No.

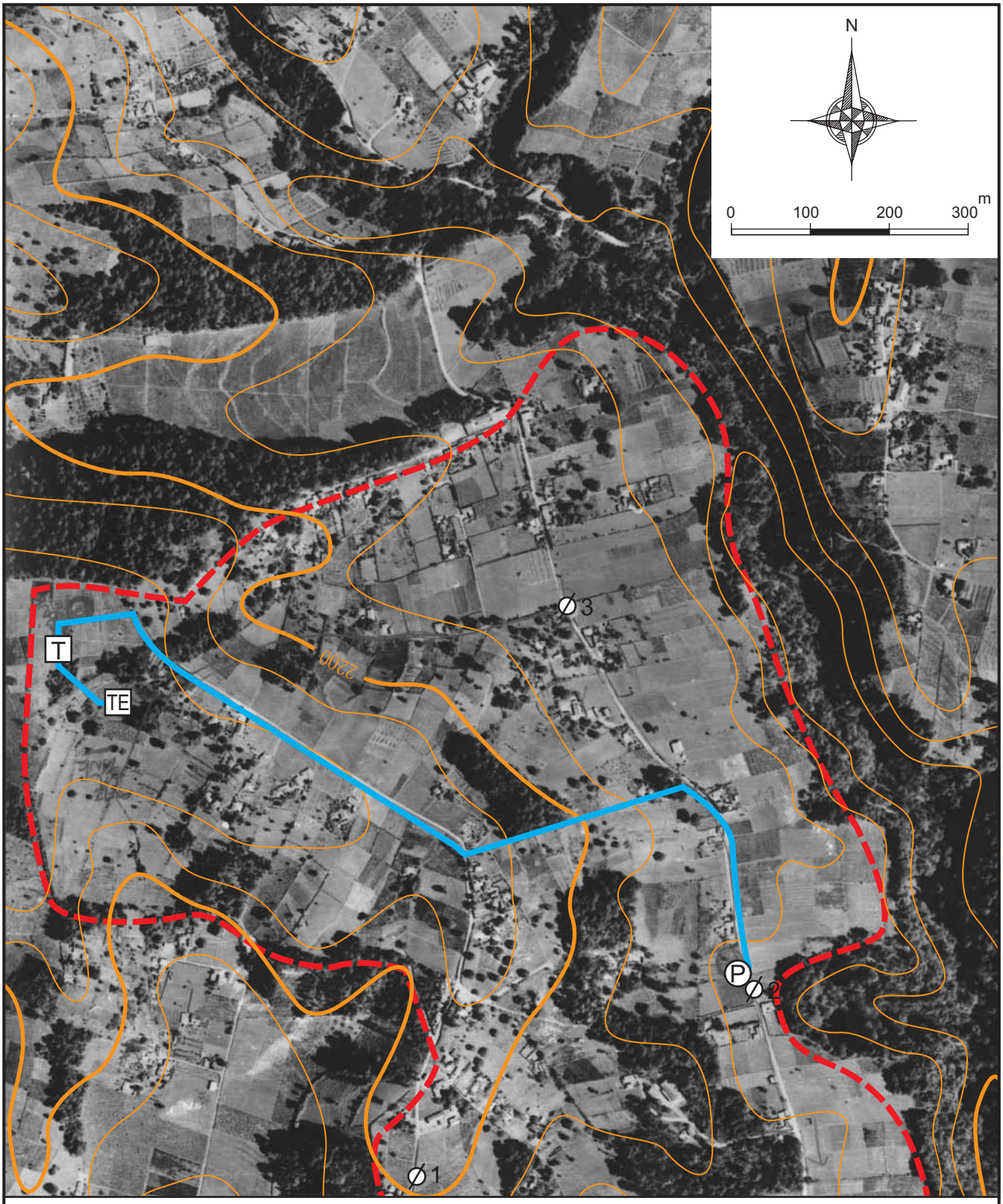
INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
PARA
EL PROYECTO DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ÁREAS RURALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

AGOSTO DE 2004

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

JAPAN TECHNO CO., LTD.

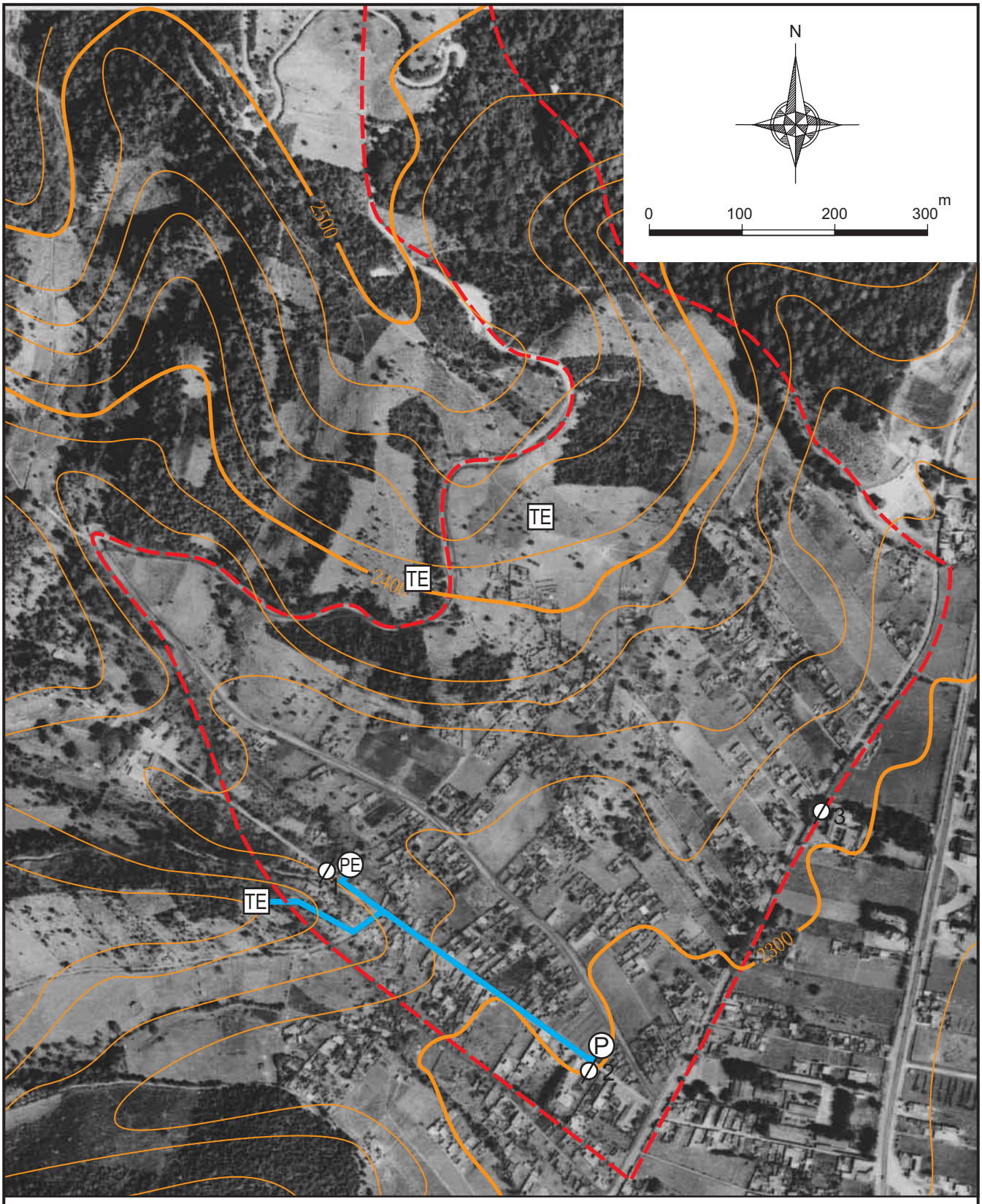
GM
J R
04-111



Localidad：PACORRAL
Departamento：Chimaltenango
Comité de agua：si(hombre13:mujer0)
Ingreso promedio：Q1,649/familia
Tanque existente：50.3m^3
Tanque nuevo adicional：50.0m^3
Fuente de agua existente：
Nacimiento, Pozo artesanal, Rí o
Población servida(2004)：1,351 personas
Numero de familias：225

Tanque nuevo：T
Pozo mecánico nuevo：P
Tanque existente：TE
Pozo mecánico existente：PE
Prospección Geoelectrica：Ø
Línea de impulsión：
Area del proyecto：

C-1 PACORRAL



Localidad：LA GIRALDA
Departamento：Chimaltenango
Comité de agua：si（hombre7：mujer0)
Ingreso promedio：Q1,776/familia
Tanque existente：90.0m^3
Tanque nuevo adicional：No
Fuente de agua existente：si(seco)
Población servida(2004)：950 personas
Numero de familias：158

Tanque nuevo：T
Pozo mecánico nuevo：Ⓟ
Tanque existente：TE
Pozo mecánico existente：PE
Prospección Geoelectrica：Ø
Línea de impulsión：
Area del Proyecto：

C-2 LA GIRALDA

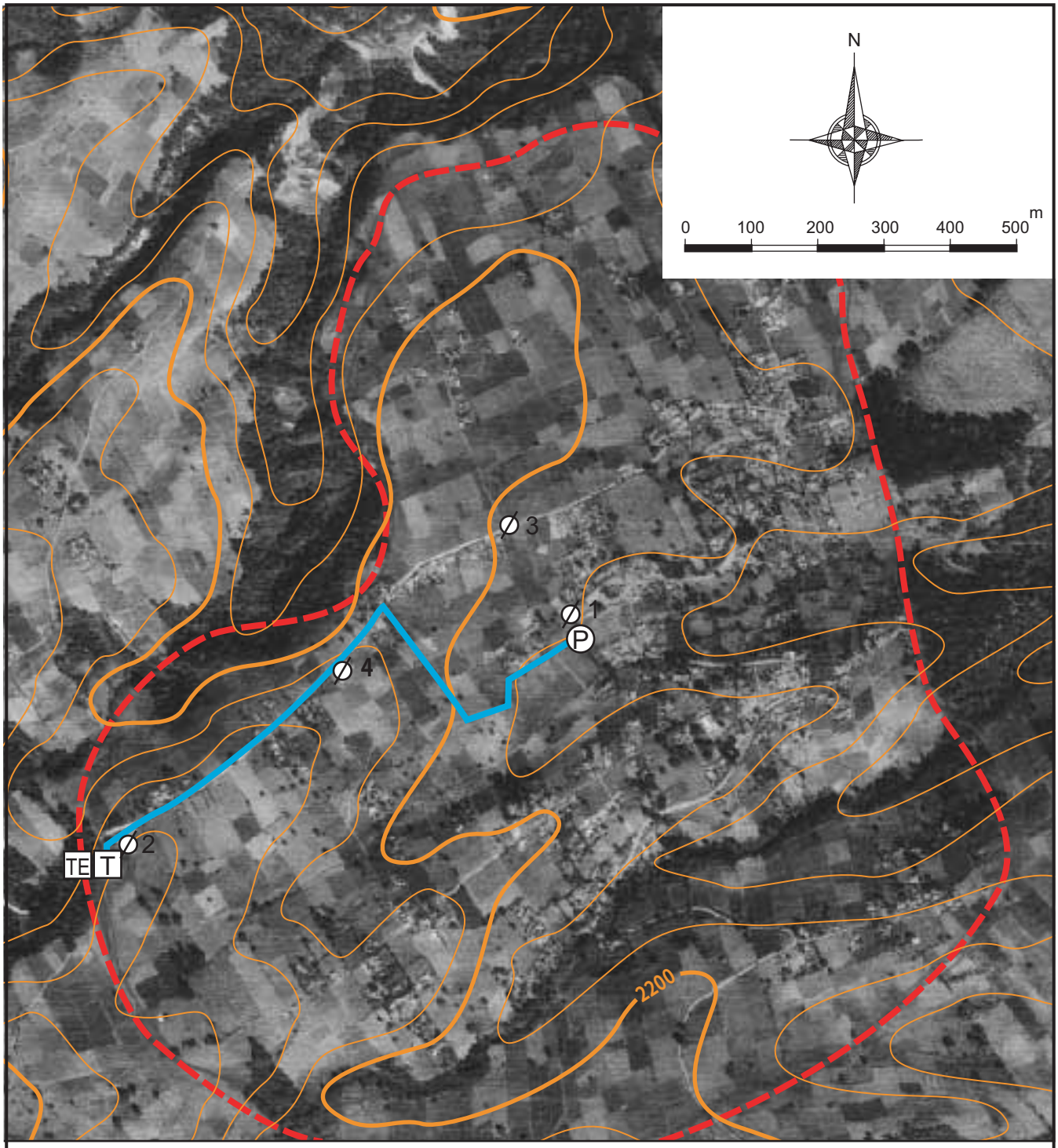
N

0 100 200 300 m

Localidad : XENIMAJUYU
Departamento : Chimaltenango
Comité de agua :
si(hombre 14 : mujer 0)
Ingreso promedio : Q992/familia
Tanque existente : 52.3m^3
Tanque nuevo adicional : 50.0m^3
Funte de agua existente :
Nacimiento, Pozo artesanal, Río
Población servida(2004) :
1,604personas
Numero de familias : 267

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de Impulsión :
Area del proyecto :

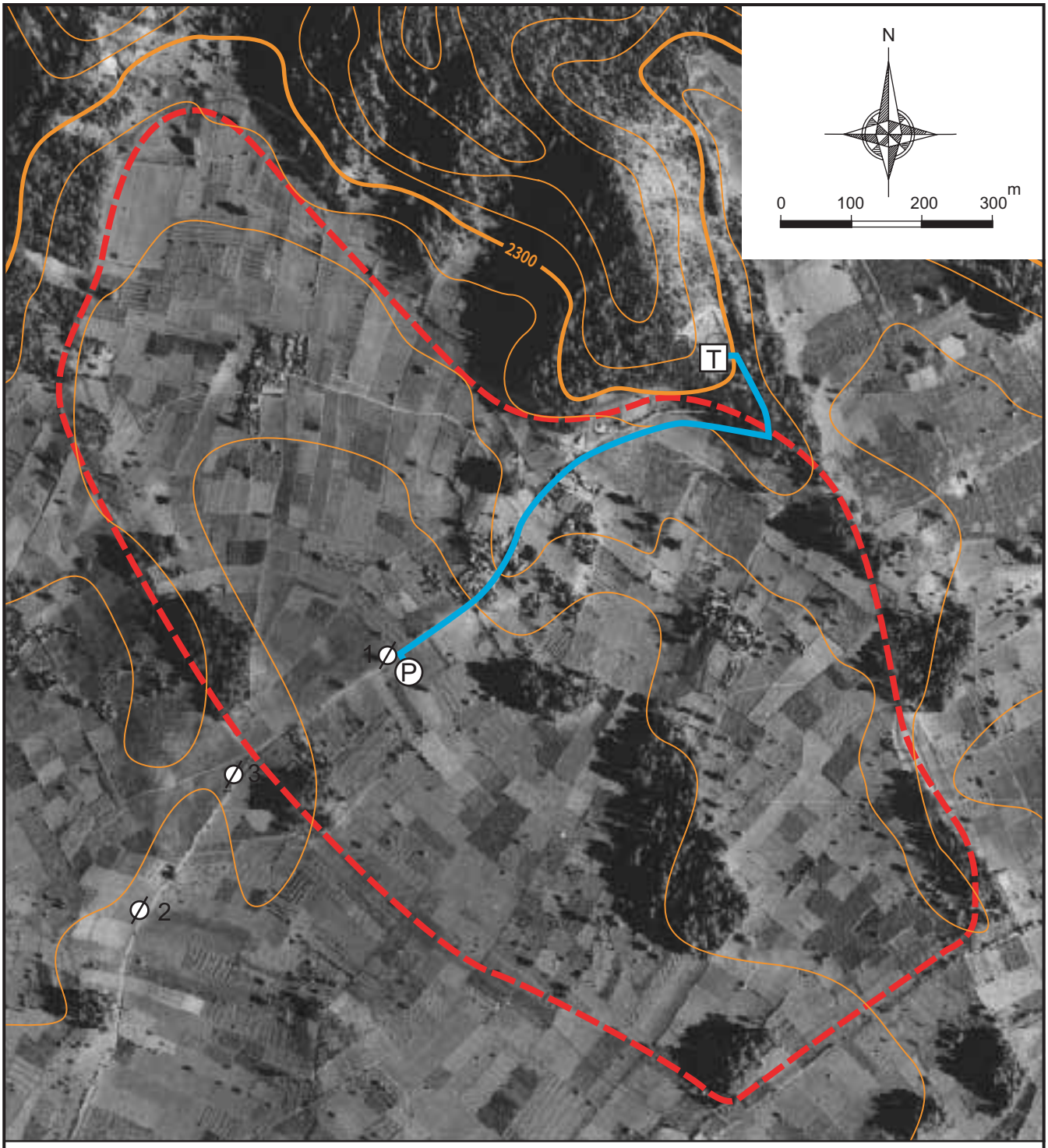
C-3 XENIMAJUYU



Localidad : EL SITIO
Departamento : Chimaltenango
Comité de agua : si(hombre9:mujer0)
Ingreso promedio : Q1,072/familia
Tanque existente : 36.2m^3
Tanque nuevo adicional : 130.0m^3
Fuente de agua existente : Pozo artesanal
Población servida(2004) : 2,399 personas
Numero de familias : 399

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de impulsión :
Area del Proyecto :

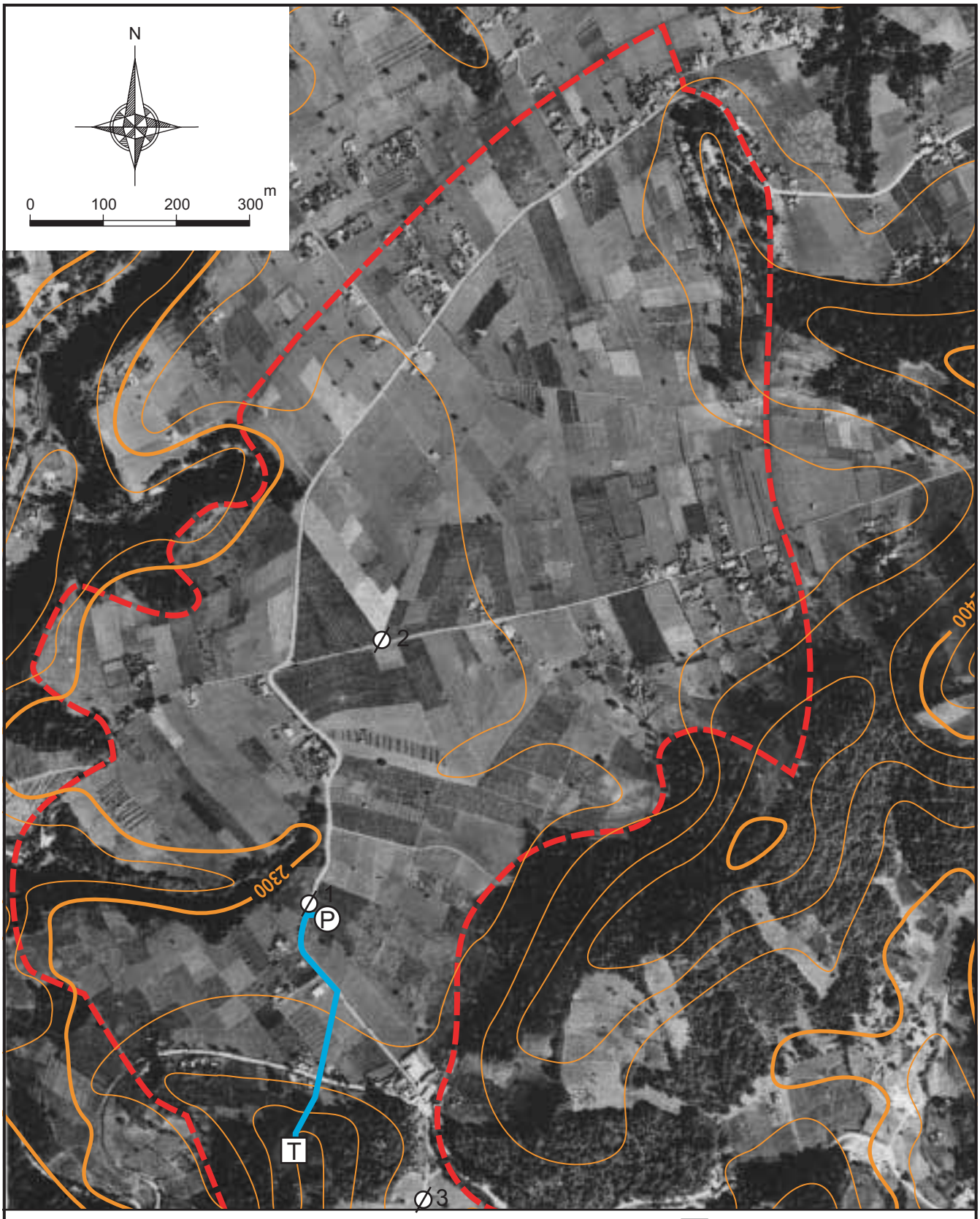
C-4 EL SITIO



Localidad : EL LLANO
Departamento : Chimaltenango
Comité de agua : si(hombre7:mujer0)
Ingreso promedio : Q1000/familia
Tanque existente : 5.4m^3
(fuera del proyecto)
Tanque nuevo adicional : 40.0m^3
Fuente de agua existente : Nacimiento
Población servida(2004) : 514 personas
Numero de familias : 85

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de impulsión :
Area del proyecto :

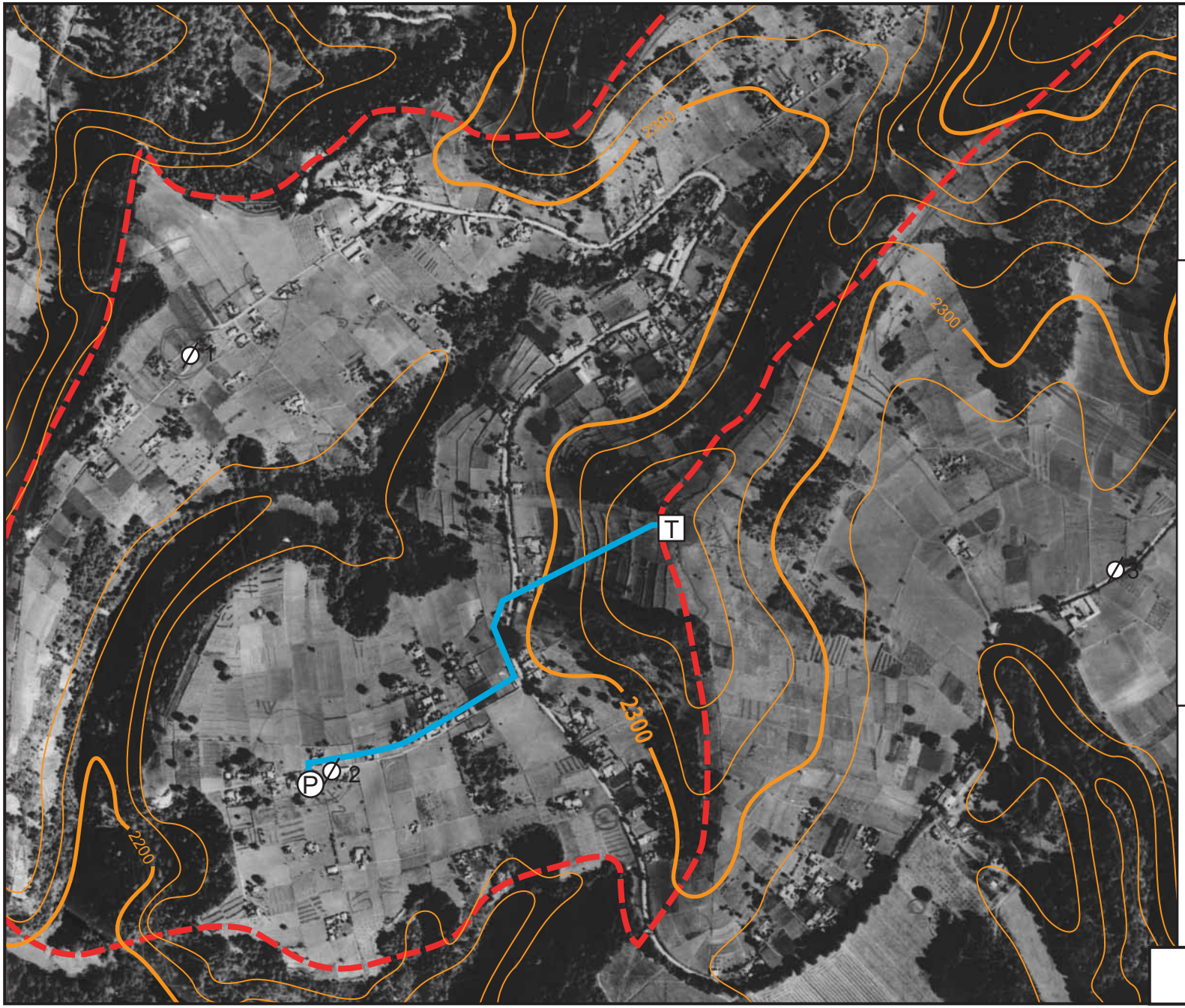
C-5 EL LLANO



Localidad：PANABAJAL
Departamento：Chimaltenango
Comité de agua：si （hombre7:mujer0)
Ingreso promedio：Q1,870/familia
Tanque existente：77.1m^3
Tanque nuevo adicional：50.0m^3
Fuente de agua existente：
Nacimiento, Pozo artesanal, Río
Población servida(2004)：1,800 personas
Numero de familias：300

Tanque nuevo：T
Pozo mecánico nuevo：P
Tanque existente：TE
Pozo mecánico existente：PE
Prospección Geoelectrica：Ø
Línea de impulsión：
Area del proyecto：

C-6 PANABAJAL



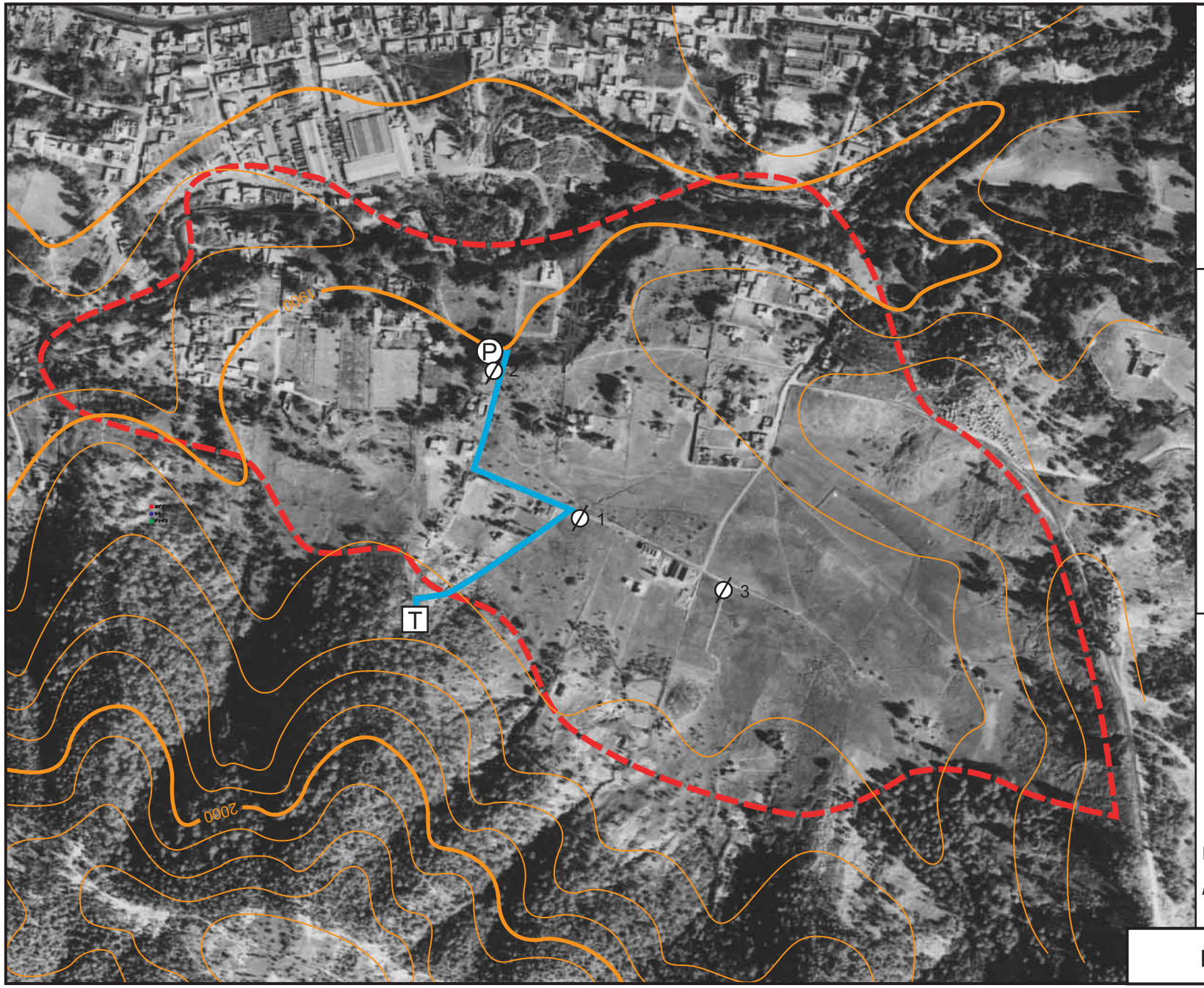
N

0 100 200 300 m

Localidad：PAXOROTOT
Departamento：Chimaltenango
Comité de agua：
si(hombre13:mujer0)
Ingreso promedio：Q1,066/familia
Tanque existente：57.3m^3
(fuera del proyecto)
Tanque nuevo adicional：90.0m^3
Fuente de agua existente：
Pozo mecánico(para irrigación),
Nacimiento
Población servida(2004)
：1,247 personas
Numero de familias：207

Tanque nuevo：T
Pozo mecánico nuevo：P
Tanque existente：TE
Pozo mecánico existente：PE
Prospección Geoelectria：Ø
Línea de impulsión：
Area del proyecto：

C-7 PAXOROTOT



N

0 100 200 300 m

Localidad : CANSHAC
Departamento : Huehuetenango
Comité de agua :
si(hombre 14:mujer 1)
Ingreso promedio : Q2,917/familia
Tanque existente : no
Tanque nuevo adicional : 90.0m^3
Fuente de agua existente :
Pozo artesanal
Población servida(2004) :
800personas
Numero de familias : 133

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de Impulsión :
Area del proyecto :

H-1 CANSHAC

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
PARA
EL PROYECTO DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ÁREAS RURALES
DE
LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

AGOSTO DE 2004

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

JAPAN TECHNO CO., LTD.

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Guatemala, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a la República de Guatemala una misión de estudio desde el 23 de febrero de 2004 hasta 7 de abril de 2004.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Guatemala 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 a la República de Guatemala 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 de Guatemala, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Agosto de 2004.

Yasuo MATSUI
Vice-Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Agosto de 2004

ACTA DE ENTREGA

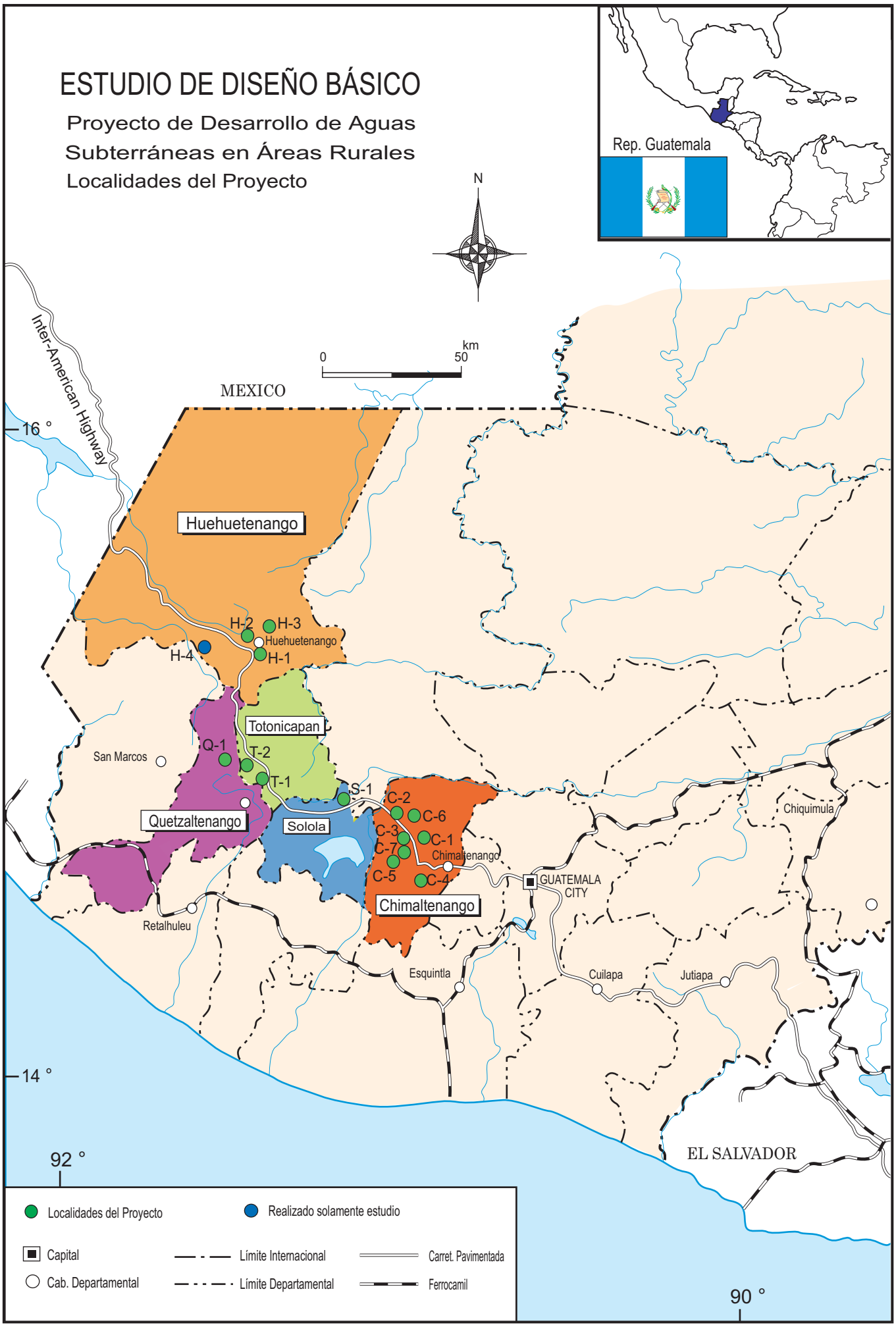
Tenemos el placer de presentarle el Informe de Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales en la República de Guatemala.

Bajo el contrato firmado con JICA, Japan Techno Co., Ltd., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde febrero de 2004 hasta octubre de 2004. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Guatemala, 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,

Naoki TAIRA
Jefe del Equipo de Consultoría
Misión de Estudio de Diseño Básico
sobre el Proyecto de Desarrollo de
Aguas Subterráneas en Áreas Rurales
Japan Techno Co., Ltd.


ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales
Localidades del Proyecto
Rep. Guatemala
N
0
50
km
Inter-American Highway
MEXICO
16 °
14 °
92 °
90 °
Huehuetenango
Totonicapan
Quetzaltenango
Solola
Chimaltenango
H-1
H-2
H-3
H-4
Huehuetenango
Q-1
T-1
T-2
S-1
C-1
C-2
C-3
C-4
C-5
C-6
C-7
Chimaltenango
San Marcos
Retalhuleu
Esquintla
GUATEMALA CITY
Chiquimula
Cuilapa
Jutiapa
EL SALVADOR
Localidades del Proyecto
Realizado solamente estudio
Capital
Cab. Departamental
Límite Internacional
Límite Departamental
Carret. Pavimentada
Ferrocamil

INFORME DEL ESTUDIO DE DISENO BASICO PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRANEAS
EN AREAS RURALES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

LISTADO DE FIGURAS

Pagina

Figura2-1 Esquema del Proyecto 2-4
Figura2-2 Sección Esquemática 2-11
C-1 Plan de Pacorral 2-31
C-2 Plan de La Giralda 2-32
C-3 Plan de Ardea Xenimajuyu 2-33
C-4 Plan de El Sitio 2-34
C-5 Plan de El Llano 2-35
C-6 Plan de Panabajal 2-36
C-7 Plan de Paxorotot 2-37
H-1 Plan de Canshac 2-38
H-2 Plan de Sector Santa Agape 2-39
H-3 Plan de La Chacarita 2-40
H-4 Plan de Tojchiquel 2-41
Q-1 Plan de San Jose Chicalquix 2-42
S-1 Plan de Los Encuentros 2-43
T-1 Plan de Nimasac 2-44
T-2 Plan de Nueva Candelaria 2-45
Figura2-3 Plano de Pozo Mecánico 2-46
Figura2-4 Sistema de Abastecimiento de Agua(Sistema-A/Sistema-B) 2-47
Figura2-5 Sistema de Abastecimiento de Agua(Sistema-C/Sistema-D) 2-48
Figura2-6 Sistema de Abastecimiento de Agua(Sistema-E) 2-49
Figura2-7 Tanque de Distribución 10 a 50m^3 2-50
Plano y Sección, Detalles Estructurales
Figura2-8 Tanque de Distribución 90 a 130m^3 2-51
Plano y Sección, Detalles Estructurales
Figura2-9 Tanque de Distribución 370 a 410m^3 2-52
Plano y Sección, Detalles Estructurales
Figura2-10 Tanque de Distribución 90m^3 2-53
Figura2-11 Organización para Ejecución del Proyecto 2-56

LISTADO DE CUADROS

Pagina

Cuadro 1-1	Contenido de la Solicitud	1-3
Cuadro 1-2	Lista de Comunidades Solicitadas Como Objeto de Proyecto	1-4
Cuadro 2-1	Diseño Matriz de Proyecto(PDM)	2-3
Cuadro 2-2	Plan de Perforación de Pozos de UNEPAR por Fases	2-6
Cuadro 2-3	Métodos de Perforación según Categorías Geológicas	2-7
Cuadro 2-4	Días por Meses con Precipitaciones Superiores a 10mm/día	2-9
Cuadro 2-5	Desglose de Equipos y Materiales	2-14
Cuadro 2-6	Descripción de Materiales y Equipos a Adquirir	2-17
Cuadro 2-7	Peso de las herramientas que se cuelgan	2-18
Cuadro 2-8	Peso de Accesorios Estándares y Herramientas	2-20
Cuadro 2-9	Peso de Tubo de Revestimiento	2-20
Cuadro 2-10	Peso de Equipos de Prueba de Bombeo	2-20
Cuadro 2-11	Criterios de Diseño del Proyecto	2-22
Cuadro 2-12	Cuadro de Estudio sobre Incremento Demográfico	2-23
Cuadro 2-13	Población Planificada	2-24
Cuadro 2-14	Especificaciones para Perforación de Pozos	2-25
Cuadro 2-15	Cuadro de Estudio sobre Capacidad de Tanque	2-26
Cuadro 2-16	Plan de Rebombeo	2-27
Cuadro 2-17	Listado de Obras según Comunidades	2-28
Cuadro 2-18	Contenido de Apoyo Técnico en Perforación	2-30
Cuadro 2-19	Servicio Ofrecidos por Consultores Japoneses en el Proyecto	2-58
Cuadro 2-20	Personal para Diseño y Supervisión de Obras	2-59
Cuadro 2-21	Demarcación de Adquisición de Equipos y Materiales	2-62
Cuadro 2-22	Demarcación de Transferencia de Tecnología	2-62
Cuadro 2-23-1	Efectos de “Soft Component” ①Estudio Hidrogeológico	2-65
Cuadro 2-23-2	Efectos de “Soft Component” ②Supervisión de perforación de Pozos	2-66
Cuadro 2-23-3	Efectos de “Soft Component” ③Operación y Mantenimiento	2-67
Cuadro 2-24	Grado de Alcance de Efecto	2-68
Cuadro 2-25	Plan de Actividades de “Soft Component” en el Estudio Hidrogeológico y Supervisión de Perforación	2-69
Cuadro 2-26	Plan de Actividades en Supervisión de Operación y Mantenimiento	2-70
Cuadro 2-27	Lista de Productos del “Soft Component”	2-72
Cuadro 2-28	Contenido de Actividades	2-74
Cuadro 2-29	Proceso de Ejecución de Actividades	2-73
Cuadro 2-30	Adquisición de Equipos y Construcción de 14 Sistemas de Agua	2-79

Cuadro 2-31	Análisis de Presupuesto Anual del Equipo de Perforación de UNEPAR	2-82
Cuadro 2-32	Cálculo Estimativo del Costo de Operación y Mantenimiento : PACORRAL	2-85
Cuadro 2-33	Cálculo Estimativo del Costo de Operación y Mantenimiento : EL LLANO	2-86
Cuadro 2-34	Costo por Familia para Operación y Mantenimiento de Sistema en las Comunidades	2-87
Cuadro 2-35	Configuración de la Tarifa de Agua (Caso de Pacorral)	2-88
Cuadro 2-36	Proporción de Volumen de Consumo/Estrato Social y Tarifa de Agua	2-89
Cuadro 2-37	Cálculo Estimativo de la Administración del Sistema de Abastecimiento de Agua : PACORRAL	2-92
Cuadro 2-38	Cálculo Estimativo de la Administración del Sistema de Abastecimiento de Agua : EL LLANO	2-93
Cuadro 3-1	el Efecto y el Grado de Mejora de la Problemática Actual Esperados mediante la Ejecución del Proyecto	3-1

ABREVIATURAS

A/B	Arreglo Bancario
A/P	Autorización de Pago
DTH	Down The Hole Hammer (Martillo de Fondo)
E/N	Exchange of Notes（Canje de Notas）
FIS	Fondo Inversión Social
FONAPAZ	Fondo Nacional para la Paz
GPS	Global Positioning System
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
IVA	Impuesto de Valor Agregado
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional de Japón)
KVA	kilovolt-ampere
ONG	Organización No Gubernamental
PIB	Producto Interno Bruto
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueducto Rurales
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

RESUMEN

Resumen

La República de Guatemala, situada en el istmo centroamericano, con una población de 11,23 millones de habitantes (según el censo de 2002) y una extensión superficial de 108.889km^2 , equivalente a una tercera parte de Japón aproximadamente, es un país en desarrollo con un PIB per cápita de 1.939,8 US$ (cifras del 2002 publicadas por el Banco Central). Tradicionalmente la agricultura, empezando por las plantaciones de café, azúcar y banano para la exportación, daba mayor aportación al PIB nacional; pero últimamente el sector comercial está creciendo notablemente, ocupando más de un 20% del PIB en 2002, junto con la agricultora que hace el mismo nivel de participación en la producción de riqueza nacional. En cuanto al desarrollo del interior del país, está muy atrasado debido a la guerra civil que duró del 1960 al 1996, y especialmente la vida de los indígenas, que representan unos 41 % de la población nacional y cuya mayor parte vive en zonas rurales, no acaba de levantarse de un nivel inferior. Persiste la diferencia económica entre zonas y etnias, siendo de mayor porcentaje de la capa social pobre e indigente los de áreas rurales que los de las urbanas o los indígenas que los no indígenas, por lo que estas diferencias geográfica y etnológica, igual que la pobreza de los indígenas, son muy importantes como temas de desarrollo nacional.

En Guatemala se considera la difusión del sistema de agua potable como uno de los temas de mayor prioridad para mejorar las condiciones de vida del pueblo, y se elaboraron en 1981 el “Plan Decenal sobre el Abastecimiento de Agua Potable y Mejoramiento de Saneamiento” y en 1987, el “Plan Maestro para Ordenamiento Nacional de Acueducto y Alcantarillado”. Últimamente en el Programa de gobierno para el período 2000-2004 (Matriz Política)” se daba mayor prioridad a la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado, teniendo como objetivo elevar la cobertura del sistema de agua potable hasta el 60%.

Ante esta política, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), ente ejecutor del Proyecto, mediante la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), ha promovido la construcción de sistemas de abastecimiento de agua proveniente de manantiales, aprovechando fondos de las organizaciones cooperantes internacionales y bilaterales. Estos esfuerzos contribuyeron a que el censo nacional del año 2002 mostrara el mejoramiento de las condiciones de abastecimiento de agua en áreas rurales: la cobertura del acueducto en un 59,6% en dichas áreas frente al 89,5% en las urbanas. No obstante en esta encuesta sólo se preguntaba la existencia del sistema de agua sin tomar en cuenta la suficiencia del abastecimiento de agua a los habitantes. En los últimos años, debido al incremento de talas y explotación agrícola, se nota clara disminución de caudal en nacimientos de agua, especialmente en la estación seca, por lo que cada vez hay mayor número de habitantes con dotación de agua insuficiente, a pesar de que sí exista un sistema de agua en su comunidad. Por consiguiente, en la actualidad en esas áreas hay gran dificultad de asegurar un caudal estable en fuentes de agua para los sistemas y no llega suficiente agua a los habitantes aún con un sistema, por lo cual la

cobertura de acueducto real andará por algo más de un 40 % sin que haya mejoría real en las zonas rurales en este aspecto.

A fin de enfrentar esta situación, INFOM/UNEPAR intenta promover el desarrollo de aguas subterráneas para obtener caudales estables como fuentes de sistemas de agua en zonas rurales, mediante un plan de perforar 20 pozos al año, 100 en los próximos cinco años. Se tropezó, sin embargo, con las siguientes dificultades: 1) Los pozos perforados por las empresas privadas de Guatemala salen costosos, además de que el sector privado tiene suficiente demanda de su servicio en la cercanía de zonas urbanas, por lo que no van preferentemente a áreas rurales con condiciones difíciles del acceso y posibilidad de tener menor margen de ganancia; y 2) La máquina perforadora con que la institución viene trabajando más de 20 años es del sistema de percusión y poco eficiente, y puede perforar sólo un pozo al año. Para resolver dichas dificultades en el desarrollo de aguas subterráneas, se decidió mejorar la capacidad de su desarrollo de INFOM/UNEPAR mediante la obtención de una maquinaria del sistema rotativo, más eficiente y fácil de aprender su tecnología que el equipo disponible, además de fortalecer la unidad de perforación actual por medio de la transferencia de tecnología y el incremento del personal. Por ende, INFOM/UNEPAR elaboró el "Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales de la República de Guatemala", que incluía principalmente la adquisición de dos unidades de maquinaria de perforación de pozos, necesarias para cumplir el Proyecto (diez pozos por unidad año), y solicitó fondos necesarios para la ejecución del Proyecto al Gobierno de Japón mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Con vistas a una ejecución apropiada del Proyecto, JICA decidió efectuar el estudio del diseño básico y envió un equipo de estudio para tal fin, del 23 de febrero al 7 de abril de 2004, a la República de Guatemala, manteniendo reuniones con las autoridades del Gobierno guatemalteco y realizando el estudio sobre las condiciones naturales y sociales de los lugares objeto del Proyecto. Tras el regreso a Japón, el equipo de estudio hizo análisis del contenido de las reuniones y resultados del estudio y preparó el presente informe, luego de haber presentado y explicado el borrador del informe, del 18 al 26 de julio de 2004.

Como el actual Presidente de la República salió electo en diciembre de 2003 y el Gobierno está recién formado, todavía no cuenta con un plan de largo plazo que incluya cifras objeto de la cobertura de abastecimiento de agua, pero se estima que habrá unas 500 comunidades que soliciten la construcción de sistemas de agua proveniente de aguas subterráneas. Por el momento, UNEPAR planea perforar catorce pozos en el arriba mencionado Proyecto como primera fase del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas, y ya tiene planeado perforar pozos, una vez terminado el Proyecto, para 22 comunidades como segunda fase (en 2007) y para 23 comunidades como la tercera (en 2008). En cuanto a las actividades a partir de la cuarta fase, INFOM/UNEPAR está analizando los listados de solicitudes presentados por las oficinas regionales y realizando reconocimiento de campo sobre las comunidades solicitantes. Por consiguiente, será necesario adquirir dos unidades de perforadoras,

como mínimo, para satisfacer el Proyecto.

Referente a las condiciones de agua en las quince comunidades objeto del Estudio, mediante el porcentaje de la instalación de la conexión domiciliaria (que incluye instalaciones privadas de cada hogar que no sean de la comunidad), este índice ronda alrededor del 49% como promedio. Únicamente un 36% de dichos sistemas, sin embargo, ofrece servicio de abastecimiento de agua por poco que sea durante el año y esta cifra bajará hasta el 18%, si se fija sobre la totalidad de las comunidades. Estos sistemas funcionan con el agua de nacimientos por gravedad y hay gran variación entre las estaciones de lluvia y seca, y lo peor es que su caudal es absolutamente inferior a la demanda, por lo que se ven obligados a suministrar el agua únicamente dos o tres días semanales y además por horas. Por lo tanto, la gente tiene que recurrir al agua que venden los camiones, ríos cercanos, manantiales de poco caudal o pozos artesanales. En las comunidades que no cuenten con ningún sistema, la situación es peor y los vecinos tienen que depender de pozos artesanales o aguas de lluvia. Se confirmó la necesidad de buscar nuevas fuentes y construir nuevos sistemas, puesto que cada comunidad ya tiene formado un comité de agua y hay gran motivación al abastecimiento de agua entre los habitantes.

Adquisición de Equipos

INFOM/UNEPAR ha venido trabajando en la perforación de pozos con tres máquinas del sistema de percusión incluyendo la de segunda mano, adquiridas por la cooperación de Canadá en 1983. En la actualidad, sin embargo, su deterioro ha sido tanto que a partir de 2001 sólo se trabaja con una máquina por manos de dos operarios. Estos equipos tienen capacidad de perforar hasta 150 m, pero en muchos casos se requiere barrenar una profundidad superior a 200 m, haciendo la operación nada rentable. Según el estudio hidrogeológico, Guatemala tiene zonas montañosas cubiertas de capas gruesas de sedimentos y rocas volcánicas, y por esta naturaleza geológica los mantos freáticos tienden a encontrarse a profundidad (entre 80 y 200 m). Por consiguiente, se requiere una maquinaria con capacidad de perforar hasta 350 m para que la institución pueda seguir perforando al nivel nacional. En vez de la tecnología de percusión, que requiere alto nivel técnico basado en larga experiencia y es complicado de transferir su tecnología, se debe obtener la perforadora de rotación que barrena con la propia potencia del equipo, más rápido para su transferencia tecnológica, montada sobre camión al considerar la movilidad. A pesar de que originalmente solicitaron una perforadora grande del sistema rotativo tipo “Top-head drive” montada sobre camión y otra mediana del mismo tipo, se adquirirán dos grandes de dicho tipo que perforen hasta 350 m de profundidad con sus accesorios y herramientas. A efectos de conseguir mayor eficiencia de las máquinas adquiridas, les acompañarán un mínimo número necesario de vehículos de apoyo. Al mismo tiempo, se adquirirán equipos para el estudio hidrogeológico, monitoreo y asistencia para la operación y mantenimiento.

Ítem	Cantidad
a. Perforadora, accesorios y herramientas	
1) Máquina tipo "Top-head drive" montada sobre camión (grande)	2 conjuntos
2) Compresor de alta presión, montado sobre camión	2 unidades
b. Vehículos y camiones de apoyo	
1) Camión de carga con grúa de 4 t.	2 unidades
2) Camión cisterna para transportar agua de obra	2 unidades
3) *Pick-up* con cabina doble	4 unidades
c. Equipos de prueba de bombeo	
1) Bomba de motor sumergible grande	1 unidad
2) Bomba de motor sumergible pequeño	1 unidad
3) Generador	1 unidad
d. Equipos de medición	
1) Medidor de nivel de agua	2 unidades
2) Equipo de prospección geofísica	1 unidad
3) Registrador eléctrico de pozos	2 unidades
4) Equipos para prueba de análisis de agua	2 unidades
e. Equipo de monitoreo	
1) GPS	2 juegos
2) Computadoras y software de base de datos	1juego
f. Equipos para apoyar la operación y mantenimiento	
1) Computadoras y software de base de datos	3 juegos
2) Motocicletas	3 unidad

Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua

En este Proyecto la parte japonesa se encargará de las obras comprendidas desde la perforación de pozos de agua hasta los reservorios, mientras que, en cuanto a la red de distribución, será de responsabilidad de la parte guatemalteca como se comprometía en la solicitud, tras confirmar la capacidad técnica y de ejecución del ente ejecutor del Proyecto. Entre quince comunidades objeto del estudio, se construirán sistemas de agua únicamente en catorce comunidades, quedando excluida una, que tiene malas condiciones hidrogeológicas y topográficas, además de la dificultad de administrar el sistema por parte de la comunidad aun cuando se consiga construir el sistema.

Comunidad		Población Planificada (2026)	Dotación media diaria (m^3)	Construcción de pozo (Ctd.)	Hoyo de pozo (Ctd.)	Caseta de operación (Ctd.)	Capacidad de tanque nuevo (m^3)	Capacidad de tanque de rebombeo nuevo (m^3)	Longitud de tubería de impulsión (km)
C-1	PACORRAL	2.089	244	1	1	1	50	10	1,31
C-2	LA GIRALDA	1.469	172	1	1	1	-	10	0,51
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	2.480	290	1	1	1	50	10	2,23
C-4	EL SITIO	3.709	434	1	1	1	130	10	1,18
C-5	EL LLANO	795	94	1	1	1	40	10	0,84
C-6	PANABAJAL	2.783	325	1	1	1	50	10	0,41
C-7	PAXOROTOT	1.928	226	1	1	1	90	10	0,77
H-1	CANSHAC	1.896	222	1	1	1	90	-	0,59
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	2.133	250	1	1	1	90	-	0,05
H-3	LA CHACARITA	1.820	213	1	1	1	90	-	0,43
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	12.422	1.453	1	1	2	410	50 130	4,27
S-1	LOS ENCUENTROS	2.970	347	1	1	1	130	10	1,20
T-1	NIMASAC	10.232	1.197	1	1	1	370	40	2,00
T-2	NUEVA CANDELARIA	9.581	1.121	1	1	1	410	40	2,81
TOTAL		56.307	-	14	14	15	-	-	18,6

Transferencia de Tecnología

En el Proyecto se hará la transferencia de tecnología en forma específica según las áreas técnicas. Especialmente referente a la tecnología de perforación, como se organizará nuevamente la unidad de aguas subterráneas por la reubicación del personal disponible de UNEPAR o por la nueva contratación, su transferencia de tecnología se hará mediante la orientación del manejo de los equipos en su entrega por parte de los fabricantes y la capacitación *in situ* durante las perforaciones en las catorce comunidades. En el resto de las áreas, se la hará mediante la asistencia técnica "*Soft Component*", capacitación dirigida por los consultores japoneses.

Área	Método de Asistencia	Asistente	Asistido
Técnica de perforación	Capacitación en la entrega de la maquinaria Capacitación en la construcción de sistemas	Fabricante de la perforadora Empresa perforadora japonesa	Unidades operativas de UNEPAR
Supervisión de perforación de pozos	"*Soft Component*"	Consultor hidrogeólogo	Coordinador de las unidades operativas de UNEPAR
Estudio hidrogeológico	"*Soft Component*"	Consultor hidrogeólogo	Hidrogeólogos de UNEPAR
Operación y mantenimiento	"*Soft Component*"	Consultor en operación y mantenimiento	Promotores sociales de UNEPAR

El Proyecto requerirá un plazo aproximado de 28 meses, tras firmarse el Canje de Notas, cuyo desglose es: 5 meses para el diseño para la ejecución y la licitación, 9 meses para la adquisición de equipos y 14 meses para la construcción de los sistemas.

Se estima el costo del Proyecto en un monto de 1.149 millones de yenes, de los cuales 972 millones de yenes será sufragado por Japón y 177 millones de yenes, por Guatemala.

Se esperan los siguientes efectos mediante la ejecución del Proyecto:

- Se fortalecerá la capacidad de desarrollo de aguas subterráneas de INFOM/UNEPAR y la institución podrá construir pozos profundos propiamente a un ritmo de veinte pozos al año.
- Se obtendrá una dotación de agua de 90 litros per cápita día en las catorce comunidades.
- Se incrementará la capacidad de operación y mantenimiento del sistema de agua por parte del comité de agua en cada comunidad y su administración gozará de buena salud.
- Se acortará el tiempo de obtención de agua, trabajo recaído sobre las mujeres y niñas.

El Objetivo del Proyecto es la dotación de la capacidad de desarrollo de aguas subterráneas de INFOM/UNEPAR y se promoverá el desarrollo de aguas subterráneas en áreas rurales de Guatemala a través de la ejecución del Proyecto. Por consiguiente, se mejorarán las condiciones de abastecimiento de agua en áreas rurales donde viven mucha gente pobre, por lo que se puede considerar adecuado ejecutar este Proyecto de cooperación mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Para que INFOM/UNEPAR pueda seguir desarrollando aguas subterráneas en forma propia, una vez terminado el Proyecto, es importante que los que hayan recibido la transferencia de tecnología sigan trabajando en la institución, además de la necesidad de organizar un mecanismo que permita transferir internamente esas tecnologías adquiridas, ya que será inevitable el futuro relevo de generaciones del personal técnico.

CONTENIDO

PREFACIO
ACTA DE ENTREGA
MAPA DE LOCALIDADES DEL PROYECTO
LISTADO DE FIGURAS & CUADROS
ABREVIATURAS
RESUMEN

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO
1-1 Antecedentes del Proyecto ····· 1-1

CAPÍTULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO
2-1 Descripción del Proyecto ····· 2-1
2-1-1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto ····· 2-1
2-1-2 Descripción del Proyecto ····· 2-1

2-2 Diseño Básico del Proyecto ····· 2-5
2-2-1 Lineamiento de Diseño ····· 2-5
2-2-1-1 Lineamiento Básico ····· 2-5
2-2-1-2 Lineamiento sobre Condiciones Naturales ····· 2-8
2-2-1-3 Lineamiento sobre Condiciones Sociales ····· 2-9
2-2-1-4 Lineamiento sobre Circunstancias acerca de la Construcción y Adquisición ····· 2-10
2-2-1-5 Lineamiento sobre la Subcontratación Local ····· 2-10
2-2-1-6 Lineamiento sobre la Capacidad de Operación y Mantenimiento del Ente Ejecutor ····· 2-11
2-2-1-7 Lineamiento sobre la Definición de las Especificaciones de Instalaciones y Equipos ····· 2-11
2-2-1-8 Lineamiento sobre Metodología de Construcción y Adquisición y Período de Obra ····· 2-13
2-2-2 Plan Básico ····· 2-14
2-2-2-1 Plan de Equipos ····· 2-15
2-2-2-2 Plan de Obras ····· 2-22
2-2-2-3 Plan de Transferencia de Tecnología de Perforación ····· 2-29
2-2-3 Plano de Diseño Básico ····· 2-30
2-2-4 Planes de Obras / Adquisiciones ····· 2-54
2-2-4-1 Lineamiento de Obras y Adquisiciones ····· 2-54
2-2-4-2 Aspectos Importantes en la Construcción y la Adquisición ····· 2-54
2-2-4-3 Demarcación de Obras, Adquisiciones e Instalación ····· 2-57
2-2-4-4 Planes de Supervisión de Obras y de Adquisiciones ····· 2-58
2-2-4-5 Plan de Control de Calidad ····· 2-59
2-2-4-6 Plan de Adquisición de Equipos y Materiales ····· 2-61
2-2-4-7 Plan de Asistencia Técnica "*Soft Component*" ····· 2-62
2-2-4-8 Proceso de Ejecución ····· 2-73

2-3 Descripción de Compromiso de Guatemala ····· 2-75

2-4 Plan de Operación y Mantenimiento de Proyecto ····· 2-77
2-4-1 Operación y Mantenimiento de Equipos Adquiridos ····· 2-77
2-4-2 Operación y Mantenimiento en la Comunidades ····· 2-77

2-5 Costo Estimativo del Proyecto ····· 2-79
2-5-1 Costo Estimativo del Proyecto ····· 2-79
2-5-1-1 Gastos Sufragados por Japón ····· 2-79

2-5-1-2 Gastos Sufragados por Guatemala ····· 2-80
2-5-1-3 Condiciones de Cálculo ····· 2-80
2-5-2 Gastos de Operación y Mantenimiento ····· 2-80

CAPÍTULO 3 EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y RECOMENDACIÓN
3-1 Efecto del Proyecto ····· 3-1
3-2 Tarea Pendiente y Recomendaciones ····· 3-1
3-3 Relevancia del Proyecto ····· 3-3
3-4 Conclusión ····· 3-4

Anexo
Anexo 1 : Lista de los Miembros de la Misión de Estudio A-1
Anexo 2 : Programa de la Misión del Estudio A-2
Anexo 3 : Lista de Personalidades Entrevistadas A-3
Anexo 4 : Minuta de Discusiones A-4
Anexo 5 : Cálculo Estimativo del Costo de Operación y Mantenimiento A-62
Anexo 6 : Cálculo Estimativo de la Administración del Sistema de Abastecimiento de Agua A-75

CAPÍTULO1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1-1 Antecedentes del Proyecto

Trasfondo, antecedente y contenido de la solicitud de la Cooperación Financiera No Reembolsable

La construcción de los sistemas de agua en zonas rurales es responsabilidad de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), dependencia del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), y se acercaba a un 60% de la cobertura del acueducto rural, meta marcada por la Administración anterior. No obstante, los sistemas construido han sido principalmente de agua proveniente de manantiales, y últimamente el caudal de esas fuentes se está disminuyendo al nivel nacional, además del incremento de la población. Estos fenómenos hacen que los sistemas disponibles no garanticen suficiente caudal en sus fuentes sin ofrecer suficiente agua a los habitantes. Por consiguiente, UNEPAR está recibiendo solicitudes de obtener nuevas fuentes (aguas subterráneas) desde las comunidades que no puedan satisfacer su demanda de agua aun disponiendo sistema de abastecimiento de agua, junto con la demanda de otras comunidades sin sistemas de agua (sin contar con manantiales de agua posibles de explotar).

UNEPAR se veía obligada a reconocer la creciente necesidad de construir sistemas de abastecimiento de agua proveniente del subsuelo, al tiempo de mantener el desarrollo de sistemas que dependen de manantiales. Para satisfacer esta demanda, sin embargo, tendría que desarrollarlos con sus propias manos o encargarlo al sector privado, y ambas alternativas le resultaban difíciles por la situación en que se encontraba la institución.

UNEPAR aprovechaba tres perforadoras del sistema de percusión, adquiridas en 1983, para el desarrollo de aguas subterráneas; pero su deterioro es tan grave que sólo le queda una unidad para poder trabajar directamente en esta operación, además de que su rendimiento está claramente bajo. Al tratarse de una máquina tan antigua, la obtención de piezas resulta difícil y será inevitable la finalización de su operación dentro de pocos años, dificultando el desarrollo propio de aguas subterráneas de la institución.

En cuanto a la subcontratación del trabajo de desarrollo de aguas subterráneas a empresas privadas, el INFOM, que se encarga del acueducto urbano, ha participado en proyectos de perforación de 255 pozos hasta hoy. No obstante, son los municipios los entes ejecutores de proyectos de acueducto en zonas rurales, por lo que INFOM se limita a facilitar el crédito para esos proyectos o supervisar las obras, sin subcontratar directamente a las empresas. Por otro lado, cuando UNEPAR, sección que se encarga de la construcción de acueductos en zonas rurales, participa en la perforación de pozos, tras subcontratar directamente la construcción de pozos a las empresas privadas, dona a las comunidades los pozos construidos. Por lo tanto, el costo relacionado al pozo no se limita a sus materiales sino incluye hasta el de construcción, lo que resultaría enorme carga a

UNEPAR que planea perforar anualmente más de veinte pozos. Generalmente el sector privado cobra un precio de US$40.000 a US$80.000 por pozo, dependiendo del lugar y profundidad de perforación. Y más, hay bastante demanda de pozos en cercanías de zonas urbanas con fácil acceso, las empresas privadas trabajan preferentemente allí, mientras los trabajos en áreas rurales del interior del país, además de que no hay muchos, ofrecen dificultad de acceso en mayores casos, el sector privado es proclive a no buscarlos con preferencia, debido a la menor rentabilidad que en zonas urbanas. Estos costos de perforación son tan altos que ni los municipios, que suelen tener de 10 a 20 comunidades, ni las mismas comunidades pueden sufragarlos.

Para satisfacer nueva demanda de explotación de fuentes en esta realidad, INFOM/UNEPAR decidió llevarlo a cabo con sus propias manos y procedió a solicitar una Cooperación Financiera No Reembolsable a nuestro Gobierno, tras elaborar el "Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales en la República de Guatemala", cuyo pilar es la adquisición de perforadoras.

En cuanto a las comunidades beneficiarias, UNEPAR descubrió en su estudio que una de las comunidades objeto de cooperación, Caserío el Rosario, del Departamento de Chimaltenango, ya contaba con la cooperación de una ONG en el proyecto de construcción de pozo y solicitó cambiar dicha comunidad por otra. El equipo de estudio japonés respondió que sería posible sustituirla por otra comunidad solicitante de pozo apropiada, que tenga un nivel similar de prioridad y que no esté muy apartada de otras. INFOM, por su parte, presentó la Aldea Xenimajuyú, Chimaltenango, como otra alternativa, y luego de analizarla, se decidió incluirla en su lugar.

El contenido de la solicitud es el siguiente:

Cuadro 1-1: Contenido de la Solicitud

Ítem		Contenido
Adquisición de Equipos	a. Maquinaria de perforación, accesorios y herramientas	
	1) Máquina perforadora tipo "Top-head drive" montada sobre camión (grande)	1 conjunto
	2) Máquina perforadora tipo "Top-head drive" montada sobre camión (mediana)	1 conjunto
	b. Vehículos y camiones de apoyo	
	1) Camión de carga con grúa de 6t	1 unidad
	2) Camión de carga con grúa de 3 t	1 unidad
	3) Camión cisterna	1 unidad
	4) Camioneta con cabina simple	2 unidades
	5) Camioneta con cabina doble	2 unidades
	c. Equipo de prueba de bombeo	
	1) Bomba de motor sumergible grande	1 unidad
	2) Bomba de motor sumergible pequeño	1 unidad
	3) Generador	2 unidades
	d. Equipo de medición	
	1) Equipo de medición de nivel de agua	2 unidades
	2) Equipo de prospección geofísica	1 conjunto
	3) Registrador eléctrico de pozos	2 unidades
	4) Juego de prueba de análisis de agua	2 unidades
	e. Equipo de monitoreo	
	1) GPS	1 conjunto
	2) Walky talky con estación	1 conjunto
	3) Computadoras y software de database	1 conjunto
	f. Materiales para quince pozos modelos	
	1) Tubo de revestimiento, diámetro 8"	3,000m
	2) Tubo de revestimiento, diámetro 6"	3,000m
	3) Rejilla, diámetro 8"	300m
	4) Rejilla, diámetro 6"	300m
	g. Bombas sumergibles	
	1) Bombas sumergibles (grandes y pequeñas)	15 unidades
Construc-ción de sistemas	1) Construcción de pozo profundo, incluyendo instalaciones adicionares necesarias como equipos de bombeo, caseta de operación, instalación de tubería del pozo al reservorio y la construcción del reservorio	15 lugares
Transfere-ncia de tecnología		Perforación y estudio hidrogeológico

Cuadro 1-2: Lista de Comunidades Solicitadas como Objeto de Proyecto

No. de Solicitud original	No. Nuevo	Comunidad	Municipio	Departamento	Población (pers.)
1	C-1	PACORRAL	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	2,500
2	C-2	LA GIRALDA	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	950
3	Cancelada	~~CASERIO EL ROSARIO~~	~~Cienaga Grande~~	~~Chimaltenango~~	~~1,051~~
	C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	6,898
4	C-4	EL SITIO	Patzún	Chimaltenango	1,500
5	C-5	EL LLANO	Patzún	Chimaltenango	800
6	C-6	PANABAJAL	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	1,800
7	C-7	PAXOROTOT	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	1,500
8	H-1	CANSHAC	Huehuetenango	Huehuetenango	800
9	H-2	SECTOR SANTA AGAPE	Huehuetenango	Huehuetenango	900
10	H-4	TOJCHIQUEL	Santa Bárbara	Huehuetenango	540
11	H-3	LA CHACARITA	Chiantla	Huehuetenango	950
12	Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	San Carlos Sija	Quetzaltenango	2,912
13	S-1	LOS ENCUENTROS	Sololá	Sololá	1,250
14	T-1	NIMASAC	San Andrés Xecul	Totonicapán	4,286
15	T-2	NUEVA CANDELARIA	San Cristóbal	Totonicapán	2,421

Nota: En el presente informe se usarán en adelante los números nuevos como identificación. Las poblaciones son aquéllas que aparecían en la solicitud y difieren de las que obtuvieron en este estudio.

CAPÍTULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

2-1 Descripción del Proyecto

2-1-1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto

En Guatemala se considera la cobertura del sistema de agua potable como uno de los temas de mayor prioridad para mejorar las condiciones de vida del pueblo, y se elaboraron en 1981 el "Plan Decenal sobre el Abastecimiento de Agua Potable y Mejoramiento de Saneamiento" y en 1987, el "Plan Maestro para Ordenamiento Nacional de Acueducto y Alcantarillado". Y en el Programa de gobierno para el período 2000-2004 (Matriz Política Social)" de la Administración anterior de Alfonso Portillo, se daba mayor prioridad a la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado en áreas rurales, teniendo como objetivo elevar la cobertura del sistema de agua potable en esas áreas hasta el 60%.

El nuevo Gobierno de Oscar Berger, que inició su mandato en enero de 2004, da importancia al desarrollo mediante los municipios, dando énfasis en la descentralización y el agua y saneamiento como pilares de su política. Conforme a la política del actual Presidente de la República, en SEGEPLAN se está elaborando un borrador de "LINEAMIENTOS DE GOBIERNO Período 2004-2008", en los cuales se destacan frases como "Desarrollar un marco institucional para la conservación y uso racional del agua" y "Promover el uso sostenible, conservación y uso racional del agua".

Debido al período de transición a la nueva Administración, no se han marcado aún los objetivos cuantitativos de la cobertura del agua potable en las áreas rurales en concreto. La cobertura actual de la misma en las zonas rurales se sitúa en un 59,6%, pero en realidad no hay distribución suficiente de agua por la reducción del caudal de manantiales que suelen ser sus fuentes de agua, a pesar de que existan sistemas de agua, lo que arroja una estimación de la cobertura real de unos 40%. Para tener salida ante esta problemática, ha surgido la necesidad de buscar fuentes en aguas subterráneas, sin limitarse a manantiales. Por lo tanto, el INFOM/UNEPAR marca como meta superior la promoción del desarrollo de aguas subterráneas en áreas rurales del país, especialmente en zonas de mayor pobreza, mediante la explotación de nuevas fuentes para sistemas existentes, junto con la construcción de nuevos sistemas de agua proveniente de mantos acuíferos, a fin de mejora la cobertura de sistemas de agua potable. Ante esta meta superior, este Proyecto tendrá como objetivo la dotación al INFOM/UNEPAR de la capacidad del desarrollo de aguas subterráneas

2-1-2 Descripción del Proyecto

A efectos de dotar al INFOM/UNEPAR de la capacidad de desarrollo de aguas subterráneas, como objetivo del Proyecto, se ejecutarán, en el marco del Proyecto, la adquisición de equipos para la

perforación de pozos, construcción de instalaciones para el abastecimiento de aguas de pozos profundos y transferencia de tecnología.

Adquisición de Equipos

- Maquinaria para perforación, accesorios y herramientas
- Vehículos de apoyo a la perforación
- Equipo de prueba de bombeo
- Equipo de prospección geofísica y registrador eléctrico de pozos
- Equipo de medición
- Equipo de apoyo para la operación y mantenimiento

Construcción de Instalaciones

- Construcción de pozos profundos y sistemas de abastecimiento de agua en catorce comunidades.

Transferencia de Tecnología

- Capacitación del manejo de equipos mediante el entrenamiento inicial por proveedores del equipamiento
- Construcción de pozos profundos y sistemas de abastecimiento de agua en 14 comunidades para realizar la capacitación operando *in situ*
- Supervisión de la perforación de pozos en el marco de la asistencia técnica llamada "*Soft Component*"
- Estudio hidrogeológico en el marco de la asistencia técnica llamada "*Soft Component*"
- Apoyo para la operación y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento de agua en el marco de la asistencia técnica llamada "*Soft Component*"

Con la ejecución de estos componentes se espera dotar al INFOM/UNEPAR de la capacidad de desarrollo de aguas subterráneas, al igual que promover el desarrollo de aguas subterráneas por sus propias manos.

Cuadro 2-1: Diseño Matriz de Proyecto（PDM） 【Resumen del Estudio de Diseño Básico】

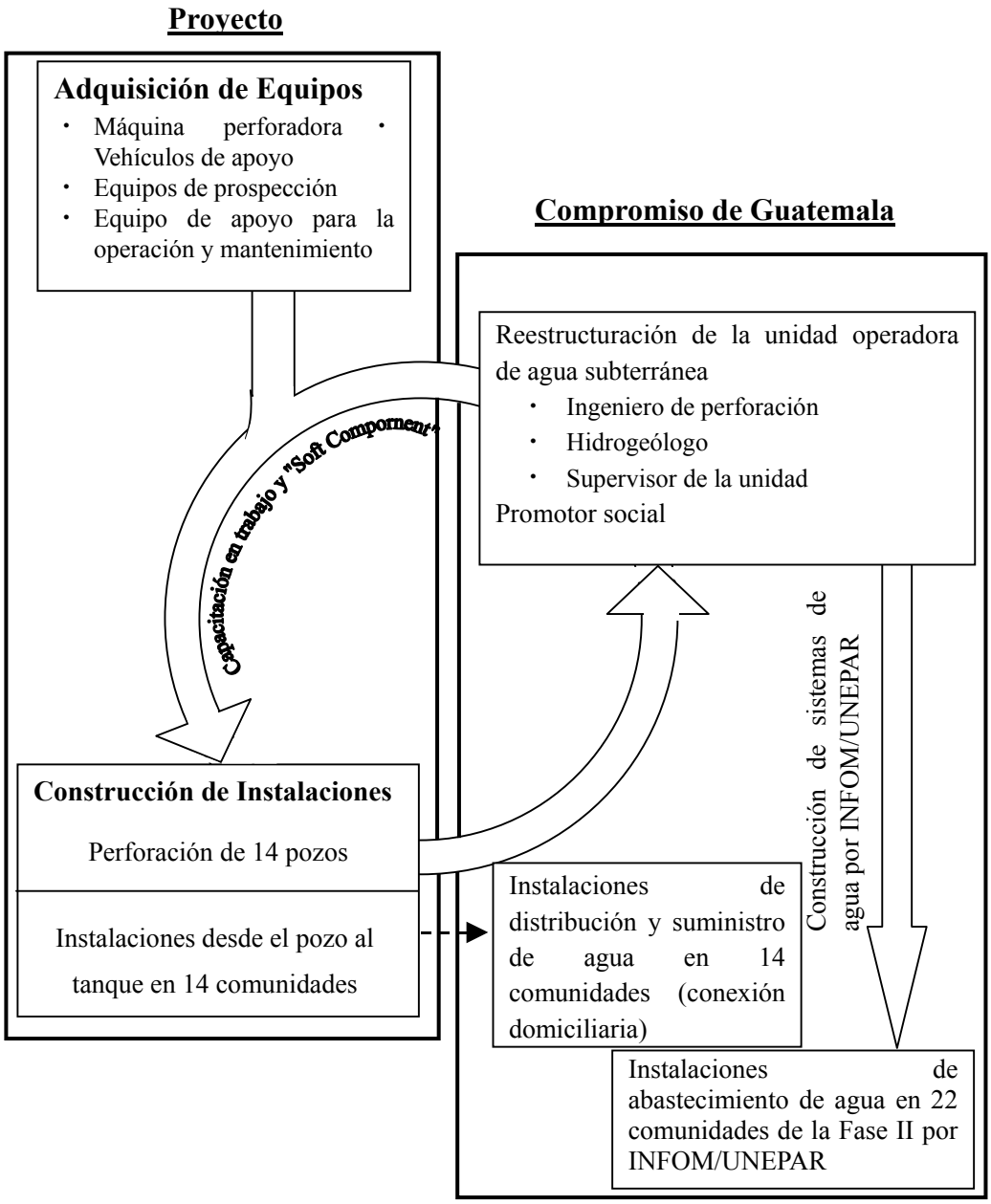
Nombre de Proyecto: Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales en Guatemala
Área objeto: Ciudad de Guatemala y 14 comunidades en 5 Departamentos en el interior del país

Grupo Meta：
【Beneficiarios directos】Personal de INFOM/UNEPAR（40 personas）y Comunidades donde se perforarán pozos（32.811habitantes）;
【Beneficiarios indirectos】Población en zonas rurales（6,5 millones de habitantes）

Duración: A partir de Febrero 2004
Ver. 0.3
Fecha de Elaboración: Junio de 2004

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Condición Externa
Meta Superior ☐ Se promueve el desarrollo de aguas subterráneas en zonas rurales en Guatemala	☐ Estar construidos cien sistemas de suministro de agua procedente de manto freático en cinco años de la entrega de los equipos.	☐ Datos estadísticos de UNEPAR	
Objetivo del Proyecto Que INFOM/UNEPAR tenga adquirida buena capacidad para desarrollar aguas subterráneas	☐ El mismo ente ejecutor perfora a un ritmo de 20 pozos al año	☐ Informe Final del Proyecto ☐ Informe de Monitoreo ☐ Informes relacionados a la transferencia de tecnología y Encuestas	☐ Que no haya cambio de estrategia sobre el desarrollo de aguas subterráneas en áreas rurales ☐ Que no se reduce la reserva de aguas subterráneas
Resultados 1. Disponen de equipos y materiales necesarios par perforación de pozos. 2. Los perforadores mejoran sus técnicas y saben perforar pozos. 3. Los ingenieros del desarrollo de aguas subterráneas mejoran sus técnicas y saben definir posible ubicación de pozo 4. Hay mejoría en la capacidad de supervisión de la perforación y se sabe ubicar eficientemente los equipos. 5. Se construyen sistemas de agua proveniente del subsuelo mediante la capacitación en trabajo. 6. Se mejora la capacidad de asistencia de los promotores sociales.	1 Adquieren dos juegos de equipos de perforación antes de enero de 2006 2-1 La transferencia de tecnología de perforación en trabajo termina antes de noviembre de 2007. 2-2 La perforación de los catorce pozos mediante la capacitación en trabajo termina antes de noviembre de 2007. 3-1 La transferencia de tecnología por "*Soft component*" termina antes de febrero de 2007. 3-2 La definición de posibles lugares de perforación para las 22 comunidades de la Fase II antes de febrero de 2007. 4 La transferencia de tecnología por "*Soft component*" termina antes de febrero de 2007 5 Los sistemas de las 14 comunidades terminan antes de febrero de 2007. 6-1 La transferencia de tecnología por "*Soft component*" termina antes de febrero de 2007 6-2 Aprenden el método de asistencia sobre operación y mantenimiento de los 14 sistemas antes de febrero de 2007	1 Informe Final de Proyecto 2 Informe mensual de proveedor 3 Informe de actividades 4 Informe de actividades 5 Informe Final de Proyecto 6 Registro de operación Informe de monitoreo	☐ Que los técnicos capacitados sigan trabajando en la institución ☐ Que el Gobierno mantenga debidamente el presupuesto al ente ejecutor
Actividades 1-1 Se Planifica la adquisición de materiales y equipos. 1-2 Se adquieren materiales y equipos necesarios. 2-1 Se elabora manual de perforación de pozos. 2-2 Se elabora el programa de capacitación en trabajo. 2-3 Se capacita a perforadores en el trabajo. 2-4 Se perforan pozos. 3-1 Se elabora el programa de capacitación del ingeniero sobre el estudio. 3-2 Se elaboran materiales de educación. 3-3 Se ejecuta entrenamiento *in situ*. 4-1 Se elabora el programa de capacitación del supervisor. 4-2 Se elaboran materiales didácticos. 4-3 Se ejecutan la capacitación y educación. 5-1 Se prepara el programa de diseño de ejecución. 5-2 Se construyen las instalaciones mediante la capacitación en trabajo 6-1 Se elabora el manual sobre la operación y mantenimiento 6-2 Se hace la capacitación de manejo en sistemas de agua construidos.	**Insumo** **【Parte Japonesa】** Personal： Miembros de Misión de Estudio de Diseño Básico, Miembros de Misión de Estudio de Diseño Detallado, Consultor residente de supervisión, Ingeniero responsable de "*Soft component*", Proveedor de equipos y Constructor de instalaciones Materiales y Equipos： Perforadora, accesorios, herramientas, compresor de alta presión, vehículos de apoyo, repuestos, equipos de prueba de bombeo, de medición, y de monitoreo, y equipos y materiales para asistencia de operación y mantenimiento. Obras： Sistemas de agua proveniente de aguas de subsuelo en 14 comunidades mediante la capacitación en trabajo. Transferencia de tecnología： Tecnología de perforación a través de la capacitación en la entrega de maquinaria y durante el trabajo. Supervisión de perforación, estudio hidrogeológico y técnica de operación y mantenimiento por "*Soft component*". Fondos： Fondos de la Cooperación Financiera No Reembolsable **【Parte Guatemalteca】** Personal： Ingenieros y técnicos contraparte; Equipo de perforación, Promotores sociales, Miembros de comités de agua en las comunidades. Materiales y Equipos： Materiales para las instalaciones de distribución y conexión domiciliaria Fondos： Asunción local（Manos de obra en construcción, prestadas por las comunidades inclusive）	**Precondiciones** ☐ Que no haya retraso serio en la importación y gestión aduanera.	

Figura2-1: Esquema del Proyecto



2-2 Diseño Básico del Proyecto

2-2-1 Lineamiento de Diseño

Si no han podido alcanzar el desarrollo de aguas subterráneas en áreas rurales en Guatemala, es porque el INFOM/UNEPAR tiene limitada su tecnología para la explotación de las aguas subterráneas, junto con la limitación para la contratación del sector privado, debido a que las empresas privadas no prefiero operar en zonas rurales por menor eficiencia, además sus costos son elevados. En este sentido, es importante promover el desarrollo de aguas subterráneas por el mismo INFOM/UNEPAR, a través de la dotación de la capacidad de explotación de esas fuentes. Por ende, en este Proyecto se ejecutarán la adquisición de equipos y la construcción de sistemas de abastecimiento de agua proveniente de pozos profundos, junto con el apoyo técnico, con miras a que el mismo INFOM/UNEPAR pueda ir desarrollando en el área de aguas subterráneas.

A tal efecto, se adquirirán equipos relacionados a la perforación de pozos como maquinaria de perforación, accesorios y herramientas; vehículos de apoyo a la perforación. En cuanto al modelo de maquina perforadora, se ha seleccionado una máquina rotativa, tipo "Top-head drive" montada sobre camión con accesorios y herramientas, modelo que tiene alta movilidad, mayor adaptabilidad a las posibles características geológicas de Guatemala y capacidad de perforación profunda, además de ser una tecnología fácil de transferir a los operadores, puesto que se espera seguir construyendo pozos en todo el territorio nacional de Guatemala, una vez terminado el Proyecto.

El mejoramiento de la capacidad de desarrollo de aguas subterráneas requiere también la transferencia de tecnología, a parte de la adquisición de equipos. Por consiguiente, mediante varias vías de capacitación como la que se ejecuta al comienzo de la operación y la que se hace en el mismo trabajo, junto con la asistencia técnica, llamada "*Soft Component*", se trabajará en el incremento de la capacidad en varios aspectos como manejo de maquinas perforadoras, metodología de perforación, supervisión de la construcción de pozos, estudio hidrogeológico para determinar la ubicación de pozos y operación/mantenimiento de sistemas de aguas provenientes de pozos mecánicos. Para conseguir transferencia de tecnología con mayor eficacia, habrá estrecha colaboración entre proveedores de equipos, constructores de pozos profundos e instalaciones y consultores. En la adquisición de equipos se incluirán aquéllos necesarios para la transferencia de tecnología.

2-2-1-1 Lineamiento Básico

Aunque no se ha definido un plan de largo plazo que incluya objetivos cuantitativos de la cobertura del agua, debido al período de transición a la nueva Administración, UNEPAR estima que habrá solicitudes de construcción de sistemas de agua con pozos por parte de unas quinientas comunidades en el futuro. Por el momento, la Unidad considera las catorce perforaciones a ejecutar en el Proyecto

como Fase I del plan de desarrollo de aguas subterráneas, y planea perforar pozos en 22 comunidades como Fase II (en 2007) y en 23 comunidades en la III (en 2008), tras el término del Proyecto.

El INFOM/UNEPAR está analizando el listado de solicitudes procedentes de las oficinas regionales e realzando reconocimiento de campo para la fase IV, y espera seguir la construcción de pozos a un ritmo superior a 20 pozos anuales, con los equipos de perforación de su propiedad. En este Proyecto se calcula que la perforación de un pozo requerirá un promedio de 22,3 días, por lo que en los 244 días laborales anuales podrían perforar 10,9 pozos al año. Como consecuencia, para satisfacer el objetivo arriba mencionado, será necesario adquirir dos unidades de maquinaria de perforación. En cuanto al número de unidades de vehículos de apoyo para transportar materiales, se ha solicitado sólo para cubrir la necesidad de una máquina perforadora, lo que dificultaría un eficiente aprovechamiento de los equipos adquiridos, impidiendo alcanzar el objetivo marcado. Por lo tanto, habrá agregación en su adquisición.

Cuadro 2-2: Plan de Perforación de Pozos de UNEPAR por Fases

	Departamento	No. de Proyectos
Fase II	Chimaltenango	5
	Guatemala	8
	Huehuetenango	2
	Retalhuleu	1
	San Marcos	3
	Santa Rosa	3
	Total	22
Fase III	Chiquimula	1
	Escuintla	1
	Jalapa	2
	Jutiapa	9
	Petén	9
	Zacapa	1
	Total	23

Referente a la tecnología de perforación, se varían modos de perforación o enfrentar a eventuales incidentes según características geológicas que se den. Por eso, en este Proyecto, en busca de una transferencia tecnológica más eficaz, se dará mayor énfasis en la capacitación en trabajo *in situ*, mediante la orientación de los ingenieros japoneses en las catorce perforaciones. Los sitios objeto del Proyecto se podrán clasificar en tres patrones según aspectos geológicos y métodos de perforación:

Cuadro 2-3: Métodos de Perforación según Categorías Geológicas

Categoría Geológica	Método de Perforación	No. de Perforación
Rocas volcánicas del Terciario	Rotativa neumática con broca tricónica	5
Materiales sedimentarios del Cuaternario・Rocas volcánicas del Terciario	Rotativa con lodos /neumático mediante broca tricónica	4
Materiales sedimentarios del Cuaternario・Rocas plutónicas	Rotativa con lodos mediante broca tricónica /martillo de fondo	5

En cuanto a la capacitación en trabajo, la primera perforación será llevada a cabo bajo la dirección de los ingenieros japoneses, mientras que en la segunda la iniciativa la tomarán los operadores de la UNEPAR, a fin de desarrollar transferencia tecnológica de modo eficiente. Por lo tanto, cada unidad operativa necesitará perforar dos pozos según suelos, y requerirá este tipo de capacitación en seis pozos en total. Como en este Proyecto se plantea trabajar con dos unidades operativas, habrá que perforar doce pozos entre los dos equipos. Para confirmar la transferencia eficiente de la tecnología mediante la perforación de seis pozos por cada unidad, finalmente cada equipo perforará un pozo, sumando así catorce el número de pozos perforados.

Las quince comunidades que habían solicitado esta cooperación tenían alta motivación para el suministro de agua, y además no tenían ningún sistema público de agua o no era suficiente su dotación aún cuando los tenían, confirmándose la necesidad de nuevas fuentes y construcción de nuevas instalaciones.

Sin embargo, se considera que el Proyecto no debe incluir un sitio con malas condiciones hidrogeológicas y topográficas（TOJCHIQUEL, Depto. HUEHUETENANGO）. Esta comunidad se ubica en una cresta de zonas montañosas precipitosas a una altitud de 2.400 a 2.600 m. sobre el nivel del mar; y hay 200m. de diferencia de altura entre el sitio posible de perforación que permita la entrada de una máquina perforadora y el posible lugar de construcción del tanque de distribución, y a esta diferencia se agrega el nivel del agua subterránea, se agrandará la diferencia de estos dos puntos hasta entre 300 y 400m. Por añadidura, esta zona es de formación de granito, sin contar con ningún caso de perforación de pozos en sus alrededores, lo que dificultaría incluso la estimación de la posibilidad de éxito de pozos. Aun cuando tengan éxito en la construcción de pozo, sus condiciones requerirán varias bombas para rebombeo, por lo que tendrán que enfrentar un mayor consumo eléctrico, igual que operación y mantenimiento muy complejos. Se evalúa que la manutención de un sistema como éste está por encima de la capacidad de una comunidad. En este sentido, para esta comunidad se realizará sólo la orientación sobre la localización de pozo, como parte de la asistencia técnica llamada "*Soft Component*", en el estudio hidrogeológico, a que se referirá posteriormente, y en cuanto a la consiguiente perforación y construcción de sistema de agua, serán de responsabilidad del INFOM/UNEPAR.

En las otras catorce comunidades se aprovecharán las instalaciones disponibles (reservorios) para incluir en el plan del Proyecto. Referente a la red de distribución que partirá del tanque, la construirá la parte guatemalteca, ya que la UNEPAR tiene construidos un promedio anual de 300 sistemas de agua grandes y pequeñas y adquiridos los materiales necesarios para la red, mientras que será de responsabilidad de la parte japonesa desde la perforación de pozos como fuente de agua hasta la construcción de reservorios.

Conforme a lo analizado anteriormente, el alcance de cooperación en este Proyecto se definirá a base de los aspectos siguientes:

1) En cuanto a la adquisición de la maquinaria de perforación, se trabajará en adquirir dos unidades del tipo rotativo, apto para la perforación de todo el territorio nacional. Como el número de los vehículos de apoyo en el listado de solicitud original no es suficiente para obtener un rendimiento satisfactorio, se adquirirán en cantidad apropiada.
2) En cuanto a las obras en las quince comunidades solicitadas, se trabajará en hacerlo en catorce con una excepción de una, que tiene dificultades hidrogeológica y topográfica. La construcción abarcará desde el pozo hasta el tanque, siendo de la responsabilidad de Guatemala el resto de las instalaciones a partir del reservorio.
3) Por lo que a la transferencia de tecnología sobre la perforación se refiere, se la hará mediante la capacitación en trabajo *in situ* cuando se esté perforando en el Proyecto.
4) Hay diversos componentes de cooperación de este Proyecto que el personal de contraparte no conoce o en que tiene poca experiencia tales como metodología de estudio hidrogeológico, manejo de ciertos equipos relacionados a sistemas de agua con pozos profundos (bomba, clorador, etc.) y administración de la perforación de pozos, por lo que se hará una asistencia técnica llamada "*Soft Component*".

Las responsabilidades de la parte japonesa y de la guatemalteca en el Proyecto son como sigue:

Responsabilidad de Japón	Responsabilidad de Guatemala
● Equipos necesarios para desarrollar fuentes (perforación de pozos) ● Construcción de instalaciones de fuentes (Pozos profundos) ● Ordenamiento de instalaciones de reservorio ● Tubería de impulsión desde el pozo hasta el reservorio	● Obtención y preparación de terrenos para las obras ● Dotación de líneas energéticas hasta las instalaciones que necesiten electricidad. ● Tubería de distribución desde el reservorio

2-2-1-2 Lineamiento sobre Condiciones Naturales

Las comunidades objeto de este Proyecto se ubican en el Altiplano Central con unas precipitaciones que oscilan entre 1.000 y 1.500 mm; y hay clara división entre la época lluviosa (de mayo a octubre) y la seca (de noviembre a abril). No obstante, a pesar de que un 85 o 95% de las lluvias se concentran en

la estación de lluvia, no son muchos los días en que haya una precipitación superior a 10 mm, por lo que es posible continuar el trabajo del Proyecto sin interrupción aún durante la época de lluvia. Con todo, sería prudente considerar una reducción de rendimiento de unos 30 % por las lluvias. A continuación, se muestra los promedios de días con precipitaciones superiores a 10 mm/día de los últimos catorce años.

Cuadro 2-4: Días por Meses con Precipitaciones Superiores a 10 mm/día

(Promedio del 1990 al 2003)

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dec.
Chimaltenango	2	3	1	3	4	5	3	3	6	1	0	0
Quetzaltenango	0	0	0	1	4	5	3	4	6	3	1	0
Huehuetenango	0	0	1	3	6	8	5	5	11	7	2	0

En cuanto a los accesos a las comunidades o sitios de construcción, suelen ser muy empinados sin pavimentación, por lo que debería tenerse mucho cuidado, especialmente durante la época de lluvia.

El Altiplano está situado en una franja volcánica con la alta incidencia sísmica, por ser una área donde se hace el encuentro diversas placas tectónicas como las Pacífica, Americana, Caribeña, de Cocos y de Nazca. En el pasado, los terremotos ocurridos en 1717 y 1773 dieron desastrosos daños a la entonces capital, Antigua, tuvieron que trasladar la capital del país a la actual ciudad de Guatemala. No fueron exentos de daños de terremotos otros municipios como Quetzaltenango en 1902 y la ciudad de Guatemala en 1918. Recientemente, en 1976, hubo un terremoto costándoles la vida a unos 30 mil personas. En este sentido, las estructuras se construirán en forma antisísmica.

2-2-1-3 Lineamiento sobre Condiciones Sociales

La mayoría de los habitantes de las comunidades objeto del Proyecto son indígenas que mantienen la tradición maya. Además, en las comunidades de zonas rurales las actividades agrícolas suelen estar programadas durante el año, lo que incide en el mismo ciclo de vida de los pobladores. Por esta razón, cuando se tiene que contratar a habitantes locales, es sumamente importante tener presentes diversos aspectos como su tradición, costumbre y eventos tradicional, y ciclo de trabajo, para que estén reflejados estos aspectos en las condiciones laborales. Especialmente, cuando los mismos habitantes de las comunidades tienen que aportar mano de obra para construir instalaciones de distribución de agua, bajo la dirección de INFOM/UNEPAR, en concordancia con las obras correspondientes a la parte japonesa, será importante coordinarlo con sus hábitos.

Han pasado cerca de diez años desde que se firmó el acuerdo de la paz con los guerrilleros, consecuentemente las zonas rurales están estables políticamente. No obstante, son frecuentes robos armados por la noche a lo largo de las carreteras principales, y es importante tomar medidas de

precaución como preparar itinerarios para evitar el desplazamiento nocturno, portar un teléfono móvil, o asegurar rutas de evacuación en casos de emergencia.

En cuanto a los diseños de las instalaciones, se tendrá muy en cuenta la sencillez de los mismos que facilite la operación y mantenimiento por parte de las comunidades, al mismo tiempo de la máxima contención de costos de operación como la energía eléctrica.

2-2-1-4 Lineamiento sobre Circunstancias de la Construcción y Adquisición

Referente a las normas de diseño antisísmico, se estableció en 1996 las "Normas Estructurales de Construcción Recomendadas para la República de Guatemala", que estipula criterios de diseño para la construcción resistente ante los sismos. Las obras que se construyen en el Proyecto satisfarán dichas normas.
Por lo que respecta a los sistemas de agua, se harán de acuerdo con la "Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales", revisado en 1997.

Los principales materiales de construcción a usar serán: materiales para la tubería, bombas sumergibles, varillas, cemento y áridos. Entre ellos, los que se fabrican en la República son cemento, materiales de tubería y áridos, y por otra parte, en cuanto al resto de materiales, es fácil obtenerlos mediante los agentes importadores locales que suelen tener existencias, por lo que se obtendrán los materiales de construcción necesarios, en principio, a través de los proveedores locales. Por lo que respecta a los equipos relacionados a la perforación entre los equipos a adquirir, se adquirirán en el Japón o un tercer país, ya que se trata de especificaciones técnicas muy especiales, que no se consigue directamente en Guatemala. Referente a otros vehículos y ciclomotores, su adquisición se hará localmente, puesto que hay agentes importadores locales y si se da importancia a los precios, período de entrega y servicios de posventa.

2-2-1-5 Lineamiento sobre la Subcontratación Local

En la República de Guatemala existen varios constructores y consultores especializados en la topografía y estudio de suelo, que tengan suficiente nivel técnico y económico como para trabajar de subcontratados para ejecutar obras de la envergadura de este Proyecto, respaldados por abundantes experiencias en su país. En el Proyecto, serán aprovechados los recursos humanos locales bajo la supervisión de obras por parte de los ingenieros japoneses. En cuanto a la perforación de pozos, sin embargo, la transferencia tecnológica con la maquinaria adquirida es uno de los objetivos principales de la cooperación, por lo que se ejecutará como parte del entrenamiento a los operadores de la UNEPAR dirigido por los ingenieros japoneses, sin recurrir a las empresas privadas locales.

2-2-1-6 Lineamiento sobre la Capacidad de Operación y Mantenimiento del Ente Ejecutor

Una vez terminados los sistemas de agua potable en el Proyecto, tanto la parte que construyan los japoneses como la que haga la parte guatemalteca, los administrarán sus correspondientes comités de agua de las comunidades. Hasta la fecha en el país se han construido numerosos sistemas de agua potable proveniente de manantiales, y las comunidades han sabido operar y mantener esos sistemas, aunque haya descontentos por falta de dotación de agua debido a la disminución del caudal o el aumento demográfico. Los conocimientos técnicos sobre la operación y mantenimiento de los sistemas de agua se han transmitido y compartido gracias a la asistencia técnica del INFOM/UNEPAR y entre las comunidades.

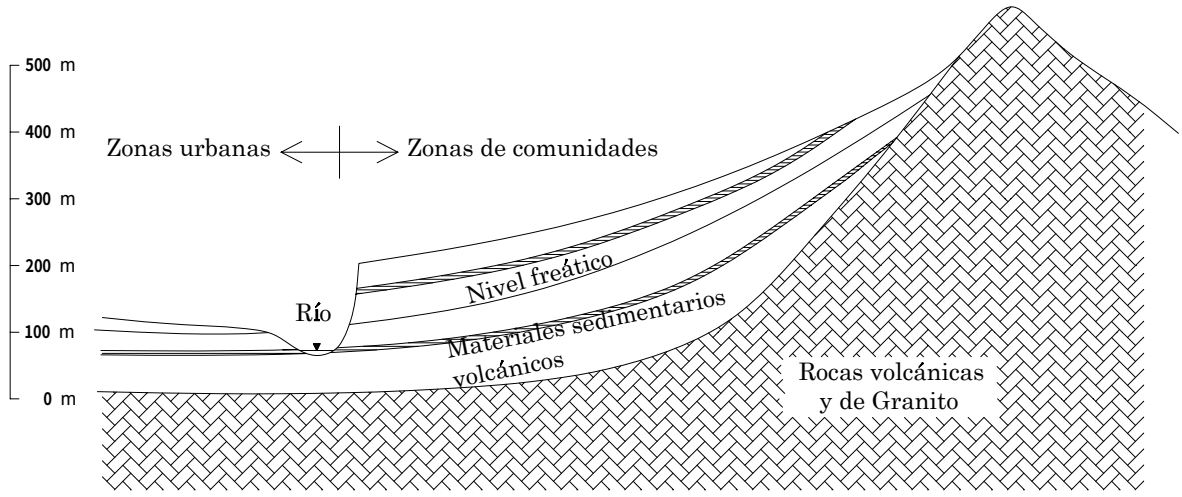
Los sistemas que se construirán en el Proyecto serán evidentemente más complejos de operar y mantener, además del incremento del costo de operación, ya que sus fuentes serán de pozos profundos y podrán tener equipos de rebombeo, a diferencia de los convencionales, que tienen fundamentalmente manantiales como fuentes. Por consiguiente, se buscará un manejo más simple de los sistemas, y al mismo tiempo los materiales de tubería tendrán especificaciones técnicas por las que las mismas comunidades no tengan dificultades a la hora de repararlos. Por otro lado, se hará transferencia técnica sobre el manejo básico de equipos de bombeo a los promotores sociales del INFOM/UNEPAR, para que, por su parte, puedan capacitar al personal de los comités de agua de las comunidades.

2-2-1-7 Lineamiento sobre la Definición de las Especificaciones de Instalaciones y Equipos

1) Equipos a Adquirir

Por lo general, las comunidades están ubicadas sobre unas terrazas superiores o laderas de montañas, a 30 o 100m más altas que el nivel donde se encuentran las zonas urbanas, lo que obliga perforar pozos unos 50 m más profundos que los que se hacen las zonas urbanas.

Figura 2-2: Sección Esquemática



Existe como datos más confiables sobre pozos en la zona del Proyecto el “Estudio sobre el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Altiplano Central”, ejecutado por JICA en 1995. según esta información, la profundidad media de perforación es de 190m, oscilando entre 150 y 250 m. Por otro lado, el estudio hidrogeológico que se ha hecho en las quince comunidades objeto del Proyecto, el promedio sería de 234m, oscilando entre 150 y 350 m. En este sentido, la perforadora debería tener la capacidad de perforación de 350m. Y como los diámetros acabados de pozo se situarán entre 152.4mm （diámetro nominal de 6”）y 203.2mm（diámetro nominal de 8”）, los diámetros finales de perforación deberían estar entre 269.9mm y 311.1mm. Por otro lado, la diversidad geológica que enfrentarán los perforadores, desde las rocas duras como las plutónicas, volcánicas y caliza, hasta las no consolidadas como materiales sedimentarios volcánicos y aluviales, requerirá una máquina capaz de perforar de distintas formas: sistema de circulación de lodo con broca tricónica y el neumático con martillo de fondo (DTH).

En cuanto a los vehículos, al considerar los accesos a las comunidades y dificultades de trabajo durante la época lluviosa, deberán ser de tracción total (o sea 4 x 4 o 6 x 6).

2) Construcción de Instalaciones

Referente a los reservorios, se considerará la necesidad de la resistencia antisísmica y se harán de concreto armado cuando sea del tipo apoyado, mientras que serán de acero con soporte de tubos cuando se trata de tanques elevados. En cuanto a la red de distribución de agua, los tramos que vayan enterrados serán de tubos de PVC, fáciles de mantener, mientras que se emplearán los tubos de acero en los tramos descubiertos o los que se encuentren en las casetas de operación, al igual que las partes que reciban alta presión de la tubería de impulsión.

Dentro del área de distribución de agua, las casas están tan dispersas que la instalación de llenacántaros no acortaría la distancia para obtener el agua y obligaría a los habitantes formar cola para ese fin, por lo que los últimos sistemas construidos tienen conexión domiciliaria para dar mayor facilidad a los habitantes. En su caso, normalmente se instala una llave fuera de cada vivienda, porque las casas suelen ser pequeñas sin espacio grande en su interior y necesitan desagües fáciles al considerar que actualmente no tienen alcantarillados.

Por su parte, el INFOM/UNEPAR promueve la instalación de micromedidores para el cobro de tarifas conforme al consumo, proviniendo que la gente derroche el agua. Este sistema de tarifas según consumo no sólo ha posibilitado el cobro de tarifas adecuadas al costo necesario, sino también ha contribuido a que la mayoría de los habitantes procuren ahorrar el agua para que su consumo no sobrepase la tarifa mínima en cada mes. En los sistemas que administra la UNEPAR, el volumen mínimo de consumo oscila entre 20 y 30m^3/mes; y si una familia media con seis miembros consume un volumen dentro de la dotación unitaria de agua, no sobrepasará la tarifa mínima. Por lo tanto, en realidad está aplicado un sistema de tarifa única. La UNEPAR piensa instalar una llave con micromedidor a cada hogar en este Proyecto.

Según el estudio sobre el consumo medio actual de agua en las comunidades objeto del Proyecto, se

está usando entre 42,11 a 49,89 litros/día per cápita; pero si se asegura un suministro estable mediante el Proyecto, el consumo podrá incrementar. En cuanto a la dotación unitaria de agua, se aplicará un volumen de 90 litros/día per cápita, tras mantener reunión con el ente ejecutor. Se trata del valor máximo, en caso de combinar llenacántaros y conexión domiciliaria, y del mínimo, en un sistema con conexión domiciliaria, pero instalando varias llaves en el interior de casas.

Nota: ***Criterios de Dotación Unitaria de Agua según "Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales" del INFOM/UNEPAR***

- Sistema con llenacántaros : de 30 a 60 litros
- Sistema combinado entre llenacántaros y conexión domiciliaria: de 60 a 90 litros
- Sistema con conexión domiciliaria (con una llave fuera de casa): de 60 a 120litros
- Sistema con conexión domiciliaria (con varias llaves dentro de casa): de 90 a 170 litros

2-2-1-8 Lineamiento sobre Metodología de Construcción y Adquisición y Período de Obra

El Proyecto está constituido por el componente de la adquisición del equipamiento y el otro de la construcción de obras. Como se hace la transferencia de tecnología sobre la perforación, manejando la perforadora adquirida en esta cooperación, la construcción de instalaciones incluyendo la de pozos, comenzará después de la adquisición de equipos. Por consiguiente, en la primera fase se adquirirán los equipos y en la segunda, la construcción de obras.

2-2-2 Plan Básico

El siguiente cuadro muestra los equipos solicitados y los estudiados para el Proyecto.

Cuadro2-5: Desglose de Equipos y Materiales

Item		Solicitado	Proyecto
Equipos a Adquirir	a. Perforadoras, accesorios y herramientas		
	1)Máquina tipo "Top-head drive" montada sobre camión（grande）	1 conjunto	2 conjuntos
	2)Máquina tipo "Top-head drive" montada sobre camión（mediana）	1 conjunto	-
	3)Compresor de alta presión, montado sobre camión	incluido en la perforadora	2 conjuntos
	b. Vehículos y camiones de apoyo		
	1)Camión de carga con grúa de 6 t.	1 unidad	-
	Camión de carga con grúa de 4 t.		2 unidades
	2)Camión de carga con grúa de 3 t.	1 unidad	-
	3)Camión cisterna para transportar agua de obra	1 unidad	2 unidades
	4)Camioneta con cabina simple	2 unidades	-
	5)Camioneta con cabina doble	2 unidades	4 unidades
	c. Equipos de prueba de bombeo		
	1)Electrobomba sumergible grande	1 unidad	1 unidad
	2)Electrobomba sumergible pequeño	1 unidad	1 unidad
	3)Grupo Generador	2 unidades	1 unidad
	d. Equipos de medición		
	1)Medidor de nivel de agua	2 unidades	2 unidades
	2)Equipo de prospección geofísica	1 unidad	1 unidad
	3)Registrador eléctrico de pozos	2 unidades	2 unidades
	4)Juego para análisis de agua	2 unidades	2 unidades
	e. Equipo de monitoreo		
	1)GPS	1 juego	2 juegos
	2)Walky talky con estación	1 juego	-
	3)Computadoras y software de base de datos	1 juego	1 juego
	f. Materiales para 15 pozos modelos		
	1)Tubo de revestimiento, diámetro 8"	3.000m	Incluidos en la construcción de obras (14 comunidades)
	2)Tubo de revestimiento, diámetro 6"	3.000m	
	3)Rejilla, diámetro 8"	300m	
	4)Rejilla, diámetro 6"	300m	
	g.Bombas sumergibles		
	1)Bombas sumergibles, grandes y pequeñas	15 unidades	Incluidas en la construcción de obras (14 comunidades)
	h. Equipos para apoyar la operación y mantenimiento		
	1)Computadoras y software de base de datos	-	3 juegos
	2)Motocicleta	-	3 unidades
Obras	1)Pozo profundo y su correspondiente equipo de bombeo, caseta de operación, tubería de impulsión de pozo a tanque, y tanque	15 sitios	14 sitios
Transferencia de tecnología	Perforación, Estudio hidrogeológico y Asistencia para apoyar la operación y mantenimiento de sistemas de agua	1 conjunto	1 conjunto

2-2-2-1 Plan de Equipos

(1) Cantidad Planificada

a. Perforadora y Equipos Relacionados

UNEPAR considera los catorce pozos a perforar en el Proyecto como fase I dentro del Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas, mientras planea perforar en 22 comunidades para la fase II en 2007 y 23, para la III en 2008.

El INFOM/UNEPAR está analizando el listado de solicitudes procedentes de las oficinas regionales e realzando reconocimiento de campo para la fase IV, y por lo menos ya tiene identificadas doce comunidades. La Unidad espera seguir la construcción de pozos a un ritmo superior a 20 pozos anuales, con la maquinaria de perforación adquirida en este Proyecto. Para satisfacer este plan, se prevé la adquisición de dos unidades de la máquina perforadora.

Las máquinas solicitadas, de tipo "Top-head drive" montada sobre camión, seguirán trabajando para construir pozos en todo el territorio nacional después del Proyecto. Por lo tanto deberán ser universales ante diversas características de los suelos del país.

Como será de esperar la falta de experiencia aún cuando se termine la transferencia de tecnología a lo largo del Proyecto, se adquirirán suficientes piezas que se gastan como brocas para cubrir la necesidad para los 22 pozos que el ente ejecutor tiene previsto perforar a solas en la fase II.

b. Vehículos y Camiones de Apoyo

Se adquirirá un número mínimo de vehículos de transporte humano y de materiales para que facilite de modo eficiente el trabajo con las perforadoras, conforme a las medidas y pesos de posibles cargas y herramientas a montar.

c. Equipos de prueba de bombeo

Se adquirirá una cantidad de los mismos, de acuerdo con el número de perforadoras, a fin de evaluar la capacidad de cada pozo al término de su perforación.

d. Equipos de medición

Se adquirirán un equipo de prospección geofísica, necesario para el estudio hidrogeológico previo a la perforación, y como equipos que acompañarán al trabajo de perforación, dos unidades respectivas de: medidor de nivel de agua, registrador eléctrico de pozos y juego de prueba de análisis de agua.

e. Equipos de monitoreo

Se adquirirán dos equipos de GPS para identificar la ubicación de pozos sobre el mapa y un juego de computadora para administrar los datos del estudio hidrogeológico previo a la perforación y de los pozos perforados.

f.g. Materiales para quince pozos modelo y Bombas sumergibles

No se incluirán en el componente de Equipos a Adquirir y serán tratados como parte del componente de Construcción, ya que son materiales que acompañarán a las obras.

h. Equipos para apoyar la operación y mantenimiento

Se adquirirán una motocicleta para cada oficina regional (Región Central, Región Huehuetenango, y Región Quetzaltenango) de INFOM/UNEPAR, que administrarán las catorce comunidades objeto del Proyecto, para tener mayor facilidad de asistencia a la operación y mantenimiento de los sistemas de agua en las comunidades (tres unidades en total).

Se adquirirán una computadora para cada oficina regional (anteriormente descritas) de INFOM/UNEPAR, concretamente para la unidad social, con el fin de tener base de datos (tres unidades en total).

(2) Especificaciones de los Equipos a Adquirir

Referente a la definición de las especificaciones de los equipos que se adquirirán, tras el análisis de la solicitud, conforme al estudio de campo para el diseño básico y su posterior análisis en el Japón, se ha establecido un principio de que se limitará a aquellos equipos necesarios para que las unidades operativas de la UNEPAR puedan ejecutar el desarrollo de aguas subterráneas por su cuenta. No obstante, al ver que una vez terminado el Proyecto, el ente ejecutor seguirá aprovechando los equipos adquiridos para la explotación de aguas subterráneas en otros lugares del país, la capacidad básica y durabilidad de los equipos deberán satisfacer las condiciones de desarrollo a nivel nacional. El siguiente cuadro muestra la descripción de los equipos, y a continuación vendrán los detalles de la razón de selección.

Cuadro2-6: Descripción de Materiales y Equipos a Adquirir

Materiales y Equipos	Descripción	Razón de Selección
Perforadora montada sobre camión	Modelo: Compatible entre DTH y lodo Capacidad básica: 350m Diámetro:311mm Camión：Tracción 6 x 6	La geología se varía desde materiales sedimentarios aluviales; productos eruptivos y rocas volcánicas del Terciario y del Cuaternario; hasta rocas plutónicas y caliza, por lo que necesitará sistemas con lodos, neumático y con martillo (DTH). Como se perforará hasta 350m, como máximo, necesitará esa capacidad. Se calcula 12-1/4"(311mm) como diámetro final de perforación.
Compresor montado sobre camión	Suministro de aire: 25m^3/min Presión de aire: 2,4Mpa Aprox. 230kw Camión: Tracción 4 x 4	Debe tener capacidad para cubrir la necesidad de dicha perforadora cuando perfora de forma neumática o con martillo (DTH), además para desarrollo de pozos.
Equipo de prueba de bombeo	Bomba de motor sumergible:450 l./min×200mH 900 l./min×150mH Grupo Generador: 80KVA	Se usa para identificar la capacidad del pozo (caudal de bombeo y abatimiento) y deberán ser conforme al caudal de bombeo y nivel de bombeo estimados.
Vehículos para transportar materiales de obras	Tracción 6 x 6, con grúa de 4t. Carga: aprox. 8.000kg, Aprox. 260PS	Vehículo capaz de cargar y descargar cargas como accesorios estandarizados y tubos de revestimiento.
Camión cisterna	Tracción 4 x 4, tanque de 6.000 l., con bomba, Motor de camión; Aprox. 200PS	Con capacidad de garantizar 5.000 o 6.000 l./día para la obra y agua para el uso sanitario de los operadores.
Vehículo para transporte de personal	Pick-up con tracción 4 x 4, cabina doble, 61kw	Para trasladar el personal de campo, con posibilidad de cargar materiales para la obra.
Vehículo para supervisión de obra	Pick-up con tracción 4 x 4, cabina doble, 61kw	Para trasladar el personal para perforación, prueba de bombeo y supervisión de obra, además de transportar materiales y equipos para la prueba.
Vehículo para estudio de fuentes y transporte de equipos de medición	Pick-up con tracción 4 x 4, cabina doble, 61kw	Para trasladar el personal de estudio hidrogeológico con los equipos necesarios.
Registrador eléctrico de pozos	Profundidad a medir: 350m Medición de resistividad, potencial espontáneo y Rayos gamma	Con capacidad de responder a la profundidad máxima estimada de 350m para elaborar el programa de revestimiento.
Equipo de prospección geofísica	Profundidad a medir: 350m, Potencia máxima: 1A,Voltaje máximo 400V, computadora y software para analizar datos	Se trata de un equipo para exploración hidrogeológica. Necesita la capacidad de responder a la profundidad de perforación de 350m para estimar la estructura de suelo midiendo la resistividad del subsuelo.
Equipo de monitoreo	GPS portátil, Computadora y programa de base de datos	Para identificar la ubicación de pozos y administrar en forma unificada la información de pozos
Equipo para mantenimiento	Computadora y programa de base de datos Motocicleta de 125cc, tipo off'-road	Para administrar en forma unificada la información de comunidades. Para facilitar visitas periódicas que hacen los promotores sociales.
Materiales de consumo en perforación	Brocas tricónicas y piezas de martillo para 22 pozos	Para que no falten piezas de consumo cuando el ente ejecutor comience a operar la maquinaria adquirida a solas haciendo 22 pozos, una vez terminado el Proyecto.

1.Selección de Perforadora y Compresor

El tamaño de la perforadora se determina según el peso de carga cuando se perfora, mientras la longitud del mástil depende de la longitud de la barra de perforación; y la bomba de lodo se rige por la velocidad del lodo, y el compresor, por la velocidad de aire ascendiente y la profundidad de perforación.

1）Análisis desde el peso de carga

En caso de perforar como máximo hasta la profundidad de 350m con un diámetro de barrenado de 12-1/4", la masa total de las herramientas que se cuelgan de la perforadora ascenderá a unos 13,75t. (Véase el cuadro siguiente), en el momento de alcanzar la profundidad máxima. Para el cálculo, hay

que considerar el movimiento vertical que se hace durante la operación, además de la fuerza marginal que debe tener para subirlas aún cuando se derrumben paredes interiores del pozo, atrapando brocas u otras piezas con tierras desprendidas. Esto hace incrementar un 20% más para calcular la capacidad de extracción, sumando un total de 16,5t.

Cuadro 2-7: Peso de las herramientas que se cuelgan

Herramienta	Specificación	Ctd.	Unidad	Masa Unitaria (kg)	Masa Total (kg)
Cabezal de barreno y adaptadores de broca		1	Juego	Aprox. 500	Aprox. 500
Tubo de perforación	O.D.4-3/4", 6m/tubo	56	Unidad	158,4	8.870
Collar	8" 6m/tubo	3	Unidad	1.348,2	4.044
Cuerpo de martillo (DTH)	Para entre 6" y 10"	1	Unidad	341	341
Total					Aprox.13,755

2） Análisis desde la longitud de tubo de barreno y de mástil

Por la siguiente razón, la perforadora a adquirir en el Proyecto tendrá un mástil compatible con un tubo de perforación de 6.

- Rendimiento en el empalme de tubos de perforación

  Los tubos de perforación suelen ser de 3 o 6m. Su medida no incide en la calidad del pozo perforado. Y sin embargo, el uso de los de 3m significa doblar las veces de empalmar tubos, comparado cuando se emplean los de 6m, y necesita más tiempo en la construcción de un pozo, a medida que es mayor la profundidad.

3） Análisis de bomba de lodo

Por lo general, el lodo que sube a lo largo del pozo debe tener una velocidad (vm) entre 0.25 y 0.40m/sec, por lo que la cantidad de lodo (Qm) que pasa en el espacio que hay entre el interior del diámetro perforado de 12-1/4[311mm] (D1) y los tubos de barreno de 4-3/4[120mm] (D2) se calcula con la siguiente fórmula:

$Q_m = A \cdot v_m$

donde;

A = (Superficie seccional perforada) – (Superficie seccional exterior de vara)

$= \pi \cdot (D1^2 - D2^2)/4 = \pi \cdot (0{,}31^2 - 0{,}12^2)/4 = 0.064\ m^2$

Si se establece a 0,25m/s la velocidad de subida (vm);

$Q_m = 0{,}25 \times 0{,}064 = 0{,}016\ m^3/s = 960$ lit/min

Por consiguiente, la bomba de lodo debe tener una capacidad de impulsión superior a 960 lit/min.

4） Análisis de compresor

Se analiza la capacidad de compresor, estableciendo a 12-1/4” el diámetro final de perforación con una

profundidad máxima de 350m de perforación.

- Velocidad de circulación de aire

  Cuando llega a cierta profundidad, el légamo no se puede expulsar eficazmente con solo aire, y por lo tanto, se emplea la metodología de barrenado con espuma inyectando un espumante. Se considera necesaria una velocidad ascendente entre 0,25 y 5,0m/s, en caso de la perforación con espuma.

- Volumen de aire consumido

  En caso de perforar con martillo DTH para un diámetro de barrenado de 12-1/4"[311mm] (D1) y tubos de barreno de diámetro exterior de 4-3/4"[120mm] (D2), la velocidad de aire en circulación (BV) se calcula en la siguiente fórmula, teniendo el volumen de aire consumido como Qc:

  $BV=Qc／A$

  donde;

  A = (Superficie seccional perforada) – (Superficie seccional exterior de vara)

  $= \pi \cdot (D1^2 - D2^2)/4 = \pi \cdot (0{,}31^2 - 0{,}12^2)/4 = 0{,}064\ m^2$

  Si se establece a 5,0m/s la velocidad de aire, el aire consumido (Qc) será:

  $Q_c = 5{,}0 \times 0{,}064 = 0{,}32\ m^3/s = 19{,}2\ m^3/min.$

  Por otra parte, el aire que exige el movimiento de la broca de martillo para el diámetro de barrenado arriba mencionado superará los 22 m^3/min. Por consiguiente, el volumen de aire será determinado por el movimiento de broca, requiriendo así más de 22 m^3/min.

- Presión de agua (Presión de aire comprimido)

  Se sabe que se crea una presión de unos 0,01MPa por metro de profundidad de agua sobre el fondo de pozo, cuando hay afluencia de aguas subterráneas en un pozo. La máxima profundidad de agua que se estima es de 200m, y la presión (Pw) que necesita para descargar la totalidad de esta agua mediante el aire comprimido será:

  $Pw = 0{,}01MPa/m \times 200m = 2MPa$

2.Análisis de vehículos

1） Vehículos de transporte de cargas para pozos

Estos vehículos transportarán materiales como accesorios estándares y herramientas, rejillas y tubos de revestimiento, o también utensilios de subsistencia de los operadores. Como los accesorios estándares y herramientas que se transportarán entre los lugares de obra pesarán aproximadamente 15,4t en total, un vehículo necesitará una capacidad de carga de 8,0t y hacer dos viajes.

Cuadro 2-8: Peso de Accesorios Estándares y Herramientas

Equipo o Herramienta		Ctd.	Unid.	Masa Unit. (kg)	Masa Total (kg)	Observación
Tubo de perforación	O.D.4-3/4", 6m/tubo	56+3	Unid.	158,4	9.345	3 extras
Collar	Para 8-1/2", 6m/tubo	3	Unid.	1.348,2	4.044	
Cuerpo de martillo (DTH)	Para 6" y 10"	1	Unid.	341	341	
Brocas	Broca tricónica	6	Unid.	Aprox.120	Aprox.720	
Unidad de soldadura con motor		1	Unid.	Aprox.200	Aprox.200	
Otros accesorios		1	Juego	Aprox.500	Aprox.500	
Herramientas generales		1	Juego	Aprox.300	Aprox.300	
Utensilios de subsistencia	Tienda de campaña, camilla, etc.	1	Juego	Aprox.50	Aprox.50	
TOTAL					Aprox.15.500	Dos viajes

Se requerirá hacer dos viajes para trasladar tubos de revestimiento y rejilla de 8” desde la base de operación antes del término de perforación, y un viaje, en caso de ser de 6”.

Cuadro2-9: Peso de Tubo de Revestimiento

Item		Ctd.	Unid.	Masa Unit. (kg)	Masa Total (kg)	Observación
Tubo de Revestimiento	Diámetro interior 203,2mm 6m/tubo	59	Unidad	252,6	14.903	
TOTAL					14.903	Dos viajes
Tubo de Revestimiento	Diámetro interior 152,4mm 6m/tubo	59	5unidades	118,8	7.009	
TOTAL					7.009	Un viaje

Aparte de esto, habrá que hacer otro viaje para transportar equipos de prueba de bombeo.

Cuadro2-10: Peso de Equipos de Prueba de Bombeo

Item		Ctd.	Unid.	Masa Unit. (kg)	Masa Total (kg)	Observación
Bomba sumergible		1	Unidad	Aprox.200	Aprox.200	
Generador		1	Unidad	Aprox.1.700	Aprox.1.700	
Otros accesorios	Tubo de bombeo Diámetro interior 101.6mm 6m/tubo Panel de control, Tanque con escala Válvulas, etc.	35	Unidad	Aprox.132	Aprox.4.620 Aprox.500	
TOTAL					Aprox.7.020	

Además, los tubos de barreno, revestimientos y rejillas medirán 6m, lo que exigirá que la plataforma de carga tenga una longitud, por lo menos, de 5,5m. Como es de esperar que los camiones tengan que recorrer una larga distancia sobre caminos de malas condiciones, estos vehículos deberán ser de

tracción total.

2) Camión cisterna

Se usará para transportar el agua para la perforación con lodo o para la inyección en la perforación con aire comprimido, y también servirá para cubrir necesidad de agua para la subsistencia de los operadores en campo. Como es de esperar que los camiones tengan que recorrer una larga distancia sobre caminos de malas condiciones, estos vehículos deberán ser de tracción total.

Para calcular la capacidad de cisterna, si se supone perforar con lodo a un diámetro de 12-1/4" y una profundidad máxima de 20m/día, el volumen de lodo en el pozo perforado (Vm) será:

V_m=(Superficie seccional perforada)－(Superficie seccional exterior de vara)}×（profundidad de perforación）

$= \pi \cdot (D1^2 - D2^2)/4 \times 20 = \pi \cdot (0{,}32^2 - 0{,}12^2)/4 \times 20 = 1{,}4 m^3$

Y para mantener el lodo en circulación, tendrá que haber, como mínimo, 1.4 m^3 de lechada, mismo volumen que el arriba mencionado en el hoyo preparado en suelo. A éste se agregarán otros 1,4 m^3 más, por lo menos, como pérdida que se producirá a lo largo de la circulación sobre el suelo y dentro del pozo. Como suma de todos estos, se necesitará un total de 4,2m^3 de lechada, y cada vez que se prepara el lodo, se requerirá un volumen aproximado de 5m^3de agua. Y después, se irá necesitando un volumen de 2,8m^3 cada jornada de barrenado. En caso de perforar con aire comprimido, se va a necesitar el agua para diluir el espumante e inyectar la mezcla; y si se plantea perforar a un diámetro de 12-1/4" y una profundidad máxima de 12m/día:

Espumante necesario: 2,61kg/m

Tasa de dilución: 0,5%

Y portanto, quedará :

Q = 2,61 x 12÷0,5% = 6.264 = 6,2 m^3

Por ende, la cisterna necesitará tener una capacidad de 6 m^3 .

3.Análisis de Otros Equipos

1） Registrador eléctrico de pozos

A fin de determinar la ubicación apropiada de rejilla, se medirán la resistividad, potencial espontáneo y radiactividad natural (Rayos gamma) con el registrador, en busca de la posición de la capa freática. La profundidad de medición será de 350m.

2） Equipos de prueba de bombeo

Se realizará la prueba de bombeo para identificar la capacidad de pozo, después de colocar el tubo de

revestimiento y rejilla. Según los datos de pozos existentes, los volúmenes de bombeo oscilan ampliamente entre 100 y 1.000 l./min. Por lo tanto, será oportuno adquirir dos tipos de bombas: uno de 450 l./min. y otro de 900 l./min. con un nivel de bombeo de 200 y 150 m. respectivamente. Para cubrir la necesidad energética de estas bombas, se requerirá un generador de 80KVA, aproximadamente. Al generador se agregarán materiales como: panel de fuente para la bomba, tubo de bombeo, cables, válvulas y caja de aforo triangular.

3） Equipos para sondeo

Se va a adquirir un equipo de prospección geofísica para estudiar sobre el posible lugar de perforación. El mecanismo consiste en estimar la existencia de agua midiendo la resistividad del suelo haciendo correr la corriente eléctrica, aprovechando la característica del agua en el subsuelo con menor resistencia. La profundidad de medición será de 350m. A este equipo acompañarán materiales como cables y varillas.

2-2-2-2 Plan de Obras

Las obras desde la perforación de pozo hasta la construcción de tanque de agua serán ejecutadas por la parte japonesa, mientras que la red de distribución que saldrá del tanque será de la responsabilidad de la parte guatemalteca.

El plan básico de obras se regirá con los siguientes criterios, conforme a la "Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales" del INFOM/UNEPAR:

Cuadro 2-11: Criterios de Diseño del Proyecto

Item	Criterio de INFOM/UNEPAR	Criterio del Proyecto	Observaciones
Sistema de abastecimiento	Llenacántaros y conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria（por Guatemala）	
Año meta de plan （Obras）	20 años después del término de obra	20 años después del término de obra	La parte correspondiente a Guatemala será de 20 años
Año meta de plan （Motores, etc.）	Entre 5 y 10 años después del término de obra	10 años después del término de obra	
Modo de estimación demográfica	Se aplica la tasa de un 3% de crecimiento para todos los proyectos	Se aplicarán tasas de entre 2 y 4 %.	Se aplicará la población estimada por INE
Dotación unitaria de agua	60 a 120 l./ persona/día	90 l./persona/día	
Tasas de eficacia y carga	No se consideran	No se consideran	
Capacidad de tanque	Entre 40 y 65% del promedio de suministro diario	Un 50% del promedio de suministro diario	
Máximo suministro diario de agua	(promedio de suministro diario) x 1,3	(promedio de suministro diario) x 1,3	

(1) Sistema de abastecimiento de agua

La parte guatemalteca asumirá la obra a partir del reservorio. Hoy en día el sistema normal en Guatemala, aun siendo zonas rurales, es de conexión domiciliaria con una llave fuera de casa.

(2) Año meta de plan

En cuanto a las obras como tanques, será de 20 años después de terminar su construcción, y se emplea el volumen medio de suministro diario en lugar del suministro máximo diario para calcular la capacidad de reservorio. Por consiguiente, si se aplicara el suministro máximo diario, la capacidad calculada correspondería prácticamente a la de 10 años.

(3) Población planificada

Antes de calcular la población planificada, es necesario identificar la actual; y sin embargo, la última información sobre la estadística demográfica al nivel de comunidades ha sido del censo de 1994 y algunas comunidades no existían en el momento de la encuesta o no correspondían al área de abastecimiento de agua sobre la que se está trabajando en el Proyecto. A base del censo de 1994, se ha estimado el número de viviendas y analizado la población, junto con los resultados de la encuesta que se ejecutó esta vez a las comunidades y las fotos aéreas disponibles, que se sacaron mediante la cooperación de JICA entre 1989 y 1990, para determinar la población actual como muestra el Cuadro 2-11.

Referente a la tasa de crecimiento demográfico que se necesita para estimar la población del año meta, se ha aplicado a todas las comunidades aquel valor que se usa al nivel municipal en el libro "Proyecciones de Población a nivel Departamental y Municipal por Año Calendario Período 2000-2005", publicado por el INE. La información sobre el censo poblacional que se hizo en 2002 se ha hecho pública, por lo menos, hasta el nivel de municipios. Si se calcula la tasa de crecimiento entre 1994 y 2002 a ese nivel en cada municipio y se comparan con los valores que se aplican en el Proyecto, la diferencia de sendos valores pueden verse en el siguiente cuadro. Como consecuencia, los valores aplicados en el Proyecto no superan a las tasas reales hasta el año 2002, prácticamente en todos los municipios, por lo que se considera no excesivos los valores empleados en el Proyecto.

Cuadro 2-12: Cuadro de Estudio sobre Incremento Demográfico

Municipio	1994	2002	Tasa de incremento demográfico	Valor aplicado en el Proyecto
Tecpán Guatemala	41.152	59.859	5,7%	2%
Patzún	32.563	42.326	3,7%	2%
Huehuetenango	60.818	81.294	4,2%	4%
Chiantla	53.015	74.978	5,2%	3%
San Carlos Sija	23.142	28.389	2,8%	2%
Sololá	37.127	63.973	9,0%	2%
San Andrés Xecul	16.527	22.362	4,4%	3%
San Cristóbal	28.120	30.608	1,1%	3%

Cuadro 2-13: Población Planificada

No.	Comunidad	Población (2004)	Población (2026)	Tasa de incremento demográfico
C-1	PACORRAL	1.351	2.089	2%
C-2	LA GIRALDA	950	1.469	2%
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	1.604	2.480	2%
C-4	EL SITIO	2.399	3.709	2%
C-5	EL LLANO	514	795	2%
C-6	PANABAJAL	1.800	2.783	2%
C-7	PAXOROTOT	1.247	1.928	2%
H-1	CANSHAC	800	1.896	4%
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	900	2.133	4%
H-3	LA CHACARITA	950	1820	3%
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	8.035	12.422	2%
S-1	LOS ENCUENTROS	1.921	2.970	2%
T-1	NIMASAC	5.340	10.232	3%
T-2	NUEVA CANDELARIA	5.000	9.581	3%

(4) Dotación unitaria de agua

Se empleará un valor de 90 l./persona/día, conforme a la razón que se mencionó en el inciso 2-1-7 Lineamiento sobre la Definición de las Especificaciones de Instalaciones y Equipos

a. Instalaciones de toma de agua

・Fuentes de agua

Las fuentes de abastecimiento de agua serán pozos mecánicos, los cuales serán perforados por los técnicos del ente ejecutor de Guatemala, bajo la supervisión de obra del contratista japonés. Por lo que al índice de éxito de pozos se refiere, se estima un 90%, partiendo como base de los resultados de las exploraciones que se hicieron en el marco del “Estudio sobre el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Altiplano Central”, por parte de JICA en 1995. Cuando un pozo perforado produzca un caudal de bombeo que satisfaga el volumen necesario para el año 2007 cuando se terminarán las obras, pasará a ser el de producción; pero si no llega a cubrir la necesidad, se decidirá si va a ser aprovechado como pozo de producción, mediante la consulta con el ente ejecutor. El volumen de agua que falte para el año meta, se ha quedado en que el ente ejecutor hará otro pozo adicional. A continuación, aparecerá un listado que muestra los criterios de éxito y el acabado de pozo de cada una de las comunidades.

Cuadro 2-14: Especificaciones para Perforación de Pozos

Comunidad	Ctd.	Caudal de bombeo necesario (m^3/día)	Entubado temporal (m)	Profundidad de pozo planificada (m)	Diámetro acabado planificado (mm)	Revesti-miento (m)	Rejilla (m)	Gravas de relleno (m)
PACORRAL	1	129	22,0	200	150	128	72	144
LA GIRALDA	1	91	11,0	250	150	160	90	184
ALDEA XENIMAJUYÚ	1	153	11,0	250	150	160	90	184
EL SITIO	1	229	22,0	300	150	192	108	224
EL LLANO	1	49	16,5	300	150	192	108	224
PANABAJAL	1	172	22,0	200	150	128	72	144
PAXOROTOT	1	119	11,0	250	150	160	90	184
CANSHAC	1	81	16,5	150	150	96	54	104
SECTOR SANTA AGAPE	1	91	22,0	150	150	96	54	104
LA CHACARITA	1	93	22,0	200	150	128	72	144
SAN JOSE CHICALQUIX	1	767	16,5	200	200	128	72	144
LOS ENCUENTROS	1	184	22,0	300	150	192	108	224
NIMASAC	1	525	22,0	300	200	192	108	224
NUEVA CANDELARIA	1	492	22,0	120	200	75	45	80

・Bomba para toma de agua

Se instalará una bomba de motor sumergible como equipo de bombeo y se tomará la energía de la línea comercial. La bomba para toma de agua impulsará el agua hasta el reservorio ubicado a una elevación. En cuanto a la acometida de la línea trifásica hasta las fuentes de agua, será de la responsabilidad de la parte guatemalteca. A fin de facilitar actividades de mantenimiento en cualquier momento que haga falta, el pozo mecánico debe estar independiente de la caseta de operación. No obstante, se preparará un hoyo para guardar dentro válvulas accesorio de la bomba por seguridad.

・Caseta de operación

Se construirá una caseta de operación cerca del pozo para instalar equipos como panel de control, válvulas y clorador.

・Clorador

La esterilización se hará mediante la inyección de cloro a base de cloro en polvo en la caseta.

・Desarenador

Se instalará un desarenador para eliminar la arena eventualmente mezclada en el agua bombeada.

b. Instalaciones de Impulsión

・Tubería

El tramo de tubería que se construye en el Proyecto es sólo el de impulsión, que partirá del pozo y llegará al reservorio, mientras la red de distribución que comenzará a partir del reservorio se construirá bajo la responsabilidad de Guatemala. El tubo de impulsión se enterrará, en principio, y será de PVC. No obstante, aquel tramo que se levanta del tubo de impulsión para conectar con el tanque estará expuesto al intemperie y se empleará un tubo de acero. Cualquier de los dos materiales se circulan en el mercado local y son fáciles de obtener. Además se colocará un medidor de agua en la tubería de impulsión para captar el volumen de producción y el de consumo.

・Reservorio

A cerca del reservorio, se diseñó para ofrecer un tamaño adecuado para cada una de las comunidades, conforme a las normas de diseño arriba mencionadas. El que se coloca sobre el suelo será de hormigón armado, y el de elevación, de acero. Para determinar la capacidad de tanque, se ha basado en un 50% del suministro medio diario, según reuniones mantenidas con el ente ejecutor. Y sin embargo, a fin de evitar una compleja supervisión de obra, se ha procurado minimizar la variación de tipos, redondeando las cifras. Se ha estudiado que el nuevo tanque no sea de tamaño no excesivo, aprovechando tanques disponibles al máximo.

Cuadro 2-15: Cuadro de Estudio sobre Capacidad de Tanque

No.	Comunidad	Tasa de crecimiento poblacional	Población actual (2004)	Población estimada (2026) ④	Suministro medio diario (m^3) ④x①=⑤	Capacidad necesaria de tanque (m^3) ⑤x②=⑥	Capacidad disponible (m^3) ⑦	Capacidad de tanque nuevo (m^3) ⑥-⑦	% sobre Suministro medio diario
C-1	PACORRAL	2%	1.351	2.089	244	94	50,3	50	53%
C-2	LA GIRALDA	2%	950	1.469	172	66	90,0	No hay	
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	2%	1.604	2.480	290	112	52,3	50	46%
C-4	EL SITIO	2%	2.399	3.709	434	167	36,2	130	50%
C-5	EL LLANO	2%	514	795	94	36		40	56%
C-6	PANABAJAL	2%	1.800	2.783	325	125	77,1	50	51%
C-7	PAXOROTOT	2%	1.247	1.928	226	87		90	52%
H-1	CANSHAC	4%	800	1.896	222	86		90	53%
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	4%	900	2.133	250	96		90	47%
H-3	LA CHACARITA	3%	950	1.820	213	82		90	55%
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	2%	8.035	12.422	1.453	559		410 130	48%
S-1	LOS ENCUENTROS	2%	1.921	2.970	347	134		130	49%
T-1	NIMASAC	3%	5.340	10.232	1.197	461	92,0	370	50%
T-2	NUEVA CANDELARIA	3%	5.000	9.581	1.121	431		410	48%
Población Total			32.811	56.307					

Condiciones de cálculo: Dotación diaria per cápita = 90 l./día ①

Capacidad de reservorio = 50% del suministro medio diario ②

Únicamente en SAN JOSE CHICALQUIX, se construirán dos tanques debido a la restricción topográfica y del área de

distribución, y uno de ellos funcionará como tanque de rebombeo también.

・Tanque y bomba de rebombeo

Cuando alguna dificultad topográfica impide la impulsión de agua hasta el reservorio con el nivel de bombeo que tenga la bomba sumergible, se construirá un tanque de rebombeo con su correspondiente caseta de operación. La capacidad de este tanque cubrirá el volumen de una hora del suministro planificado aproximadamente para evitar que quede acumulada ahí el agua en demasiado tiempo. Al lado del tanque, se construirá una caseta de operación para instalar una bomba horizontal con voluta espiral de aspiración única para elevar el agua hasta el reservorio. La energía que necesita esta caseta también vendrá de la línea comercial.

Cuadro 2-16: Plan de Rebombeo

No.	Comunidad	Población Planificada (2026)	Dotación media diaria (m^3)	Capacidad necesaria de tanque de rebombeo (m^3)	Capacidad de nuevo tanque de rebombeo (m^3)	Observaciones
C-1	PACORRAL	2.089	188	7,8	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-2	LA GIRALDA	1.469	132	5,5	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	2.480	223	9,3	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-4	EL SITIO	3.709	334	13,9	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-5	EL LLANO	795	72	3,0	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-6	PANABAJAL	2.783	250	10,4	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
C-7	PAXOROTOT	1.928	174	7,2	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
H-1	CANSHAC	1.896	171	-	-	No necesita rebombeo
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	2.133	192	-	-	No necesita rebombeo
H-3	LA CHACARITA	1.820	164	-	-	No necesita rebombeo
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	12.422	1,118	46,5	50 130	Tanque de rebombeo a pie de pozo Tanque de rebombeo con función de reservorio
S-1	LOS ENCUENTROS	2.970	267	11,1	10	Tanque de rebombeo a pie de pozo
T-1	NIMASAC	10.232	921	38,3	40	Tanque de rebombeo a pie de pozo
T-2	NUEVA CANDELARIA	9.581	862	35,9	40	Tanque de rebombeo a pie de pozo

・El siguiente cuadro muestra un listado de obras según comunidades:

Cuadro 2-17: Listado de Obras según Comunidades

Comunidad	Construcción de pozo (Un.)	Camara de pozo (Un.)	Caseta de operación (Un.)	Capacidad de tanque nuevo (m^3)	Capacidad de tanque de rebombeo nuevo (m^3)	Longitud de tubo de impulsión (km)
PACORRAL	1	1	1	50	10	1,31
LA GIRALDA	1	1	1	-	10	0,51
ALDEA XENIMAJUYÚ	1	1	1	50	10	2,23
EL SITIO	1	1	1	130	10	1,18
EL LLANO	1	1	1	40	10	0,84
PANABAJAL	1	1	1	50	10	0,41
PAXOROTOT	1	1	1	90	10	0,77
CANSHAC	1	1	1	90	-	0,59
SECTOR SANTA AGAPE	1	1	1	90	-	0,05
LA CHACARITA	1	1	1	90	-	0,43
SAN JOSE CHICALQUIX	1	1	2	410	50	4,27
				130		
LOS ENCUENTROS	1	1	1	130	10	1,20
NIMASAC	1	1	1	370	40	2,00
NUEVA CANDELARIA	1	1	1	410	40	2,81
合計	14	14	15			18,6

4） Asistencia técnica "*Soft Component*"

Desarrollo de aguas subterráneas（Hidrogeología y supervisión de desarrollo de aguas subterráneas）

Ante la ejecución del Proyecto, UNEPAR, como ente ejecutor, planea crear un equipo de estudio hidrogeológico y aumentar el personal de la unidad operativa, de acuerdo con la adquisición de los equipos, y en este sentido se están haciendo preparativos incluyendo la coordinación interna, cálculo de costos y definición de la fecha de empleo. Con todo, no habrá personal que tenga experiencia de los equipos relacionados a la perforación adquiridos en el Proyecto y se identificó la necesidad de transferencia de tecnología sobre el desarrollo de aguas subterráneas con el entrenamiento sobre el manejo de equipos inclusive. Se ejecutará la transferencia de la tecnología de perforación en el lugar de trabajo, mientras que se lo hará sobre el estudio hidrogeológico y la supervisión de desarrollo de aguas subterráneas, dentro del marco de la asistencia técnica llamada "*Soft Component*".

Referente al estudio hidrogeológico, un consultor hidrogeólogo se encargará de hacer esta tarea mediante la comparación entre los resultados de la exploración y de la obra verificando así la metodología de estudio. También se estudiará acerca de lugares de proyecto de la siguiente fase para transferir la tecnología sobre: reconocimiento de campo geológico y topográfico, lectura de fotos aéreas y mapas topográficos, uso y análisis del equipo de prospección geofísica. En cuanto a la supervisión de desarrollo de aguas subterráneas, también se encargará de ello un consultor hidrogeólogo, enseñando la elaboración del plan de obra para reflejarlo en la administración de la obra

real.

Operación y mantenimiento

Actualmente es la sección social de las oficinas regionales de UNEPAR quien asume el apoyo a la operación y mantenimiento que llevan a cabo los comités de agua de cada sistema de agua.

Y sin embargo, al ejecutar el Proyecto, será de esperar que la UNEPAR tenga que enfrentar varias dificultades como: ① No tener suficientemente acumulados experiencias y resultados sobre el apoyo a la operación y mantenimiento, especialmente en los aspectos físicos, de los sistemas de agua basados en aguas subterráneas, ya que la mayoría de las actividades de apoyo realizadas hasta ahora era para los sistemas de agua de manantiales distribuida por gravedad; ② Falta de descripción sobre el manejo de equipos de bombeo y clorador, especialmente en los aspectos físicos, aunque sí hay cierta mención sobre la operación y mantenimiento de los sistemas con aguas subterráneas en los manuales existentes; y ③ Falta de plan de formación de los operadores, aun cuando se menciona la importancia de asignar el personal que se encargue del manejo de equipos de bombeo y clorador, incluso en el modulo de trabajo ya desplegado.

Dichos retos que tiene la UNEPAR relacionados al apoyo a la operación y mantenimiento podrán ser gran impedimento para desarrollar en forma sostenible una operación y mantenimiento de los sistemas construidos en el Proyecto. Serán los comités de agua los que operarán y mantendrán directamente los sistemas del Proyecto, y los operadores elegidos por los mismos comités entre los habitantes de cada comunidad manejarán los equipos. Por lo tanto, es importante reforzar la capacidad propia de orientación de la UNEPAR sobre la operación y mantenimiento de los sistemas basados de aguas subterráneas.

En este sentido, mediante la asistencia técnica llamada "*Soft Component* ", se coordinará entre el módulo de trabajo desplegado y los manuales que dispone la UNEPAR, al mismo tiempo de fortalecer y complementar la falta actual en el aspecto del "apoyo a la operación y mantenimiento de los sistemas que tienen como fuente el agua subterránea", con vistas a que los responsables de la UNEPAR estén suficientemente capacitados para orientar a los operadores de sistemas en cada comunidad sobre la operación y mantenimiento de los mismos.

2-2-2-3 Plan de Transferencia de Tecnología de Perforación

Actualmente la UNEPAR realiza la perforación de pozos de manera más modesta con una máquina de percusión (sistema de cuerda) y dos operadores. Y sin embargo, está tan desgastada que no rinde en forma adecuada. Por consiguiente, la UNEPAR quiere adquirir en el marco de este Proyecto dos máquinas del sistema rotativo, técnica más fácil de manejar con mayor eficacia comparado con el de

percusión, reorganizando los operadores en dos unidades, para responder mejor a los requerimientos de las comunidades rurales.

Conforme a esto, en el Proyecto se adquirirán los equipos necesarios para que en el futuro la parte guatemalteca pueda construir pozos por sí solos y se transferirá la tecnología necesaria a los perforadores de la UNEPAR mediante el trabajo conjunto. Por consiguiente, se puede resumir el plan de apoyo técnico en la perforación del Proyecto en el cuadro siguiente:

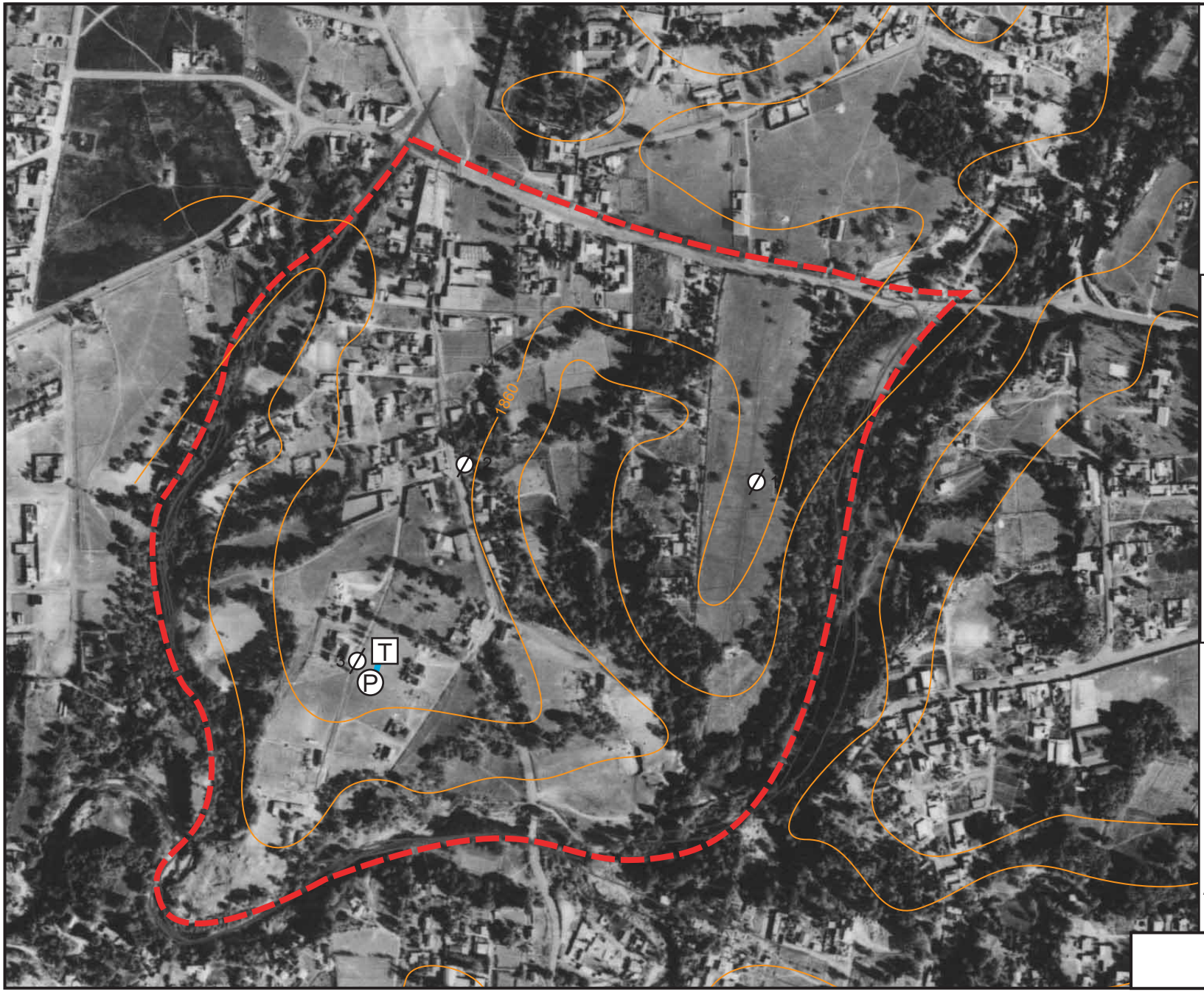
Cuadro 2-18: Contenido de Apoyo Técnico en Perforación

Item y su Contenido（para cada unidad）	**Ejecutor**
1. Manejo básico de perforadora（1 mes） Orientación sobre el manejo básico de la perforadora y el concepto de perforación. Se orientará también sobre el mantenimiento cotidiano de vehículos y compresores.	Japón
2. Metodología de perforación con lodo（1 mes） Se aprenderán diversas metodologías con lodo, conforme a la característica del suelo de cada lugar.	Colaboración entre Japón y UNEPAR
3. Metodología de perforación con aire comprimido（1 mes） Se aprenderán diversas metodologías con aire comprimido, conforme a la característica del suelo de cada lugar.	
4. Metodología de perforación con DTH（1 mes） Se aprenderán diversas metodologías con martillo DTH, conforme a la característica del suelo de cada lugar.	
5. Metodología de perforación mixta entre 2 y 4（2.5 meses） Se aprenderá el cambio de metodologías, conforme a la característica del suelo.	
6. Elaboración de informe Se aprenderá la elaboración de columnas geológicas y diario de obra.	
7. Perforación de pozos por UNEPAR Al término de la perforación de pozos del Proyecto, el personal de la UNEPAR perforará pozos planificados por sí solos.	UNEPAR bajo supervisión de Japón

La orientación sobre la metodología de perforación tendrá como objetivo formar un personal con un nivel equivalente al técnico de perforación de pozos de la categoría II (con tres años de experiencia) del Japón. Al finalizar la perforación de los catorce pozos contemplados para el Proyecto, las unidades de perforación de UNEPAR continuarán ejecutando su plan de perforación. No obstante, un ingeniero de perforación contratado permanecerá hasta la fecha del término del período de obras del Proyecto, acompañando a las unidades operativas de UNEPAR para perfeccionar la transferencia tecnológica ofreciendo asistencia técnica y consejos.

2-2-3 Plano de Diseño Básico

A partir de la siguiente página, se mostrarán los planos del Diseño Básico.



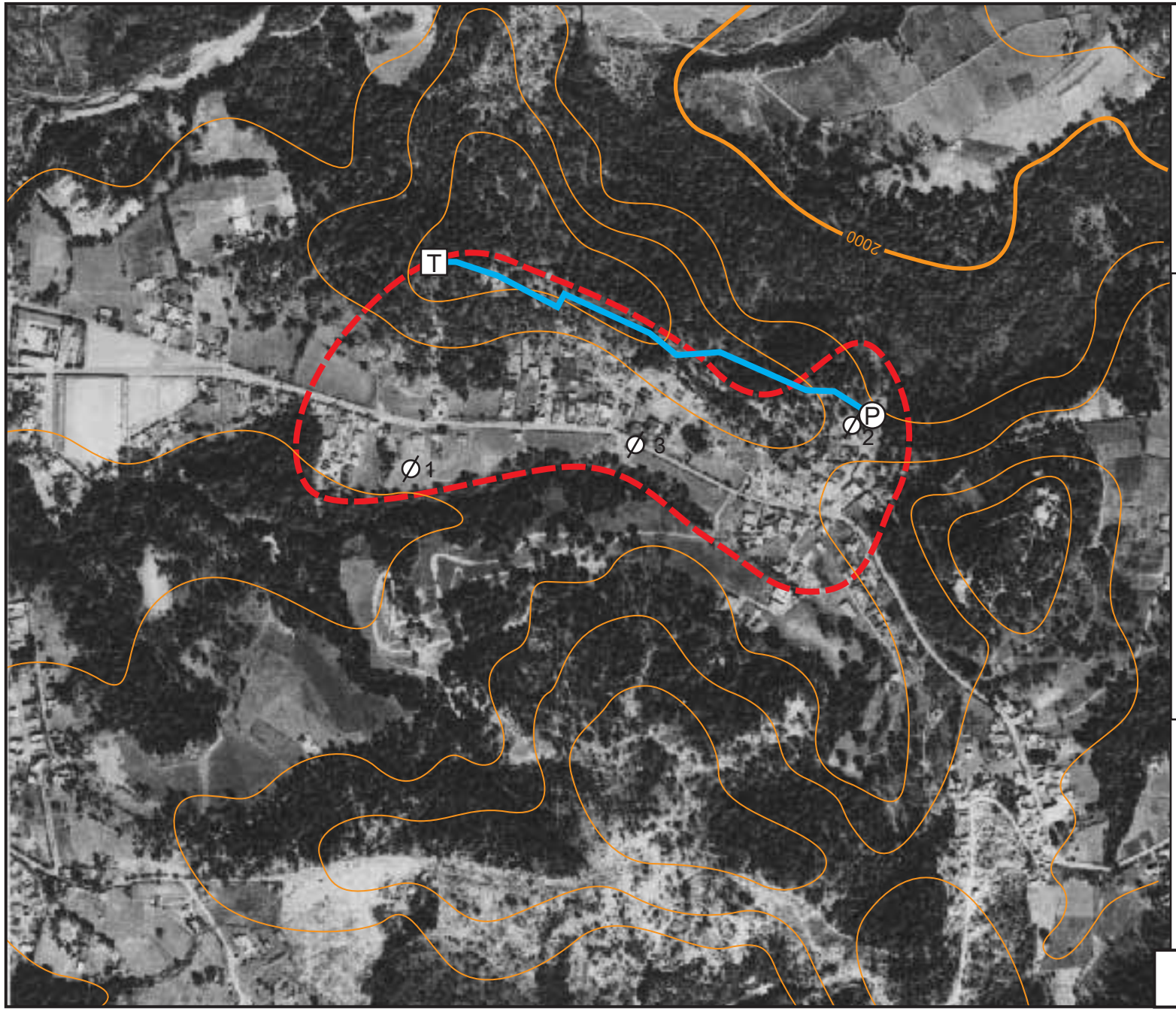
N

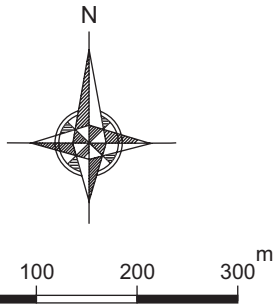
0 100 200 m

Localidad : SANTA AGAPE
Departamento : Huehuetenango
Comité de agua :
si(hombre 6:mujer 2)
Ingreso promedio : Q3,575/familia
Tanque existente : no
Tanque nuevo adicional :
90.0m^3 (Tanque de agua elevada)
Fuente de aqua existente :
Pozo artesanal
Población servida(2004) :
900personas
Numero de familias : 150

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de Impulsión :
Area del proyecto :

H-2 SANTA AGAPE

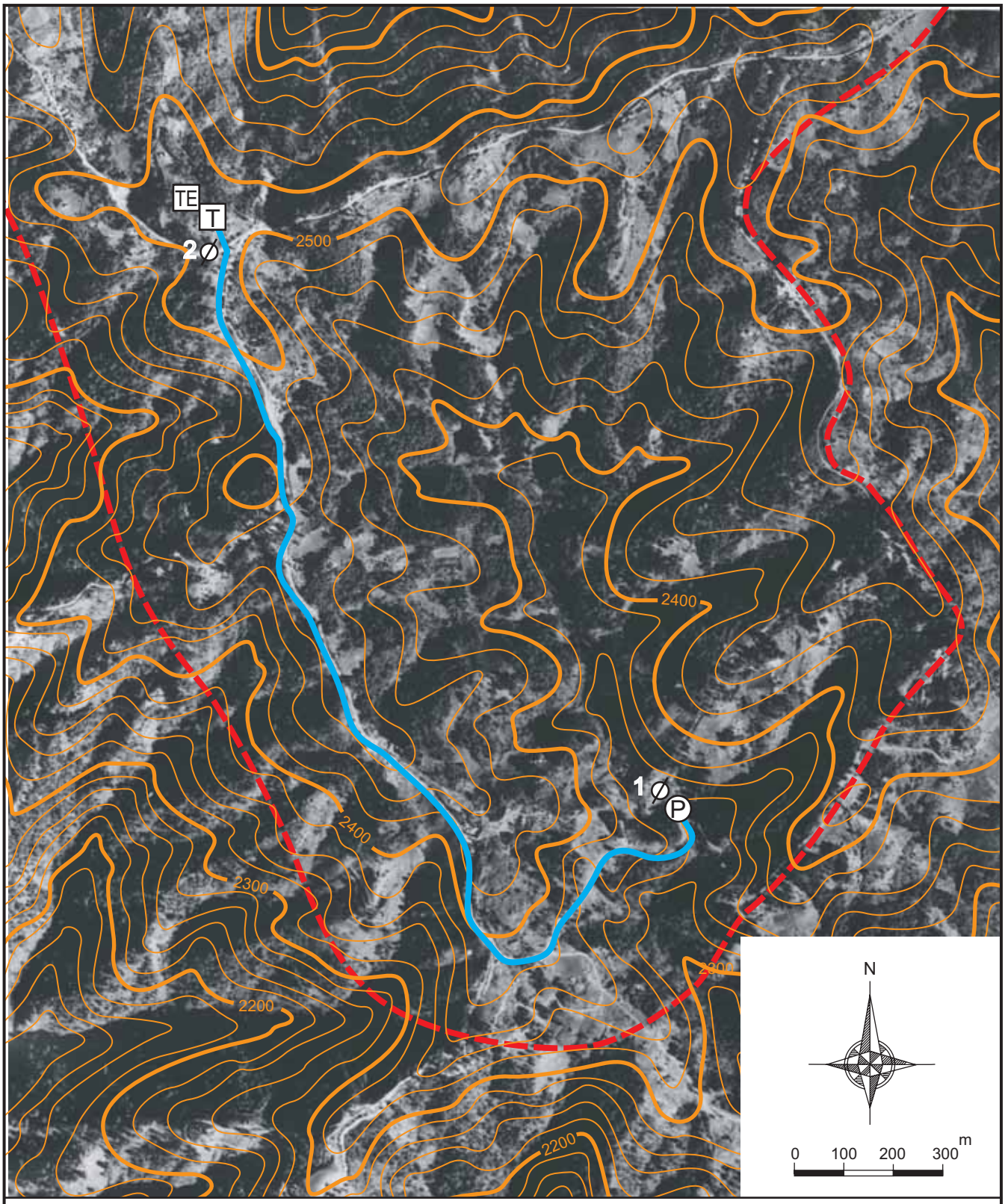




Localidad : LA CHACARITA
Departamento : Huehuetenango
Comité de agua :
si(hombre10:mujer1)
Ingreso promedio : Q4,783/familia
Tanque existente : no
Tanque nuevo adicional :
90.0m^3
Fuente de agua existente :
Pozo artesanal, Río
Población servida(2004) :
950 personas
Numero de familias : 158

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Linea de impulsión :
Area del proyecto :

H-3 LA CHACARITA

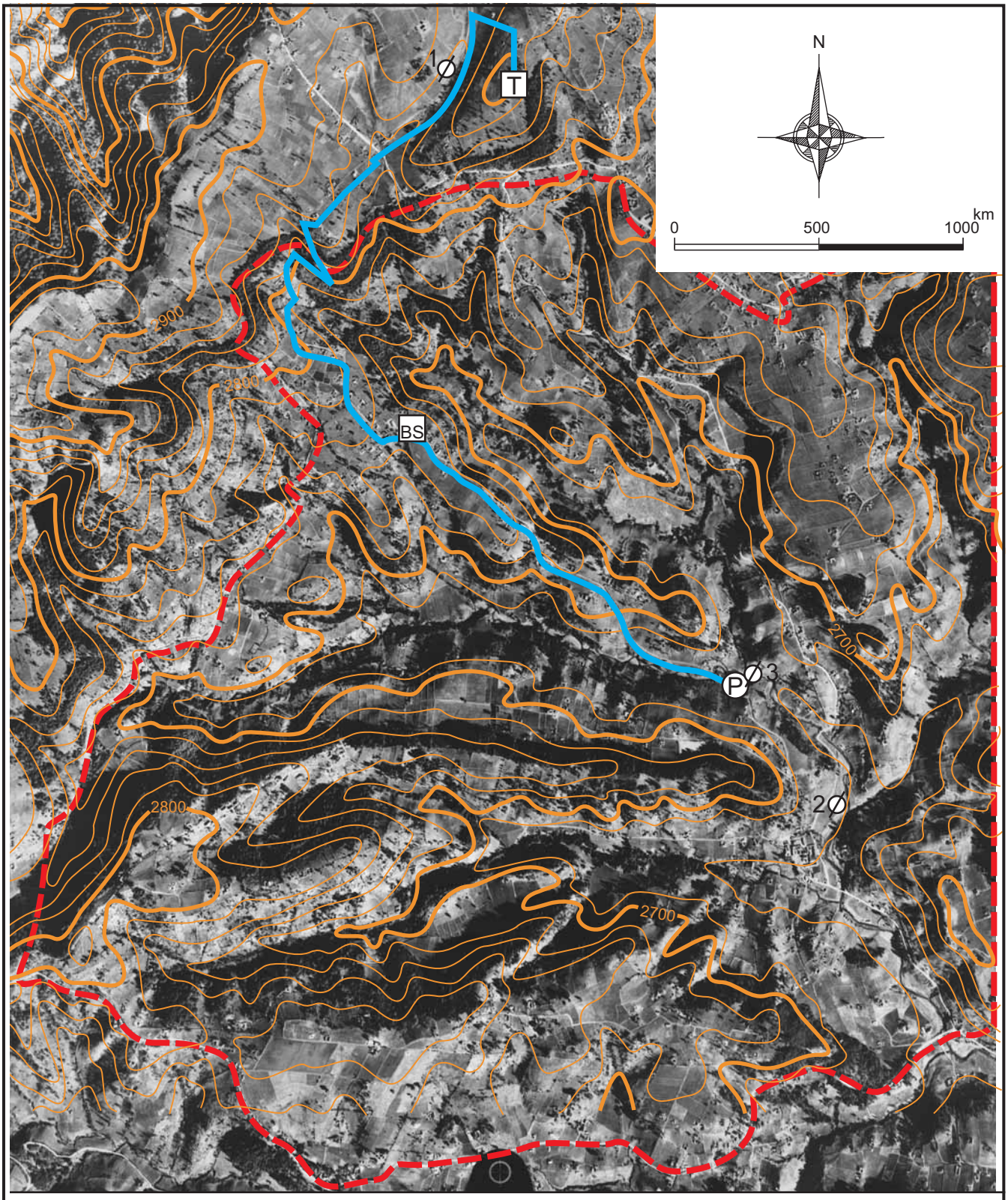


Localidad : TOJCHIQUEL
Departamento : Huehuetenango
Comité de agua : si(hombre6:mujer0)
Ingreso promedio : Q903/familia
Tanque existente : si
Tanque nuevo adicional : no
Fuente de agua existente :
Nacimiento
Población servida(2004) : 540 personas
Numero de familias : 90

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P (Proyecto futuro)
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : ∅
Línea de impulsión : (Proyecto futuro)
Area del proyecto :

(Localidad solo con estudio)

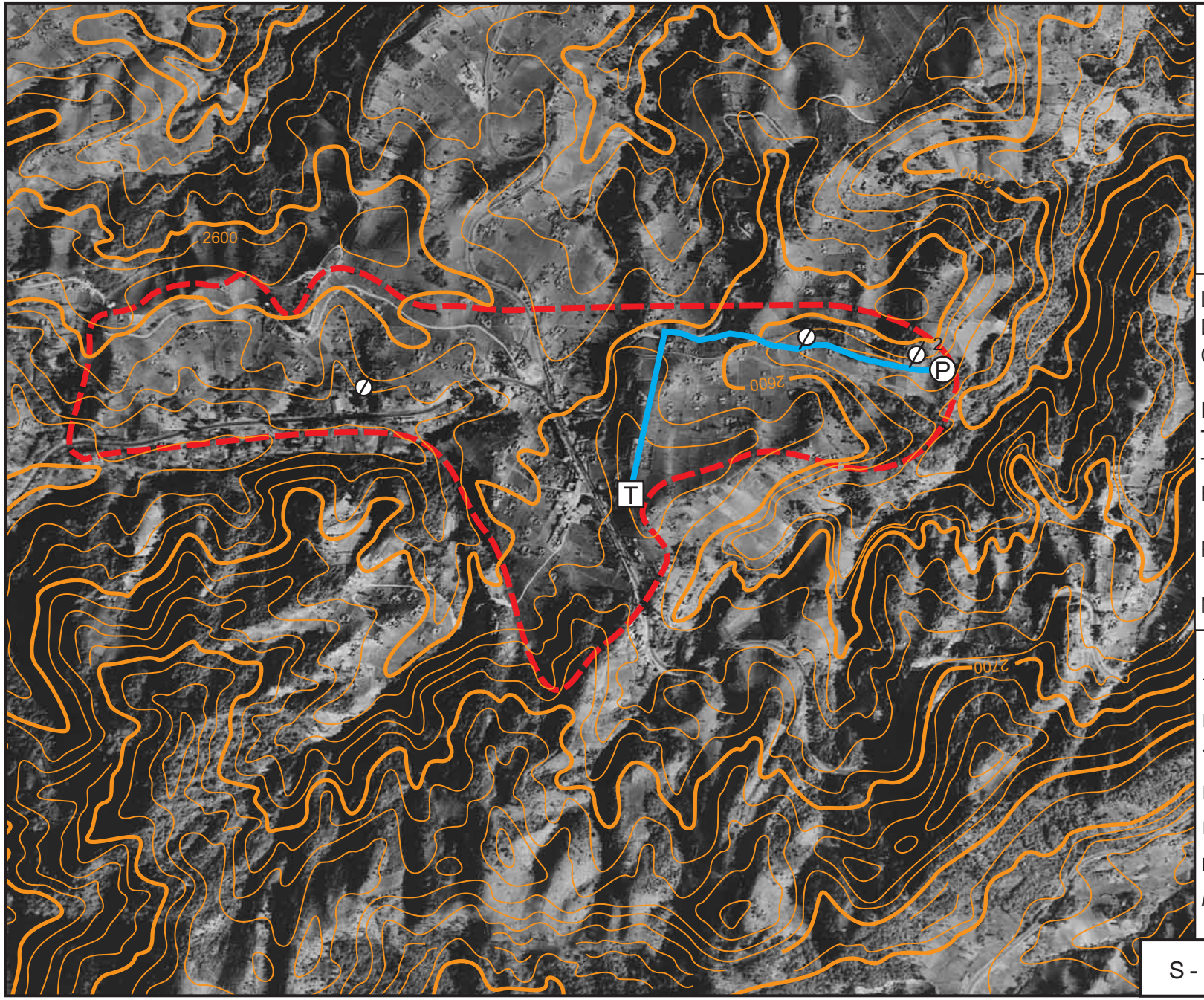
H-4 TOJCHIQUEL



Localidad：SAN JOSE CHICALQUIX
Departamento：Quetzaltenango
Comité de agua：si (hombre5:mujer2)
Ingreso promedio：Q1,233/familia
Tanque existente：no
Tanque nuevo adicional：
540m^3 (410m^3、130m^3)
Fuente de agua exsistente：
Nacimiento, Río
Población servida(2004)：8,035personas

Tanque nuevo： T
Pozo mecánico nuevo： Ⓟ
Bomba reforzada： BS
Tanque existente： TE
Pozo mecánico existente： PE
Prospección Geoelectrica： Ø
Línea de impulsión：
Area del proyecto：

Q-1 SAN JOSE CHICALQUIX



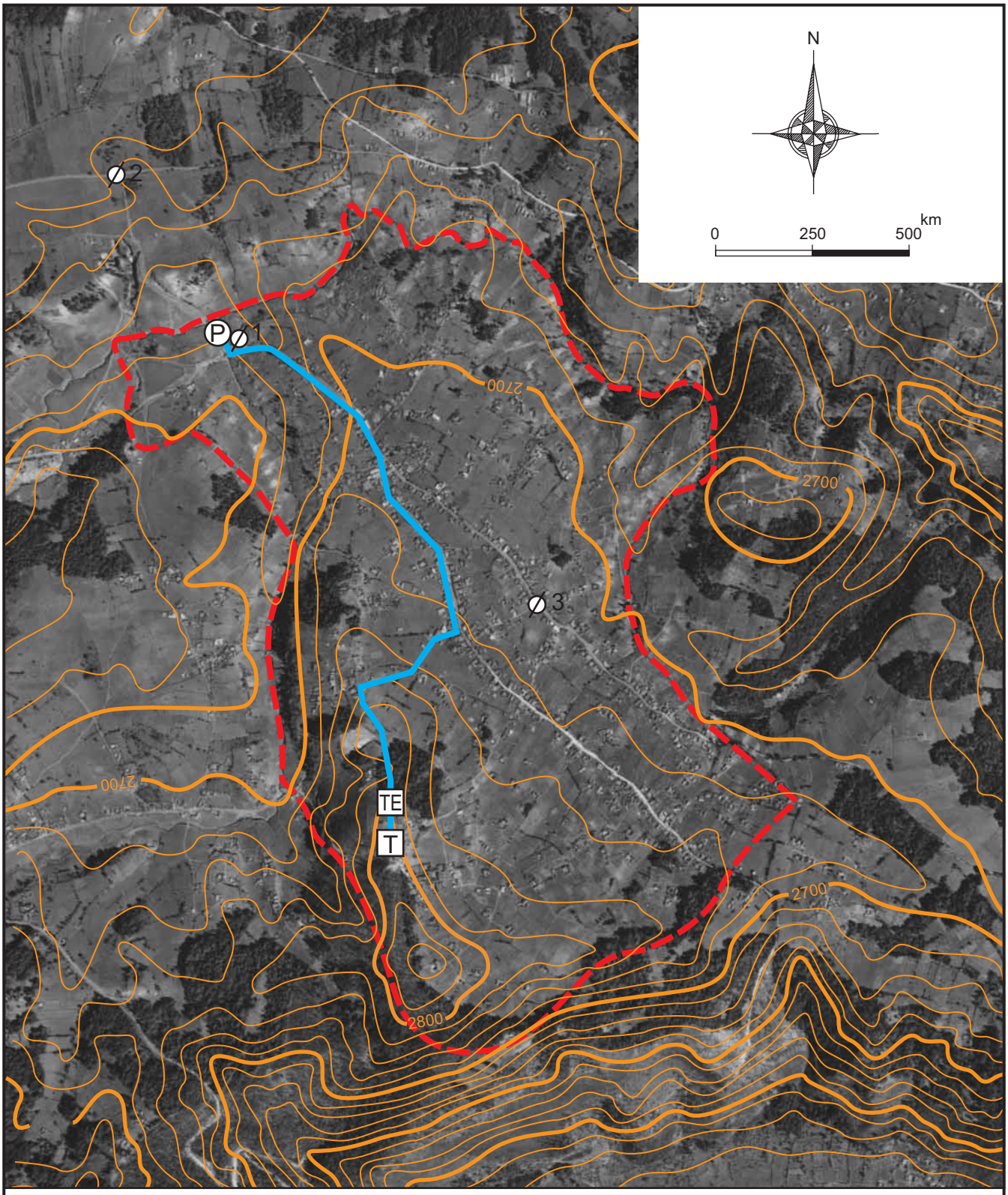
N

0 250 500 m

Localidad : LOS ENCUENTROS
Departamento : Solola
Comité de agua :
si(hombre 9:mujer 0)
Ingreso promedio : Q3,566/familia
Tanque existente : no
Tanque nuevo adicional : 130.0m^3
Fuente de agua existente :
Nacimiento
Población servida(2004) :
1,921personas
Numero de familias : 320

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : P
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de Impulsión :
Area del proyecto :

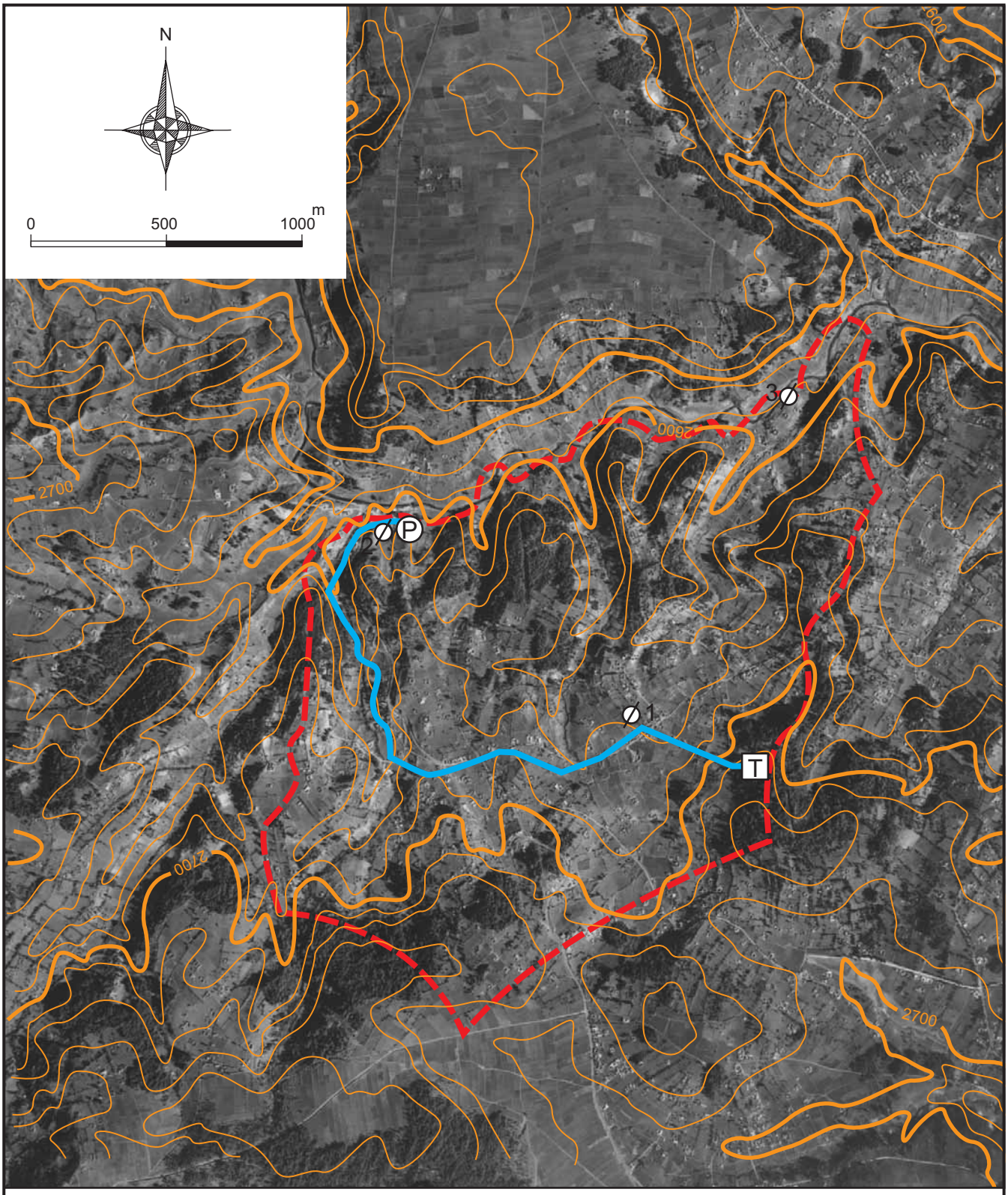
S-1 LOS ENCUENTROS



Localidad : NIMASAC
Departamento : Totonicapan
Comité de agua : si(hombre9:mujer0)
Ingreso promedio : Q1,921/familia
Tanque existente : 92.0m^3
Tanque nuevo adicional : 370.0m^3
Fuente de agua existente :
Nacimiento
Población servida(2004) : 5,340 personas
Numero de familias : 890

Tanque nuevo : T
Pozo mecánico nuevo : Ⓟ
Tanque existente : TE
Pozo mecánico existente : PE
Prospección Geoelectrica : Ø
Línea de impulsión :
Area del proyecto :

T-1 NIMASAC



Localidad：NUEVA CANDELARIA
Departamento　　：Totonicapan
Comité de agua：si(hombre3:mujer8)
Ingreso promedio：Q1,304/familia
Tanque existente：no
Tanque nuevo adicional：410.0m^3
Fuente de agua existente：
Pozo artesanal,Río
Población servida(2004)：5,000 personas
Numero de familias：833

Tanque nuevo：T
Pozo mecánico nuevo：P
Tanque existente：TE
Pozo mecánico existente：PE
Prospección Geoelectrica：∅
Línea de impulsión：
Area del proyecto：

T-2　NUEVA CANDELARIA