑA
11	43	BELLA VISTA DE SANTA ISABEL
12	44	CAUPICHO GUAMANI QUITO
13	45	CAUPICHO 2 GUANANI QUITO
14	51	BRETANA GUAMANI QUITO (ENTRADA SUR)
15	52	VIVERO SAN ANTONIO DE PICHINCHA
16	53	CALDERON
17	46	COOPERATIVA DE VIVIENDA CEDOC GUAMANI
18	47	SAN CARLOS UYUMIBICO
19	48	SANTA ANA DE PINTAG
20	49	EL INGA BAJO TUMBACO
(20)		
4. SECTOR CAYAMBE		
1	31	LA DORMIDA CAYAMBE
(1)		
5. SECTOR PACTO		
1	24	SAN LUIS BAJO DE GUALEA
2	25	GUALEACRUZ
(2)		
TOTAL(53)		

(Nota) Poblados sustituidos a algunos poblados de los solicitados objeto del estudio (6 en Santo Domingo)

2.3 Condiciones de Los lugares del Proyecto

2.3.1 Condiciones sociales de los poblados, existencia de instalaciones de suministro de agua

En 26 poblados de Santo Domingo, 4 poblados de La Concordia, 20 poblados de Ruminahui y Mejía, 1 poblado de Cayambe y 2 poblados de Pacto, con un total de 53 poblados, se ejecutó un estudio de las condiciones sociales y de las instalaciones de suministro de agua existentes. Se ejecutó el Estudio mediante entrevistas a los miembros de la organización administrativa del poblado y de la Junta de Aguas. Además, con respecto a las condiciones del suministro de agua en cada poblado y a los proyectos de suministro de agua, se realizaron entrevistas con las Empresas de Aguas municipales de la ciudad de Quito y de la ciudad de Santo Domingo, y las Direcciones de agua potable del cantón Ruminahui y del cantón Mejía. La información sobre la superficie y población de los poblados, se obtuvo mediante entrevistas en los poblados debido a la carencia de datos en los municipios. El resultado del estudio aparece en el Referencia 1 y se resume a continuación.

La mayor parte de los poblados estudiados están en el terreno llano de las afueras de Quito, en su región sureste y de las afueras de la ciudad de Santo Domingo y de La Concordia. Los 7 poblados en las colinas están en Pacto y Cayambe, al este de la ciudad de Quito, y en las afueras de la ciudad de Santo Domingo. Los poblados en la planicie están ubicados normalmente en lotificaciones a base de vías en buenas condiciones y tienen viviendas relativamente en forma concentrada. Por otra parte, los poblados en las colinas tienen como eje el camino en la cresta y las viviendas se esparcen a lo largo del mismo, y son pocas.

Además, aparte de los poblados que surgieron naturalmente, hay otros 25 que nacieron mediante cooperativas de pobladores y como nuevos poblados. Hay 3 poblados desarrollados por el Consejo Provincial para las poblaciones de escasos recursos. De estos, los 5 poblados Nº 34, 35, 51, 52, 53 están todavía en la etapa preparatoria o acaban de allanar el terreno por lo que en la actualidad no existen pobladores. Muchos caminos están sin pavimentar pero la mayoría se ubica relativamente con gran densidad y en forma cuadrada por lo que no hay problemas para instalar la red de distribución de agua a cada hogar. Además, en los poblados hay terrenos comunales y espacios verdes por lo que la obtención de los terrenos para la construcción de pozos es relativamente fácil. En todos los poblados estudiados, hay líneas de transmisión eléctrica existiendo electricidad en todos los hogares. Es posible hacer funcionar las bombas con electricidad en todos los casos.

La superficie de los poblados de tipo concentrado es de entre 3 há y 70 há, y en los de tipo esparcido, hay granjas y pastoreo de rebaños por lo que se extienden en 50 - 500 há. En la actualidad, la población total es de 88,700 y la pronosticada para el futuro (año 2005) es de 194.400 habitantes.

Con respecto a las instalaciones de suministro de agua existentes, hay una red de

distribución de agua en 27 poblados (11 en Santo Domingo, 2 en La Concordia, 12 en Ruminahui, Mejía, 1 en Cayambe, 1 en Pacto) lo que representa el 51%. De éstos, 9 poblados de Santo Domingo utilizan las aguas superficiales del río como fuente de agua que se tratan en una planta de purificación, en 3 poblados de Ruminahui y se distribuye el agua de vertiente en una red de distribución que abarca una gran superficie. En los otros 15 poblados, se han construido autónomamente las instalaciones de suministro de agua para cada poblado, aprovechando vertientes y pozos como fuentes de agua y hay acometidas para cada hogar con grifos. De los 15 poblados, los No. 10, 9, 28, 32 y 44 tienen instalaciones de suministro de agua construidas por el Instituto Estatal de Obras sanitarios (IEOS) y los No. 12, 37, 40, 45, 46, 47, 48, 49, 31 y 24 tienen instalaciones de suministro de agua aprovechando vertientes y aguas superficiales. Sin embargo, en todos los poblados hay falta de agua. En los lugares servidos por la Empresa de Aguas de Santo Domingo, sólo se recibe agua durante varias horas cada 2- 7 días y la mayoría de los hogares dependen de los pozos pocos profundos de sus casas y del agua de lluvia. Sin embargo el nivel de agua disminuye en los pozos poco profundos durante la estación seca o puede incluso secarse totalmente.

Si exceptuamos los poblados N° 12, 37, 44 donde las condiciones de suministro de agua son relativamente buenas en los 25 poblados donde actualmente existen instalaciones de suministro de agua, el promedio de agua consumida por día/habitante es de tan sólo 35 litros.

En los poblados donde no hay instalaciones de suministro de agua, las fuentes de agua son los pozos poco profundos, el agua de lluvia y los ríos. En este caso, en la mayoría de los hogares no se purifica el agua y hemos escuchado muchos comentarios de que es generalizada la diarrea y otras enfermedades digestivas, enfermedades de la piel y parasitosis de los niños pequeños.

Los ingresos promedio de cada hogar son de unos 300 mil a 1 millón de sucres al mes. Hay Juntas de Aguas en 16 poblados, en todos los que tienen instalaciones de suministro de agua comunes (7 poblados que tienen instalaciones de IEOS, y 6 poblados que tienen otras instalaciones) y en los 3 que no tienen instalaciones comunes. En los poblados administrados por la Empresa de Aguas de Quito, la Empresa de Aguas de Santo Domingo y el municipio cantonal de Ruminahui, las autoridades realizan el control del mantenimiento por lo que no ha sido necesaria la creación de una junta de Aguas. De los poblados estudiados, los que dependen de las Empresas de Aguas han sido 14 en Santo Domingo, 11 en Quito y 3 en Ruminahui.

2.3.2 Estudio de prospección geofísica y estudio hidrogeológico

(1) Resumen de la topografía y geología

La topografía y geología de Ecuador puede dividirse a grandes trazos en la planicie del este, la zona montañosa central y la planicie del oeste. La Provincia de Pichincha, abarca la zona montañosa central y la costa marítima, siendo de gran extensión. De los poblados, los que

pertenecen a los cantones de Ruminahui, Mejia y Cayambe tienen una altitud de 2.000 a 3.000 m en la zona montañosa central y de Santo Domingo y La Concordia están a una altitud de 500 m en la zona costera. Pácto está a una altitud de 1.000 m en el límite entre las zonas montañosa y de planicie.

La clasificación geológica de los poblados tiene como base roca eruptiva del período Cretáceo de la era mesozoica (Capa Macuchi, Capa Silamie) encima de la cual hay roca volcánica de la era cuaternaria cenozoica alto pleistoceno (Capa Altar) y en partes roca intruida del período Cretáceo encima de la cual hay sedimentos del abanico aluvial del pleistoceno de la era Cuaternaria (Capa San Tadeo), sedimentos volcánicos del pleistoceno cuaternario de la era cenozoica (Capa Congagua) y los estratos de sedimentos bancales y de sedimentos aluviales que son sedimentos de ríos nuevos.

(2) Geología y aguas subterráneas en cada cantón

a. Cantones de Santo Domingo y La Concordia

Excepto el N° 50 (El Austro Santo Domingo) y N° 12 (Urbanización Brasilia), los demás están sobre el abanico aluvial antiguo. La estructura geológica es la misma en cada lugar y están distribuidos el lodo volcánico, estrato de grava del abanico aluvial y flujo piroclástico que pertenecen a la capa San Tadeo, y en términos generales se compone de los siguientes estratos.

① Tierra arcillosa de cenizas volcánicas

Es una capa cercana de la superficie que puede llegar a una profundidad de unos metros o hasta algo más de diez metros. Está un poco consolidada y en algunas partes existe arena mezclada o intercalada. En general tiene mala permeabilidad, con poca posibilidad de encontrar una capa freática. Por lo que la mayoría de los pozos poco profundos en esta región deben atravesar esta capa y alcanzar la capa que está debajo de ésta. Como la mayor parte de la capa está a un nivel menos profundo que el nivel de agua subterránea, la resistividad es alta de unos 100 Ω .

② Capa de grava del abanico aluvial

Es una capa compuesta principalmente de grava (resistividad: 100 - varios cientos de Ω m). Pero tiene parte compuesta principalmente de arena (varias decenas a varios cientos de Ω m), parte compuesta principalmente de bloques de roca (resistividad: varios cientos de Ω m), parte donde hay mucha tierra arcillosa mezclada (menos de 100 Ω m), etc., son muy variados. Las capas de grava y de arena son muy permeables al agua y en la mayoría de los lugares, puede obtenerse más de 10 l /seg. de caudal bombeado de pozos con profundidad de aprox. 100 m. También puede haber buena permeabilidad en las partes donde hay bloques de rocas pero como son muy duros y debe tenerse en cuenta que posiblemente tendrá dificultad en la perforación.

③ Andesita

Es andesita la capa Macuchi del período cretáceo de la era mesozoica y tiene alojamiento en la colina al oeste de la ciudad. En la superficie hay gran erosión que la convierte en tierra arcillosa pero debajo de la superficie está erosionada en forma de anillos de cebolla y en algunos lugares la base rocosa puede ser muy dura. En esta región, en el poblado N° 1 aparece andesita a poca profundidad y en los lugares objeto del proyecto al oeste de la ciudad puede aparecer andesita hasta a profundidades de 200 m. En la parte no erosionada de esta capa se puede esperar el agua proveniente de las fisuras y un caudal de varios l/seg. a más de 10 l/seg.

El poblado N° 12 (Urbanización Brasilia) está sobre el llano aluvial del río Toachi y desde la superficie a varios metros hasta algo más de 10 m hay una capa de grava aluvial formada por el río Toachi. Esta es una buena capa freática pero debe tenerse en cuenta que es básicamente una corriente subterránea del río. La estructura de estratos inferiores a esta capa aluvial es similar a la de los otros puntos, donde una capa de arena o grava forma una buena capa freática.

La topografía y geología del poblado N° 50 (El Austro Santo Domingo) es diferente de los otros poblados de la misma región ya que se sitúa en una cresta de la zona montañosa de una altitud de 1.100 sobre el nivel. Su suelo está compuesta de rocas intrusadas del período desconocido de ggranodiorita, y está muy erosionado cerca de la superficie formando anillos de cebolla. Presenta un aspecto en que aparece granodioritas en medio de la arcilla pero a más de 100 m de profundidad hay una resistividad de más de 1.000 Ω m por lo que se supone que aparezca roca dura nueva. Se espera que haya agua proveniente de fisuras en la parte no erosionada.

b. Ruminahui , Mejia

Se sitúa en la ladera de tierra baja central de la región montañosa central. Están distribuidos los en las partes planas de terrazas, llanos aluviales, ladera de las montañas y crestas. En este cantón en general la roca eruptiva como andesita que pertenece a la capa Altar forma la base. Se supone que esta capa es relativamente buena como capa freática pero debido a su gran profundidad, será difícil alcanzar dichas profundidades en este proyecto. Encima de la capa Altar está la capa Congagua y este Estudio confirmó que esta capa se divide en el estrato de flujo de lodo volcánico, el de cenizas y el de sedimentos de bancales. A continuación se indican las características de cada estrato.

① Flujo de lodo volcánico

Es un estrato sedimentado sobre tierras volcánicas montañosas y se compone principalmente de cenizas volcánicas pero es poco uniforme y contiene lava basáltica intercalada y hay muchas partes con intercalación de grava, arena, etc. En las partes donde

hay principalmente cenizas volcánicas la resistividad es baja y también relativamente baja la permeabilidad. Sin embargo, donde hay intercalación de arena, grava y lava, la resistividad es alta y la permeabilidad también es buena por lo que se piensa que puede formar una buena capa acuífera.

② Estrato de cenizas volcánicas

Es un estrato relativamente uniforme de sedimentación estática de cenizas volcánicas en agua (parte en tierra) y esta un poco consolidada. Tiene porosidad y puede contener agua pero su permeabilidad no es muy alta. Su resistividad es baja en general.

③ Estrato acumulado intercalado

En tiempos antiguos (hace varias decenas de miles de años) se sedimentaron ceniza volcánica, arena y grava transportadas por el agua. En general es un estrato plano pero no hay continuidad y hay partes permeables que pueden conservar el agua y otros donde no lo conservan.

Además hay partes con estrato aluvial formado por del río actual. Este estrato está formado de arena, tierra arcillosa y ceniza volcánica no consolidada. Su permeabilidad es relativamente buena en varios lugares pero se piensa que el estrato en sí es muy delgado.

Según el resultado de las prospecciones eléctricas, los estratos de grava, arena, lave, etc. que pueden formar una capa freática, tienen resistividad en el entorno de 50 - 700 Ω -m, clasificándolas en dos gamas de resistividad. (1) Capa no consolidada o con porosidad. Esta capa puede contener tierra arcillosa y su medición está entre 50 - 100 Ω -m. (2) Capa consolidada o grava de diámetro grande, o contiene lava intercalada y la resistividad está entre 200 - 700 Ω -m. Estos valores de resistividad cambian con el agua de la capa (aguas subterráneas). Especialmente al sur de Quito el valor de resistividad del agua de la capa es de 10 - 20 Ω -m, una resistividad baja (alta transmisión eléctrica) lo que puede haber zonas de baja resistividad, siendo de la capa de grava muy consolidada.

Según las prospecciones eléctricas y exploraciones superficiales, la mayoría de los poblados objeto del Proyecto tienen posibilidades del desarrollo de aguas subterráneas. Con pozos de varias decenas a 100 m de profundidad pueden bombearse 10 l /seg. Sin embargo, en dos poblados de esta región (Nº 52: Vivero San Antonio de Pichincha, Nº. 53: Calderón), el nivel de agua subterránea está muy bajo y la permeabilidad es también muy baja por lo que debe recordarse que la posibilidad de desarrollar aguas subterráneas es muy baja.

c. Cayambe

Está a una altitud de 3440 m en la cresta de la zona montañosa. Hay gruesa sedimentación del flujo de lodo volcánico que pertenece a la capa Concagua. Hay capas alternativas de buena permeabilidad y de impermeabilidad. Pensamos que la infiltración del agua de lluvia es

relativamente buena. Los resultados de las prospecciones eléctricas indican una profundidad de más de 10 m, alta resistividad de 200 - 800 Ω -m. Se espera que de un pozo de 100 m pueda bombear más de 10 ℓ /seg.

d. Pacto

Está instalado desde la creata hasta la ladera de la zona montañosa abrupta a una altura de 2.400 m sobre el nivel del mar. Hay una gran distribución de roca andesita que pertenece a la capa Machuchi, roca eruptiva del período Cetáceo. La roca andesita cerca de la superficie está muy erosionada, convirtiéndose en tierra arcillosa. La permeabilidad no es muy buena. Sin embargo, aparece una resistividad de 100 - 1000 Ω -m a una profundidad más de de varias decenas de metros. Esta parte tiene andesita con poca o ninguna erosión y se espera que haya agua proveniente de las fisuras de la roca. La profundidad necesaria de los pozos en esta zona depende mucho del lugar de perforación, pero en general si se perfora a una profundidad mayor que la altitud de los valles cercanos (en la creata, 150 - 200 m), puede esperar un caudal de más de 10 ℓ /seg.

El resultado del estudio de las prospecciones eléctricas aparece en el Referencia 2. El cuadro 3 contiene la evaluación general de la posibilidad de aguas subterráneas. El cuadro 4 contiene la evaluación del caudal pronosticado. La figura 2 muestra los tipos de geología en cada localidad. A partir de estos resultados se deduce que la posibilidad de desarrollar aguas subterráneas en los poblados N° 13, N° 52, N° 53 es baja.

Cuadro 3 Cuadro general de evaluación de las posibilidades de desarrollar las aguas subterráneas

Nº de poblado	Nombre del poblado	Altitud (m)	Nº de línea de medición	Profundidad del pozo (m)	Tipo de geología	Capa freática	Nivel del agua (GL-m)	Posibilidad de desarrollo	observaciones
① SECTOR SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS									
1	COOPERATIVA DE VIVIENDA CIUDAD NUEVA	560	1-1	100	A	Andesita	20	B	Capa de andesita dura a más de 50 m de profundidad
			1-2	150	A	Grava-Andesita	20	B	
2	COOPERATIVA DE VIVIENDA 30 DE JUNIO	560	2-1	50	B	Grava	20	A	
			2-2	80	B	Grava	20	A	
3	COOPERATIVA DE VIVIENDA LAS PLAYAS	520	3-1	150	A	Andesita	20	A	
			3-2	100	A	Grava-Andesita	20	A	
4	COOPERATIVA DE VIVIENDA MODELO	520	4-1	100	B	Grava	20	A	
			4-2	100	B	Grava	20	A	
5	COOPERATIVA DE VIVIENDA VILLA FLORIDA	520	5-1	150	B	Grava	30	A	
			5-2	150	B	Grava	30	A	
6	COOPERATIVA DE VIVIENDA PUEBLO EN MARCHA	520	6-1	100	B	Grava	30	A	
			6-2	150	B	Grava	20	A	
7	COOPERATIVA DE VIVIENDA DEFENSORES DE PAQUISHA	550	7-1	100	B	Grava	20	A	Gran densidad de roca a 20-50 m
			7-2	100	B	Grava	20	A	
8	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNIDOS POR EL PUEBLO	520	8-1	100	B	Grava	20	A	Posiblemente gran cantidad de roca entre 10-70 m
			8-2	100	B	Grava	20	A	
10	RECINTO LAS DELICIAS	260	10-1	150	B	Grava	30	B	Posiblemente arena fina en general
			10-2	150	B	Grava	30	B	Posiblemente arena fina en general
11	BARRIO EL PARAISO		11-1	100	C	Grava-Andesita	5	A	
			11-2	100	C	Grava-Andesita	5	A	
12	URBANIZACION BRASILLA DEL TOACHI	520	12-1	100	D	Grava	5	A	Arena fina bastante abundante
			12-2	100	D	Grava	5	A	
13	RECINTO EL PARAISO	200	13-1	100	B	Grava	20	C	Posiblemente arena fina en general
			13-2	100	B	Grava	20	C	Posiblemente arena fina en general
14	SAN JOSE DE LAS DAMAS	520	14-1	100	B	Grava	20	B	
			14-2	100	B	Grava	20	B	
15	RECINTO EL TRIUNFO	300	15-1	120	B	Grava	30	A	
			15-2	120	B	Grava	30	A	
16	RECINTO LA ALIANZA	300	16-1	100	B	Grava	30	A	Gran densidad de roca a 20-50 m
			16-2	100	B	Grava	30	A	
17	COOPERATIVA DE VIVIENDA CARLOS RUZ BURNEO	520	17-1	100	B	Grava	30	A	
			17-2	100	B	Grava	30	A	
18	COOPERATIVA DE VIVIENDA LIBRE ECUADOR	520	18-1	100	B	Grava	20	B	Tierra arcillosa a profundidad de más de 35 m
			18-2	100	B	Grava	20	A	
19	PLAN DE VIVIENDA MUNICIPAL	520	19-1	150	A	Grava-Andesita	20	A	
			19-2	100	A	Grava-Andesita	20	A	
20	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNION CIVICA POPULAR	520	20-1	100	B	Grava	20	A	
			20-2	100	B	Grava	20	B	Gran densidad de roca a 20-50 m
21	COOPERATIVA DE VIVIENDA 15 DE SEPTIEMBRE	520	21-1	180	A	Grava-Andesita	30	A	Andesita a más de 100 m
			21-2	150	A	Grava-Andesita	30	A	Andesita a más de 100 m
22	COOPERATIVA DE VIVIENDA MARIA DEL ROSARIO	520	22-1	100	A	Grava-Andesita	30	A	
			22-2	100	A	Grava-Andesita	30	A	
26	LA LORENA	560	26-1	100	A	Grava-Andesita	30	A	Posiblemente andesita a varias decenas de metros
			26-2	100	A	Grava-Andesita	30	A	Posiblemente andesita a varias decenas de metros
27	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS ALPES	520	27-1	80	B	Grava	20	A	
			27-2	80	B	Grava	20	A	
29	COOPERATIVA DE VIVIENDA NUEVO SAN FRANCISCO	320	29-1	100	B	Grava	30	A	
			29-2	100	B	Grava	30	A	
33	COOPERATIVA DE VIVIENDA LOS VERGELES STO DOMINGO	600	33-1	100	A	Grava-Andesita	30	A	Hay probabilidad de gran densidad de roca
			33-2	100	A	Grava-Andesita	30	A	Hay probabilidad de gran densidad de roca
50	EL AUSTRO SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	1120	50-1	150	E	Granodiorita	40	A	Se puede esperar agua en las fisuras en el granito
			50-2	120	E	Granodiorita	40	A	Se puede esperar agua en las fisuras en el granito
② SECTOR LA CONCORDIA									
9	RECINTO LA INDEPENDENCIA	200	9-1	100	B	Grava	30	A	
			9-2	100	B	Grava	30	A	
23	COOPERATIVA 5 DE SEPTIEMBRE LA CONCORDIA	200	23-1	100	B	Grava	30	A	Posiblemente gran densidad de roca a 20-70 m
			23-2	100	B	Grava	30	A	Posiblemente gran densidad de roca a 20-70 m
28	BARRIO SANTA ANA LA CONCORDIA	200	28-1	100	B	Grava	30	B	
			28-2	100	B	Grava	30	B	
30	BARRIO BELGICA LA CONCORDIA	200	30-1	100	B	Grava	30	A	
			30-2	100	B	Grava	30	A	

N° de poblado	Nombre del poblado	Altitud (m)	N° de línea de medición	Profundidad del pozo (m)	Tipo de geología	Capa freática	Nivel del agua (GL-m)	Posibilidad de desarrollo	observaciones
③ SECTOR RUMINAHUI Y SECTOR MEJIA									
32	COOPERATIVA SANTAROSA UYUMBICHO	2750	32-1	120	F	Arena, grava, lava	30	A	Posiblemente lava distribuida 80 m
			32-2	120	F	Arena, grava	30	B	
34	COOPERATIVA BANCO NACIONAL DE FOMENTO SANCOLOR	2600	34-1	120	G	Arena, grava	30	A	
			34-2	100	G	Arena, grava	30	A	
			34-3	120	G	Arena, grava, lava	30	A	
35	URBANIZACION COLEGIO DE ECONOMISTAS	2550	35-1	150	G	Arena, grava	30	A	
			35-2	150	G	Arena, grava	30	A	
			35-3	200	G	Arena, grava, lava	30	A	
36	COOPERATIVA TERRANOVA	2510	36-1	100	H	Arena, grava	10	B	
			36-2	100	H	Arena, grava	10	B	
			36-3	100	H	Arena, grava	10	B	
37	COOPERATIVA SAN FRANCISCO	2510	37-1	100	H	Arena, grava	10	B	
			37-2	100	H	Arena, grava	10	B	
38	COOPERATIVA DEL EJERCITO NACIONAL	2550	38-1	100	H	Arena, grava	10	A	
			38-2	100	H	Arena, grava	10	A	
39	BARRIO SAN PEDRO DE TABOADA	2510	39-1	100	H	Arena, grava	10	A	
			39-2	100	H	Arena, grava	10	A	
40	SANTA ISABEL DE AMAGUANA	2550	40-1	120	H	Arena, grava	10	A	
			40-2	100	H	Arena, grava	10	A	
41	CHAUPITENA AMAGUANA	2510	41-1	150	II	Arena, grava	10	B	Posiblemente abundante arcilla
			41-2	120	H	Arena, grava	10	B	Posiblemente abundante arcilla
42	DON ELOY AMAGUANA	2550	42-1	150	H	Arena, grava	10	A	
			42-2	150	H	Arena, grava, lava	10	A	Posiblemente lava distribuida
43	BELLA VISTA DE SANTA ISABEL	2560	43-1	120	H	Arena, grava	10	B	Posiblemente abundante arcilla
			43-2	120	H	Arena, grava	10	A	
44	CAUPICHOGUAMANI QUITO	3040	44-1	100	H	Arena, grava	20	A	
			44-2	100	H	Arena, grava	20	A	
45	CAUPICHOGUAMANI QUITO	3040	45-1	100	H	Arena, grava	20	A	
			45-2	100	H	Arena, grava	20	A	
46	COOPERATIVA DE VIVIENDA CEDOC GUAMANI	3140	46-1	200	I	Arena, grava, lava	80	B	Posiblemente el nivel de agua subterránea está a gran profundidad
			46-2	200	I	Arena, grava, lava	80	B	Posiblemente el nivel de agua subterránea está a gran profundidad
47	SAN CARLOS UYUMBICHO	2750	47-1	120	F	Arena, grava	30	B	
			47-2	120	F	Arena, grava	30	A	
			47-3	120	F	Arena, grava	30	B	
48	SANTA ANA DE PINTAG	2550	48-1	150	I	Arena, grava, lava	50	A	
			48-2	150	I	Arena, grava, lava	50	A	
49	EL INGA BAJO TUMBACO	24500	49-1	100	H	Arena, grava	40	A	
			49-2	120	H	Arena, grava	40	A	
51	BRETANA GUAMANI QUITO (ENTRADA SUR)	3040	51-1	120	H	Arena, grava	20	A	
			51-2	120	H	Arena, grava	20	A	
			51-3	120	H	Arena, grava	20	A	
52	VIVERO SAN ANTONIO DE PICHINCHA	2430	52-1	—	H	Arena, grava	—	C	
53	CALDERON	2600	53-1	—	H	Arena, grava	—	C	
			53-2	—	H	Arena, grava	—	C	
④ SECTOR CAYAMBE									
31	LA DORMIDA CAYAMBE	3440	31-1	150	I	Arena, grava	50	A	
			31-2	150	I	Arena, grava	50	A	
⑤ SECTOR PACTO									
24	SAN LUIS BAJO DE GUALEA	1280	24-1	150	J	Andesita	50	B	
			24-2	150	J	Andesita	50	B	
25	GUALEACRUZ	1480	25-1	150	J	Andesita	50	B	
			25-2	150	J	Andesita	50	B	

«Posibilidad de desarrollo»

- A: Gran posibilidad de desarrollo, posible bombeo de más de 10 l/seg.
 B: Mediana posibilidad de desarrollo, posible bombeo de varios l/seg., en algunos lugares puede ser 10 l/seg.
 C: Poca posibilidad de desarrollo: Gran posibilidad de no poder bombear agua

Cuadro 4 Tabla de nosibles candaes bombeados

No.	No. de línea de medición	Profundidad de pozo (m)	Tipo geológico	Nivel superior de la capa freática (GL-m)	Nivel inferior de la capa freática (GL-m)	Grosor de la capa freática (m)	Geología de acuífero	Posible caudal bombeado unitario (l/sec/m)	Posible caudal (l/sec)	Nivel de agua estático (GL-m)	Coefficiente de permeabilidad (cm/sec)	Nivel de agua dinámico (GL-m)	Possibilidad del desarrollo
(1) SECTOR SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS													
1	1-1	100	A	40	80	40	Andesita	0,2	8	20	0,001	45,78	B
	1-2	150	A	60	120	60	Grava - andesita	0,2	12	20	0,001	45,78	B
2	2-1	50	B	10	40	30	Grava	0,5	15	20	0,005	32,89	A
	2-2	80	B	20	50	30	Grava	0,5	15	20	0,005	32,89	A
3	3-1	150	A	60	120	60	Andesita	0,5	30	20	0,005	32,89	A
	3-2	100	A	40	80	40	Grava - andesita	0,5	20	20	0,005	32,89	A
4	4-1	100	B	15	80	65	Grava	0,5	32,5	20	0,005	32,89	A
	4-2	100	B	10	60	50	Grava	0,5	25	20	0,005	32,89	A
5	5-1	150	B	30	100	70	Grava	0,5	35	30	0,005	42,89	A
	5-2	150	B	20	100	80	Grava	0,5	40	30	0,005	42,89	A
6	6-1	100	B	10	70	60	Grava	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	6-2	150	B	20	100	80	Grava	0,5	40	20	0,005	32,89	A
7	7-1	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	20	0,005	32,89	A
	7-2	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	20	0,005	32,89	A
8	8-1	100	B	10	80	70	Grava	0,5	35	20	0,005	32,89	A
	8-2	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	20	0,005	32,89	A
10	10-1	150	B	60	100	40	Grava	0,2	8	30	0,001	55,78	B
	10-2	150	B	50	100	50	Grava	0,2	10	30	0,001	55,78	B
11	11-1	100	C	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	5	0,005	17,89	A
	11-2	100	C	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	5	0,005	17,89	A
12	12-1	100	D	20	70	50	Grava	0,5	25	5	0,005	17,89	A
	12-2	100	D	20	70	50	Grava	0,5	25	5	0,005	17,89	A
13	13-1	100	B	20	50	30	Grava	0,05	1,5	20	0,0005	32,89	C
	13-2	100	B	10	40	30	Grava	0,05	1,5	20	0,0005	32,89	C
14	14-1	100	B	15	60	45	Grava	0,2	9	20	0,001	45,78	B
	14-2	100	B	20	60	40	Grava	0,2	8	20	0,001	45,78	B
15	15-1	120	B	50	100	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
	15-2	120	B	10	100	90	Grava	0,5	45	30	0,005	42,89	A
16	16-1	100	B	30	80	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
	16-2	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	30	0,005	42,89	A
17	17-1	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	17-2	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
18	18-1	100	B	20	40	20	Grava	0,2	4	20	0,001	45,78	B
	18-2	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	20	0,005	32,89	A
19	19-1	150	A	30	120	90	Grava - andesita	0,5	45	20	0,005	32,89	A
	19-2	100	A	40	80	40	Grava - andesita	0,5	20	20	0,005	32,89	A
20	20-1	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	20	0,005	32,89	A
	20-2	100	B	20	80	60	Grava	0,2	12	20	0,001	45,78	B
21	21-1	180	A	20	150	130	Grava - andesita	0,5	65	30	0,005	42,89	A
	21-2	150	A	30	130	100	Grava - andesita	0,5	50	30	0,005	42,89	A
22	22-1	100	A	30	80	50	Grava - andesita	0,5	25	30	0,005	42,89	A
	22-2	100	A	60	80	20	Grava - andesita	0,5	10	30	0,005	42,89	A
26	26-1	100	A	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	26-2	100	A	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	30	0,005	42,89	A
27	27-1	80	B	20	60	40	Grava	0,5	20	20	0,005	32,89	A
	27-2	80	B	20	60	40	Grava	0,5	20	20	0,005	32,89	A
29	29-1	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
	29-2	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
33	33-1	100	A	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	33-2	100	A	20	80	60	Grava - andesita	0,5	30	30	0,005	42,89	A
50	50-1	150	E	80	120	40	Granodiorita	0,5	20	40	0,005	52,89	A
	50-2	120	E	60	100	40	Granodiorita	0,5	20	40	0,005	52,89	A
(2) SECTOR LA CONCORDIA													
9	9-1	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	9-2	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
23	23-1	100	B	20	80	60	Grava	0,5	30	30	0,005	42,89	A
	23-2	100	B	20	50	30	Grava	0,5	15	30	0,005	42,89	A
28	28-1	100	B	20	70	50	Grava	0,2	10	30	0,001	55,78	B
	28-2	100	B	20	80	60	Grava	0,2	12	30	0,001	55,78	B
30	30-1	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A
	30-2	100	B	20	70	50	Grava	0,5	25	30	0,005	42,89	A

No.	No. de línea de medición	Profundidad de pozo (m)	Tipo geológico	Nivel superior de la capa freática (GL-m)	Nivel inferior de la capa freática (GL-m)	Grosor de la capa freática (m)	Geología de acuífero	Posible caudal bombeado unitario (l/sec/m)	Posible caudal (l/sec)	Nivel de agua estático (GL-m)	Coefficiente de permeabilidad (cm/sec)	Nivel de agua dinámico (GL-m)	Posibilidad del desarrollo
(3) SECTOR RUMINAHUI Y SECTOR MEJIA													
32	32-1	120	F	20	100	80	Arena, grava, lava	0,3	24	30	0,003	42,89	A
	32-2	120	F	20	80	60	Arena, grava	0,1	6	30	0,0005	55,78	B
34	34-1	120	G	60	100	40	Arena, grava	0,3	12	30	0,003	42,89	A
	34-2	100	G	50	80	30	Arena, grava	0,3	9	30	0,003	42,89	A
	34-3	120	G	20	100	80	Arena, grava, lava	0,3	24	30	0,003	42,89	A
35	35-1	150	G	20	120	100	Arena, grava	0,3	30	30	0,003	42,89	A
	35-2	150	G	60	120	60	Arena, grava	0,3	18	30	0,003	42,89	A
	35-3	200	G	100	150	50	Arena, grava, lava	0,3	15	30	0,003	42,89	A
36	36-1	100	H	30	80	50	Arena, grava	0,1	5	10	0,0005	35,78	B
	36-2	100	H	30	80	50	Arena, grava	0,1	5	10	0,0005	35,78	B
	36-3	100	H	40	80	40	Arena, grava	0,1	4	10	0,0005	35,78	B
37	37-1	100	H	30	60	30	Arena, grava	0,1	3	10	0,0005	35,78	B
	37-2	100	H	30	90	60	Arena, grava	0,1	6	10	0,0005	35,78	B
38	38-1	100	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	10	0,003	22,89	A
	38-2	100	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	10	0,003	22,89	A
39	39-1	100	H	40	80	40	Arena, grava	0,3	12	10	0,003	22,89	A
	39-2	100	H	30	80	50	Arena, grava	0,3	15	10	0,003	22,89	A
40	40-1	120	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	10	0,003	22,89	A
	40-2	100	H	20	70	50	Arena, grava	0,3	15	10	0,003	22,89	A
41	41-1	150	H	60	120	60	Arena, grava	0,1	6	10	0,0005	35,78	B
	41-2	120	H	50	100	50	Arena, grava	0,1	5	10	0,0005	35,78	B
42	42-1	150	H	80	120	40	Arena, grava	0,3	12	10	0,003	22,89	A
	42-2	150	H	80	120	40	Arena, grava, lava	0,3	12	10	0,003	22,89	A
43	43-1	120	H	30	100	70	Arena, grava	0,1	7	10	0,0005	35,78	B
	43-2	120	H	20	100	80	Arena, grava	0,3	24	10	0,003	22,89	A
44	44-1	100	H	20	60	40	Arena, grava	0,3	12	20	0,003	32,89	A
	44-2	100	H	30	60	30	Arena, grava	0,3	9	20	0,003	32,89	A
45	45-1	100	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	20	0,003	32,89	A
	45-2	100	H	20	60	40	Arena, grava	0,3	12	20	0,003	32,89	A
46	46-1	200	I	80	150	70	Arena, grava, lava	0,1	7	80	0,0005	105,78	B
	46-2	200	I	80	150	70	Arena, grava, lava	0,1	7	80	0,0005	105,78	B
47	47-1	120	F	20	80	60	Arena, grava	0,1	6	30	0,0005	55,78	B
	47-2	120	F	30	100	70	Arena, grava	0,3	21	30	0,003	42,89	A
	47-3	120	F	30	90	60	Arena, grava	0,1	6	30	0,0005	55,78	B
48	48-1	150	I	50	80	30	Arena, grava, lava	0,3	9	50	0,003	62,89	A
	48-2	150	I	50	100	50	Arena, grava, lava	0,3	15	50	0,003	62,89	A
49	49-1	100	H	40	80	40	Arena, grava	0,1	4	40	0,0005	65,78	B
	49-2	120	H	30	100	70	Arena, grava	0,3	21	40	0,003	52,89	A
51	51-1	120	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	20	0,003	32,89	A
	51-2	120	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	20	0,003	32,89	A
	51-3	120	H	20	80	60	Arena, grava	0,3	18	20	0,003	32,89	A
52	52-1	-	H				Arena, grava	-	-	-	-	-	C
53	53-1	-	H				Arena, grava	-	-	-	-	-	C
	53-2	-	H				Arena, grava	-	-	-	-	-	C
(4) SECTOR CAYAMBE													
31	31-1	150	I	20	120	100	Arena, grava	0,4	40	50	0,005	60,312	A
	31-2	150	I	20	120	100	Arena, grava	0,4	40	50	0,005	60,312	A
(5) SECTOR PACTO													
24	24-1	150	J	20	120	100	Andesita	0,3	30	50	0,003	62,89	B
	24-2	150	J	40	120	80	Andesita	0,3	24	50	0,003	62,89	B
25	25-1	150	J	30	100	70	Andesita	0,3	21	50	0,003	62,89	B
	25-2	150	J	30	100	70	Andesita	0,3	21	50	0,003	62,89	B

$$s = 2.3 \log (R/r_w) \times Q / (2 \times 3.14 \times k \times D)$$

where

s: Declinación del nivel de agua

R: Radio afectado (= 500m)

r_w: Diámetro de pozo (= 15cm)

Q: Caudal bombeado

k: Coeficiente de permeabilidad

D: Grosor de acuífero

<Example : 1-1>

$$GWL(D) = 20 + (2.3 \times \log 5000.15 \times 0.008) / (2 \times 3.14 \times 0.00001 \times 40)$$

$$= 45.78m$$

Tipo A

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	5	Tierra arcillosa compuesta de ceniza volcánica. Un poco sólida, calidad homogénea. En parte existe intercalación de arena y mala permeabilidad del agua.
	30	Sedimentos causados por el abanico aluvial. Principalmente grava pero hay lugares con arena, piedras, arcilla y en general hay muchos lugares con buena permeabilidad del agua.
	más de 200m	Andesita. Hay gran erosión cerca de la superficie y se convierte en tierra arcillosa pero en la profundidad hay muchos lugares en que se mantiene el estado original y duro.

Tipo B

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	15	Tierra arcillosa compuesta de ceniza volcánica. Un poco sólida, calidad homogénea. En parte existe intercalación de arena y mala permeabilidad del agua.
	más de 200m	Sedimentos causados por el abanico aluvial. Principalmente grava pero hay lugares con arena, piedras, arcilla y en general hay muchos lugares con buena permeabilidad del agua.

Tipo C

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	5	Grava aluvial. Mezclado con mucha grava y no sólida. Muy buena permeabilidad del agua.
	20	Sedimentos causados por el abanico aluvial. Principalmente grava pero hay lugares con arena, piedras, arcilla y en general hay muchos lugares con buena permeabilidad del agua.
	más de 200m	Andesita. Hay gran erosión cerca de la superficie y se convierte en tierra arcillosa pero en la profundidad hay muchos lugares en que se mantiene el estado original y duro.

Tipo D

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
		Grava aluvial. Mezclado con mucha grava y no sólida. Muy buena permeabilidad del agua.
	más de 200m	Sedimentos causados por el abanico aluvial. Principalmente grava pero hay lugares con arena, piedras, arcilla y en general hay muchos lugares con buena permeabilidad del agua.

Tipo E

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	100	Granito erosionado. Hay una gran erosión eólica que convierte en tierra arcillosa y quedan cantos rodados duros.
	más de 200m	Granodiorita. Granito nuevo y duro y se espera que haya acumulación de agua a lo largo de las fisuras.

Tipo F

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	más de 200m	Sedimentos por la corriente de lodo volcánico. Capas alternadas de arena, grava, tierra arcillosa, ceniza volcánica. Hay partes con lava basáltica intercalada.

Tipo G

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	10	Tierra coluvial. La tierra mezcla de grava grande y es un poco sólida. Hay mala permeabilidad.
	más de 200m	Sedimentos por la corriente de lodo volcánico. Capas alternadas de arena, grava, tierra arcillosa, ceniza volcánica. Hay partes con lava basáltica intercalada.

Tipo H

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	30	Estrato de sedimentos de bancales. Principalmente arena y grava pero en parte hay tierra arcillosa intercalada. La permeabilidad no es muy buena.
	más de 200m	Sedimentos por la corriente de lodo volcánico. Capas alternadas de arena, grava, tierra arcillosa, ceniza volcánica. Hay partes con lava basáltica intercalada.

Tipo I

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	más de 200m	Sedimentos por la corriente de lodo volcánico. Cenizas volcánicas, rocas, arenas en capas alternadas rítmicas. Hay partes de lava basáltica intercalada. Hay buena permeabilidad.

Tipo J

Código	Profundidad (GL-m)	Geología y características
	50	Andesita erosionada. Hay mucha erosión y en general se ha convertido en tierra arcillosa. Quedan partes nuevas duras y la permeabilidad es muy mala.
	más de 200m	Andesita. Es andesita nueva y dura. Se espera que haya agua a lo largo de las fisuras.

Figura 2 Cuadro comparativo de tipos geológicos

2.3.3 Estudio de calidad del agua en las fuentes de agua utilizadas en la actualidad

Los resultados de las pruebas sencillas de calidad de agua (prueba compacta) de las fuentes de aguas utilizadas actualmente en los poblados aparecen en el Referencia 3.

La conductividad eléctricas de cada muestra está entre 35 - 400 μ S/cm y el pH de 5,1 - 8,5; la dureza es de 60 mg/ℓ, significa agua blanda. Estas cifras en sí no determinan ninguna anomalía especial como agua potable.

Habíamos oído que contenía mucho hierro y manganeso pero la prueba sencilla (prueba compacta) no mostró niveles excepcionales. Para una confirmación detallada, solicitamos el análisis a la universidad en Santo Domingo y los resultados aparecen en el Referencia 4. pero según las normas de la OMS que indican un límite de 0,3 mg/ℓ para el hierro y 0,1 mg/ℓ para manganeso, de las 20 muestras, había hierro excesivo en 3 lugares (10,3 - 0,37 mg/ℓ), y manganeso excesivo en 5 lugares (5,23 - 0,105 mg/ℓ) pero en los demás era insignificante no apareciendo ninguna reacción en aprox. la mitad de las muestras.

Según nuestros entrevistados, en años normales, en verano, bajaba el nivel el agua de los pozos poco profundos y el agua adquiría un color marrón pero este año, el fenómeno de El Niño hizo que las lluvias fueran más intensas y que aumentara el nivel de las aguas subterráneas.

De las bacterias en general y los colibacilos aparecían en la mayoría de las muestras. En el caso del agua potable de servicio debido a bajo caudal cuando queda depositada en el hogar durante muchas horas, se va contaminando. En el 70% de las muestras, se descubrió amoníaco que se supone que es contaminación de las letrinas y lavaderos que están cerca de los pozos poco profundos.

2.4 Concepto Básico del Proyecto

2.4.1 Poblados objeto del Diseño Básico y número de pozos

(1) Poblados objeto del Diseño Básico

Los poblados objeto del Diseño básico se definieron de acuerdo con el estudio social de los poblados, prospección geofísica y estudio hidrogeológico.

A partir del estudio de las condiciones sociales de los poblados y como resultado de las deliberaciones con las Empresas de Aguas, los 14 poblados administrados por la Empresa de Aguas de Santo Domingo (Nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 26, 27, 29, 33), 1 poblado (Nº 28) de La Concordia, en la zona de litigio con la Provincia de Esmeraldas, 11 poblados que dependen de la Empresa de Aguas de Quito (Nº 20, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 46, 48) y 1 poblado (Nº 49) en una reserva natural para un total de 27 poblados eliminados con lo que quedan 26 poblados para el Diseño Básico.

Además, con los resultados de las prospecciones geofísicas y estudio hidrogeológico se eliminaron de los 26 poblado arriba mencionados dos poblados con poca posibilidad de desarrollar aguas subterráneas, los poblados Nº 13 y Nº 53 para dejar 24 poblados en los que se realiza el Diseño Básico, que se describen en el Cuadro 5.

Para estos 24 poblados, se ha establecido un orden de prioridades en base a la siguiente evaluación.

- A: Está en una planicie cerca de una carretera principal, con buen acceso a la carretera. Existen actualmente instalaciones administradas por la junta de Aguas existente o por la Dirección de Aguas del Municipio, una vez construido el pozo, existe la certeza de poder administrar el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. Tiene alta prioridad como lugar para la construcción de pozos por la parte japonesa.
- B: Está en una colina y el acceso a la carretera es malo. Comparado con A, las condiciones del suministro de agua son buenas. Las condiciones topográficas son complejas por lo que las viviendas están esparcidas y para el diseño de la planificación de la red de distribución de agua, torre de distribución de agua será necesario un estudio más detallado de la topografía y de las condiciones actuales, Se puede aplicar a cualquiera de estas condiciones.
- C: Está en la etapa de preparación de los terrenos y actualmente no vive nadie. Es objeto de adquisición de maquinaria y materiales para pozos por la parte japonesa. Como no vive nadie actualmente la urgencia de construir las instalaciones es menor.

Nombre del cantón	Número de poblados estudiados	Poblado para ejecutar el Proyecto	Sector A	Sector B	Sector C
Santo Domingo	26	11	8	3	0
La Concordia	4	3	2	1	0
Ruminahui, Mejía	20	7	3	2	2
Cayambe	1	1	0	1	0
Pacto	2	2	0	2	0
Total	53	24	13	9	2

(2) Número de pozos

El número de pozos se determinó para estos 24 poblados de acuerdo con la población suministrada, superficie del poblado suministrado, topografía. Para los 6 poblados, No. 10, 14, 20, 21 y 30 tienen superficie grande como de 40 a 50 ha. y cuentan con bastante población como de 3400 a 7300 habitantes o el centro poblacional está dividido en dos partes por una vía por lo que si se construye una sola instalación de suministro de agua para estos poblados, tendrá que ser de gran dimensión, además no será buena la forma en que se coloque la red de distribución de suministro. Por consiguiente, se ha determinado el número de pozos necesarios son 2 por poblado y para los demás 18 pozos es suficiente con un pozo, para un total de 30 pozos a perforar.

Poblados objeto del diseño básico

No.	Nº de poblados	Nombre de poblado	Superficie de poblado (ha)	Población proyectada para suministro de agua	Nº de pozos
1. SECTOR SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS					
1	10	RECINTO LAS DELICIAS	40	4,400	2
2	14	SAN JOSE DE LAS DAMAS	53	7,300	2
3	15	RECINTO EL TRIUNFO	10	750	1
4	16	RECINTO LA ALIANZA	12	900	1
5	17	COOPERATIVA DE VIVIENDA CARLOS RUIZ BURNEO	22	3,000	1
6	18	COOPERATIVA DE VIVIENDA LIBRE ECUADOR	28	3,200	1
7	19	PLAN DE VIVIENDA MUNICIPAL	37	5,200	2
8	20	COOPERATIVA DE VIVIENDA UNION CIVICA POPULAR	51	3,400	2
9	21	COOPERATIVA DE VIVIENDA 15 DE SEPTIEMBRE	50	6,750	2
10	22	COOPERATIVA DE VIVIENDA MARIA DEL ROSARIO	19	3,200	1
11	50	EL AUSTRO SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	9	450	1
total			331	38,550	16
2. SECTOR LA CONCORDIA					
1	9	RECINTO LA INDEPENDENCIA	40	2,700	1
2	23	COOPERATIVA 5 DE SEPTIEMBRE LA CONCORDIA	17	2,450	1
3	30	BARRIO BELGICA LA CONCORDIA	35	5,900	2
total			92	11,050	4
3. SECTOR RUMINAHUI Y SECTOR MEJIA					
1	32	COOPERATIVA SANTA ROSA UYUMBICO	12	7,400	1
2	34	COOPERATIVA BANCO NACIONAL DE FOMENTO SANGOLOQUI	15	4,800	1
3	35	URBANIZACION COLEGIO DE ECONOMISTAS	15	4,800	1
4	36	COOPERATIVA TERANOVA	10	1,400	1
5	39	BARRIO SAN PEDRO DE TABOADA	15	2,700	1
6	41	CHAUPITENA AMAGUANA	17	2,000	1
7	47	SAN CARLOS UYUMBICO	50	2,200	1
total			134	25,300	7
4. SECTOR CAYAMBE					
1	31	LA DORMIDA CAYAMBE	50	6,900	1
5. SECTOR PACTO					
1	24	SAN LUIS BAJO DE GUALEA	18	650	1
2	25	GUALEA	50	250	1
2			68	900	2
total			675	82,700	30
Promedio			28	3,446	1

Cuadro 5 Lista condiciones de los poblados donde se ejecutan las obras

Nº de poblado	Unidad	10	14	15	16	17
Nombre del poblado		LAS DELICIAS	LAS DAMAS	EL TRIUNFO	LA ALIANZA	RUTZ BURNEO
Cantón		Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo
Superficie del poblado	h	40	53,2	10(200)	12	22
Forma del poblado		Concentrado	Concentrado	Esparcido	Semi-esparcido	Concentrado
Población proyectada	hab.	4400	7300	750	900	3000
Densidad de la población	hab./h.	110	137	75	75	136
Organismo administrativo		Existe Junta de Aguas	Existe Junta de Aguas	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva
Plano del poblado		Hay	Hay	-	-	Hay
Condiciones del suministro		Existe pozo construido por IEOS (Prof. 60 m, volumen bombeado 1,5 lit/seg. tiempo de bombeo 15 horas), de los 500 hogares, 300 reciben agua con insuficiente volumen de uso posible de 40 lit/persona. El número de horas que puede utilizar cada hogar es de 4 horas/día. Hay torre de distribución y red de distribución. Los demás hogares utilizan pozos poco profundos (prof. 18 - 20 m), agua de la lluvia, arroyo.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Cada hogar utiliza pozos poco profundos (12 - 20 m), agua de la lluvia. En verano, depende de un camión cisterna de la Empresa de Aguas (2 veces por semana, gratis). Falta agua incluso en la estación de las lluvias. La Junta de Aguas realiza la distribución del agua del camión cisterna.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Hay unos 70 pozos (20 m) y se usa el agua de lluvia. En la estación seca, en nov. y dic. falta agua. Se usa el agua de un río alejado a 200 m.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos poco profundos (60% de los hogares existentes, 15 - 18 m). En verano se secan y es necesario recurrir al agua del río.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos poco profundos (Prof. 20 m). En verano se seca y se usa el agua de la lluvia. En verano viene un camión cisterna una vez al mes.
Política aplicada		El pozo profundo actual no bombea suficiente agua. Se perforará un nuevo pozo profundo. Se utiliza la torre y red de distribución actual. El pueblo se divide en dos mitades norte y sur por la carretera que cruza de este-oeste y son necesarios dos pozos.	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La provincia construirá la red. La superficie y la población son grandes por lo que se construirán dos pozos.	Es necesario un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. El diseño de la torre y la red de distribución debe tener en cuenta la topografía detallada y el estudio de las condiciones actuales por lo que será construido por el Consejo	Es necesario un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. El diseño de la torre y la red de distribución debe tener en cuenta la topografía detallada y el estudio de las condiciones actuales por lo que será construido por el Consejo	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo.
Precauciones		Hay una Junta de Aguas que se puede encargar de la administración. El camino de acceso es bueno. Está sobre la carretera que viene de Santo Domingo.	Es de fácil acceso desde la carretera. Existe ya una Junta de Aguas.	Las viviendas están esparcidas y las condiciones de acceso de la carretera no son buenas.	La población está semi-esparcida. Hay buen acceso de la carretera. Se considera necesario hacer un estudio detallado para el diseño de la red de distribución.	La junta administrativa está bien organizada y ha realizado por su cuenta el plan de la red de distribución. El acceso de la carretera es bueno.
Orden de prioridad social		A	A	B	B	A
Número de pozos		2	2	1	1	1
Consumo de agua	l/día/persona	100	100	100	100	100
Suministro de agua proyectado promedio diario	l/seg.	3,2	5,3	1,1	1,3	4,3
Máximo volumen suministrable diario	l/seg.	4,0	6,6	1,4	1,6	5,4
Volumen máximo suministrado por hora	l/seg.	9,5	15,8	3,3	3,9	13,0
Capacidad del tanque de distribución	m³	68,8	114,1	23,4	28,1	93,8
Condiciones hidrogeológica		B	B	A	A	A
Instalaciones por la parte japonesa		No hay	No hay	No hay	No hay	Pozo profundo (1)
Maquinaria y materiales suministrados por la parte japonesa		* Pozo profundo (2)	* Materiales para pozo profundo (2)	* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	No hay

Nº de poblado	Unidad	18	19	20	21	22
Nombre del poblado		L. ECUADOR	MUNICIPAL	POPULAR	15 DE SEPTIEMBRE	DEL ROSARIO
Cantón		Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo
Superficie del poblado	h	28	37	50,9	50	19,1
Forma del poblado		Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado
Población proyectada	hab.	3200	5200	3400	6750	3200
Densidad de la población	hab./h ²	114	141	67	135	168
Organismo administrativo		Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva
Plano del poblado		Hay		Hay	Hay	Hay
Condiciones del suministro		No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos poco profundos (Prof. 13-14 m). En verano se seca y se utiliza el agua de la lluvia.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos profundos (Prof. 12-14 m). En verano se seca y se utiliza el agua de la lluvia.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos profundos (Prof. 17-18 m). En verano se seca y se utiliza el agua de la lluvia. En verano viene un tanque cisterna una vez a la semana.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos profundos (Prof. 16-20 m). En verano falta agua. En ese caso se utiliza el agua del río. En verano viene un tanque cisterna una vez a la semana.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende de los pozos profundos (Prof. 16-21 m). En verano falta agua. En ese caso se utiliza el agua del río. En verano viene un tanque cisterna una vez a la semana.
Política aplicada		Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo.	Es necesario un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo. La superficie y la población son grandes por lo que se pondrán dos pozos.	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo. El poblado es alargado en 2 km por lo que se construirán dos pozos.	Es necesario un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo. La superficie y la población son grandes por lo que se pondrán dos pozos.	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red será construida por el Consejo después de deliberar con la Empresa de Agua de Santo Domingo.
Precauciones		El acceso de la carretera es bueno. Hay junta administrativa y no hay problemas para organizar una Junta de Aguas.	El acceso de la carretera es bueno. Hay una junta administrativa y no hay problemas para organizar una Junta de Aguas.	El acceso de la carretera es bueno. Hay una junta administrativa y no hay problemas para organizar una Junta de Aguas.	El acceso de la carretera es bueno. Hay una junta administrativa y no hay problemas para organizar una Junta de Aguas.	El acceso de la carretera es bueno. Hay una junta administrativa y no hay problemas para organizar una Junta de Aguas.
Orden de prioridad social		A	A	A	A	A
Número de pozos		1	2	2	2	1
Consumo de agua	l/día/persona	100	100	100	100	100
Suministro de agua proyectado promedio diario	l/seg.	4,6	3,8	2,5	4,9	4,6
Máximo volumen suministrable diario	l/seg.	5,8	4,7	3,1	6,1	5,8
Volumen máximo suministrado por hora	l/seg.	139,0	11,3	7,4	14,6	13,9
Capacidad del tanque de distribución	m ³	100,0	81,3	53,1	105,5	100,0
Condiciones hidrogeológica		A/B	A	A/B	A	A
Instalaciones por la parte japonesa		Pozo profundo (1)	Pozo profundo (1)	Pozo profundo (1)	Pozo profundo (1)	Pozo profundo (1)
Maquinaria y materiales suministrados por la parte japonesa		No hay	* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	No hay

Nº de poblado	Unidad	50	9	23	30	32
Nombre del poblado		EL AUSTRO	INDIPENDENCIA	5 DE SEP.	BELGICA	UYUNBICHO
Cantón		Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Santo Domingo	Mejía
Superficie del poblado	h	9	40,4	17	35	12
Forma del poblado		Esparcido en la colina	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado
Población proyectada	hab.	450	2700	2450	5900	7400
Densidad de la población	hab./há.	50	67	144	169	617
Organismo administrativo		Junta de Aguas/Nueva	Existe Junta de Aguas	Junta de Aguas/Nueva	Existe Junta de Aguas	Existe Junta de Aguas
Plano del poblado		-	Hay	Hay	Hay	-
Condiciones del suministro		Sólo existe el río como fuente de agua. En verano disminuye el volumen de agua.	Un pozo profundo de 60 m construido por IEOS (hace 23 años, en ese momento 3,12 lit/seg.). Hay torre de distribución y red de distribución. Últimamente disminuye el volumen bombeado. En verano hay muy poca agua. Se perforó cerca un pozo de Concordia y esto influyó en la cantidad de agua bombeada.	No hay instalaciones de distribución de agua existentes. Depende sólo de los pozos poco profundos (Prof. 7 - 8 m). Se seca en nov. y dic.	Depende sólo de pozos poco profundos (5 - 15 m). En verano se secan.	Construcción de pozo común por IEOS (1977, diám. 4", prof. 40 m) tiempo de bombeo 12 horas/día. Bomba y tubería deterioradas. Disminuye el volumen en verano. Además, hay 8 pozos poco profundos (unos 5 - 10 m).
Política aplicada		Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. Para el diseño de la red de distribución deberá tener en cuenta la topografía detallada y el estudio de las condiciones actuales.	Es necesario construir un pozo profundo y dotar el depósito de agua. Para evitar el problema de usufructo de agua con Concordia, el nuevo pozo debe construirse alejado unos 0,7 km en el este del poblado. Se utilizará la red de distribución actual.	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. La red de distribución será a cargo del Consejo	Es necesario construir un pozo profundo y dotar de depósito y red de distribución de agua. El Consejo construirá la red.	La población desea la construcción de nuevo pozo profundo. Es necesario un nuevo pozo y tanque de distribución. Es posible utilizar la red de distribución actual.
Precauciones		La población está esparcida y las condiciones de acceso de la carretera no son buenas.	Hay una Junta de Aguas que se puede encargar de la administración. El camino de acceso es bueno.	La junta administrativa está bien organizada y ha realizado el plan de la red de distribución.	Hay Junta de Aguas	Hay Junta de Aguas que se encarga de controlar las instalaciones del pozo profundo actual.
Orden de prioridad social		B	B	A	A	A
Número de pozos		1	1	1	2	1
Consumo de agua	l/día/persona	100	100	100	100	100
Suministro de agua proyectado promedio diario	l/seg.	0,7	3,9	3,5	4,3	10,7
Máximo volumen suministrable diario	l/seg.	0,8	4,9	4,4	5,3	13,4
Volumen máximo suministrado por hora	l/seg.	2,0	11,7	10,6	12,8	32,1
Capacidad del tanque de distribución	m³	14,1	84,4	76,6	92,2	231,3
Condiciones hidrogeológicas		A	A	A	A	A/B
Instalaciones por la parte japonesa		No hay	No hay	Pozo profundo (1)	No hay	Pozo profundo (1) * Cañería de envío hasta la torre de distribución existente (200m)
Maquinaria y materiales suministrados por la parte japonesa		* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	No hay	* Materiales para pozo profundo (2)	No hay

Nº de poblado	Unidad	34	35	36	39	41
Nombre del poblado		BANCON.	ECONOISTAS	TERANOVA	TABOADA	CHAUPITENA
Cantón		Poblado de Ruminahui	Poblado de Ruminahui	Poblado de Ruminahui	Poblado de Ruminahui	Poblado de Ruminahui
Superficie del poblado	h	15	15	10	15	17
Forma del poblado		Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado
Población proyectada	hab.	4800	4800	1400	2700	2000
Densidad de la población	hab./há.	320	320	140	180	118
Organismo administrativo		Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva	Junta de Aguas/Nueva
Plano del poblado		-	-	-	-	Hay
Condiciones del suministro		No hay instalaciones de distribución de agua	No hay instalaciones de distribución de agua	Hay una red de distribución de agua del municipio. En verano a veces hay corte de agua durante todo el día.	Hay una red de distribución de agua municipio. Insuficiente agua distribuida pero se suministra las 24 horas del día.	Hay una red de distribución de agua del municipio. Hay poco volumen de agua por lo que se utilizan principalmente los pozos poco profundos.
Política aplicada		No hay población actual pero de acuerdo al plan de colonización, existe la necesidad de construir pozos profundos.	No hay población actual pero de acuerdo al plan de colonización, existe la necesidad de construir pozos profundos.	Existe la red de distribución por lo que es necesario construir el pozo profundo y la torre de distribución. La parte japonesa sólo entrega los materiales para el pozo.	Existe la red de distribución por lo que es necesario construir el pozo profundo y la torre de distribución. La parte japonesa sólo entrega los materiales para el pozo.	Existe la red de distribución por lo que es necesario construir el pozo profundo y la torre de distribución.
Precauciones		Una vez construido la Empresa Municipal de Aguas se encargará de su administración. No existe un plano del poblado y es difícil trazar la red de distribución.	Una vez construido la Empresa de Aguas departamental se encargará de su administración. No existe un plano del poblado y es difícil trazar la red de distribución.	Una vez construido la Empresa de Aguas municipal se encargará de su administración.	Una vez construido la Empresa de Aguas municipal se encargará de su administración.	Una vez construido la Empresa de Aguas municipal se encargará de su administración.
Orden de prioridad social		C	C	B	B	A
Número de pozos		1	1	1	1	1
Consumo de agua	ℓ/día/persona	100	100	100	100	100
Suministro de agua proyectado promedio diario	ℓ/seg.	6,9	6,9	2,0	3,9	2,9
Máximo volumen suministrable diario	ℓ/seg.	8,7	8,7	2,5	4,9	3,6
Volumen máximo suministrado por hora	ℓ/seg.	20,8	20,8	6,1	11,7	8,7
Capacidad del tanque de distribución	m³	150,0	150,0	43,8	84,4	62,5
Condiciones hidrogeológica		A	A	B	A	B
Instalaciones por la parte japonesa		No hay	No hay	No hay	No hay	Pozo profundo (1)
Maquinaria y materiales suministrados por la parte japonesa		* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	* Materiales para pozo profundo (1)	No hay

Nº de poblado	Unidad	47	31	24	25	Total
Nombre del poblado		SAN CARLOS	DORMIDA	GUALFA	GUALEACRUZ	24 poblados
Canión		Mejía	Cayambe	Quito	Quito	
Superficie del poblado	h	50	50	18(500)	50(120)	
Forma del poblado		Concentrado	Esparcido en la montaña	Esparcido en la montaña	Esparcido en la montaña	
Población proyectada	hab.	2200	6900	650	250	82.200
Densidad de la población	hab./há.	44	138	36	5	
Organismo administrativo		Existe Junta de Aguas	Existe Junta de Aguas	Junta de Aguas/Nueva	Existe Junta de Aguas	
Plano del poblado						
Condiciones del suministro		Caño de agua conectado al vertiente de la Universidad de Ganadería pagado por los pobladores pero falta agua en verano. Se utiliza agua de pozos poco profundos (unos 40 pozos de 15 m de profundidad) y el río cercano.	Cañería y red de distribución de IEOS. Poca agua de vertiente. De los 11 poblados que lo utilizan los 6 que están río abajo no pueden tener agua en verano.	El caño de suministro del agua de vertiente por Minga. Falta agua en verano.	No se ha ejecutado el plan de suministro de agua del vertiente. Existe sólo el tanque de distribución. Hay poca agua del vertiente. La población viene a buscar el agua.	
Política aplicada		Es necesario construir un pozo profundo para suministrar el agua. Existe una red de distribución de agua de vertiente pero tiene un diámetro pequeño y es necesario también construir el depósito y red de distribución de agua.	Construir pozo profundo y tanque instalado al suelo. Se puede utilizar la red de distribución actual.	Es necesario construir un pozo profundo.	Es necesario construir un pozo profundo.	
Precauciones			La zona es montañosa y las condiciones de acceso son malas.	La zona es montañosa y las condiciones de acceso son malas. Se debe decidir el lugar de construcción de la torre de distribución y el diseño de la red de distribución teniendo en cuenta el estudio detallado de la topografía actual.	La zona es montañosa y las condiciones de acceso son malas. Se debe decidir el lugar de construcción de la torre de distribución y el diseño de la red de distribución teniendo en cuenta el estudio detallado de la topografía actual.	
Orden de prioridad social		A	B	B	B	A:13,B:9,C:2
Número de pozos		1	1	1	1	4
Consumo de agua	l/día/persona	100	100	100	100	
Suministro de agua proyectado promedio diario	l/seg.	3,2	10,0	0,9	0,4	
Máximo volumen suministrable diario	l/seg.	4,0	12,5	1,2	0,5	
Volumen máximo suministrado por hora	l/seg.	9,5	29,9	2,8	1,1	
Capacidad del tanque de distribución	m³	68,8	215,6	20,3	7,8	
Condiciones hidrogeológica		A/B	A	B	B	
Instalaciones por la parte japonesa		Pozo profundo (1)	No hay	Pozo profundo (1)	No hay	Pozo profundo: 11 Cañería de envío: 200 m
Maquinaria y materiales suministrados por la parte japonesa		No hay	*Materiales para pozo profundo (1)	No hay	*Materiales para pozo profundo (1)	*Materiales para pozo profundo: 19

2.4.2 Adquisición de maquinaria para perforación de pozos

Para la decisión del número de perforadoras, se deberá tener en cuenta la continuidad del desarrollo de pozos del Consejo Provincial, factibilidad económica, capacidad de organización administrativa para el manejo y mantenimiento de la maquinaria, tecnología de construcción de pozos, capacidad de control del mantenimiento, capacidad financiera y método de operación de la maquinaria de la Dirección de Obras Públicas del Consejo Provincial.

(1) Continuidad del desarrollo de pozos del Consejo Provincial

El Consejo Provincial de Pichincha, además de los 53 poblados incluidos en la solicitud, considera necesario el desarrollo del suministro de agua mediante pozos para otros 202 poblados tal como se describe en la figura 3, por lo que es necesario continuar con la construcción de pozos en el futuro.

(2) Factibilidad económica del desarrollo de pozos del Consejo Provincial

El cuadro 6 compara los costos de las obras de construcción de pozos hechas directamente por el Consejo Provincial con las obras encargadas al sector privado. El costo de las obras de construcción de pozos hechas directamente por la Provincia es 35% más barato que cuando se contrata con el sector privado. Esto se debe a que en el caso de las obras hechas por el Consejo Provincial no tiene que incluirse el costo de alquiler y los gastos operacionales (utilidades). En caso de comparar el costo de obras del Consejo Provincial con el de la Empresa de Aguas de Quito, son prácticamente iguales. Las obras hechas directamente por empresas públicas son más baratas que las hechas por el sector privado.

(3) Organización administrativa del organismo ejecutor para el funcionamiento y mantenimiento

El organismo ejecutor de este proyecto es la Dirección de Obras Públicas del Consejo Provincial de Pichincha, responsable del plan, diseño, ejecución de obras, control del funcionamiento y mantenimiento. La figura 4 es el organigrama que muestra los departamentos relacionados con el Proyecto.

El departamento ejecutor de este Proyecto es USA (Unidad Saneamiento Ambiental) que actualmente funciona bajo el Director de planificación, pero cuando las perforadoras sean entregadas, dependerá del Director de Obras Públicas y realizará directamente los trabajos, ya que de esta forma será más fácil obtener los fondos presupuestarios. Se nombrará un equipo de trabajo nuevo de 34 personas para la operación de 2 perforadoras. La mayoría de estas personas serán transferidas de los departamentos existentes del Consejo Provincial. Deberán nombrarse 2 técnicos hidrogeólogos y 2 técnicos de perforación de pozos como nuevos contratados. Para el personal de Presupuesto, Finanzas, Compras de maquinaria y materiales, Control del inventario, reparación de máquinas, etc. se utilizará el personal de los departamentos existentes del Consejo Provincial.

Sin embargo, la organización administrativa propuesta por la Misión de Estudio para el caso de 2 perforadoras y para el caso de 1 perforadora aparecen en las Figuras 5. con 50 personas y 30 personas respectivamente. Con la estructura de 34 personas propuesta por el Consejo Provincial falta personal para el servicio de las 2 perforadoras.

**Cuadro 6 Tabla comparativa de los costos de construcción de pozo
(revestimiento de ϕ 6", 100m de perforación)**

unidad: S.

unidad ejecutora item de expensas	Obras realizadas directamente por USA provincial (Con la Cooperación en la adquisición de materiales del Japón)	Obras realizadas directamente por USA provincial	Empresa de Aguas de Quito	Empresas privadas
Costos de perforación	7.560.000	7.560.000	837.000/m ↑ ↓	37.800.000
Costos de colocación de revestimiento	3.807.000	3.807.000		3.807.000
Costos de lavado	7.830.000	7.830.000		7.830.000
Costo de acabado	7.897.000	7.897.000		7.897.5000
Prueba de bombeo	4.725.000	4.725.000		4.725.000
Costo de transporte	4.050.000	4.050.000		4.050.000
Costo de materiales Revestimiento	—	23.328.000	837.000/m ↑ ↓	23.328.000
Filtros	—	17.235.000		17.235.000
Cálculo de costos directos	35.869.000	76.432.000	83.700.000	106.672.500
Costos directos de obras por m	358.000 (89,7)	764.000 (191,5)	830.000 (208,0)	1.060.000 (265,7)
Costos de administración general (14% del costo directo de construcción)	5.021.660	10.700.480	—	14.934.150
Ganancias (14% del costo directo de construcción)	—	—	—	14.934.150
Costo de supervisión (4% del costo directo de construcción)	1.434.760	3.057.280	—	4.266.900
Total	42.325.420	90.189.760	—	140.807.700
Costo de construcción de pozos por m	423.000 (106,0)	902.000 (226,1)	—	1.400.000 (350,9)

* Entre paréntesis () los costos en dólares americanos

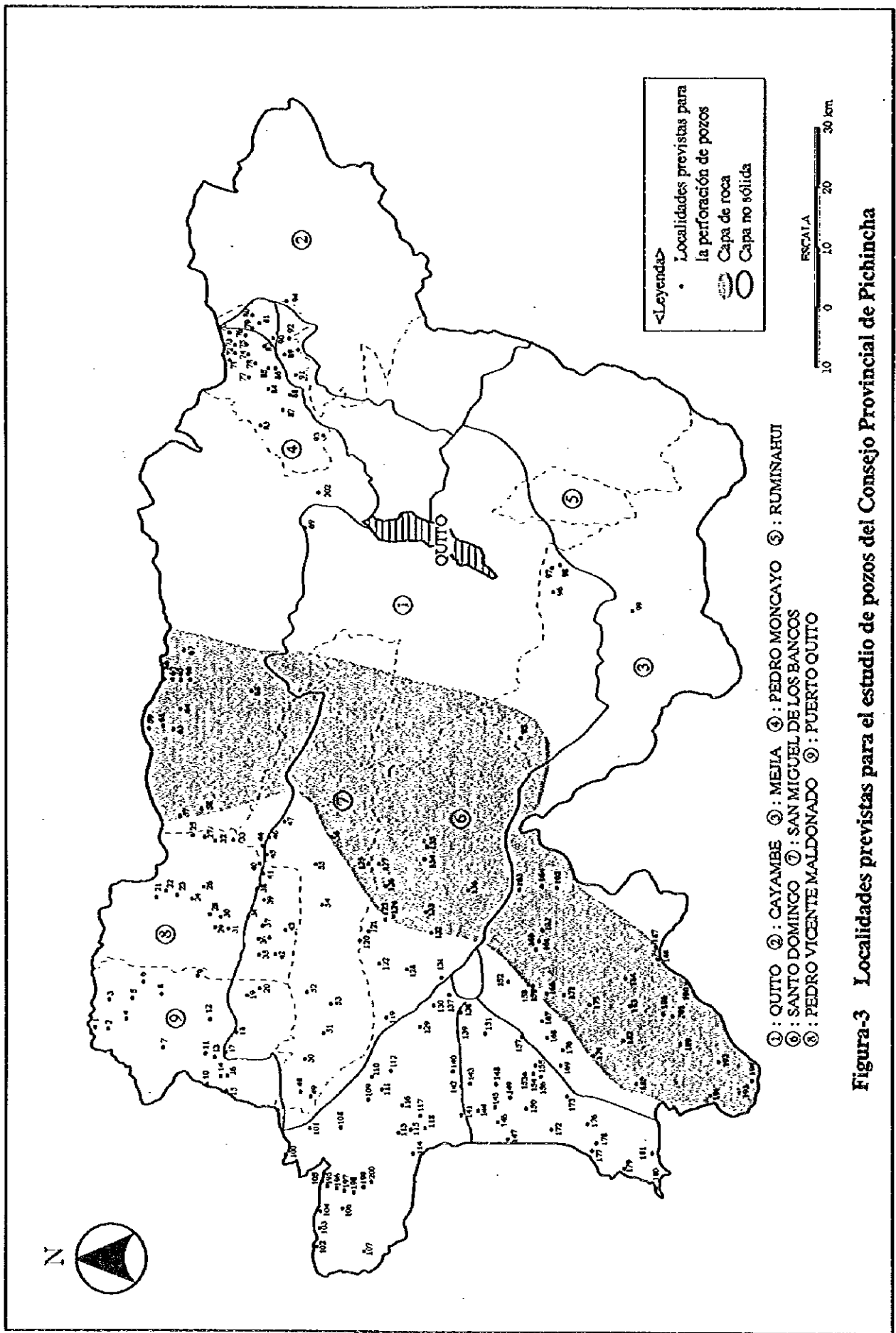
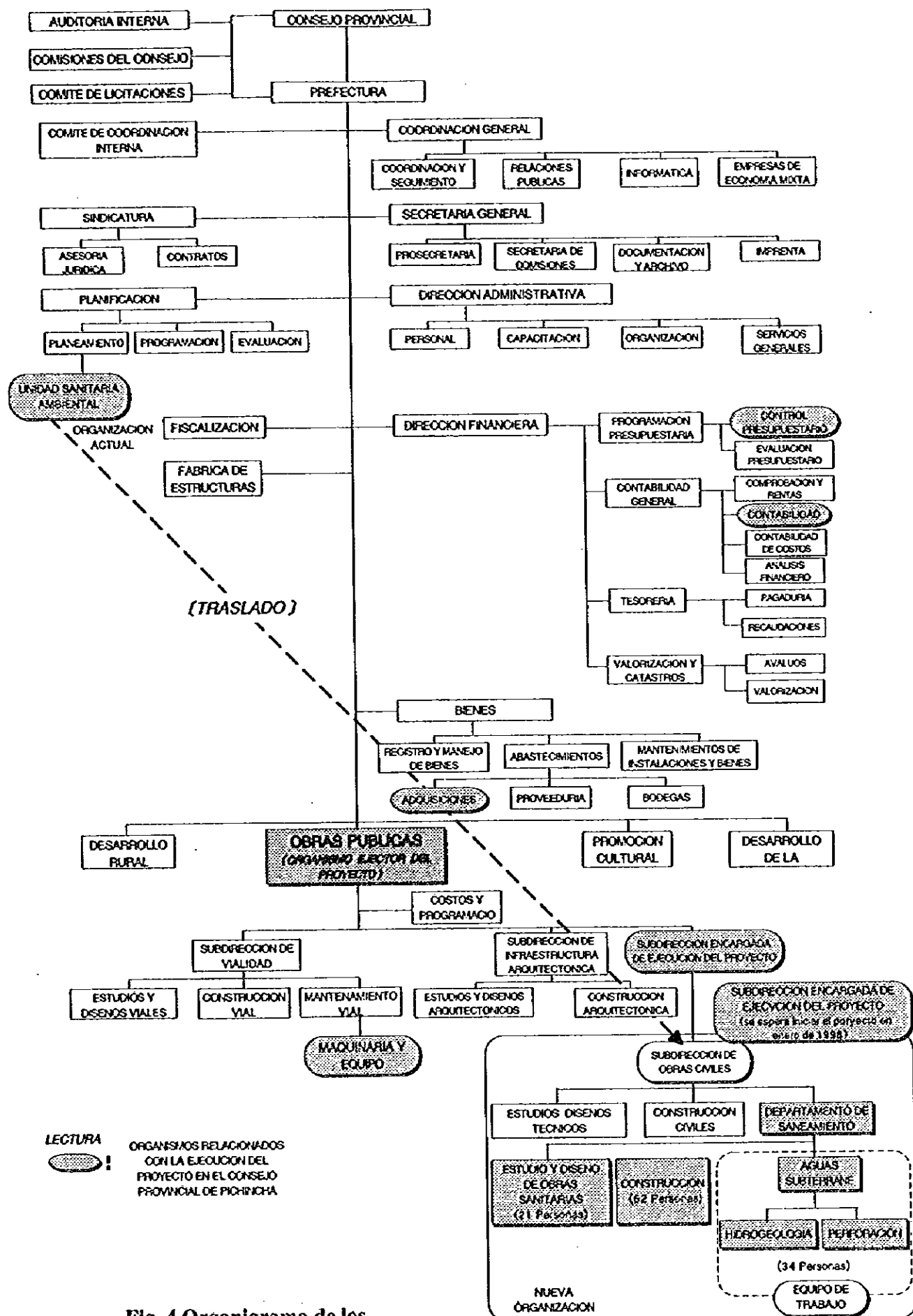


Figura-3 Localidades previstas para el estudio de pozos del Consejo Provincial de Pichincha



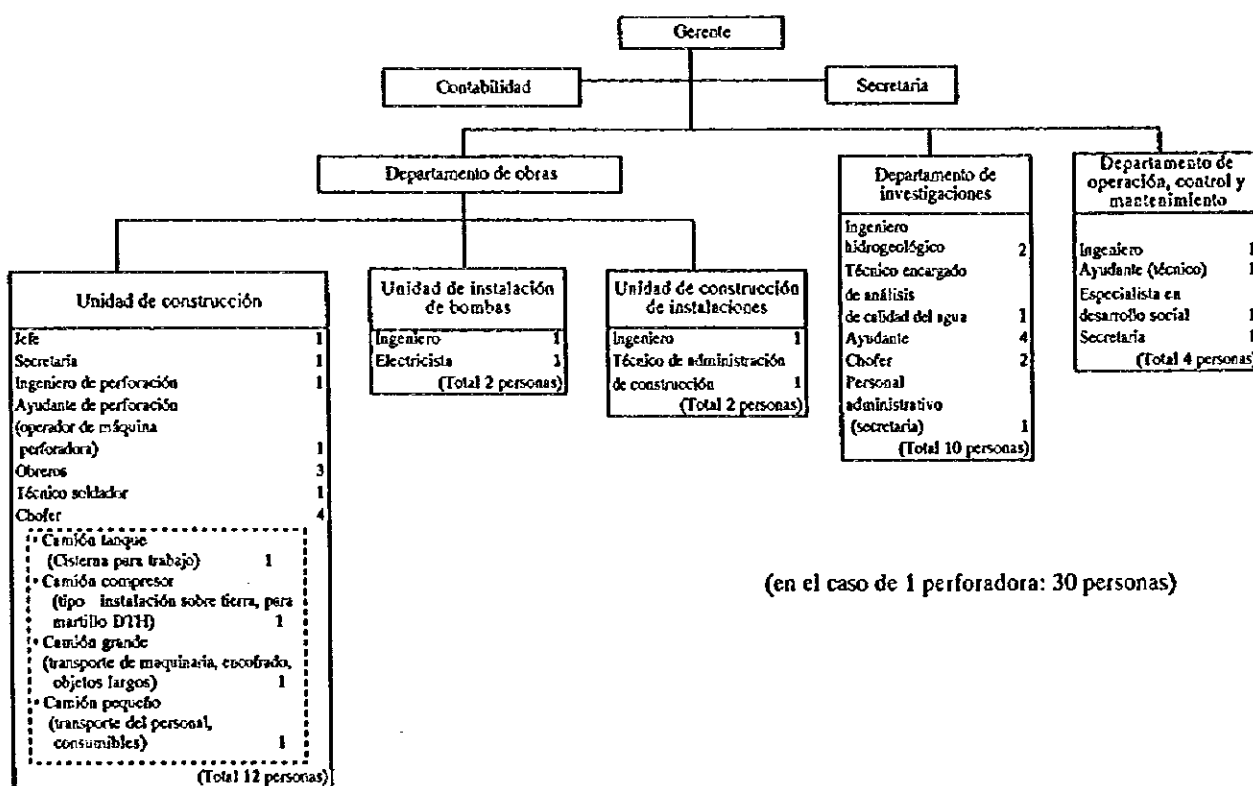
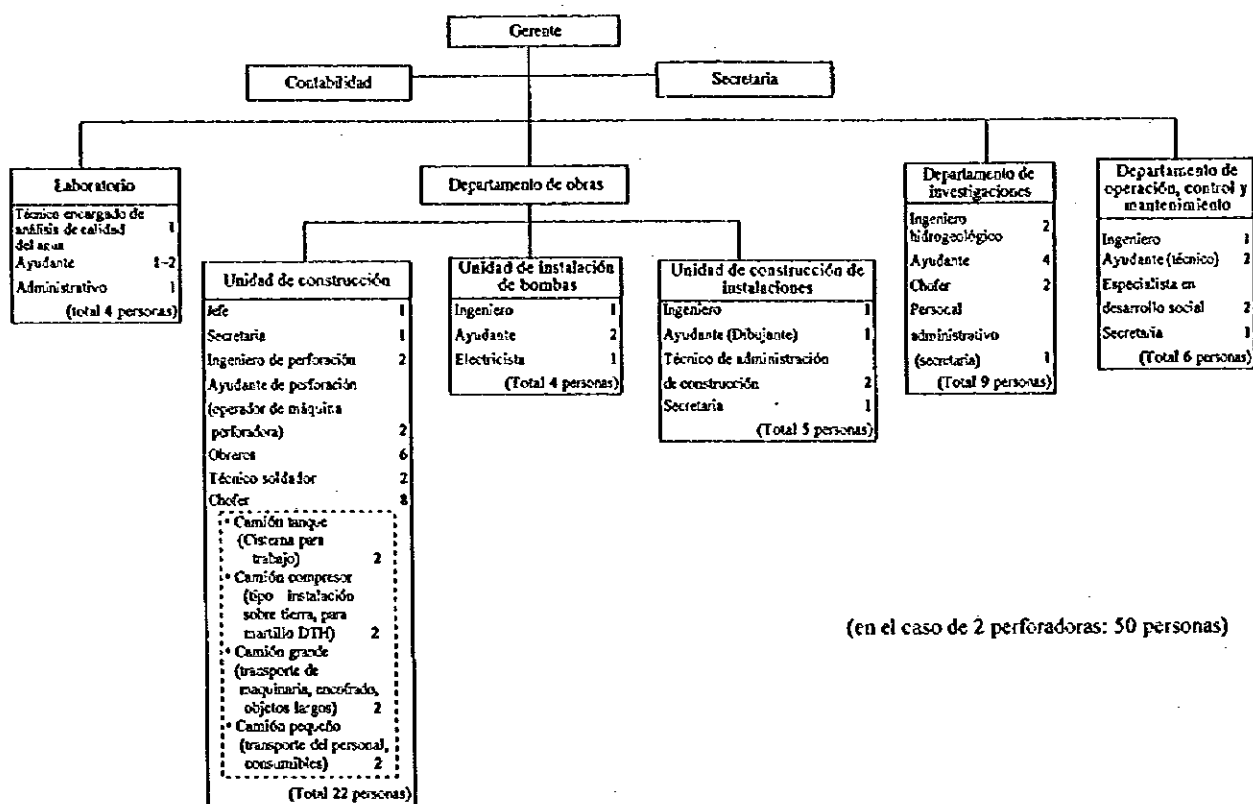


Fig. 5 Organización para el control de la perforación de pozos

(4) Capacidad técnica de la operación de las perforadoras de pozos

La Dirección de Obras Públicas del Consejo Provincial actualmente no tiene ningún departamento específico para el desarrollo de aguas subterráneas, ni el personal técnico necesario. No cuenta con la capacidad técnica ni know-how para el desarrollo de aguas subterráneas en la construcción de pozos. Tampoco existe material de referencia para el desarrollo de pozos tales como un libro mayor de pozos, mapa hidrogeológico, etc. Para crear una organización que se encargue de la ejecución, está planeado contratar 2 técnicos hidrogeológicos y 2 operadores para las perforadoras de pozos nuevos, creando un grupo de trabajo especializado en la construcción de los pozos. Pero en la actualidad todavía no se ha procedido a la selección de este personal.

Sin embargo, para la construcción de pozos es necesario no sólo la técnica de perforación sino la preparación y la ejecución de un plan de desarrollo de aguas subterráneas, la administración de maquinaria apropiada y la capacidad y habilidad técnica general. Con la contratación de 4 a 5 personales nuevos y la reorganización de los técnicos actuales de la Unidad de Saneamiento Ambiente (USA) como núcleo del personal técnico, formar una organización completamente nueva para la construcción de pozos y manejar por sí solo con eficiencia varias perforadoras puede presentarles considerables dificultades. Por lo tanto, es indispensable el entrenamiento técnico por la parte japonesa y para una segura transferencia técnica será mejor tener un número reducido de perforadoras.

(5) Capacidad de control del mantenimiento de las perforadoras

Ya se han reservados para las perforadoras, vehículos de apoyo para las obras, maquinaria y materiales, piezas de repuesto, etc. el Campamento San Antonio Pichincha (unos 650 m²) a 12 km en las afueras de Quito y el Campamento Santo Domingo (unos 1000 m²) dentro de la ciudad. Además para el servicio y reparación de la maquinaria y vehículos hay un taller en la ciudad: Mecánica Central (600 m²) que se encarga de estos trabajos. En este taller se atienden diariamente unos 12 vehículos y hay contratados 15 mecánicos y 25 ayudantes. Entre éstos hay 2 soldadores con gran habilidad técnica y son capaces de hacer todo tipos de reparaciones. Además en el Campamento Santo Domingo también se pueden hacer los trabajos de mantenimiento y reparación. Además, cuenta con dos vehículos de donación japonesa, especiales para las reparaciones en carretera que pueden acudir al lugar del problema en caso de urgencia, no habiendo problemas desde el punto de vista técnico y de ejecución. También se ha comprobado que se realiza correctamente el control de inventario, abastecimiento y compras de piezas de repuesto. En estos momentos se está realizando una gran reforma del depósito de repuestos y se pieza ampliar la capacidad de almacén de estos repuestos. Se ha comprobado además que los vehículos para la construcción de carreteras entregados por el Japón en 1993 al Consejo Provincial están en excelente estado de conservación y funcionan perfectamente por lo que se ha considerado que la capacidad de mantenimiento es suficiente.

(6) Número de pozos necesarios a desarrollar por el Consejo Provincial

La Provincia de Pichincha tiene planeado desarrollar pozos en 202 poblados adicionales una vez terminado este Proyecto de suministro de aguas subterráneas. Para construir las instalaciones de pozos en estos poblados lo antes posible se ha analizado el método de operación de las perforadoras de pozos y se ha llegado a la siguiente conclusión.

El período para el inicio de las obras será el primer año (el ejercicio ecuatoriano 1999) de transferencia técnica de la parte japonesa y el número de pozos que se proyecta terminar es, contando los 30 pozos de la adquisición de maquinaria y materiales de la parte japonesa, un total de 232 pozos. Se hace un cálculo para uso normal de 8 horas diarias y de 10 horas diarias y se estudian el caso de 1 perforador en 1 y en 2 turnos diarios y el caso de 2 perforadoras en 1 turno diario, en total 6 casos. Los resultados aparecen en el cuadro 7. El número de los días para la perforación se describe en el Cuadro 8 y son 18 días promedio hasta la instalación del revestimiento. Si consideramos los feriados y los días de lluvia, el porcentaje de operación estimado es un 70% por lo que es necesario tener en cuenta 26 días reales. Además suponiendo que un 20% de los pozos resultan improductivos y que la prueba de bombeo y la instalación de la bomba requieren 30 días, se considera que pueden perforarse unos 11 pozos al año trabajando 8 horas diarias. $26 \times (11+2) + 30 = 368$ días.

Caso	Número de perforadoras	Tiempo de operación	Grupos de trabajo	Año de terminación	Período de obras
Caso 1-1	1 unidad	8	1	2019	21 años
Caso 1-2	1 unidad	10	1	2015	17 años
Caso 1-3	1 unidad	8	2	2010	12 años
Caso 1-4	1 unidad	10	2	2008	10 años
Caso 2-1	2 unidades	8	1	2009	11 años
Caso 2-2	2 unidades	10	1	2007	9 años

La maquinaria tiene una vida de uso normal de unos 7 años pero en la práctica, si se mantiene en buenas condiciones puede funcionar durante más de 10 años. Por lo tanto en el caso de 1 unidad, pueden formarse dos grupos de trabajo para trabajar en dos turnos de día y de noche en cuyo caso se dan los casos 1-3 y 1-4 haciéndola funcionar hasta su límite de uso, siendo posible la terminación de los 232 pozos trazados como objetivo. En este caso deberá realizarse el mantenimiento correctamente. Deberá hacerse una revisión total de la perforadora a intervalos regulares. Si se realiza un adecuado control diario y un cambio de repuestos a intervalos constantes puede utilizarse durante 10 años pero como trabaja en dos turnos, los gastos de operación y los gastos de control del mantenimiento son equivalentes a los de 2 unidades.

En el caso de 2 unidades, tal como en el caso 2-1, se puede terminar en 11 años, con un resultado que equivale al de trabajar una sola máquina en dos turnos. Por lo tanto, si se utiliza una unidad con 2 grupos de trabajo, una vez terminado este proyecto pueden desarrollar los otros 202 poblados. Se utilizará 1 unidad hasta el final de su vida útil utilizándola eficientemente. Por lo tanto se ha comprobado que es suficiente con la adquisición de una perforadora.

Sin embargo, para que trabajen 2 grupos de trabajo, una vez realizada la transferencia técnica del Japón, el Consejo Provincial deberá realizar el entrenamiento del otro grupo de trabajo por su cuenta. El Consejo Provincial contratará nuevos operadores de perforadora y será necesario seleccionar personas con vasta experiencia. Deberá realizarse el control del mantenimiento de la máquina detalladamente y realizar el cambio de aceite y de las otras piezas con cuidado. Es especialmente importante el cambio del aceite de los equipos hidráulicos con cuidado y realizar una revisión general cada 3 años.

Tampoco hay problemas en cuanto a la capacidad financiera para la administración y el mantenimiento de la maquinaria y para la construcción de pozos e instalaciones de suministro de agua y el estado de las instalaciones para la administración y mantenimiento de maquinaria y materiales del Consejo Provincial.

Con tal de que el Consejo Provincial se esfuerce por adquirir la técnica de los estudios y de la perforación, creando la organización para el desarrollo de pozos en este Proyecto, será factible el desarrollo continuo de pozos por el propio Consejo.