

**WATER AND SANITATION
FOR HEALTH PROJECT**



Operated by
CDM and Associates

Sponsored by the U.S. Agency
for International Development

1611 N. Kent Street, Room 1002
Arlington, Virginia 22209 USA

Telephone: (703) 243-8200
Telex No. WUI 64552
Cable Address WASHAID

**MEDIDAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS
PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS
DE SUMINISTRO DE AGUA A LOS NUCLEOS
DE LA COLONIZACION SAN JULIAN
EN BOLIVIA**

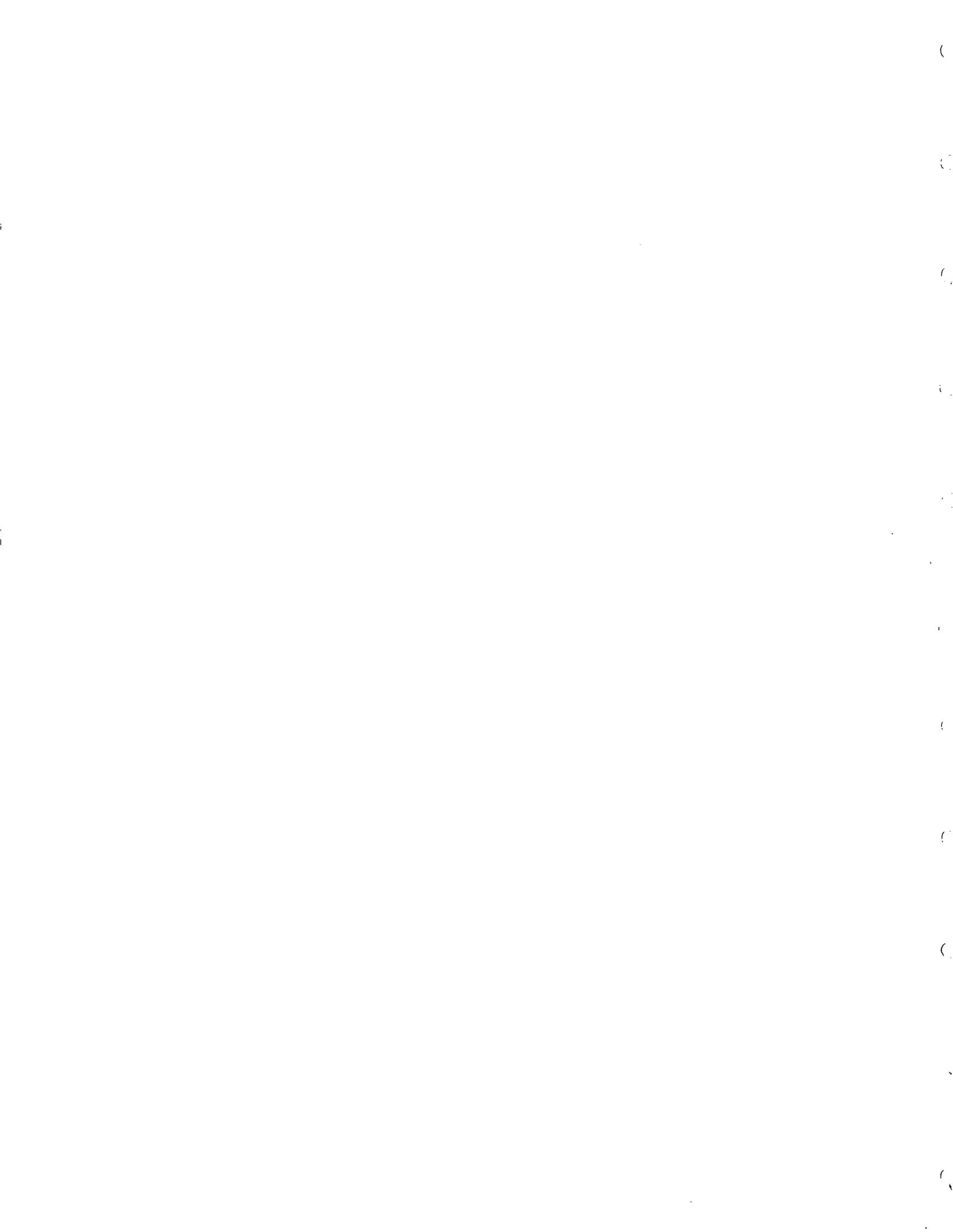
WASH INFORME DE CAMPO NO. 140

ENERO 1985

The WASH Project is managed by Camp Dresser & McKee International Inc. Principal cooperating institutions and subcontractors are: Associates in Rural Development, Inc.; International Science and Technology Institute, Inc.; Research Triangle Institute; Training Resources Group; University of North Carolina at Chapel Hill.

**Preparado para:
la Misión USAID en Bolivia
Memorandum Solicitado No. 104**

827 BOSA 85-5670





WASH INFORME DE CAMPO NO. 140

**MEDIDAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA SOLUCIONAR
LOS PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA A LOS NUCLEOS
DE LA COLONIZACION SAN JULIAN EN BOLIVIA**

Preparado para la Misión de USAID en la República de Bolivia
bajo el Memorandum Solicitado No. 104

Preparado por:

Ing. Oscar Larrea

Enero 1985

5670
827 BOSA 85

Proyecto de Agua y Saneamiento para la Salud
Contrato No. 5942-C-00-4085-00, Proyecto No. 936-5942
Patrocinado por la Oficina de Salud, Departamento de Ciencia
y Tecnología, de la Agencia de los Estados Unidos
para el Desarrollo Internacional
Washington, D.C. 20523



CONTENIDO

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ABREVIATURAS.....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
2. ESTUDIO DE LA INFORMACION.....	5
2.1 Metodología.....	5
2.2 Evaluación de la información.....	5
2.2.1 La Colonización San Julián.....	5
2.2.2 Suministro de agua.....	6
2.2.3 Pluviometría y viento.....	7
2.2.4 Geología de la región.....	9
2.2.5 Saneamiento básico.....	9
2.3 Visitas a los núcleos de San Julián.....	10
2.3.1 Suministro de agua.....	10
2.3.2 Otras fuentes de suministro de agua.....	11
2.3.3 Comentarios.....	12
3. MEDIDAS ALTERNATIVAS.....	13
3.1 Alternativas para suministro de agua.....	13
3.1.1 Pozos excavados a mano.....	13
3.1.2 Pozos tubulares perforados a mano.....	14
3.1.3 Captación de agua lluvia.....	14
3.1.4 Molinos de viento.....	16
3.1.5 Mejoramiento de pozos existentes.....	16
3.1.6 Mejoramiento de las bombas.....	16
3.2 Saneamiento básico.....	17
3.2.1 Letrina ventilada mejorada.....	17
4. APLICACION DE LAS MEDIDAS ALTERNATIVAS.....	19
4.1 Estrategia para su aplicación.....	19
4.2 Estimación de costos.....	19
5. CONCLUSIONES.....	23
5.1 Introducción.....	23
5.2 Mejoramiento de pozos existentes.....	23
5.3 Captación de agua lluvia.....	23
5.4 Perforación de nuevos pozos.....	24
5.5 Pozos excavados a mano.....	24
5.6 Pozos perforados a mano.....	24
5.7 Letrinas ventiladas mejoradas.....	24
5.8 Administración del programa.....	25

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
5.9 Promoción y participación de la comunidad.....	25
5.10 Cloración del agua.....	25
5.11 Mantenimiento.....	26

REFERENCIAS.....	27
------------------	----

APENDICES

A. Plan de Acción.....	29
B. Itinerario.....	37
C. Funcionarios Entrevistados.....	41
D. Fotografías.....	45
E. Planos de la Cooperativa San Julián.....	59
F. Estratigrafía de los Pozos.....	67
G. Calidad de agua de los Pozos.....	79
H. Pluviometría y Viento.....	95
I. Geología de la Región.....	103
J. Métodos Alternativos.....	107

TABLAS

1.1 Problemas de Abastecimiento en la Colonización Espontánea.....	2
1.2 Problemas de Abastecimiento en Colonización San Julián..	2
2.1 Distribución Mensual de Lluvias en San Julián.....	8
2.2 Velocidad del Viento en San Julián.....	9
4.1 Estrategia para la Aplicación.....	20
4.2 Estimación de Costos.....	21

AGRADECIMIENTOS

Buena parte de la información y las entrevistas necesarias fueron conseguidas con la valiosa participación del Sr. Emilio Medina, en Santa Cruz y la coordinación general del Arquitecto Rafael Indaburu, quien con su conocimiento del medio hizo más sencilla la labor del Consultor.

El autor está particularmente en deuda con el Ingeniero Armando Molina, director Ejecutivo de FIDES, quien con su paciencia y decidida colaboración hizo posible las visitas a San Julián, arreglando sin dificultad todas las entrevistas y acompañando al Consultor durante su primera visita a la Colonización. Igualmente se agradecen los comentarios francos y amplios de Martin Miller y James Becht, de FIDES, que permitieron ampliar la conceptualización del problema.

Se agradece de manera especial la contribución de los profesionales contactados en CORDECRUZ, FAO, GEOBOL, DSA e INC, quienes con sus ideas permitieron conocer otros puntos de vista.

La presentación, conclusiones y errores de este Informe son de mi entera responsabilidad.



ABREVIATURAS

FIDES	Fundación Integral de Desarrollo
CORDECRUZ	Corporación Regional de Desarrollo de Santa Cruz de la Sierra
INC	Instituto Nacional de Colonización
CCSJ	Cooperativa de Colonos de San Julián
CCAM	Central de Cooperativas Agropecuarias Minero Ltda.
DSA	Departamento de Saneamiento Ambiental
GEOBOL	Misión Geológica Británica



RESUMEN EJECUTIVO

Introducción

La Misión de USAID en Bolivia solicitó la asistencia técnica del Proyecto WASH para evaluar la situación actual del suministro de agua a la Colonización San Julián en el Departamento de Santa Cruz y diseñar recomendaciones especificando los diferentes sistemas que podrían implementarse, de acuerdo al nivel de ingresos y de vida de los colonos.

WASH envió al Ingeniero Oscar Larrea, especialista en programas de agua potable y saneamiento básico rural en América Latina. El consultor visitó Bolivia del 27 de octubre al 30 de noviembre de 1984, evaluó los problemas en el suministro de agua a los núcleos de Colonización San Julián y propuso una serie de medidas alternativas de solución.

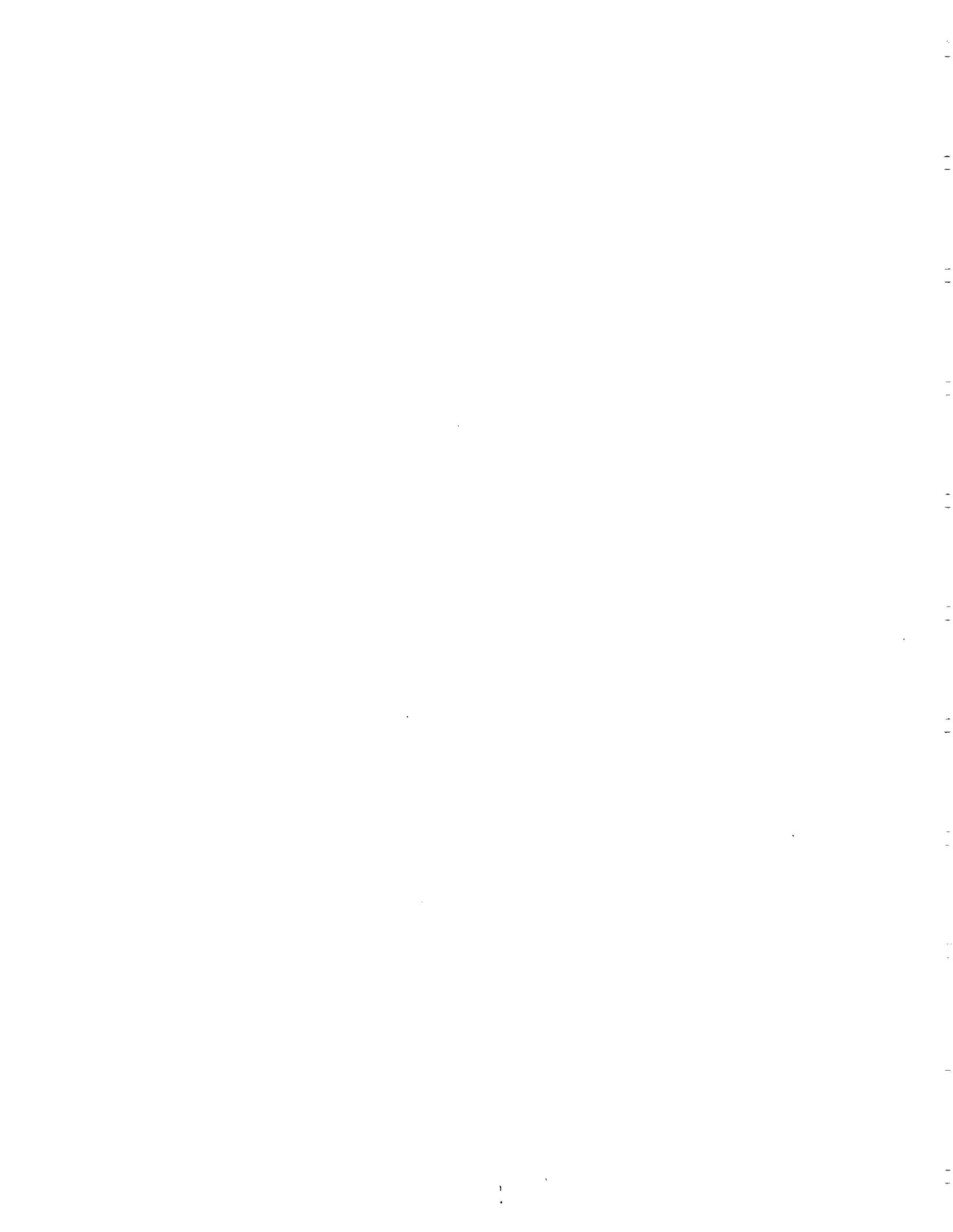
Resumen del Informe

El Informe está organizado de manera que los capítulos 1 y 2 describen los antecedentes y la forma cómo se recopiló y estudió la información pertinente.

Como medida para solucionar o aliviar las deficiencias en el suministro de agua, se analizan en el Capítulo 3 las posibles alternativas que son: el uso combinado de pozos excavados y perforados a mano; la captación de agua lluvia por medio de cisternas comunales; la perforación de nuevos pozos profundos en los núcleos 9, 23 y 35 y el mejoramiento de los pozos y cambio de las bombas existentes, incluyendo su protección contra la contaminación.

El Capítulo 4 analiza los requerimientos mínimos que se estima son básicos para la elaboración de un programa de rehabilitación del suministro de agua en la Colonización San Julián.

Las conclusiones se incluyen en el Capítulo 5. Las más relevantes son: que el suministro de agua a San Julián es deficiente y se está deteriorando aceleradamente por la falta de mantenimiento oportuno de los sistemas; y que la solución de ese problema es prioritaria. Para esto se presenta una serie de recomendaciones de aplicación a corto plazo, con la participación de los colonos y la dirección, administración y control de un organismo voluntario con amplio conocimiento de la problemática del agua y el saneamiento en San Julián. Por el interés demostrado en el problema, la experiencia y organización general que posee, el Consultor ha identificado a la fundación Integral de Desarrollo (FIDES), como el organismo más idóneo para efectuar un programa de mejoramiento.



Capítulo 1

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Durante los últimos años USAID/Bolivia ha venido apoyando proyectos de desarrollo de infraestructura en el área de colonización de San Julián, entre los que se cuenta el camino central, conocido como Brecha Casarabe, y una red de caminos laterales de acceso que conecta los núcleos de colonización. Se financió también la construcción de pozos para dotar de agua a cada uno de los núcleos, con participación de la comunidad y a través del Instituto Nacional de Colonización. (INC).

Se han realizado varias evaluaciones sobre diversos aspectos de la colonización, la última de las cuales destacó la existencia de serios problemas relacionados con el abastecimiento de agua en el 80% de los asentamientos visitados por los evaluadores. Los problemas detectados fueron los siguientes:

1. Rendimiento insuficiente de los pozos
2. Alto contenido de sales
3. Agua de calidad objetable
4. Problemas con las bombas

Específicamente, el Institute for Development Anthropology (IDA), identificó los principales problemas, los mismos que fueron categorizados y puestos en conocimiento de USAID/Bolivia mediante comunicación del 28 de agosto de 1984. Un resumen de los mismos aparece en las Tablas 1.1 y 1.2.

Tabla 1.1

Problemas de Abastecimiento de Agua Reportados por IDA en el Area de Colonización Espontánea de San Julián

	NO.	%
Asentamientos visitados	11	100
Rendimiento insuficiente de los pozos	1	9
Alta salinidad		
Agua de calidad objetable		
Problemas con las bombas	2	18
Sin problemas	3	27
Sin pozos	5	45

Tabla 1.2

Problemas de Abastecimiento de Agua Reportados por IDA en la Zona de Colonización Semidirigida de San Juliá

	No.	%
Núcleos visitados	31 (1)	80
Rendimiento insuficiente de los pozos	14	36
Alta salinidad	14	36
Agua de calidad objetable	1	3
Problemas con las bombas	16	
Sin problemas		
Sin pozos	2	5

(1) Algunos de los núcleos reportaron más de 1 problema.

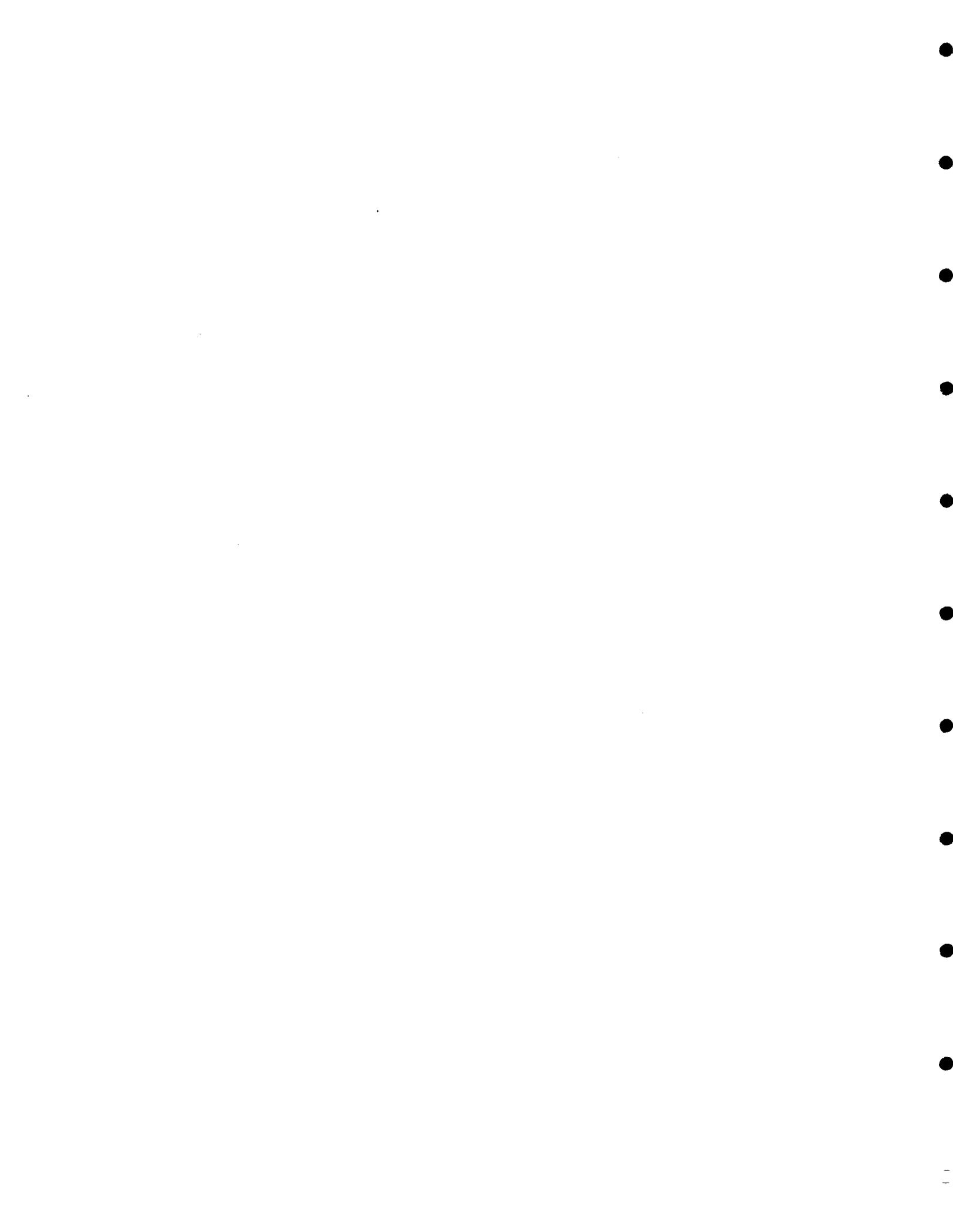
Esta crítica situación en el abastecimiento de agua y la falta de sistemas de disposición de excretas han creado un riesgo para la salud de los habitantes de la Colonización San Julián.

En septiembre de 1984, USAID/Bolivia solicitó la participación del Proyecto WASH con el propósito de revisar las alternativas de suministro de agua a los colonos, de conformidad con el siguiente Plan de Acción:

- A. Revisión de los datos sobre la situación del abastecimiento de agua en San Julián, disponibles en otras agencias.
- B. Evaluación de las necesidades y posibles soluciones a los problemas de abastecimiento de agua en las diferentes áreas de colonización y asentamiento.
- C. Diseñar Recomendaciones especificando los diferentes sistemas apropiados para el nivel de vida e ingreso de los colonos que puedan aplicarse en San Julián.

WASH envió un especialista a Bolivia a evaluar el problema y proponer soluciones viables.

Después de las reuniones iniciales con la Misión de USAID en la Paz, el Consultor prosiguió con el Plan de Acción propuesto por WASH. (Ver Apéndice A).



Capítulo 2

ESTUDIO DE LA INFORMACION

2.1 Metología

La información se estudió, recopiló y evaluó en la Paz, Santa Cruz y el área del proyecto, bajo los aspectos que se resumen a continuación:

1. Microáreas ecológicas existentes en el proyecto.
2. Severidad del problema del suministro de agua.
3. Necesidades de la población y usos del agua.
4. Captación de aguas de lluvia.
5. Desarrollo de aguas surgentes.
6. Purificación de aguas superficiales.
7. Perforación de pozos profundos.
8. Mejoramiento de pozos existentes.
9. Disposición de excretas.

Los datos se consiguieron trabajando con profesionales y representantes de las diversas organizaciones voluntarias e instituciones involucradas en actividades de abastecimiento de agua a la Colonización San Julián, así como a través de un amplio análisis del problema y sus posibles soluciones, realizado durante las reuniones de trabajo. (Ver Apéndice B y C).

2.2 Evaluación de los datos

Con el propósito de cuantificar la magnitud del problema y la viabilidad de medidas alternativas se estudiaron los datos proporcionados por las organizaciones voluntarias y las agencias de gobierno, los que se presentan en los Apéndices del E al I y se analizan en este Capítulo.

2.2.1 La Colonización San Julián

La colonización en la zona de San Julián es extensa y está situada a 160 Km. al noreste de Santa Cruz; en ella existen colonizaciones con carácter espontáneo, semi-dirigido y dirigido que incluyen inmigrantes del altiplano Boliviano, Menonitas, Japoneses y otros. El proyecto de Colonización San Julián está considerado de tipo semi-dirigido y se ha desarrollado a lo largo de un camino de

aproximadamente 80 Km., conocido como Brecha Casarabe y caminos laterales que conectan los núcleos periféricos. Esta red de caminos tuvo el aporte económico de USAID/Bolivia.

El proyecto de Colonización San Julián tiene una disposición geográfica única: cincuenta colonias de cuarenta familias cada una están espaciadas a trechos de 5 Km. a lo largo de la brecha Casarabe y de los caminos laterales secundarios. Los asentamientos se denominan "núcleos" porque las familias de colonos están nucleadas sobre un área denominada urbana que tiene una extensión de 2 a 4 hectáreas que rodean un espacio comunal que contiene la infraestructura básica, como el pozo de agua, la escuela, el campo de fútbol y la iglesia. Del área urbana y hacia el exterior irradian parcelas agrícolas triangulares de 50 hectáreas cada una. Cada 15 Km. sobre la Brecha Casarabe se han proyectado asentamientos de mayor tamaño denominados "núcleos centrales" que tienen forma rectangular y están diseñados para proveer de vivienda adicional a los colonos de los núcleos circundantes y al mismo tiempo servir de centros regionales para actividades sociales y económicas. (Taylor, 1983:7). Bajo este concepto, al alcanzar el máximo desarrollo programado los "núcleos centrales" pueden albergar 360 familias.

El agrupamiento de nueve núcleos contiguos, alrededor del "núcleo central" forma una NADEPA, o Asociación de Núcleos para la Producción Agropecuaria. Las distancias y las estructuras físicas y de organización de este diseño han tenido una influencia social, económica y política muy grande en el desarrollo de la zona. (Taylor, 1983:7). Ver Apéndice E.

2.2.2 Suministro de agua

Históricamente, los núcleos de la colonización semi-dirigida de San Julián han sido abastecidos de agua por medio de pozos perforados y bombas de mano. El Consultor no consiguió información escrita consistente y completa sobre los registros de construcción de esos pozos, solamente referencias del personal que intervino en la perforación y en la colonización. Sin embargo, con base en la limitada información disponible y los comentarios obtenidos durante las reuniones de trabajo, se pudo resumir los siguientes datos de campo:

1. La profundidad de los pozos terminados varía entre 70 y 80 m., habiendo por lo menos uno que está a 92 m.
2. Hasta los 15 m. de profundidad, generalmente no se encontró agua de buena calidad.
3. Entre los 15 y 60 m. el agua es por lo general salada o de sabor poco agradable.
4. A partir de los 60 m. los acuíferos contienen agua de calidad aceptable para el consumo.

5. La rejilla ha sido preparada abriendo ranuras con sierra mecánica. Existe la observación de que el ancho en la ranura en algunos pozos es mayor que el tamaño de los granos de arena en el acuífero lo que ocasiona problemas cuando el nivel del acuífero baja a niveles críticos.
6. El período de desarrollo de los pozos terminados ha sido reducido, aproximadamente a 8 horas.

Varias compañías privadas y empresas públicas han perforado pozos en zonas cercanas a la Colonización San Julián. En el Apéndice F se incluye algunos Registros de Perforación e Informes de recepción que muestran las variaciones del perfil estratigráfico del terreno y las características particulares de perforación y desarrollo de los pozos.

Al comienzo de la Brecha Casarabe, FIDES ha iniciado un programa de pozos perforados a mano a profundidades de aproximadamente 14 m. con resultados aceptables tanto en calidad como en cantidad de agua. Esos pozos tienen la rejilla cubierta con tela milimétrica de nylon siguiendo la experiencia de los colonos Menonitas de la región. El método utilizado para la perforación es el de "pala biscacha" (auger).

Las comunidades de colonos complementan sus necesidades de agua mediante la recolección de pequeñas cantidades de agua de lluvia en recipientes abiertos y la construcción de pequeños depósitos superficiales que retienen parte del agua en épocas de lluvia, o acarreamo agua estancada en depresiones naturales o artificiales del terreno a ambos lados de los caminos.

En el Apéndice G se muestran resultados de los análisis físico, químico y bacteriológico, proporcionados por FIDES, que corresponden a 13 pozos en San Julián. Puede observarse que el contenido de cloruros en todas las muestras está dentro del límite aceptable por lo que el sabor salado del agua puede estar más bien relacionado a la presencia de sulfatos en algunos casos.

2.2.3 Pluviometría y viento

El Compendio de datos meteorológicos de Santa Cruz indica que la precipitación anual observada en la estación climatológica de San Julián, sobre un período de 4 años, es de 1.133 mm. La estación está situada al comienzo de la Brecha y es operada por el INC., de donde fueron extractados los datos que constan en la Tabla 2.1 que se ha preparado con el propósito de analizar la distribución mensual de las lluvias sobre la colonización.

Tabla 2.1

Precipitación Promedio y Distribución Mensual de Lluvias
en la Estación Meteorológica Brecha Casarabe

(En mm)

MES	1980	1981	1982	1983	1984	PROMEDIO (4-5 años)
Enero	292.8	195.0	276.7	107.9	125.3	199.2
Febrero	198.6	198.8	182.6	-	105.7	171.3
Marzo	120.4	114.6	152.4	193.5	115.2	139.2
Abril	216.5	159.5	111.8	92.9	-	145.2
Mayo	157.1	84.8	169.7	308.8	11.1	145.3
Junio	85.0	19.7	162.1	37.1	53.8	71.5
Julio	14.5	8.4	8.0	18.5	10.6	12.0
Agosto	12.8	106.5	89.1	2.3	58.5	53.8
Septiembre	66.6	92.0	79.6	55.7	50.0	68.8
Octubre	35.0	153.4	63.3	162.3	155.6	113.9
Noviembre	58.7	97.9	62.3	202.1	-	105.3
Diciembre	85.6	285.0	226.0	132.6	-	182.3

Por otro lado la Estación Experimental de la FAO en Santa Cruz ha calculado Isoyetas para las principales estaciones meteorológicas de la región a base de una fórmula matemática convencional adaptada a las condiciones locales. (Ver Apéndice H). Los datos sobre velocidad, intensidad y frecuencia del viento sobre la Brecha Casarabe son menos precisos pero se puede aceptar las siguientes condiciones generales, Tabla 2.2.

Tabla 2.2

Velocidad Promedio del Viento en la Estación Meteorológica
"Brecha Casarabe en San Julián" (en nudos)

<u>MES</u>	<u>PROMEDIO MENSUAL (1-2 años)</u>
Enero	No disponible
Febrero	No disponible
Marzo	7
Abril	6
Mayo	4
Junio	8
Julio	25
Agosto	10
Septiembre	30
Octubre	8
Noviembre	7
Diciembre	9

2.2.4 Geología de la región

Los estudios que realiza el Proyecto precámbrico ODA-GEOBOL no incluye la región comprendida entre el Río Grande y el Río San Julián sobre la cual se encuentra la colonización. Sin embargo, el Director del Proyecto comentó que en el área Precámbrica existe una gran variedad de suelos sedimentarios compuestos de gruesas capas de arena-arcilla y de arcilla arenosa; que probablemente existan rocas precámbricas en este lado del Río San Julián y que las fallas encontradas al norte del río se prolonguen hacia la zona de colonización. (Ver Apéndice I).

2.2.5 Saneamiento básico

La Dirección de Saneamiento Ambiental tiene un programa de letrinización para áreas rurales el cual debería ser promovido con

12 inspectores-promotores a través de los servicios de salud primaria. Sin embargo, los limitados recursos disponibles no le han permitido llegar a San Julián. El INC informa que ha realizado una campaña muy débil en este sentido, a pesar de ser un requisito previo al otorgamiento del título de propiedad.

2.3 Visitas a los núcleos de San Julián

A pesar de una relativa demora, debida a condiciones totalmente fuera del control del Consultor, se realizaron dos visitas a la Colonización San Julián, incluyendo en ellas 21 núcleos. También se visitaron núcleos de colonización semi-dirigida y espontánea fuera de la Brecha, a lo largo del camino que conduce a San Ramón y sobre el núcleo de colonización Menonita al Sureste del área.

El resultado de esas observaciones en relación con el suministro de agua y las condiciones generales ambientales, se resumen a continuación:

2.3.1 Suministro de agua

El sistema generalizado de abastecimiento de agua en toda el área consiste en un pozo perforado a una profundidad entre 70 y 80 m., con tratamiento de grava y bentonita, en el cual se ha instalado una bomba, en su mayor parte de fabricación local, a nivel del INC y de las mismas localidades.

La bomba es del tipo "Simples Pump" con el cilindro colocado a una profundidad de aproximadamente 18.5 m. dentro de tres tramos de tubería de acero de 100 m. de diámetro. La varilla de 12 mm. se desplaza dentro de una tubería de 32 mm. que en la parte superior, fuera del nivel del terreno, no está apropiadamente protegida contra la contaminación exterior. El mango que acciona la bomba es una pieza grande de madera dura con una longitud de 1.5 a 2 metros colocado sobre un pilar vertical para permitir un fuerte apoyo al brazo de la palanca. Para completar la instalación exterior del sistema, se usa una serie de elementos de hierro tales como abrazaderas, pernos, tuercas, cadenas, etc., todos los cuales acusan deformaciones y roturas debido al trabajo continuo y rudo al que están sometidos. Originalmente las bombas habían sido del tipo LAGO 203 X, para pozo profundo, pero fueron desechadas y substituidas por las actuales, de fabricación local.

Todas las bombas observadas están en malas condiciones de mantenimiento; la comunidad realiza reparaciones menores que restituyen temporalmente la bomba al servicio pero esas reparaciones se hacen sin la adecuada supervisión ni asistencia especializada en cuanto al control y prevención de la contaminación. El INC tiene en bodega una buena cantidad de repuestos que vende a los colonos pero no existe un programa de mantenimiento preventivo o rutinario del equipo.

El consumo de agua en todos los núcleos visitados de la Colonización San Julián es artificialmente elevado debido a dos razones principales: 1) Por lo general, el acarreo del agua lo realizan las niñas pequeñas que ayudan así a sus madres en las faenas domésticas; 2) Dada la distancia hasta la casa, el acarreo lo hacen en pequeños recipientes plásticos de un galón de capacidad provistos de una boca de entrada pequeña. Al colocar el galón en el tubo de salida de la bomba, un 50% del caudal se desperdicia, se acumula en charcos alrededor del pozo y luego fluye a través de un canal abierto, con alto riesgo de contaminación, hasta un estanque o "curiche" en donde se almacena para el ganado y para consumo humano de emergencia. Los adultos transportan el agua en baldes abiertos.

Es evidente que en el día existen picos altos de consumo durante los cuales desciende el nivel del agua en los pozos y se necesita un cierto tiempo de recuperación hasta que se produzca la recarga del acuífero. Conforme a la información obtenida en las comunidades, ese tiempo no es suficiente durante las horas pico. El bombeo continuo, cuando el acuífero no se ha recargado completamente, produce agua turbia y arenosa. Un caso especial es el pozo 23 que no está bien perforado y presenta, aparentemente, problemas de verticalidad.

Se visitaron 4 núcleos que habían reportado agua salada en los pozos, encontrándose que en tres de ellos la población si está usando el agua del pozo para consumo doméstico aún cuando encuentran el sabor algo desagradable, pero convienen en afirmar que con el tiempo ha mejorado considerablemente. Solo el núcleo 9 tiene el pozo fuera de servicio y está utilizando agua estancada de "curiches", que produce diarrea y enferma a los niños.

Un problema altamente preocupante es la casi segura contaminación del acuífero en todos los pozos visitados como consecuencia de los siguientes aspectos;

- Inadecuada selección del lugar para perforar el pozo dentro del área central de los núcleos.
- Ningún pozo tiene sello sanitario adecuado y, por el contrario, alrededor de los pozos se han formado depresiones del terreno que retienen los excedentes de agua mezclada con lodo, desechos animales y toda clase de material contaminante.

2.3.2 Otras fuentes de suministro de agua

De conformidad con observaciones directas, comentarios de los colonos y personas conocedoras de la región no existen vertientes naturales (springs) ni corrientes permanentes de agua superficial que pudieran captarse y desarrollarse. El agua de lluvia es una buena alternativa para complementar el suministro de agua en San Julián; los colonos la almacenan en pequeñas cantidades a nivel domiciliar en baldes y recipientes similares.

Algunos colonos, especialmente en el núcleo 9 y al comienzo de la Brecha Casarabe, han empezado a construir pozos excavados a mano a profundidades que llegan hasta 14 m. y han obtenido agua dulce.

Recientemente, FIDES ha iniciado la perforación a mano de pozos someros con tubería de cemento de 100 mm. la que ha presentado algunos problemas en la construcción. Esta iniciativa debería continuar hasta encontrar una técnica de construcción adecuada y segura. El método es el de cuchara biscacha (auger).

Finalmente, la tecnología empleada por algunos grupos de colonos Menonitas, a base de molinos de viento, resulta ser la más segura y económica a lo largo del tiempo. Se observaron equipos instalados hace varios años que funcionan bien y cuyo mantenimiento es económico.

2.3.3 Comentarios

Es evidente el progreso en el tipo de las nuevas construcciones pues se pueden observar viviendas de mejor material y cubiertas con láminas metálicas o tejas. Según FIDES, esto es reflejo del mejoramiento en la productividad y comercialización que ya se observa en las colonias como indicador del mejoramiento del nivel de vida.

El Apéndice D contiene algunas fotografías de los pozos actuales, la bomba de mano utilizada, aspectos de las fuentes de contaminación sobre el pozo, vistas de depósitos de agua estancada y aspectos de las construcciones de los núcleos.

Capítulo 3

MEDIDAS ALTERNATIVAS

Las medidas propuestas se dirigen hacia la solución o al menos hacia la minimización de los problemas de suministro de agua a la Colonización de San Julián principalmente, pero pueden ser aplicadas a colonizaciones vecinas espontáneas que se han establecido cerca de los núcleos actuales. La aplicación de las medidas, por la misma naturaleza de los problemas a resolver, debería ser implementada a través de una organización con experiencia gerencial en trabajos de colonización y la participación de la comunidad.

3.1 Alternativas para suministro de agua

Los métodos que se describen en este Capítulo, individualmente no solucionarán todos los requerimientos de suministro de agua para los núcleos; según el caso específico de cada uno de ellos, será necesario seleccionar dos o más métodos que combinados satisfagan la demanda.

El consumo presente se estimó en aproximadamente 40 litros diarios por familia, para servicio doméstico y lavado, pero esto no suministra la suficiente cantidad de agua para una adecuada higiene personal diaria. Estimando un crecimiento poblacional normal y un mejoramiento progresivo en las costumbres de higiene personal, es prudente adoptar una dotación de 12 l.p.d. o 60 litros por familia. Con esta base, un núcleo de 40 familias necesitará 2.400 litros por día y los núcleos centrales de 360 familias requerirán 21.600 litros diarios.

3.1.1 Pozos excavados a mano

Se recomienda excavar los pozos en forma circular porque en esta forma proporcionan mayor cantidad de agua y al mismo tiempo ofrecen máxima resistencia en las paredes. El diámetro no debe ser mayor de 1.2 m. para evitar riesgos debidos al tipo inestable de terreno que existe en la región. Por esta misma razón la profundidad no deberá ser mayor de 20 m. y si no producen agua de buena calidad a esa profundidad, se deberá optar por otro método alternativo de los descritos en este Capítulo.

Todos los pozos deberán ir revestidos interiormente hasta una profundidad en que se encuentre terreno consistente y estable o en toda su profundidad, si fuera necesario. Para el revestimiento puede utilizarse ladrillo, piedra o concreto simple. En el fondo del pozo se deberá colocar tres capas de grava de 15 cm. cada una. La más fina, de 1-2 mm, irá al fondo, luego la intermedia de 4-8 mm. al centro y la más gruesa de 20-30 mm. en la capa superior.

En todos los casos el revestimiento deberá sobresalir por lo menos 50 cm. del nivel del suelo y alrededor se construirá una plataforma de concreto de 2 m. por lado o redonda. En la parte superior del pozo se construirá una losa de hormigón, sobre la que se instalará la bomba, con una boca de visita de 60 cm x 60 cm. para inspección y desinfección. La plataforma alrededor del pozo tendrá una pendiente para que el agua drene con facilidad hacia un sumidero o depósito. El terreno circundante deberá estar completamente limpio y protegido por alambre de púas para prevenir la entrada de animales.

Este método puede ser utilizado en el núcleo 9 y otros similares en donde el agua del pozo perforado existente tenga sabor salado y en los núcleos que aún conservan la disposición original de las viviendas y hay espacio suficiente para construir un pozo por cada familia.

3.1.2 Pozos tubulares perforados a mano

Este método es también recomendable para viviendas que están mas o menos aisladas. Su Construcción en algunas casas de los núcleos, al igual que los pozos excavados a mano, disminuirá la presión de la demanda sobre el sistema central.

Estos pozos pueden ser perforados a mano usando el sistema de "biscacha" o "auger". A medida que se perfore el pozo se deberá colocar un revestimiento adecuado para prevenir que las paredes se derrumben.

El revestimiento puede ser de tubería de acero, PVC o concreto, como se usa actualmente en el proyecto FIDES. Sin embargo, el uso de tubería de acero o PVC es preferible por la mayor longitud de los tubos, lo cual facilita el trabajo. Usualmente, el diámetro que produce mejores resultados es de 200 mm. para el revestimiento y debe llegar hasta la parte más profunda del pozo, quedando sumergido por lo menos 7 m. en el acuífero. Una vez terminado el pozo se deberá instalar la tubería de succión con un diámetro de conformidad con el tipo de bomba a usarse y rellenar el espacio junto al revestimiento del tubo con grava de 3 mm. a 10 mm. La parte inferior del tubo de succión debe llevar ranuras o perforaciones para permitir el libre ingreso de agua. El acabado del pozo en la superficie y la protección contra la contaminación deben ser los mismos sugeridos para los pozos excavados.

3.1.3 Captación de agua de lluvia

El tipo de material predominante en la colonización para la cubierta de las casas es la rama de palma, lo cual hace imposible recolectar suficiente agua lluvia para cubrir las necesidades en la época de mayor sequía. Sin embargo, en algunos núcleos más progresistas, ya existen construcciones con cubierta de lámina metálica y teja. Es posible utilizar esas superficies para recolectar agua en cisternas que servirá para uso en la cocina y para beber y, durante la época

seca, proveerá un mínimo de líquido para esas necesidades. Por razones prácticas y económicas se puede pensar en construir una cisterna por cada 10 familias.

Del estudio de la Tabla 2.1 se observa que los meses de julio y agosto son los de menor precipitación y, por consiguiente, habría que almacenar agua lluvia para satisfacer el déficit en la demanda de esos meses. La capacidad de una cisterna para almacenar agua para dos meses secos sobre la base de 10 familias a servir y 60 litros diarios por familia será de 36.000 litros, o sea: 36 m^3 . Las dimensiones de la cisterna podrían ser: 2.5 m. de profundidad y una sección de 3m. x 5m. Las viviendas de las colonias que tienen cubiertas apropiadas para recolectar agua lluvia tienen una superficie estimada de 40 m^2 que darían un escurrimiento promedio de 28 m^3 entre enero y junio. En estas condiciones habría un déficit de 8 m^3 , lo que significaría una menor dotación durante los meses secos, que bajaría de 60 litros por familia-día a 46.7 litros para cada una de las 10 familias usuarias de la cisterna.

La cisterna debería construirse sobre el nivel del terreno y preferiblemente de concreto o ferrocemento para evitar filtraciones y facilitar el mantenimiento. La loza de cubierta debe tener una boca de acceso con tapa metálica, tipo sanitario, que la proteja de contaminaciones accidentales. Tendrá además un tubo provisto de malla de alambre o plástico que servirá para descargar el agua excedente cuando el tanque esté lleno. En el fondo del tanque se instalará una válvula de desagüe para facilitar la limpieza y mantenimiento. En una de las paredes del tanque se instalará una llave de salida colocada a una altura aproximada de 50 cm. sobre la plataforma circundante que permita el uso de los baldes en que la población transporta el agua. Alrededor de la cisterna se construirá una plataforma de concreto simple que la proteja del acceso de aguas superficiales a los cimientos.

La cubierta de las viviendas que se utilicen para recolectar agua lluvia debe ser adecuada para ese propósito. Se deberá instalar canales a lo largo de la cubierta para recibir el agua del tejado y conectarlos a un tubo de bajada que lleve el agua directamente a la cisterna. Los canales deberán ser lisos y con pendiente uniforme a fin de prevenir la formación de criaderos de mosquitos. En la parte superior del tubo de bajada se deberá colocar una malla metálica que retenga hojas y otros materiales similares y se instalará además una junta flexible para mover manualmente el tubo de bajada y descargar el agua de las primeras lluvias directamente sobre el terreno.

Los usuarios deben recibir una completa información e intensa educación relacionada con el uso del agua de las cisterna, su conservación y mantenimiento.

La organización comunitaria que existe en la colonización será un apoyo importante para controlar el uso del agua de cada cisterna y promover un programa a mediano plazo para reemplazar las cubiertas de palma por otras de teja o láminas metálicas que permitan contruir una pequeña cisterna para cada casa o la recolección de agua lluvia

en tambores metálicos o plásticos cerrados, con capacidad de 200 litros cada uno.

3.1.4 Molinos de viento

Los datos promedio de velocidad del viento que constan en la Tabla 2.2 y la experiencia de los colonizadores Menonitas indican que hay suficiente energía eólica para mover un molino de viento con 18 aspas de 3 m. y extraer agua para ser almacenada en un tanque de reserva. La altura de la torre del molino de viento debe tener 10 m. a fin de aprovechar al máximo la velocidad del viento. El comercio local vende estas unidades incluida la bomba en US\$ 1800, a precios de noviembre de 1984.

Este sistema, unido a un tanque de reserva, ofrece una buena solución para los núcleos centrales que tienen mayor demanda de agua y que se encuentran en un proceso continuo y creciente de desarrollo socio-económico. Sin embargo, el costo es alto y sólo puede considerarse como una solución a largo plazo para los núcleos centrales.

3.1.5 Mejoramiento de pozos existentes

Como una medida de aplicación inmediata, todos los pozos actualmente en servicio deberán ser mejorados y protegidos contra la contaminación. Se Exceptúan de esta medida los núcleos 9, 23 y 35 en los cuales habrá que seleccionar cuidadosamente otro lugar para abrir un nuevo pozo y complementar el suministro con captación de agua lluvia y en el caso del núcleo 9, con pozos excavados a mano.

El mejoramiento de los pozos existentes debe consistir en sellar la parte superior del pozo con cemento y arena en proporción 1:3 de manera que se prevenga el ingreso de agua superficial al interior del pozo y al mismo tiempo se proporcione una adecuada rigidez al tubo de revestimiento. Además, se deberá hacer una plataforma de cemento de 2m. x 2m. o circular de 2.5m. de diámetro, que tenga una pendiente uniforme para drenar el excedente hacia una tubería de cemento de 100 mm. El área alrededor del pozo debe estar protegida por una cerca de alambre de púas a fin de prevenir el acceso de animales.

Además, se deberá analizar el agua del pozo para establecer sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas.

3.1.6 Mejoramiento de las bombas

Las bombas actualmente en uso son eficientes, especialmente por su rendimiento, pero requieren ser rediseñadas en todos sus elementos para hacerlas más resistentes y duraderas. El costo sería alto por lo que es preferible sustituirlas por otras de calidad apropiada y fácil mantenimiento.

En el país se está experimentando con varios tipos de bombas, algunas de las cuales posiblemente ya puedan ser utilizadas en el campo. El Consultor recomienda también el uso de un tipo de bomba similar a la AID/BATTELLE, para pozo profundo, como una alternativa para San Julián.

3.2 Saneamiento básico

Durante las reuniones de trabajo, el Consultor fue informado en San Julián que la instalación de letrinas en cada casa es parte del programa de desarrollo de la colonización. Sin embargo, durante las visitas de campo se observó que existen muy pocas letrinas y que el sistema generalizado para la disposición de excretas es la defecación al aire libre.

Dado que este aspecto forma parte de los términos de referencia y alcance de esta evaluación, se sugiere un método de disposición de excretas que está de acuerdo con el nivel de desarrollo, la capacidad económica y el modo de vida de los colonos, y que contribuirá a mejorar su estado general de salud.

3.2.1 Letrina ventilada mejorada

Este es un tipo de letrina higiénica de bajo costo y que utiliza un alto porcentaje de mano de obra y materiales locales. Además, su diseño es adecuado para mantener el local prácticamente libre de olores, mosquitos y moscas, que constituyen una de las mayores restricciones de la población al uso de letrinas convencionales. La letrina va siempre provista de un asiento con tapa, dentro de una caseta de material adecuado para hacerla atractiva y confiable al usuario.

El mejoramiento integral de la salud de la comunidad rural es el resultado del enfoque global del aspecto de saneamiento básico rural en el que la participación activa de la comunidad es un factor determinante para la reducción de costos iniciales y de mantenimiento.

El Apéndice I muestra algunas ideas respecto a las medidas analizadas en este Capítulo.



Capítulo 4

APLICACION DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

4.1 Estrategia para su aplicación

En vista de la poca información disponible sobre las condiciones hidrogeológicas en la zona de la Colonización San Julián, es prudente aplicar las medidas descritas en el Capítulo anterior en tres etapas de implementación: a corto, mediano y largo plazo, como se detalla en la Tabla 4.1.

4.2 Estimación de costos

En la Tabla 4.2 se hace una estimación de costos y recursos necesarios para implementar la etapa a corto plazo. Se incluye la participación de la comunidad en forma de mano de obra no especializada y el aporte de algunos materiales locales para las letrinas ventiladas. El programa de mejoramiento debería ser administrado y coordinado por un organismo con amplia experiencia de trabajo en San Julián y con interés en solucionar la necesidad sentida del suministro de agua y saneamiento en la Colonización. El Consultor ha identificado a FIDES como el organismo con capacidad e interés para ejecutar el programa.

Tabla 4.1

Estrategia para la Aplicación de las Medidas Propuestas

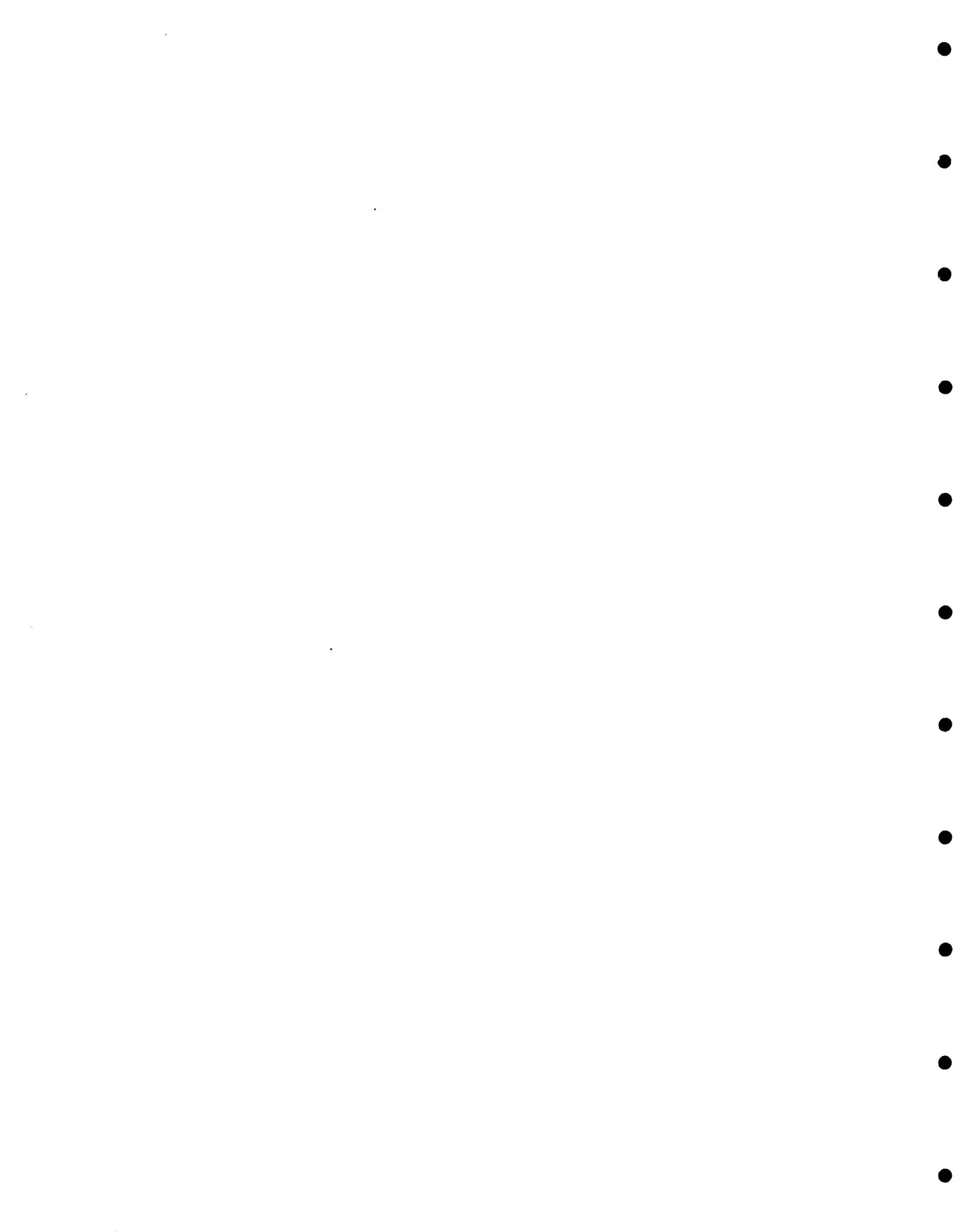
Estrategias	Núcleos
A. <u>A corto plazo</u>	
1. Mejoramiento de los pozos existentes (1)	Centrales y periféricos
2. Instalación de nuevas bombas de mano en cada pozo	Centrales y periféricos
3. Construcción de cisternas comunales	Centrales y periféricas
4. Construcción de pozos excavados a mano, con bomba de mano, en casas aisladas y periféricas	Núcleo 9 y entrada a la Brecha
5. Construcción de pozos perforados a mano, con bomba de mano	Centrales y periféricos
6. Construcción de letrinas ventiladas	Sobre la Brecha Casarabe
B. <u>A mediano plazo</u>	
1. Construcción de cisternas domésticas	Centrales y periféricas
2. Instalación de molinos de viento y tanques de reserva	Centrales
3. Instalación de letrinas ventiladas	Periféricas
C. <u>A largo plazo</u>	
1. Instalación de llaves públicas	Centrales
2. Instalación de letrinas con sello hidráulico	Centrales
(1) Para los núcleos 9, 23 y 35 se requiere perforar nuevos pozos.	

Tabla 4.2

Estimación de Costos para la Implementación del Programa a Corto Plazo

Método a ser usado	Costo estimado US\$ (1) Recursos requeridos				
	Unit.	Total	Financieros	Comunales	Gerenciales
A. Suministro de agua					
1. Mejoramiento de 47 pozos	1,400	65,800	80%	20% mano de obra no especializada	P.V.O.
2. Instalación de 50 bombas nuevas					P.V.O.
3. Construcción de 66 cisternas comunales	1,200	79,200	85%	15% mano de obra no especializada	P.V.O.
4. Perforación de 3 nuevos pozos	3,200	9,600	100%		P.V.O.
5. Perforación a mano de 25 pozos tubulares con bombas de mano	700	17,500	90%	10% mano de obra no especializada	P.V.O.
6. Excavación a mano de 20 pozos someros con bombas de mano	600	12,000	80%	20% mano de obra no especializada	P.V.O.
B. Saneamiento					
1. Instalación de 1,500 letrinas ventiladas, con asiento y caseta	100	150,000	50%	50% mano de obra no especializada y materiales locales	P.V.O.

(1) Costos estimados al 20 de noviembre de 1984.



Capítulo 5

CONCLUSIONES

5.1 Introducción

El informe identifica los problemas encontrados por el Consultor en relación con el suministro de agua a los núcleos de la Colonización San Julián, en Bolivia.

Por la naturaleza misma del trabajo sólo se plantean soluciones de orden general dirigidas a mejorar la situación actual, que es inadecuada, en cuanto al abastecimiento de agua y a la falta casi absoluta de saneamiento. Con este propósito se formulan las siguientes conclusiones específicas:

5.2 Mejoramiento de pozos existentes

El bajo rendimiento de los pozos se debe a que: 1) la comunidad bombea el agua a determinadas horas del día ocasionando el agotamiento del acuífero; 2) la válvula de pie de la bomba se encuentra a profundidad insuficiente para producir un mayor rendimiento; 3) parte del agua se desperdicia por el tipo de bomba en uso.

Para corregir esta situación se recomienda:

- Mejorar los pozos existentes.
- Instalar una bomba nueva con el cilindro a una profundidad de 24 a 30 m.
- Proteger adecuadamente el pozo de la contaminación por aguas superficiales.

5.3 Captación de agua lluvia

Es necesario complementar el suministro de agua por medio de la captación de agua lluvia aprovechando las viviendas que tienen cubiertas adecuadas para este propósito.

Al respecto, se recomienda:

- Construir cuatro cisternas en los "núcleos centrales" y una en los otros núcleos.
- El agua de las cisternas debe ser utilizada para tomar y cocinar alimentos, eliminando así el agua de calidad objetable que producen ciertos pozos.

5.4 Perforación de nuevos pozos

El pozo del núcleo 9 está fuera de uso y produce agua muy salada; el pozo del núcleo 23 tiene problemas de verticalidad y el pozo del núcleo 35 está situado en un lugar con alto riesgo de contaminación. Para resolver este problema se recomienda:

- Perforar tres pozos nuevos en sitios seleccionados cuidadosamente.

5.5 Pozos excavados a mano

Las condiciones inestables del terreno no permiten aplicar este método económico y sencillo en todos los núcleos. Sin embargo, el núcleo 9 y el primer sector de la Brecha Casarabe ofrecen condiciones apropiadas para su construcción. Por lo tanto se recomienda:

- Construir 20 pozos de este tipo en las áreas mencionadas e instalar una bomba de mano para pozo somero en cada uno de ellos.

5.6 Pozos perforados a mano

Para completar el abastecimiento de agua en los núcleos centrales y periféricos, se recomienda:

- Construir pozos perforados a mano en casas que están aisladas del resto de la comunidad. (En la zona existe experiencia en este tipo de obra.)
- Instalar una bomba para pozo somero en cada pozo.

5.7 Letrinas ventiladas mejoradas

La situación de saneamiento en la Colonización es extremadamente deficiente y constituye un riesgo para la salud de la comunidad, especialmente en los núcleos centrales, por la densidad de población y el potencial de desarrollo que poseen. A este respecto se recomienda:

- La instalación de una letrina del tipo ventilada mejorada en cada casa de los núcleos que se encuentran sobre la Brecha Casarabe.
- Las letrinas deberán tener asiento con tapa, y una caseta de material y construcción atractivas a la población.

5.8 Administración del programa

El programa propuesto puede ser dirigido, administrado y controlado eficientemente por una organización voluntaria privada como la Fundación Integral de Desarrollo (FIDES) que tiene una amplia y variada experiencia en trabajos con la Colonización San Julián y además tiene una organización gerencial adecuada para implementar el programa. FIDES ha demostrado también interés en el mejoramiento del suministro de agua, al desarrollar un programa de perforación de pozos a mano en la zona en los últimos meses. Por lo tanto, se recomienda:

- La designación de la Fundación Integral de Desarrollo para controlar y administrar el programa.

En entrevistas con el Consultor, funcionarios de FIDES han expresado su acuerdo con las soluciones propuestas en este informe, además de haber participado y facilitado las labores de campo del Consultor.

5.9 Promoción y participación de la comunidad

En este aspecto se recomienda:

- Motivar a la comunidad a fin de que participe activamente aportando mano de obra no especializada y algunos materiales locales.
- Suministrar una completa información respecto al uso adecuado del agua, diferenciando claramente que el agua de lluvia debe servir para satisfacer las necesidades de tomar y cocinar alimentos únicamente, conservando el agua de los pozos para baño, lavado y animales domésticos.
- Promover en la comunidad el mejoramiento de la vivienda reemplazando los techos de palma por teja ó lámina metálica que permitan la captación domiciliar de agua lluvia, medida a mediano plazo que mejorará considerablemente el suministro de agua.
- Organizar un equipo de promoción como parte del programa de mejoramiento, compuesto de un promotor supervisor y dos promotores auxiliares.

5.10 Cloración del agua

Para evitar en lo posible el peligro de que la población consuma agua contaminada, se recomienda:

- Desinfectar adecuadamente con hipoclorito de calcio todos los pozos y cisternas, antes de ponerlos en operación.

- Pedir a la comunidad que como medida de seguridad hierva el agua que va a tomar.
- Considerar la cloración del agua directamente en los pozos y cisternas, como una medida de mejoramiento a mediano plazo.

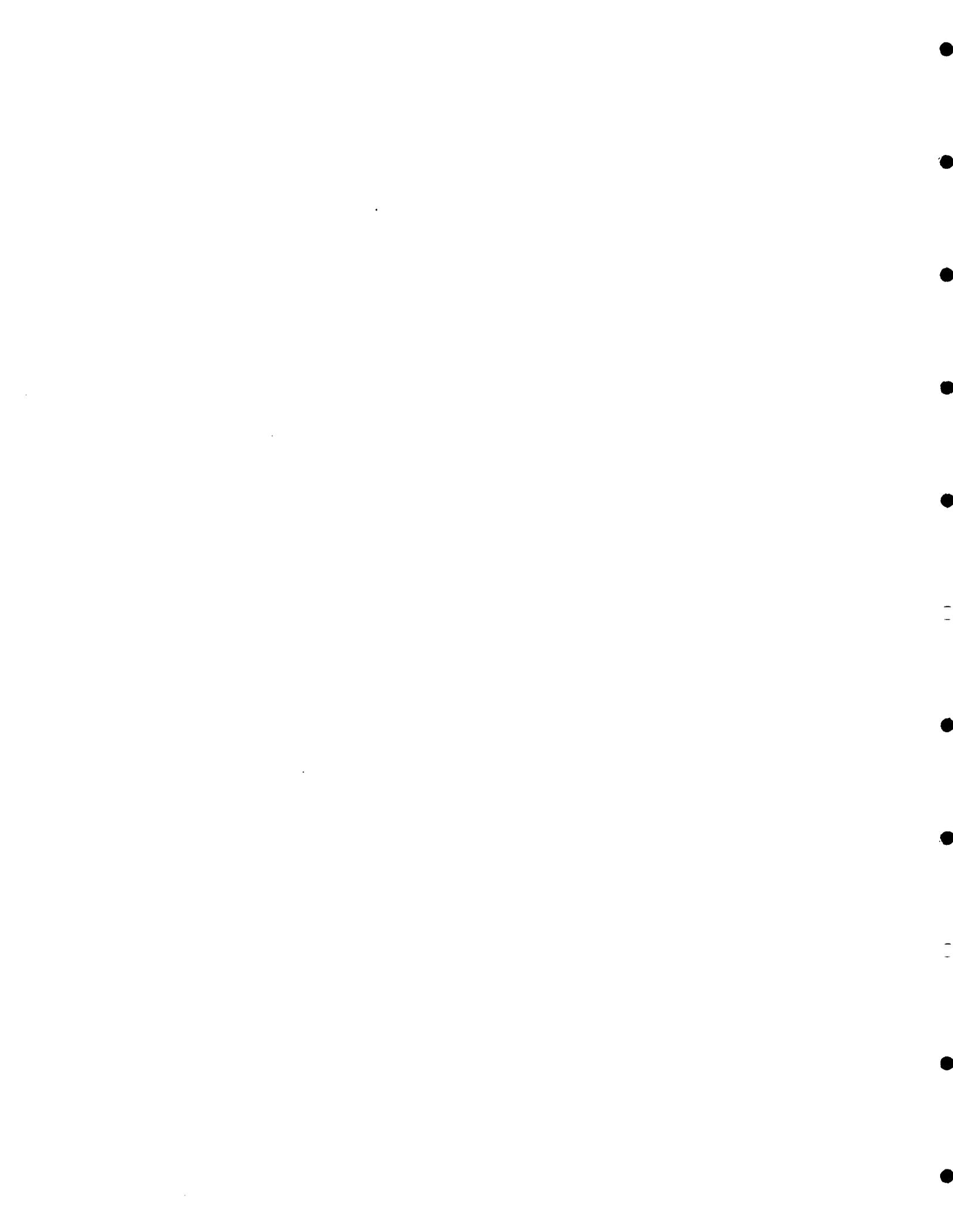
5.11 Mantenimiento

Los métodos de mejoramiento propuestos requerirán de un mantenimiento adecuado y oportuno, realizado por personal capacitado especialmente para las funciones y que disponga de repuestos y herramientas suficientes. A este respecto se recomienda:

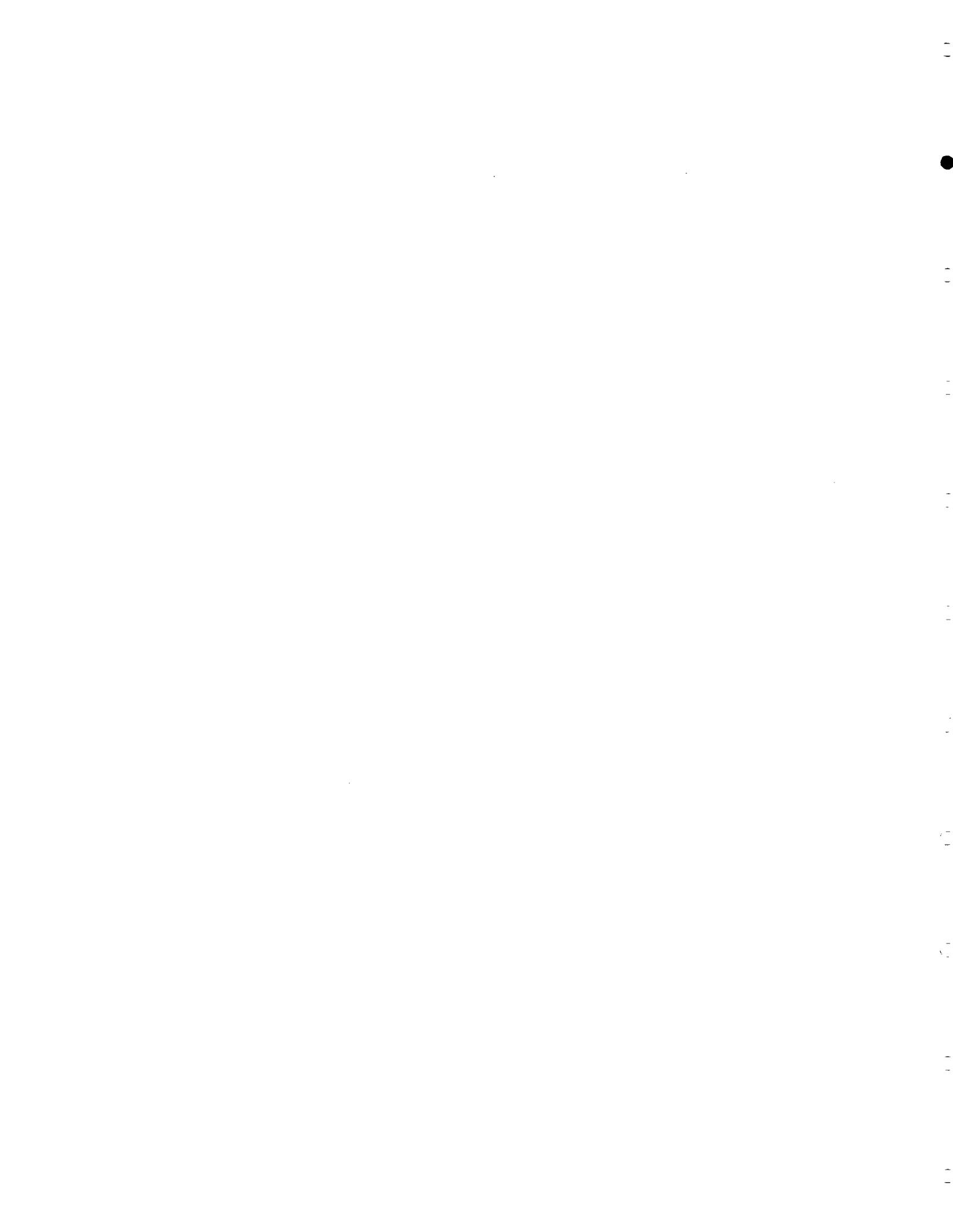
- Que FIDES, en coordinación con la cooperativa de colonos y líderes de los núcleos, asuma el mantenimiento de los sistemas una vez terminada la implementación de la etapa a corto plazo. Diseñar un esquema de mantenimiento rutinario y de emergencia y adiestrar el personal de operadores.

REFERENCIAS

- Scudder, Thayer, William Patrick and Michael Painte, "A Proposal to Evaluate the San Julián, Bolivia, Colonization Project", Institute for Development Anthropology, Birghampton, N.Y., November 1983.
- Taylor, Peter Leigh, "La Cooperativa Multiactiva San Julián: Una Experiencia en Adaptación por Medio de la Participación", Fundación Integral de Desarrollo, Santa Cruz, Bolivia, Septiembre 1983.
- Agency for International Development, "Water for the World/Technical Notes", Washington, D.C.
- WASH, "Evaluación sobre Equipo para Perforación de pozos para el Programa de Suministro de Agua y Sanidad Rurales en Bolivia", Informe de Campo Número 116, Washington, D.C., Mayo 1984.
- WASH, "Un Estudio del Componente de Promoción Comunitaria del Proyecto de Sanidad Rural de Bolivia", Informe de Campo Número 121, Washington, D.C., Mayo 1984.
- Cochrane, T.T., "Apreciación Inicial del Uso de Suelos de las Regiones del Pie de Monte Central y de Santa Cruz del Trópico Boliviano", Misión Británica en Agricultura Tropical, Bolivia 1968.
- Vigneswaran, S., Tam, D.M. and C. Visvanathan, "Water Filtration Technologies for Developing Countries", ENSIC Environmental Sanitation Reviews, December 1983.
- Cairncross, Sandy and Richard Feachem, "Small Water Supplies", The Ross Institute, London, January 1978.
- International Reference Centre for Community Water Supply and Sanitation, "Small Water Supplies", Technical Paper 18, The Hague, August 1981.
- Donaldson, David, "Simple Low Cost (SLC) Sanitation Measures being used in Developing Countries", Washington, D.C., October 1984.
- Kalbermatten, John M., DeAnne S. Julius, D. Duncan Mara and Charles G. Gunnerson, "Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation, a Planners Guide", World Bank, Washington, D.C., December 1980.
- Feachem, Richard and Sandy Cairncross, "Small Excreta Disposal Systems", The Ross Institute, London January 1978.



APENDICE A
Plan de Acción



Ch...

REC'D
RR RUFEC
DE RUFELD #6726 269 **
ZNE GULLU 7ZF
R 2614273 S:P 24
FM AMEMBASSY LA PAZ
TO SFCSTATE WASSDC
BT
UNCLAS LA PAZ 26726

CLASS: UNCLASSIFIED
CHRG: DTG =/26/84
APPR: D: ADDRESS
DEPT: REP: 200 -SFC
I
CLEAR: 1.27: AMB
DISP: USAID WASH DC

AIDAC

FOR ST/STATE

P.O. 12345: NA

SUBJECT: BOLIVIA: REQUEST FOR TECHNICAL ASSISTANCE FROM
WASE PROJECT

1. USAID/BOLIVIA REQUESTS ASSISTANCE FROM THE WASE PROJECT TO EVALUATE POTABLE WATER NEEDS OF AND DESIGN WATER SUPPLY RECOMMENDATIONS FOR THE SAN JULIAN COLONIZATION ZONE IN THE DEPARTMENT OF SANTA CRUZ.

2. BACKGROUND: FOR THE PAST SEVERAL YEARS USAID/BOLIVIA HAS SUPPORTED DEVELOPMENT ACTIVITIES IN THE SAN JULIAN COLONIZATION AREA. DURING A RECENT EVALUATION, THE EVALUATORS REPORTED MAJOR PROBLEMS WITH WATER SUPPLY IN 80 PERCENT OF THE SETTLEMENTS VISITED. PROBLEMS INCLUDE INSUFFICIENT SUPPLY FROM ESTABLISHED WELLS, HIGH SALTS LEVELS, POOR QUALITY WATER, AND INOPERABLE WATER PUMPS. HISTORICALLY, THE SOLUTION TO WATER SUPPLY HAS BEEN THE PROMOTION OF SHALLOW WELLS WITH HAND PUMPS. OWING TO THE UNSATISFACTORY RESULTS OF THIS APPROACH, SPECIALIZED ASSISTANCE IS REQUIRED TO REVIEW ALTERNATIVE WAYS FOR PROVIDING WATER TO COLONISTS. GIVEN THE DIVERSITY OF ECOLOGICAL MICRO-AREAS AND THE VARIETY AND SEVERITY OF WATER PROBLEMS, SEVERAL DIFFERENT SOLUTIONS SUCH AS RAIN-WATER CATCHMENT, SPRING DEVELOPMENT, PURIFICATION OF SURFACE SOURCES, DRILLED DEEP WELLS, MAY BE REQUIRED.

HLS

WAR 2

*d
RD*

C

RF 3

3. THE U.S. MISSION IN BOLIVIA HAS A GREAT DEAL OF INTEREST IN RESOLVING THIS PROBLEM WHICH THREATENS THE HEALTH OF THE COLONISTS AND PERHAPS THE ULTIMATE SUCCESS OF THE SAN JULIAN COLONIZATION EFFORT. P.L. 96-111 TITLE III FUNDS COULD SERVE AS A POSSIBLE SOURCE WITH WHICH TO IMPLEMENT RECOMMENDATIONS ONCE SUITABLE SOLUTIONS ARE SPECIFIED.

4. SCOPE OF WORK:

- A. REVIEW AVAILABLE DATA ON WATER SUPPLY IN SAN JULIAN, FROM STUDIES BY OTHER AGENCIES.
- B. EVALUATE THE NEEDS AND POSSIBLE SOLUTIONS TO WATER PROBLEMS IN THE DIFFERENT COLONIZATION AREAS AND SETTLEMENTS.
- C. DESIGN RECOMMENDATIONS SPECIFYING THE DIFFERENT WATER SYSTEMS APPROPRIATE FOR THE INCOME AND LIFESTYLE ON THE COLONISTS.
- D. CONSULTANT IS REQUIRED FOR A PERIOD OF 4-5 WEEKS BEGINNING O/A OCTOBER 15, 1984.

-----UNCLASSIFIED

LA 942 8700-----

5. CONSULTANT SHOULD HAVE EXPERIENCE WITH WATER SUPPLY DEVELOPMENT IN TROPICAL AREAS. SPANISH LANGUAGE CAPABILITY AT THE PSI P-3, S-3 LEVEL IS REQUIRED.

6. FIDES, A PFC WITH WAST WATER EXPERIENCE IN SAN JULIAN, ILL PROVIDE KNOWLEDGEABLE COUNTERPARTS AND LOCAL SUPPORT TO CONSULTANT.

7. MISSION WILL FUND IN-COUNTRY TRAVEL AND OTHER LOCAL CURRENCY COSTS. CCLR

PT

#6726

NNNN

-----UNCLASSIFIED

LA 947 8726-----



ENTEL-BOLIVIA
 Empresa Nacional de Telecomunicaciones



ENTEL-BOLIVIA
 Empresa Nacional de Telecomunicaciones



VIA WUI
 0917 10/240
 3260 AMEMB BY

Rec'd 10/24

File: HLS

TO: USAID/BOLIVIA

Action: HHR 2

Info: D

FROM: WASH/DONALDSON

EXO

RD

ATTR: KATHLEEN JONES PATRON
 RAFAEL INDAJURA

DP

C

RF 3 SF

1. AS WAS DISCUSSED WITH YOUR OFFICE, WASH HAS BEEN REQUESTED BY S+T/H/US TO PROVIDE TECHNICAL ASSISTANCE SERVICES TO SUPPORT YOUR CABLE REQUEST--LA PAZ 06706, DATED SEPTEMBER 1984.

2. WASH PROPOSES TO USE ENGINEER OSCAR LARREA OF ECUADOR. HE WAS SELECTED ON THE FOLLOWING BASES:

- KNOWLEDGE OF RURAL WATER AND BASIC SANITATION PROGRAMS IN LATIN AMERICA
- KNOWLEDGE OF AND EXPERIENCE WITH SIMPLE LOW-COST DRINKING WATER AND SANITATION APPROACHES
- FAMILIARITY WITH USAID-TYPE PROJECTS
- DEMONSTRATED EXPERIENCE IN EVALUATION OF RWS PROGRAM NEEDS AND DEVELOPMENT OF FEASIBLE CRITERIA AND DESIGN STANDARDS.

OSCAR LARREA HAS WORKED WITH RWS PROGRAMS FOR OVER TEN YEARS IN FOUR COUNTRIES. HE RECENTLY COMPLETED THE DEVELOPMENT OF AN EVALUATION OF THE RWS PROGRAM OF ECUADOR. HE WAS ALSO RESPONSIBLE FOR REVIEWING AND REVISING THE DESIGN CRITERIA FOR THIS PROJECT. MR. LARREA HAS ALSO BEEN THE COORDINATOR OF THREE TEAMS OF INDIAN ENGINEERS WHO VISITED U.S. RWS PROGRAMS UNDER THE SPONSORSHIP OF WHO.

3. PROPOSED PLAN-OF-ACTION FOR CONSULTANT IS AS FOLLOWS:

- | | |
|--|--|
| <p>1ST WEEK - BRIEFING BY MISSION/LA PAZ
 VISIT TO PVOS/LA PAZ
 DATA COLLECTION/LA PAZ
 MOVE TO PROJECT AREA</p> <p>2ND WEEK - VISIT WITH PVOS AT PROJECT AREA
 FIELD VISITS</p> <p>3RD WEEK - FIELD VISIT
 DISCUSSION WITH PVOS IN PROJECT AREA</p> <p>4TH WEEK - DISCUSSION WITH PVOS AND MISSION IN PROJECT AREA
 AND LA PAZ</p> <p>5TH WEEK - FINALIZE REPORT AND BRIEF MISSION (REPORT TO BE WRITTEN IN SPANISH AND TRANSLATED TO ENGLISH BY WASH).</p> | <p>Reply due 10/30</p> <p>Action tkn</p> |
|--|--|

4. WHILE WASH HAS INSTRUCTED CONSULTANT TO BE AS SELF-CONTAINED AS POSSIBLE, WE WOULD APPRECIATE MISSION GUIDNCE ON WHERE TO OBTAIN LOGISTICAL/TRAVEL/SECRETARIAL SUPPORT.

5. WASH PROPOSES TO HAVE CONSULTANT ARRIVE LA PAZ ON 29 OCTOBER FOR BRIEFINGS/DISCUSSIONS AT MISSION PRIOR TO HIS TRAVEL TO PROJECT AREA. REQUEST YOUR CONCURRENCE OF CONSULTANT AND EOD DATE. WE WILL ADVISE FLIGHT BY SEPARATE CABLE.

WASH/DONALDSON
 WASHAID 64352

IDA

INSTITUTE FOR DEVELOPMENT ANTHROPOLOGY

99 COLLIER STREET, SUITE 301 P.O. BOX 411, BINGHAMTON, NEW YORK 13902 USA
Telephone (607) 731-0244 Telex 932435 Cable DEVANTHKO BINGHAMTON NY



28 August 1964

Robert Thurston
1911 Bolivia
APO Miami, Florida 34032

Dear Mr. Thurston:

I am writing pursuant to our conversation with Ambassador Corr regarding the problem of an inadequate water supply in areas of the San Julian colonization zone. You will recall that our team found that problems with the water supply not only threaten the ability of the settlers to make a transition from subsistence to market production, but also threaten the viability of the subsistence production systems that have been established.

I thought you might find the following information useful as you explore ways in which USAID might be able to address this problem. Our team visited 50 settlements, 11 of which were spontaneous and 39 of which were nucleos in the San Julian colonization project. Of the eleven spontaneous settlements, five (45%) did not have wells and were obtaining water from natural sinkholes or wherever they could find it, two (18%) had wells but reported that they were very unreliable due to frequent breakdowns, and one (9%) reported that it had a well that consistently does not produce sufficient water to supply the needs of its population. The three remaining spontaneous settlements (27%) did not report suffering any particular water problems.

Of the nucleos located within the San Julian colonization zone, 31 of the 39 we visited (80%) reported suffering from major problems with their water supply. Fourteen nucleos (36% of the 39 visited) reported that their wells consistently produce insufficient water to satisfy the needs of their populations. Another 14 nucleos reported that their wells provide water that is either salty or that causes attacks of diarrhea. One nucleo (3%) reported that the water from its well was both insufficient and of poor quality. Two nucleos (5%) reported not having wells at all, and being forced either to obtain water from other nucleos or to find it where they can. In addition, 16 nucleos reported that their water supply is made unreliable due to frequent breakdowns of their pump.

These difficulties with the water supply are creating health problems, forcing people to spend inordinate amounts of time and energy trying to secure water, and contributing to the abandonment of some nucleos. Our team wholeheartedly supports the view of Ambassador Corr that it deserves immediate priority attention, and we are anxious to provide any assistance that we can.

Because of the diversity of ecological micro-areas that exist within the San Julian area, and because the severity and kind of water problem suffered in different nucleos varies, we recommend that you try to avoid thinking in terms of a single solution. Rather, a plan that drew upon various systems for providing water - a combination of rainwater catchment, purification of natural water sources, and shallow and deep wells, for example - would probably turn out to be less expensive and more successful. In addition, developing a range of possible solutions would afford a greater number of settlers with the possibility of finding a solution that they have the resources to adopt.

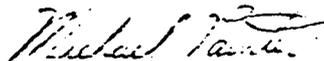
We suggest that you investigate the possibility of contracting a water systems specialist to evaluate the needs of the San Julian area and design a "package" of possible solutions. IDA has several such individuals among its Associates, and we would be happy to work with you on the project. However, water is not one of our specialties and I feel that your idea of seeking assistance from CARE or WASH, or another organization that enjoys a real strength in this would be the best route to take.

In terms of administering a program to improve the region's water supply, you may want to consider working with FIDES. FIDES, of course, has a tremendous amount of accumulated knowledge about the San Julian area, and it is very aware of the water problem. At the present time, it is promoting the construction of shallow wells with the use of manual labor or animal traction as a secondary source of water for settler families.

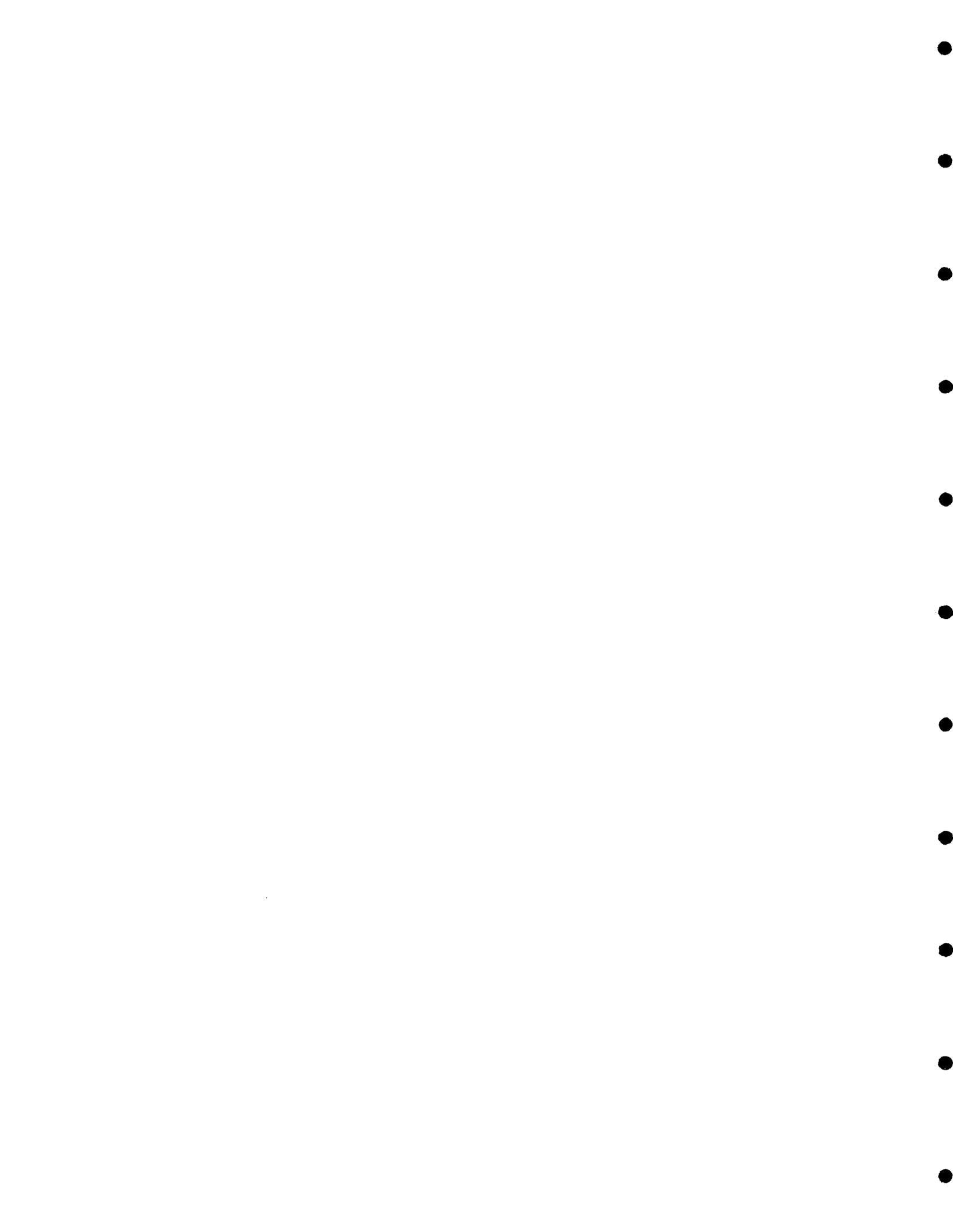
I hope you find the information and ideas expressed here useful. Please do not hesitate to call upon me - either on a formal or informal basis - if you feel that there is some way in which I can provide useful assistance. I feel that the water problem is one that has the potential to undo the hard work that so many individuals and organizations have invested in San Julian, and I am anxious to assist in any way I can.

Thank you for your kind attention.

Sincerely,

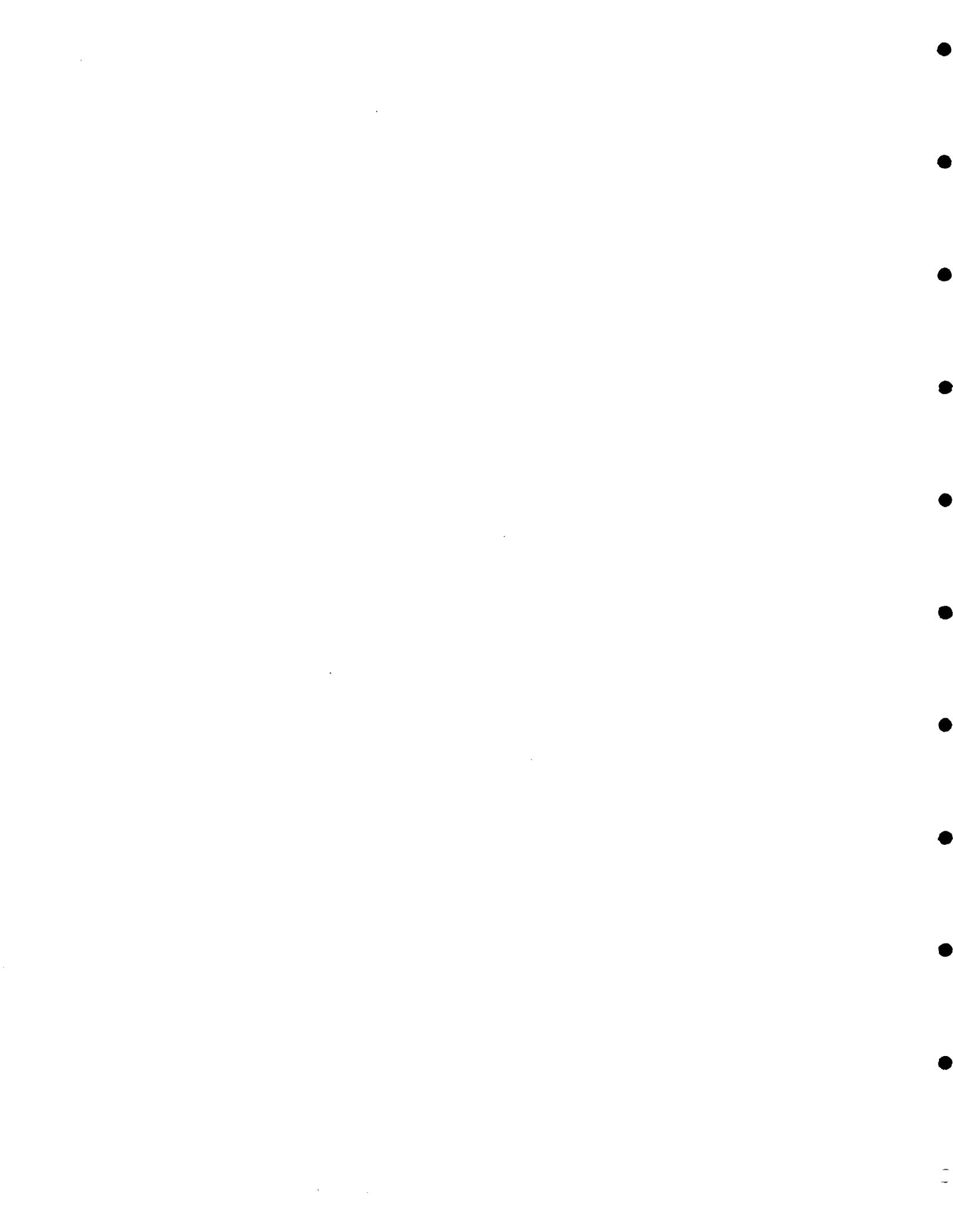

Michael Painter
Research Associate

cc. Ambassador Edwin G. Corr
John Rifenburg
FIDES



APENDICE B

Itinerario



ITINERARIO

- Octubre 27 - Viaje Quito-La Paz
- Octubre 28 - Domingo
- Octubre 29 - Briefing y varias reuniones con personal de USAID, La Paz
- Octubre 30 - Reunión con funcionarios de OPS y PNUD
- Octubre 31 - Estudio y evaluación de información. Viaje La Paz-Santa Cruz
- Noviembre 1 - Reuniones en AID y FIDES
- Noviembre 2 - Recopilación de información
- Noviembre 3 - Sábado. Preparación del Borrador del Informe
- Noviembre 4 - Domingo
- Noviembre 5 - Entrevistas con personeros de FIDES, ingenieros de CORDECRUZ y representantes del INC
- Noviembre 6 - Reunión con representantes de C.C.S.J., Federación de Campesinos e ingenieros del Proyecto FAO/Bolivia
- Noviembre 7 - Reunión con FIDES. Elaboración del programa de visitas al área de San Julián. Borrador del Informe
- Noviembre 8 - Entrevistas con DSA, GEOBOL y FIDES
- Noviembre 9 - Reunión con C.C.A.M. y FIDES. Programa de visitas al campo. Borrador del Informe
- Noviembre 10 - Borrador del Informe
- Noviembre 11 - Domingo
- Noviembre 12 - Reunión con FIDES. Borrador del Informe
- Noviembre 13 - Viaje Santa Cruz-San Julián
Visita a Colonización San Julián
Entrevista con funcionarios del INC, en San Julián
- Noviembre 14 - Visita a Colonización San Julián
Viaje San Julián-Santa Cruz
- Noviembre 15 - Entrevista con ingenieros de CORDECRUZ
Borrador del Informe

Noviembre 16 - Reunión con funcionarios de FIDES. Borrador del Informe

Noviembre 17 - Preparación Borrador del Informe

Noviembre 18 - Domingo

Noviembre 19 - Reunión con FIDES. Borrador del Informe

Noviembre 20 - Viaje Santa Cruz-San Julián
Visita a núcleos de la Colonización San Julián

Noviembre 21 - Visita a Colonización San Julián
Viaje San Julián-Santa Cruz

Noviembre 22 - Revisión Borrador del Informe
Reunión con FIDES

Noviembre 23 - Revisión del Informe
Viaje Santa Cruz-La Paz

Noviembre 24 - Sábado

Noviembre 25 - Domingo

Noviembre 26 - Revisión del Informe
Reunión con la Misión USAID/Bolivia
Discusión Borrador del Informe

Noviembre 27 - Preparación del Informe

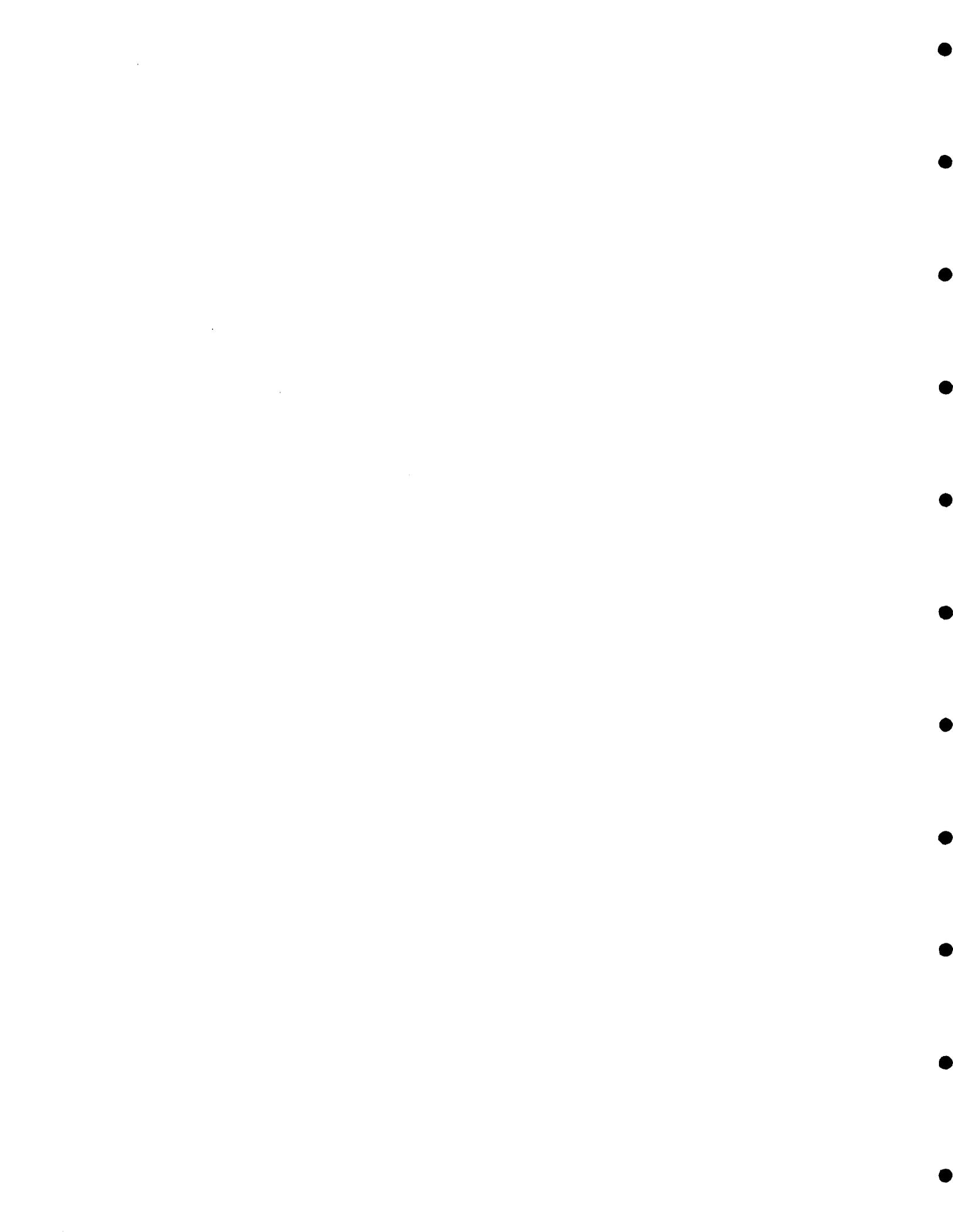
Noviembre 28 - Preparación del Informe

Noviembre 29 - Discusión del Informe con funcionarios USAID/Bolivia
Entrega del Informe

Noviembre 30 - Viaje La Paz-Guayaquil-Quito.

APENDICE C

Funcionarios Entrevistados



FUNCIONARIOS ENTREVISTADOS

1. Fundación Integral de Desarrollo - (FIDES)

Ing. Armando Molina	- Director Ejecutivo
Ing. Martin Miller	- Director Programa Investigación
Ing. Carlos Aramaya	- Director Proyecto Consolidación Fase II
Mr. James N. Becht	- Planificador Salubrista

2. Corporación Regional de Desarrollo de Santa Cruz de la Sierra (CORDECRUZ)

Ing. Mario Peña	- Director Departamento hidráulica
Ing. Julio Kempfs	- Jefe Aguas Subterráneas
Lic. José Orias	- Jefe Relaciones Públicas

3. Instituto Nacional de Colonización

Lic. Oswaldo Pope	- Director
Lic. Felix Peña	- Auditor
Lic. Orlando Canedo	- Auditor Interno
Arq. Tedy Bolello	- Jefe Departamento Técnico
Dr. Misael Montaña	- Director, Santa Cruz
Sr. Juan N. Terrazas	- Agente Regional
Sr. Parada	- Perforador
Sr. Alejandro Arauz	- Jefe Encargado, San Julián

4. Cooperativas de Campesinos de San Julian

Sr. Lucas Dekonic	- Gerente
-------------------	-----------

5. Central de Cooperativas Agropecuarias "Minero" Ltda. (C.C.A.M.)

Sr. Dudley Conneely	- Gerente
---------------------	-----------

6. Departamento de Saneamiento Ambiental de Santa Cruz (DSA)

Ing. Rolando Cortéz - Director

7. Federación departamental de Campesinos

Sr. Arsenio Farrell - Representante

8. Unidad de Apoyo del Programa de Atención Primaria en Salud

Sr. Emilio Medina - Coordinador

Sr. Waldo Garcia - Administrador

9. Proyecto FAO/Bolivia (BOL/003/83)

Ing. José Castro - Director

Ing. José Ballivian - Jefe Departamento Técnico

10. Misión Británica - GEOBOL

Mr. Chris Burton - Director

11. Misión USAID/Bolivia

Dr. Robert Thurston - Director Asociado para Desarrollo Rural

Dr. Lee Hougen - TDY

Mrs. Katherine Jones-Patrón - Jefe a.i., División de Salud y Recursos Humanos

Arq. Rafael Indaburu - Gerente de Proyecto.
Contacto Principal del Consultor.

APENDICE D

Fotografías

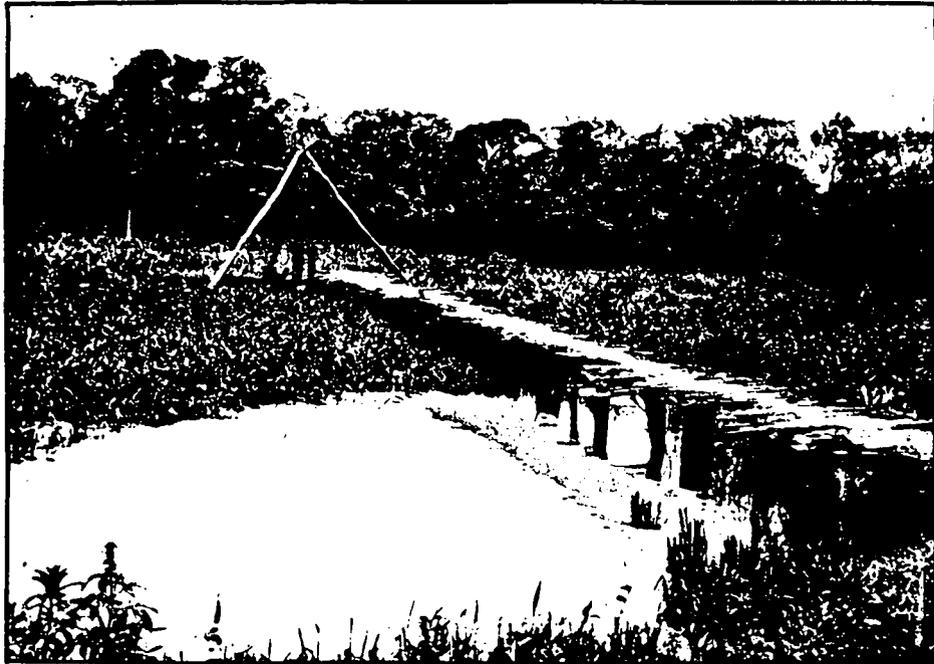




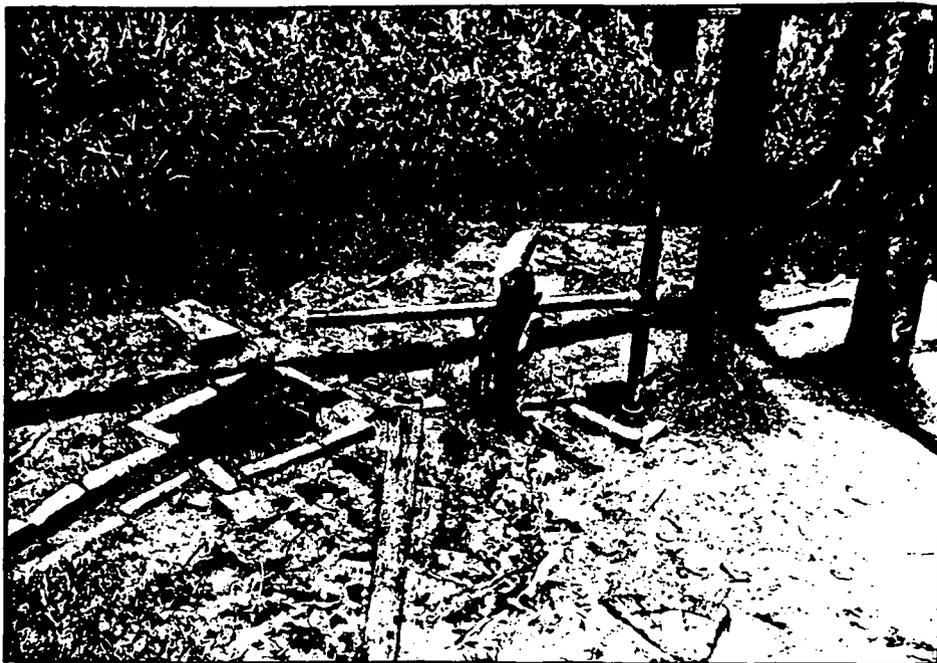
Aspecto de un núcleo periférico.



Estanque de agua lluvia construido por la comunidad.



Pozo perforado con bomba de mano. Núcleo 35



Aspecto general de un pozo perforado y bomba de mano de construcción local. -48-

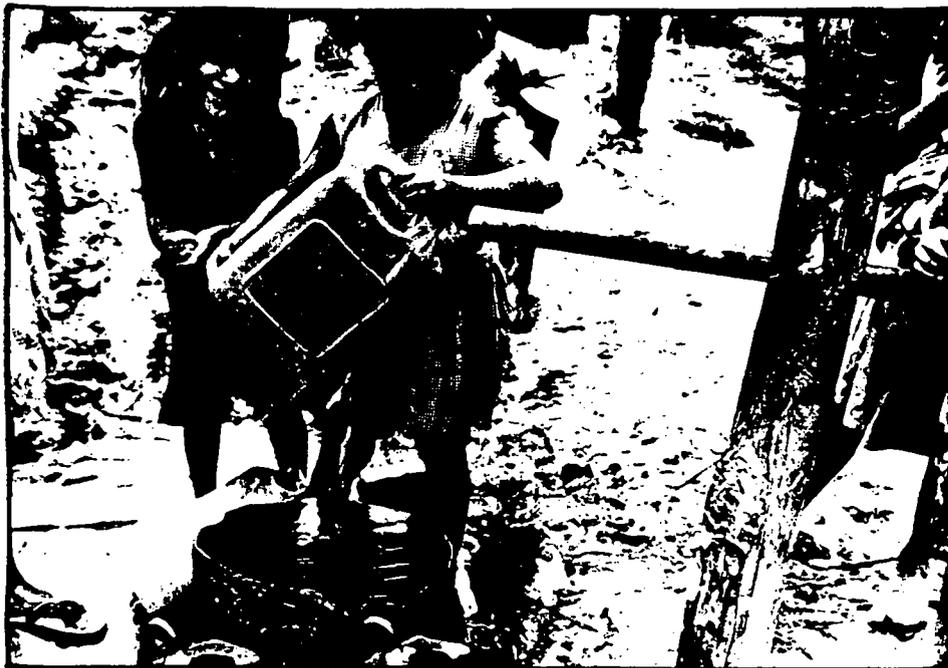


Bomba de mano,
Núcleo 2.

Bomba de mano,
Núcleo 41.



Bomba de mano,
Núcleo 23.



Aspecto general de un pozo.



Diversos materiales utilizados por la comunidad para mantenimiento de las bombas de mano de construcción local.



Romba de mano de construc-
ción casera.

Materiales usados por la
comunidad para mantener
las bombas de mano.





Bomba de mano mantenida por la comunidad.



Aspecto de un pozo perforado y bomba de mano de construcción local.



Captación de agua lluvia en una casa del núcleo 2.

Captación de agua lluvia, núcleo 2.





Captación de agua lluvia, núcleo 14.



Captación de agua lluvia, núcleo 14.



Escuela de núcleo central.



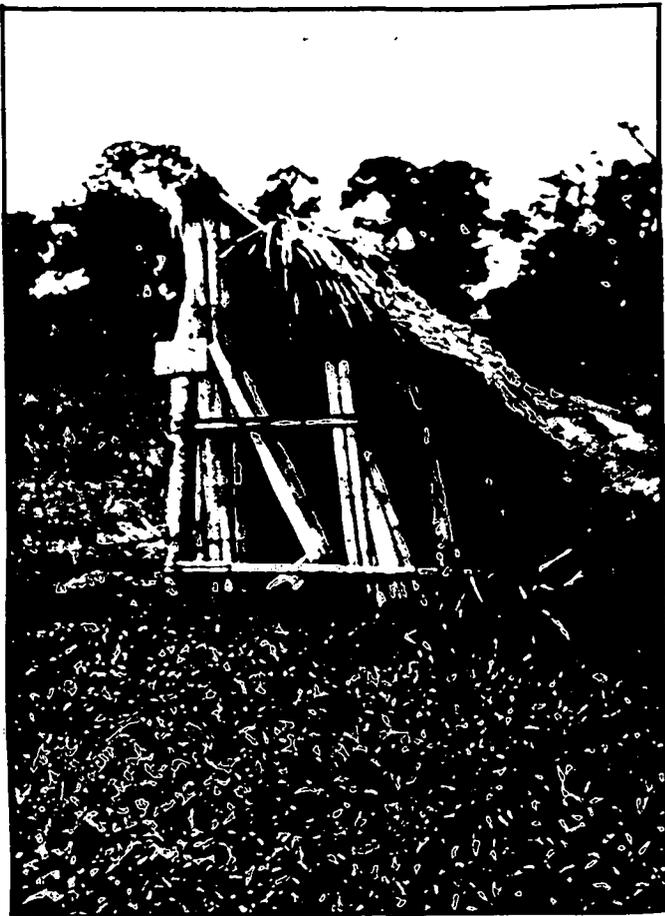
Casas con cubierta metálica en núcleo central.



Pozo excavado a mano.

Pozo excavado a mano, revestido con ladrillo.



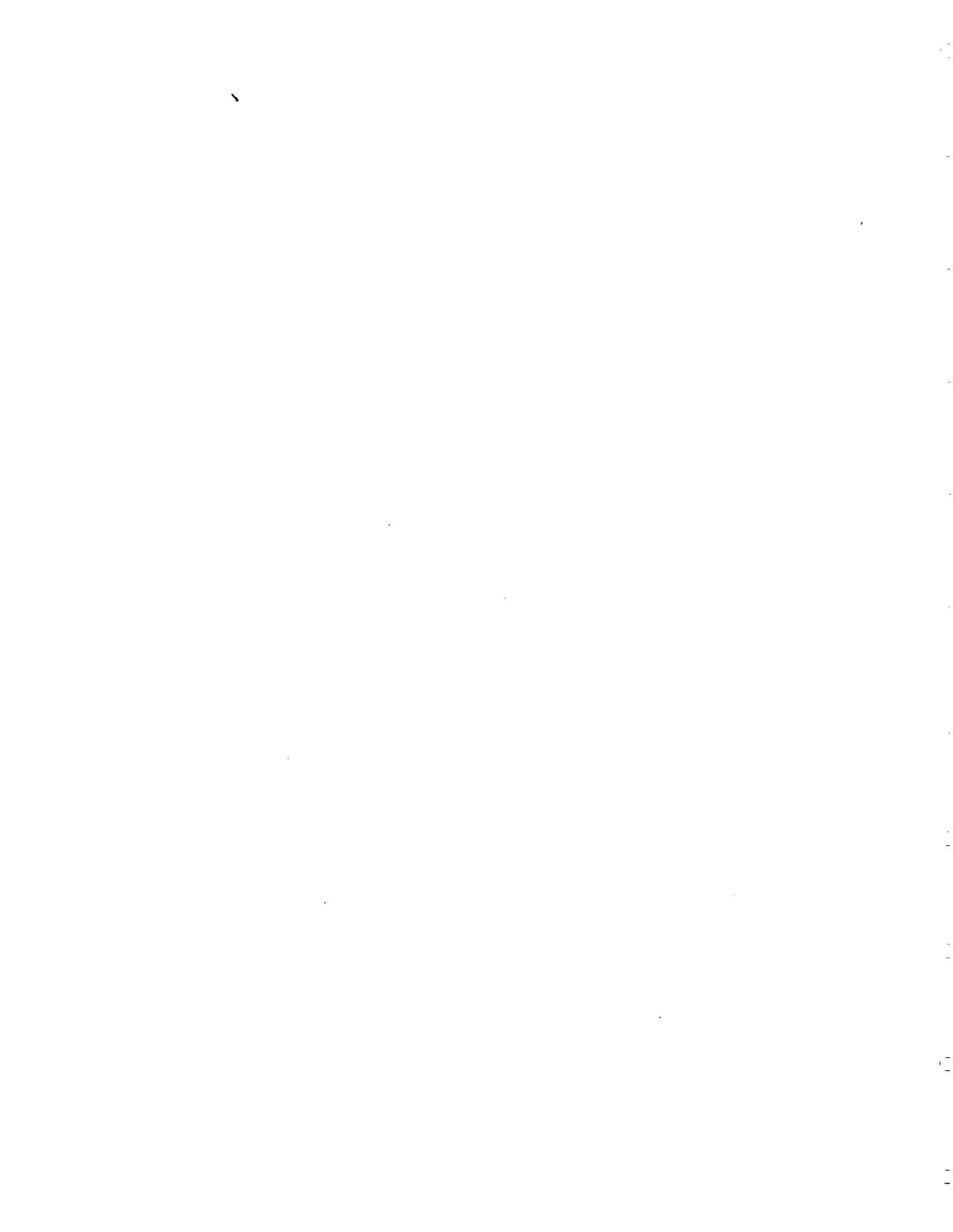


Estado general de una caseta de letrina.



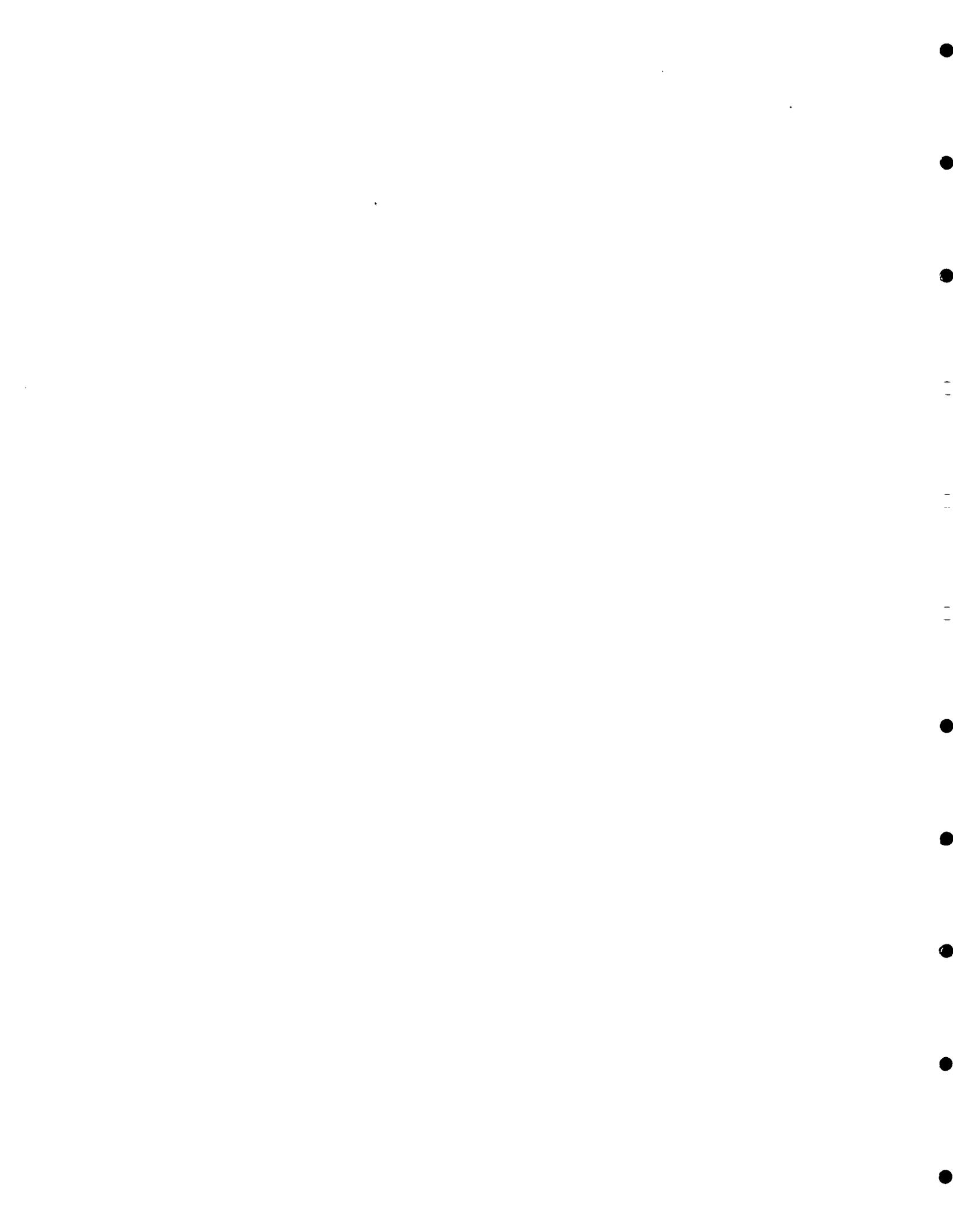
Aspecto del interior de una letrina.

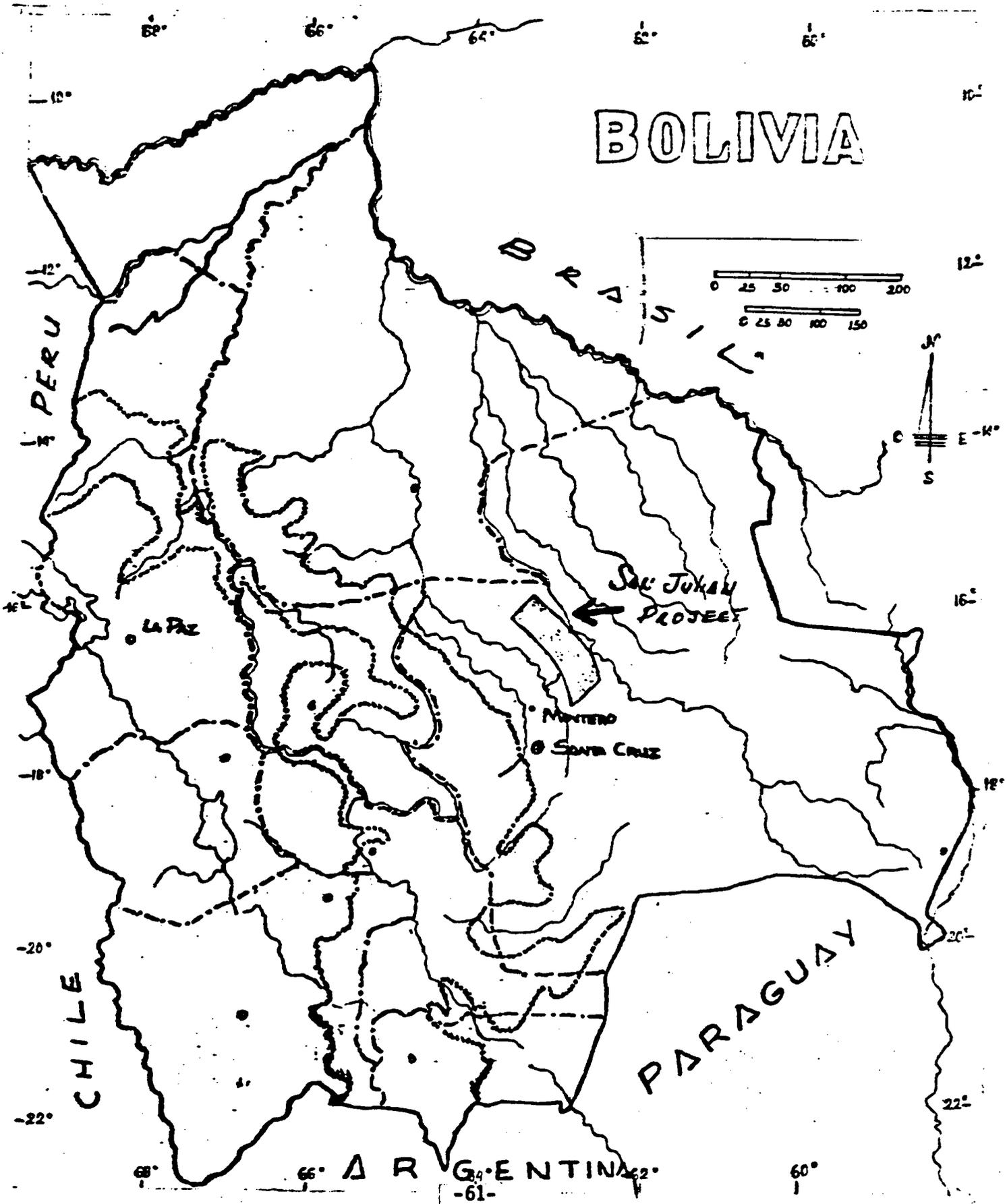




APENDICE E

Planos de la Cooperativa San Julián





BOLIVIA

PARASIS

San Juan Project

La Paz

MONTURO

SANTA CRUZ

PARAGUAY

PERU

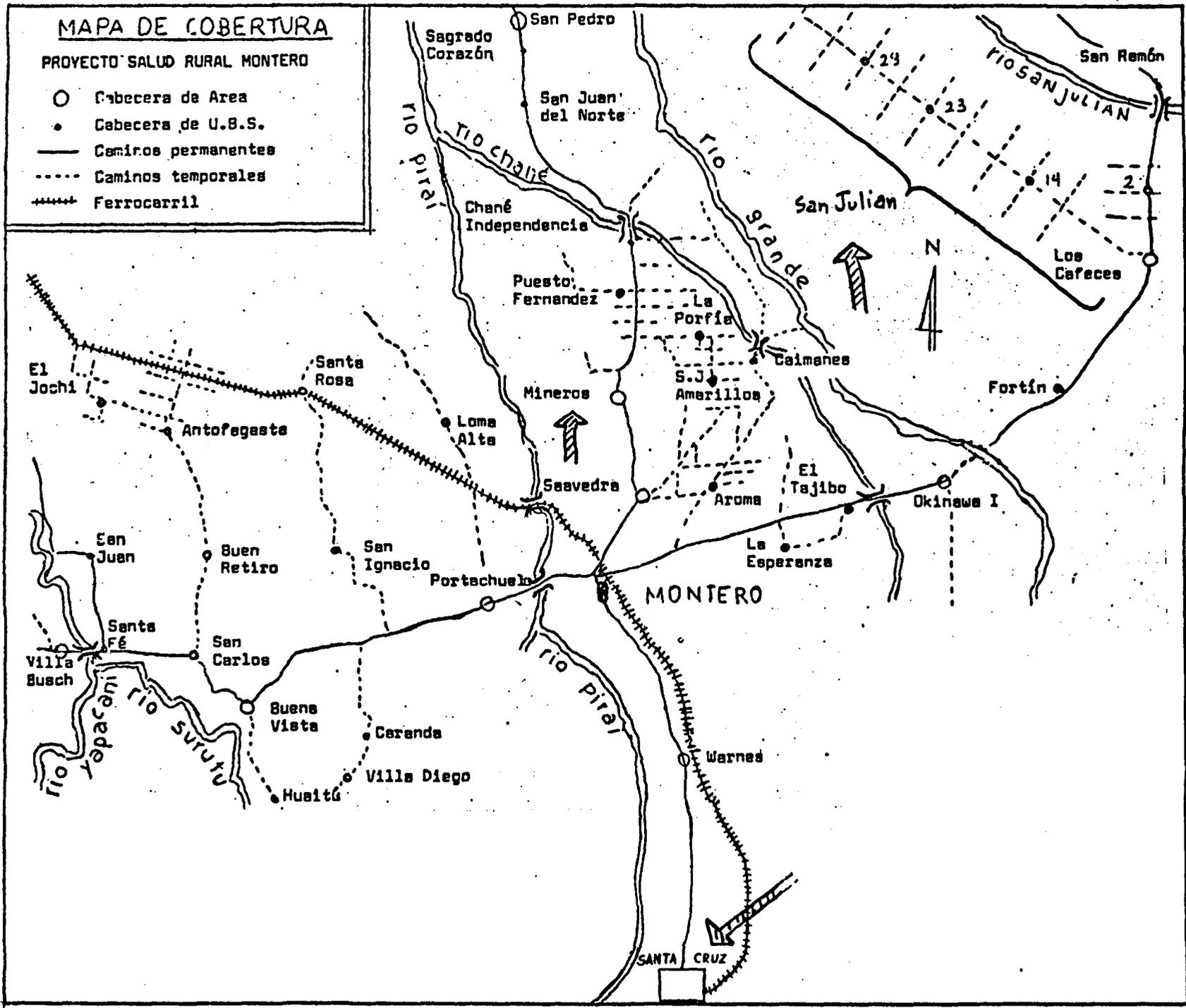
CHILE

ARGENTINA

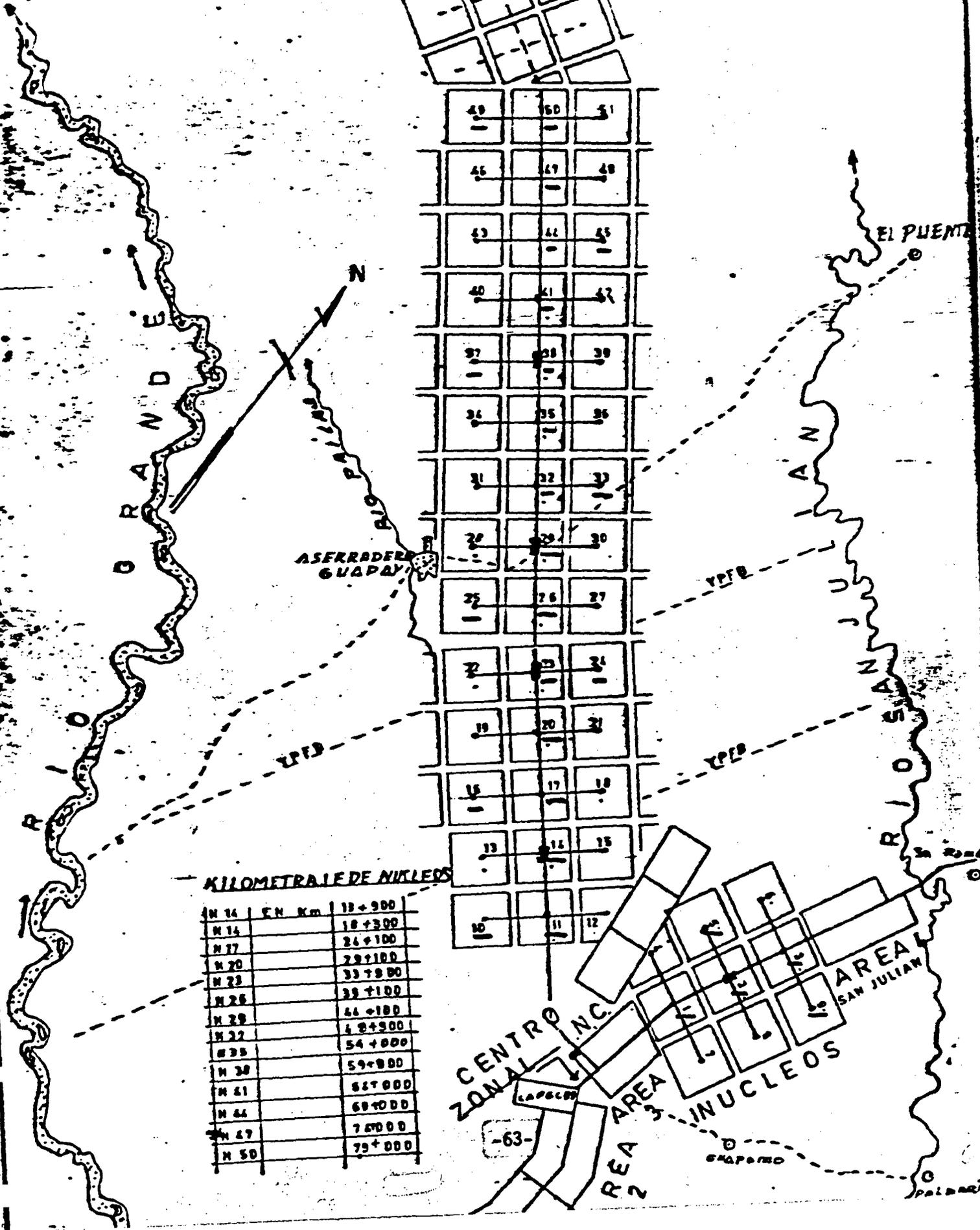
MAPA DE COBERTURA

PROYECTO SALUD RURAL MONTERO

- Cabeecera de Area
- Cabecera de U.B.S.
- Caminos permanentes
- - - - Caminos temporales
- ++++ Ferrocarril



PROYECTO SAN JULIAN



KILOMETRAJE DE NUCLEOS

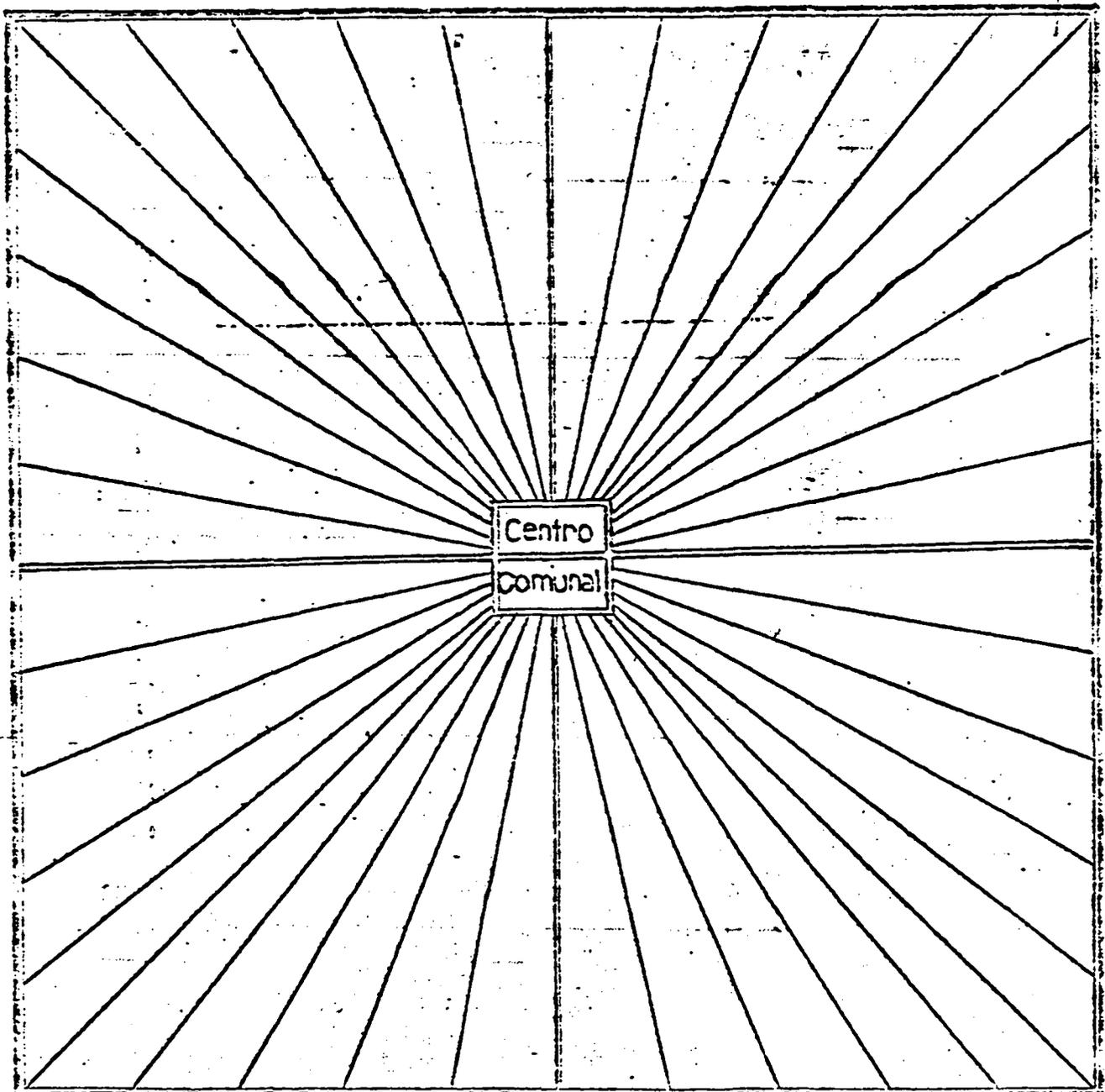
N	EN Km	
N 14		18+900
N 14		24+100
N 17		29+100
N 20		33+900
N 23		39+100
N 26		44+100
N 29		48+900
N 32		54+800
N 35		59+800
N 38		64+800
N 41		69+800
N 44		74+800
N 47		79+800
N 50		

NUCLEO
CON CENTRO COMUNAL

SUPERFICIE: 2000 Has.

SUPERFICIE: DE DOTACION 50 Has/F.

CAPACIDAD: 40 FAMILIAS.

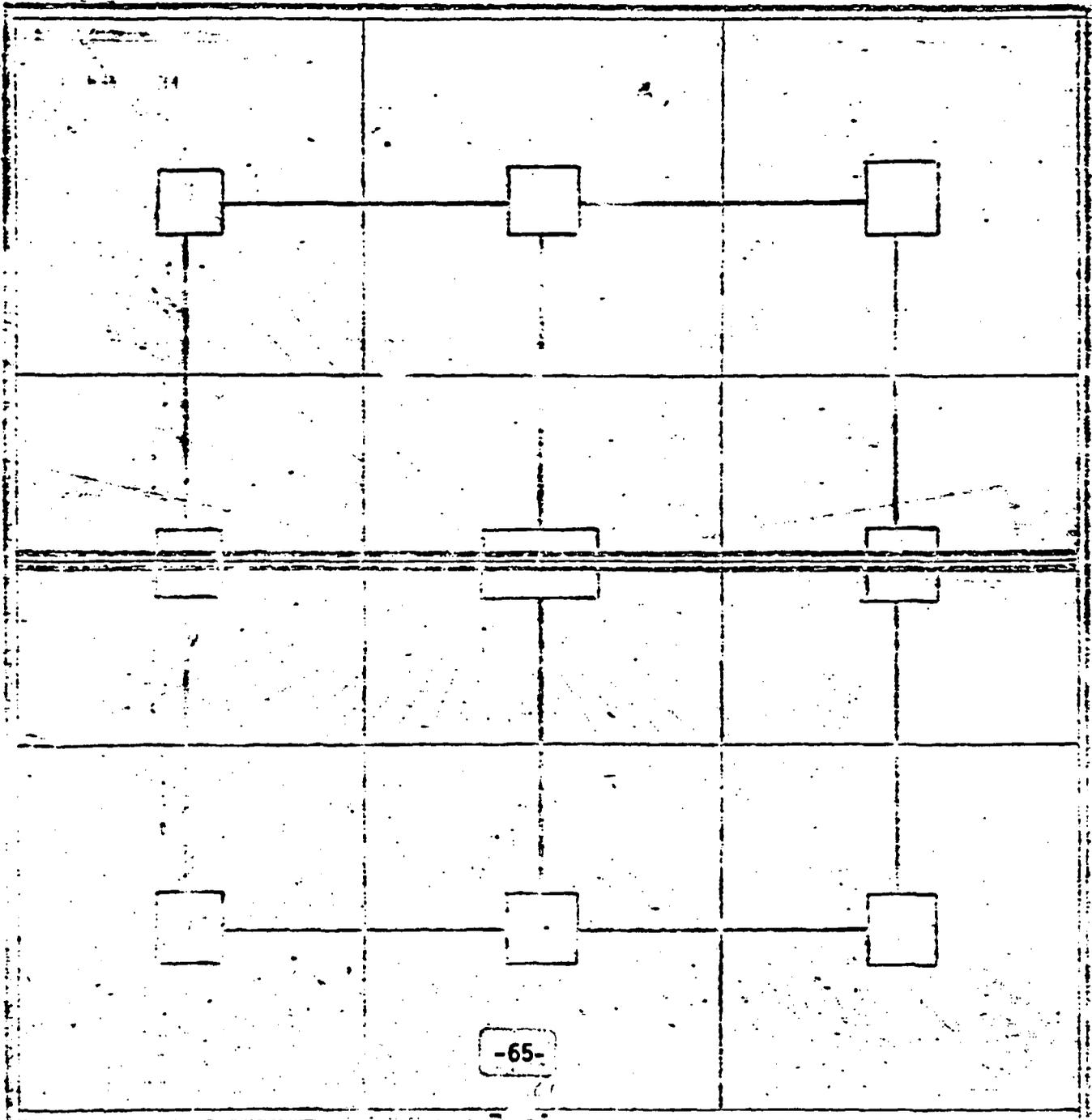


N. A. D. E. F. A.

Núcleos Agrícolas de Producción Asociada

SUPERFICIE TOTAL: 18000 Hts.

CAPACIDAD DE POBLACION: 350 Flies.





APENDICE F

Estratigrafía de los Pozos



Informe APP-Nº

114.74.-

Agosto 13 de 1.974

A : Ing. Alcides Candia H., S. F. AGUA POT. PROVINCIAS
 DE : Ing. Enrique Antelo H., S. F. AGUA POT. PROVINCIAS
 REF : RECEPCION DE POZO.
 LOCALIDAD :
 PROVINCIA :
 PERFORADO POR :

Se efectuará el pago a la Empresa por concepto de perforación de un pozo, bajo las siguientes características :

Fecha de iniciación de los trabajos	07/07/74
" " conclusión " " "	03/08/74
" " recepción del pozo	03/08/74
" " entrega según contrato	11/07/74

Profundidad del pozo piloto	9.00 metros
Diámetro del pozo piloto	8"
Profundidad de ensanche	7.00 metros
Diámetro de ensanche	12"
Revestimiento de cañería	0.13 metros
" filtro	1.10
" decantador	1.00 metros
" total	71.73 metros
Diámetro de revestimiento	8"

Pozo acabado .CPP)..... sello sanitario tubos engravadores y -
..... tubo piezométrico.

Características particulares

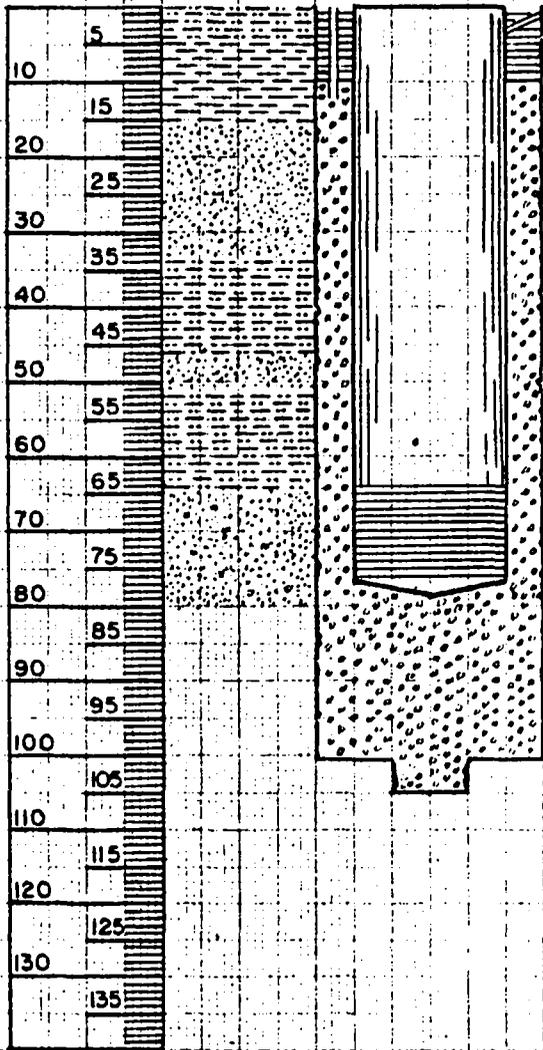
N.E. inicial	12.00 metros
N.D. aparente	30.00 metros
Caudal aproximado	10.000 l/h.
Horas de bombeo con compresora	8
Profundidad de inyector	42.00 metros
Calidad de agua aparente	BUENA
Tipo de desarrollo	Y Y DISTANCIAS
Tiempo de desarrollo	12 horas
Grava	4.03

OBSERVACIONES

POZO Nº	114.74/2
POBLACION SERVIDA	Y. Y. Y.
PRECIO	1.100.000
COSTO PERCAPITA
INSPECTOR	Enrique Antelo

Ateso Justificado por impermeabilización a la zona, y ejecutar otra perforación.

Ing. Enrique Antelo H.,
S. F. AGUA POT. PROVINCIAS



CLIENTE: COMITE DE OBRAS PUBLICAS

UBICACION: MADRECITAS prov. Suño de Chvez

CONTRATISTA: Ing. José Sujet S.

MEDIDAS

Profundidad total piloto	105,00 m.
Revestimiento cañeria 6"	63,97 m.
Revestimiento filtro 6"	12,56 m.
Revestimiento decantador	2,00 m.
Revestimiento total	78,53 m.
Cementación de 0 a 10	
Pre-filtro (grava) 10 105	m.

ENSAYO DE BOMBEO

Compresor	500Pg ³ /min
Presión de arranque	70LB/Pul ²
Presión de trabajo	50LB/Pul ²
Profundidad inyector	54 m.
Nivel estático aparente	7,00 m.
Nivel dinámico aparente	54 m.
Producción	40,000 lts/h

PERFORACION

Pozo piloto	6 5/8
Ensanche	14"
Grava	1/2 mm a 5 mm.

REFERENCIAS



OBSERVACIONES

- 1.- Arena y arcilla
- 2.- Arcilla
- 3.- Arena fina
- 4.- Arena y grava
- 5.- Sello sanitario

INICIACION: 20-7-71

CONCLUSION DE TRABAJO: 24-7-71

Supervisor Sr. Lucio Rojas

ANALISIS GRANULOMETRICO

PERFORACIONES DE POZOS
PARA AGUA

LUGAR RIO GRANDE - SAN JULIA 2 POZO No 11014
 PROVINCIA BUENOS AIRES
 POZO PERFORADO POR ORIENTE
 PROFUNDIDAD TOTAL DEL POZO
 HORIZONTE DE LA MUESTRA DE 90 A 100 MTS.
 MUESTRA RECOLECTADA POR ORIENTE
 ANALISIS REALIZADA POR J. N. G. ANTELO
 FECHA 12-8-74

T A M I Z			PESO EN GRAMOS		%	
Nº	MIL. PL.	MM.	RETENIDO	ACUMULADO	RETENIDO	RET. ACUM.
6	132	3.35	0.320	0.320	0.20	0.20
8	93.7	2.36	0.450	0.770	0.29	0.49
12	66.1	1.70	0.260	1.030	0.17	0.66
16	46.9	1.18	0.280	1.310	0.18	0.84
20	33.1	0.85	0.360	1.670	0.23	1.07
30	23.4	0.60	1.840	3.510	1.18	2.25
40	16.5	0.425	17.720	21.230	11.36	13.61
50	11.7	0.300	70.260	91.490	45.03	58.64
70	0.3	0.212	367.00	128.190	23.52	82.16
100	5.9	0.150	17630	145.820	11.30	93.46
T O T A L E S:			10.220	156.040	6.55	100.01

Antelo

J

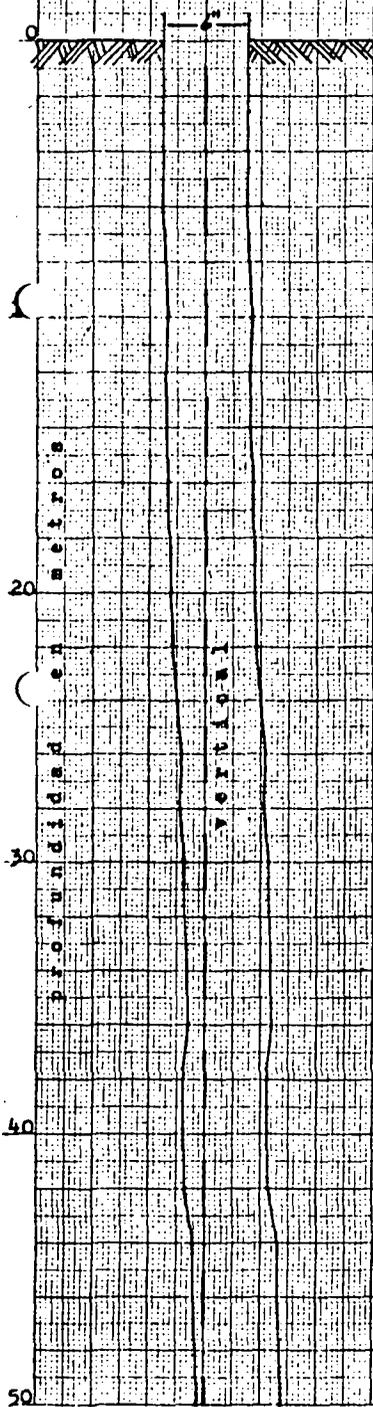
René Moreno 130
Teléfono: 2-5569
Sta. Cruz-Bolivia

00288

EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

PROPIETARIO: COMITE DE OBRAS PUBLICAS
LOCALIDAD: RIO GRANDE - SAN JULIAN 1
PROVINCIA: NUFLO DE CHAVEZ

PRUEBA DE VERTICALIDAD



H m.	h m.	d mm.	D mm.
0	4.00	0	00.
2		0	00.
4		0	00.
6		0	00.
8		2	6.
10		2	7.
12		1	4.
14		1	4.5
16		2	10
18		2	11
20		2	12
22		3	16.5
24		3	21
26		4	30
28		3	24
30		4	34
32		4	36
34		4	38
36		4	40
38		3	31.5
40		3	33
42		3	34.5
44		4	48
46		4	50
48		4	52
50		4	54

H = Profundidad medida en el pozo en metros
h = Altura del tripode en metros
d = Desviación medida en boca de pozo en milímetros
D = Desviación real en milímetros, calculada para la profundidad H

FORMULA : $D = \frac{(H + h) \times d}{h}$

OBSERVACIONES:



No. Bo

Santa Cruz, 29 de Julio de 1974

EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

EXPLOTACION DE
AGUAS SUBTERRANEAS, RIEGO Y BOMBAS
PROSPECCION, PERFILAJE ELECTRICO, LIM-
PIEZA Y APOYO DE POZOS PROFUNDOS

CALLE RENE MORENO No. 130
EDIFICIO ARZABE 2da. PISO
TELEFONO 2-5569
SANTA CRUZ - BOLIVIA

REGISTRO DE PERFORACION DE POZO DE AGUA No. 00296

Ubicación RIO GRANDE = SAN JULIAN - 6
 Departamento Santa Cruz Provincia Nuflo de Chavez
 Propietario Comité de Obras Públicas
 Tipo de Pozo Semisurgente Fecha de Perforación 7 al 10-VIII-74
 Nivel Estático 15.00 m. Nivel Dinámico 36.00 Caudal 20,000 LPH.
 Uso Bomba Calidad

Metros	Formación Geológica	Perforación Diámetro	Tubería y Filtro	Pozo Piloto
0 -	Tierra vegetal			
1 -	Arena arcillosa			
2 -	Arena fina			
3 -	Grava fina arcillosa	12"		8"
4 -	Arcilla			
5 -	Arena arcillosa			
6 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO (1)			
7 -	Arena arcillosa			
8 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO (2)			
9 -	Arena arcillosa			
10 -		95.00		
102				

broca de 12"

Cañeria acerada de 6" D.I.

18.90 m. 64.00 m.

6.10 m. Filtro Koscoe Moss de 6"

Decantador de 6" x 1.00 m.

broca de 8"

broca de 12"

96.10

PERFORISTA Hnos. Airayn DIBUJANTE J. Mendoza REVISADO POR Otto León
 D-1000-2

SUPERVISOR

EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

EXPLOTACION DE
AGUAS SUBTERRANEAS, RIEGO, BOMBAS,
PROYECCION, VERIFICACION ELECTRICA, LIM-
PIEZA Y AFORO DE POZOS PROFUNDOS.

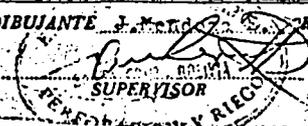
CALLE BENE MORENO No. 130
EDIFICIO ARZABE 2do. PISO
TELEFONO 2-5543
SANTA CRUZ - BOLIVIA

REGISTRO DE PERFORACION DE POZO DE AGUA No. 289

Ubicación RIO GRANDE - SAN JULIAN 2
 Departamento Santa Cruz Provincia Rural de Chvez
 Propietario Comité de Obras Públicas
 Tipo de Pozo Semisurgente Fecha de Perforación 23 al 25-VII-74
 Nivel Estático 8.00 m. Nivel Dinámico 36.00 Caudal 25.000 LPH.
 Uso Bomba Calidad

Metros	Formación Geológica	Perforación Diámetro	Tubería y Filtro	Pozo Piloto
00				
10				
20	Arcilla			
30	Arena fina	∅		
40	Arcilla	12"	Cañería acerada de 6" D.I.	
50	Arena media		90.82 m.	
60	Arcilla con grava		Filtro Roscoe Moss de 6" x 6.10 m.	8"
70	Arena media			
80	Arcilla		Decantador de 6" x 1.00 m.	
90	Arena arcillosa			broca
100	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTALO	100.00		
102	Arcilla		97.92	102.00

PERFORISTA Hnos Aireyu DIBUJANTE J. M. ... REVISADO POR Otto León R.
 D-1000-2



EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

EXPLOTACION DE
AGUAS SUBTERRANEAS, RIEGO Y BOMBAS
PROSPECCION, PERFORACION ELECTROCAL, LIMPIEZA Y APOYO DE POZOS PROFUNDOS.

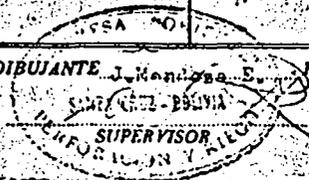
CALLE RENE MORENO No. 130
EDIFICIO ARZABE 2do. PISO
TELEFONO 8-5548
SANTA CRUZ - BOLIVIA

REGISTRO DE PERFORACION DE POZO DE AGUA No. 00295

Ubicación RIO GRANDE - SAN JULIAN 7
 Departamento Santa Cruz Provincia Rufio de Chavez
 Propietario Comita de Obras Públicas
 Tipo de Pozo Semisurgente Fecha de Perforación 4 al 7 -VIII-74
 Nivel Estático 11.00 m. Nivel Dinámico 30.00 m. Caudal 18,000 LPH.
 Uso Bomba Calidad

Metros	Formación Geológica	Perforación Diámetro	Tubería y Filtro	Pozo Piloto
0 -	Tierra vegetal			
10 -	Arena fina	broca de 12"	Cañería acerada de 6" D.I.	broca de 8"
20 -	Arena arcillosa			
30 -	Arcilla			
40 -	Arena fina			
50 -	Arcilla			
60 -	Arena fina			
70 -	Arcilla			
80 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO (1)			
90 -	Arena arcillosa			
100 -	Arcilla			
110 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO (2)	12.10 m.	60.40 m.	8"
120 -	Arena arcillosa	10.70 m.	66.10 m.	broca de 6" x 1.50 m.
130 -	Arcilla	89.00	88.20	broca de 6"
140 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO (2)			
150 -	Arena arcillosa			
160 -	Roca			100.50

PERFORISTA Hnac. Aireyu DIBUJANTE J. Mendoza E. REVISADO POR Otto León R.
 D-1000-2



EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

EXPLOTACION DE
AGUAS SUBTERRANEAS, POZOS, BOMBAS
PROSPECCION, PERFILES ELECTRICOS, LIM-
PIEZA Y AFORO DE POZOS PROFUNDOS.

CALLE RENE MORENO No. 150
EDIFICIO ARZABE 2da. FISO
TELEFONO 2-3543
SANTA CRUZ - BOLIVIA

REGISTRO DE PERFORACION DE POZO DE AGUA No. 288

Ubicación RIO GRANDE - SAN JULIAN
 Departamento Santa Cruz Provincia Muflo de Chávez
 Propietario Comite de Obras Públicas
 Tipo de Pozo Semi surgente Fecha de Perforación 21 al 23-7-74
 Nivel Estático 8.00 Nivel Dinámico 30.00 Caudal 25.000 LPH
 Uso Bomba Calidad 1

Metros	Formación Geológica	Perforación Diámetro	Tubería y Filtro	Pozo Piloto
0.00 - 1.00	Arcilla limosa			
1.00 - 2.00	Arena arcillosa			
2.00 - 3.00	Arena fina			
3.00 - 4.00	Arcilla			
4.00 - 5.00	Arena fina			
5.00 - 6.00	Arena arcillosa			
6.00 - 7.00	Arcilla			
7.00 - 8.00	Arena arcillosa			
8.00 - 9.00	Arcilla			
9.00 - 9.80	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO			
9.80 - 10.00	Arena Arcillosa			
10.00 - 10.20				
10.20 - 10.40				
10.40 - 10.60				
10.60 - 10.80				
10.80 - 11.00				
11.00 - 11.20				
11.20 - 11.40				
11.40 - 11.60				
11.60 - 11.80				
11.80 - 12.00				
12.00 - 12.20				
12.20 - 12.40				
12.40 - 12.60				
12.60 - 12.80				
12.80 - 13.00				
13.00 - 13.20				
13.20 - 13.40				
13.40 - 13.60				
13.60 - 13.80				
13.80 - 14.00				
14.00 - 14.20				
14.20 - 14.40				
14.40 - 14.60				
14.60 - 14.80				
14.80 - 15.00				
15.00 - 15.20				
15.20 - 15.40				
15.40 - 15.60				
15.60 - 15.80				
15.80 - 16.00				
16.00 - 16.20				
16.20 - 16.40				
16.40 - 16.60				
16.60 - 16.80				
16.80 - 17.00				
17.00 - 17.20				
17.20 - 17.40				
17.40 - 17.60				
17.60 - 17.80				
17.80 - 18.00				
18.00 - 18.20				
18.20 - 18.40				
18.40 - 18.60				
18.60 - 18.80				
18.80 - 19.00				
19.00 - 19.20				
19.20 - 19.40				
19.40 - 19.60				
19.60 - 19.80				
19.80 - 20.00				
20.00 - 20.20				
20.20 - 20.40				
20.40 - 20.60				
20.60 - 20.80				
20.80 - 21.00				
21.00 - 21.20				
21.20 - 21.40				
21.40 - 21.60				
21.60 - 21.80				
21.80 - 22.00				
22.00 - 22.20				
22.20 - 22.40				
22.40 - 22.60				
22.60 - 22.80				
22.80 - 23.00				
23.00 - 23.20				
23.20 - 23.40				
23.40 - 23.60				
23.60 - 23.80				
23.80 - 24.00				
24.00 - 24.20				
24.20 - 24.40				
24.40 - 24.60				
24.60 - 24.80				
24.80 - 25.00				
25.00 - 25.20				
25.20 - 25.40				
25.40 - 25.60				
25.60 - 25.80				
25.80 - 26.00				
26.00 - 26.20				
26.20 - 26.40				
26.40 - 26.60				
26.60 - 26.80				
26.80 - 27.00				
27.00 - 27.20				
27.20 - 27.40				
27.40 - 27.60				
27.60 - 27.80				
27.80 - 28.00				
28.00 - 28.20				
28.20 - 28.40				
28.40 - 28.60				
28.60 - 28.80				
28.80 - 29.00				
29.00 - 29.20				
29.20 - 29.40				
29.40 - 29.60				
29.60 - 29.80				
29.80 - 30.00				
30.00 - 30.20				
30.20 - 30.40				
30.40 - 30.60				
30.60 - 30.80				
30.80 - 31.00				
31.00 - 31.20				
31.20 - 31.40				
31.40 - 31.60				
31.60 - 31.80				
31.80 - 32.00				
32.00 - 32.20				
32.20 - 32.40				
32.40 - 32.60				
32.60 - 32.80				
32.80 - 33.00				
33.00 - 33.20				
33.20 - 33.40				
33.40 - 33.60				
33.60 - 33.80				
33.80 - 34.00				
34.00 - 34.20				
34.20 - 34.40				
34.40 - 34.60				
34.60 - 34.80				
34.80 - 35.00				
35.00 - 35.20				
35.20 - 35.40				
35.40 - 35.60				
35.60 - 35.80				
35.80 - 36.00				
36.00 - 36.20				
36.20 - 36.40				
36.40 - 36.60				
36.60 - 36.80				
36.80 - 37.00				
37.00 - 37.20				
37.20 - 37.40				
37.40 - 37.60				
37.60 - 37.80				
37.80 - 38.00				
38.00 - 38.20				
38.20 - 38.40				
38.40 - 38.60				
38.60 - 38.80				
38.80 - 39.00				
39.00 - 39.20				
39.20 - 39.40				
39.40 - 39.60				
39.60 - 39.80				
39.80 - 40.00				
40.00 - 40.20				
40.20 - 40.40				
40.40 - 40.60				
40.60 - 40.80				
40.80 - 41.00				
41.00 - 41.20				
41.20 - 41.40				
41.40 - 41.60				
41.60 - 41.80				
41.80 - 42.00				
42.00 - 42.20				
42.20 - 42.40				
42.40 - 42.60				
42.60 - 42.80				
42.80 - 43.00				
43.00 - 43.20				
43.20 - 43.40				
43.40 - 43.60				
43.60 - 43.80				
43.80 - 44.00				
44.00 - 44.20				
44.20 - 44.40				
44.40 - 44.60				
44.60 - 44.80				
44.80 - 45.00				
45.00 - 45.20				
45.20 - 45.40				
45.40 - 45.60				
45.60 - 45.80				
45.80 - 46.00				
46.00 - 46.20				
46.20 - 46.40				
46.40 - 46.60				
46.60 - 46.80				
46.80 - 47.00				
47.00 - 47.20				
47.20 - 47.40				
47.40 - 47.60				
47.60 - 47.80				
47.80 - 48.00				
48.00 - 48.20				
48.20 - 48.40				
48.40 - 48.60				
48.60 - 48.80				
48.80 - 49.00				
49.00 - 49.20				
49.20 - 49.40				
49.40 - 49.60				
49.60 - 49.80				
49.80 - 50.00				

PERFORISTA Hnos. Aireyn DIBUJANTE J. Mendoza REVISADO POR Otto León R.
 D-1000-2


 SUPERVISOR

EMPRESA "ORIENTE" DE PERFORACION Y RIEGO

EXPLOTACION DE
AGUAS SUBTERRANEAS, RIEGO Y BOMBAS
PROSPECCION, PERFILAJE ELECTRICO, LIM-
PIEZA Y AFORO DE POZOS PROFUNDOS.

CALLE RENE MORENO No. 138
EDIFICIO ARZABE 2da. PISO
TELEFONO 8-2563
SANTA CRUZ - BOLIVIA

REGISTRO DE PERFORACION DE POZO DE AGUA No. 292-2

Ubicación RIO GRANDE - SAN JULIAN 8-b
 Departamento Santa Cruz Provincia Muflo de Chavez
 Propietario Comité de Obras Públicas
 Tipo de Pozo Semisurgente Fecha de Perforación 1 al 3-VIII-74
 Nivel Estático 12.00 m. Nivel Dinámico 30.00 m. Caudal 10,000 L.P.
 Uso Bomba Calidad _____

Metros	Formación Geológica	Perforación Diámetro	Tubería y Filtro	Pozo Piloto
0 -	Tierra vegetal			
10 -	Arcilla			
20 -	Grava fina arcillosa			
30 -				
40 -	Arena arcillosa			
50 -	Grava fina arcillosa			
60 -	Arena arcillosa			
70 -	ARENA MEDIA ACUIFERO CAPTADO			
80 -				
90 -	Arena arcillosa			
100 -				

broca de 12" de

Cañería acerada de 6" D.I.

64.63 m.

Filtro Roncoe Mogn. de 6" x 6.10 m.

Decantador de 6" x 1.00 m.

broca de 8"

75.00

71.73

PERFORISTA Rnos. Aireyn DIBUJANTE J. M. REVISADO POR Ctto León

D-1000-2

[Signature]
SUPERVISOR

-72-

F

APENDICE G

Calidad de Agua de los Pozos

LABORATORIO DE LA PLANTA DE BOMBEO Y CLORACION

Santa Cruz de la Sierra
Bolivia

Inf. No. 149/79

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	San Julian
Clase de fuente	Pozo Nucleo 18
Fecha y hora de la toma	1-06-79
Temperatura del agua	20°C
Tomada por	Daniel Robison
Fecha del análisis	2-06-79

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA mg/l ó ppm.

pH		7.5	
Color		0.0	
Turbiedad (JTU)		0.0	
Anhidrido Carbónico	(CO2)	17.5	
Cloruros	(Cl)	13.0	
Cobre	(Cu)	0.0	
Hierro total	(Fe)	0.45	
Manganeso	(Mn)	0.0	
Fluoruro	(F)	- - -	
Alcalinidad total, como	(CO3Ca)	274.0	
Dureza de calcio, como	(CaCO3)	124.0	
Magnesio	(Mg)	72.0	
Calcio	(Ca)	49.6	
Dureza total, como	(CaCO3)	196.0	
Sulfatos	(SO4)	180.0	
Fosfatos	(PO4)	0.2	
Nitratos	(NO3)	- - -	
Nitritos	(NO2)	- - -	
Sulfuro de Hidrógeno	(H2S)	0.0	
Sólidos totales disueltos		1.025.0	
Indice de Langelier		+0.1	incrustante
Conductancia específica		57.0	Micromhos / CM

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE AGUA

Filtro de Membrana Colonias coli por 100 ml		
Indice Coliforme NMP/100 cc.	0.0	

COMITE DE OBRAS PUBLICAS DE SANTA CRUZ

LABORATORIO DE LA PLANTA DE BOMBEO Y CLORACION

Santa Cruz de la Sierra
Bolivia

Inf. No. 141/79

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	San Julian
Clase de fuente	Pozo nucleo 23
Fecha y hora de la toma	28-5-79
Temperatura del agua	23°C
Tomada por	Daniel Robison
Fecha del análisis	29-5-79

ANALISIS FISICO QUINICO DE AGUA mg/l ó ppm.

pH	7.7	
Color	0.0	
Turbiedad JTU	0.0	
Anhidrido Carbónico (CO ₂)	12.5	
Cloruros (Cl)	10.5	
Cobre (Cu)	0.1	
Hierro total (Fe)	0.1	
Manganeso (Mn)	0.0	
Fluoruro (F)	- - -	
Alcalinidad total, como (CO ₃ Ca)	324.0	
Dureza de calcio, como (CaCO ₃)	44.0	
Magnesio (Mg)	36.0	
Calcio (Ca)	17.0	
Dureza total, como (CaCO ₃)	80.0	
Sulfatos (SO ₄)	190.0	
Fosfatos (PO ₄)	0.5	
Nitratos (NO ₃)	- - -	
Nitritos (NO ₂)	- - -	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0.0	
Sólidos totales disueltos	780.0	
Indice de Langelier	0.0	
Conductancia específica	32.0	Micromhos / CM

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE AGUA

Filtro de Membrana Colonias coli por 100 ml		
Indice Coliforme NMP/100 cc.	00	

COMITE DE OBRAS PUBLICAS DE SANTA CRUZ

LABORATORIO DE LA PLANTA DE BOMBEO Y CLORACION

Santa Cruz de la Sierra
Bolivia

Inf. No. 134/79

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	San Julian
Clase de fuente	Pozo Nucleo 26
Fecha y hora de la toma	25-5-79 Hrs. 10:00
Temperatura del agua	25°C
Tomada por	Daniel Robison
Fecha del análisis	25-6-79

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA mg/l ó ppm

pH	7.5	
Color	0.0	
Turbiedad JTU	0.0	
Añhidrido Carbónico (CO ₂)	22.0	
Cloruros (Cl)	13.0	
Cobre (Cu)	0.1	
Hierro total (Fe)	0.5	
Manganeso (Mn)	0.5	
Fluoruro (F)	- - -	
Alcalinidad total, como (CO ₃ Ca)	390.0	
Dureza de calcio, como (CaCO ₃)	174.0	
Magnesio (Mg)	116.0	
Calcio (Ca)	69.6	
Dureza total, como (CaCO ₃)	290.0	
Sulfatos (SO ₄)	550.0	limite 400
Fosfatos (PO ₄)	0.5	
Nitratos (NO ₃)	- - -	
Nitritos (NO ₂)	- - -	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0.0	
Sólidos totales disueltos	1.520.0	limite 1.500
Indice de Langelier	+0.2	
Conductancia específica	40.0	Micromhos / CM

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE AGUA

Filtro de Membrana Colonias coli por 100 ml		
Indice Coliforme NMP/100 cc.		

67

COMITE DE OBRAS PUBLICAS DE SANTA CRUZ

LABORATORIO DE LA PLANTA DE BOMBEO Y CLORACION

Santa Cruz de la Sierra
Bolivia

Inf. No. 140/79

DATOS DE LA MUESTRA

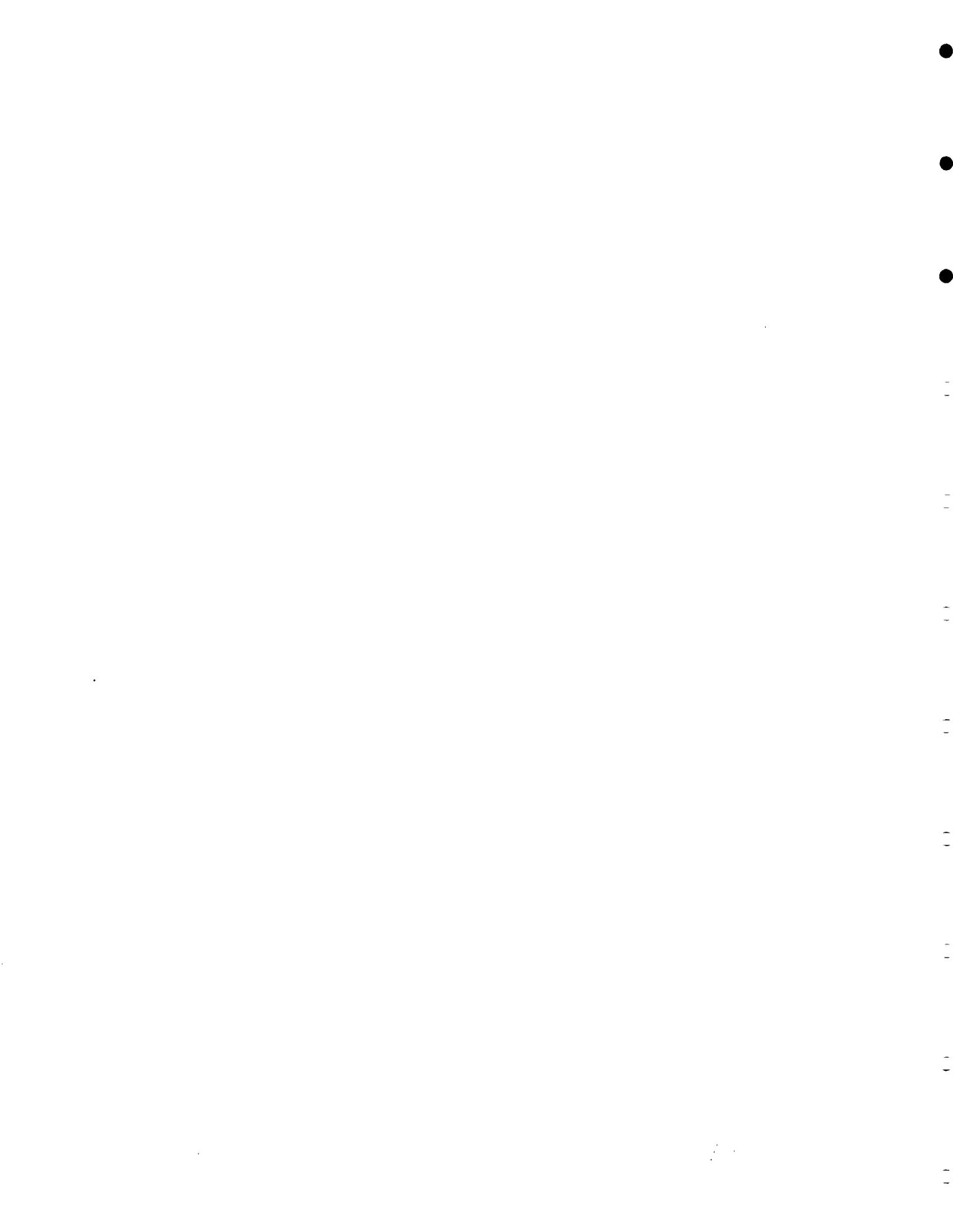
Procedencia	San Julian
Clase de fuente	Pozo nucleo 32
Fecha y hora de la toma	25-5-79
Temperatura del agua	21°C
Tomada por	Daniel Robison
Fecha del analisis	25-5-79

ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA mg/l ó ppm

pH	7.7	
Color	0.0	
Opacidad JTU	0.0	
Anhidrido Carbónico (CO ₂)	16.0	
Cloruros (Cl)	10.5	
Cobre (Cu)	0.00	
Hierro total (Fe)	0.2	
Manganeso (Mn)	0.0	
Fluoruro (F)	- - -	
Alcalinidad total, como (CO ₃ Ca)	402.0	limite 400
Dureza de calcio, como (CaCO ₃)	222.0	
Magnesio (Mg)	164.0	
Calcio (Ca)	88.8	
Dureza total, como (CaCO ₃)	386.0	limite 300
Sulfatos (SO ₄)	650.0	limite 400
Fosfatos (PO ₄)	0.1	
Nitratos (NO ₃)	- - -	
Nitritos (NO ₂)	- - -	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0.0	
Sólidos totales disueltos /	1.410.0	
Indice de Langelier	+0.5	incrustante
Conductancia especifica	43.0	Micromhos / CM

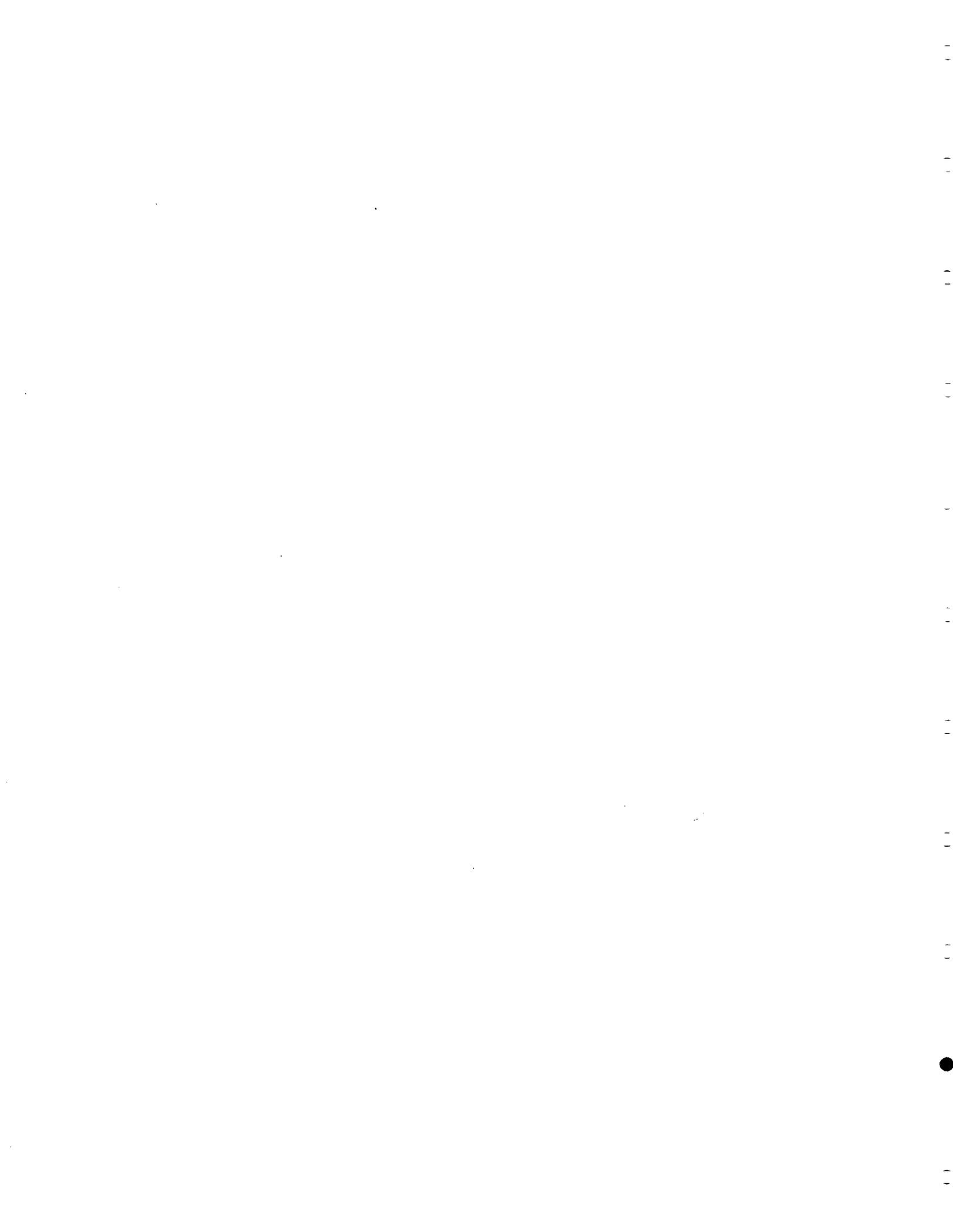
EXAMEN BACTERIOLOGICO DE AGUA

Filtro de Membrana Colonias coli por 100 ml		
Indice Coliforme NMP/100 cc.	0.0	



APENDICE H

Pluviometría y Viento



PROYECTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO

BOL/83/003

DOCUMENTO DE CAMPO No. 1

"CALCULO DE ISOYETAS POR MEDIO DE UNA FUNCION EN EL AREA
INTEGRADA DE SANTA CRUZ"

Santa Cruz, Bolivia
1983

Cálculo de Isoyetas por medio de una función en el área integrada de Santa Cruz

M. Encinas y
J.L. Castro.

Introducción

Es un hecho bien conocido que existen dos gradientes de precipitación en el área integrada de Santa Cruz. La precipitación disminuye de Norte a Sur y de Oeste a Este a partir de la cordillera.

En este trabajo se ha intentado expresar estas gradientes en forma matemática, de manera de poder calcular isoyetas a partir de una función.

Materiales y Métodos

Se utilizó la información sobre precipitación contenida en el Compendio de Datos Meteorológicos del Dpto. de Santa Cruz. (1).

Para el ajuste de la función se utilizó los datos de las estaciones que tienen datos en forma más continuada y por períodos más largos y que están distribuidos en el área.

<u>A r e a</u>	<u>Precipitación</u>
San Juan de Yapacaní	18 48. 1
Cnel. Armando Gómez	636.3
Gra1. Saavedra (CIMCA)	1196.4
El Trompillo	1169.6
San Javier	1010.0
La Bélgica	1279.0

Se ajustaron distintas funciones lineales y exponenciales, considerando latitud, longitud, y distancia a la cordillera.

Resultados

La función que dió mejor ajuste fué la función lineal:

$$Z = 3366.10 - 15,81 x - 5.01 y \quad R^2 = 0.98$$

Donde:

Z = Precipitación anual

X = Distancia en minutos desde el sitio hasta
la longitud 65° W

Y = La distancia en minutos desde el sitio
hasta la latitud 16° S.

Esta función se utilizó para calcular la precipitación en estaciones meteorológicas del área (no utilizadas en el cálculo anterior).

Estación	Precipitación	
	Observada	Calculada
Las Barreras	1418	1201
Okinawa I	1094	993
Abapõ	844	988
Puerto Viejo	727	909
Montero	1182	1432
Okinawa II	1077	948
Okinawa III	984	929
Algodonera Sta. Clara	1016	1072
Angostura	1082	1355
Brecha Casarabe	1133	1085
Chocueta	1377	1128
El Patujú	1183	1369
Espejos	1266	1336
Guapilo	1005	1001

Estación	Precipitación	
	Observada	Calculada
Ing. Mora	1092	938
La Esperanza	1019	1126
Sta. Cecilia	998	1151
Itaguazuénda	599	411
La Victoria	1117	1035
Minero	1360	1360
Portachuelo	1290	1443
Puerto Crether	3124	2393
Puerto Pailas	940	768
Puesto Fernández	1355	1389
Salsipuedes	1194	1256
San Antonio	1234	1166
San Francisco	709	398
San Isidro	1685	1523
San Luís	1340	1195
Sta. Rosa del Sara	1690	1702
Yapacaní	1725	1839

El valor de predicción se calculó en base al coeficiente de determinación de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (\text{obs.} - \text{calc.})^2}{\sum (\text{obs.} - \bar{x})^2} = 1 - \frac{1229548}{5876838} = 0.791$$

Discusión

Es sorprendente que una fórmula tan simple puede explicar un porcentaje tan alto de la variación en las precipitaciones, 98 % en las estaciones con mayor disponibilidad de datos y casi el 80 % en las demás estaciones. Este último valor es muy alto si se tiene en cuenta que los registros en algunas estaciones solo cubren 4 ó 5 años y que la variación entre años es muy alta. Posiblemente esto se deba a que el área es muy plana y los vientos predominantes soplan en una sola dirección.

Creemos que con estos datos podemos predecir la precipitación en aquellas áreas que no cuentan con estaciones climatológicas, dentro de la Sub-región Integrada. Con esta fórmula y de acuerdo a ésto, se calcularon las Isoyetas que se muestran en el mapa.

Desde luego estos cálculos se aplican exclusivamente a la zona plana comprendida aproximadamente entre los meridianos 65 y 62°W y los paralelos 16 y 19°S. (62° 30W al sur del paralelo 17°S.)

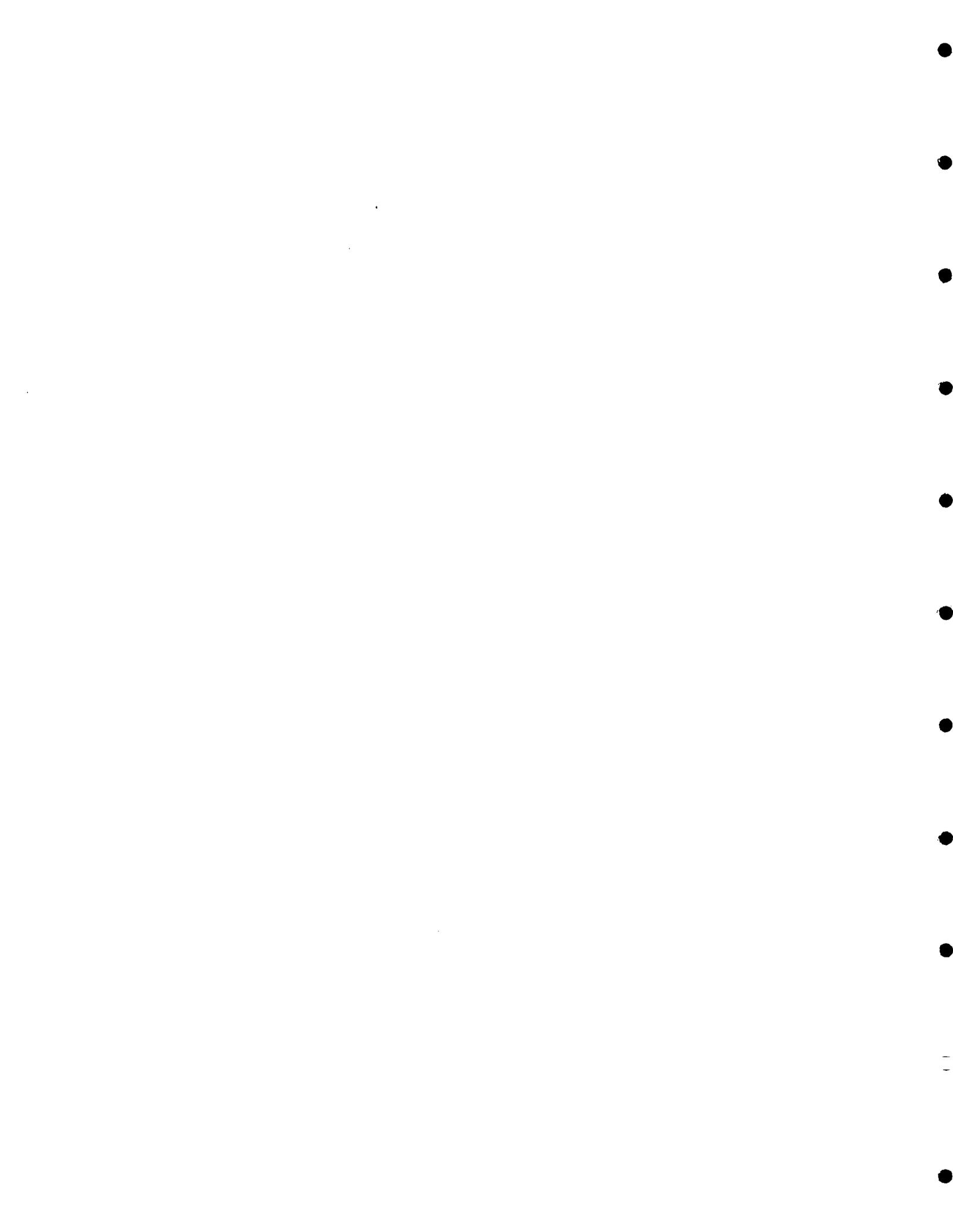
- (1) Enrique Nuñez W. y Oswaldo Rosales A. 1980
Compendio de datos meteorológicos del Departamento de Santa Cruz.
CORDECRUZ, UPRA Santa Cruz, Bolivia.

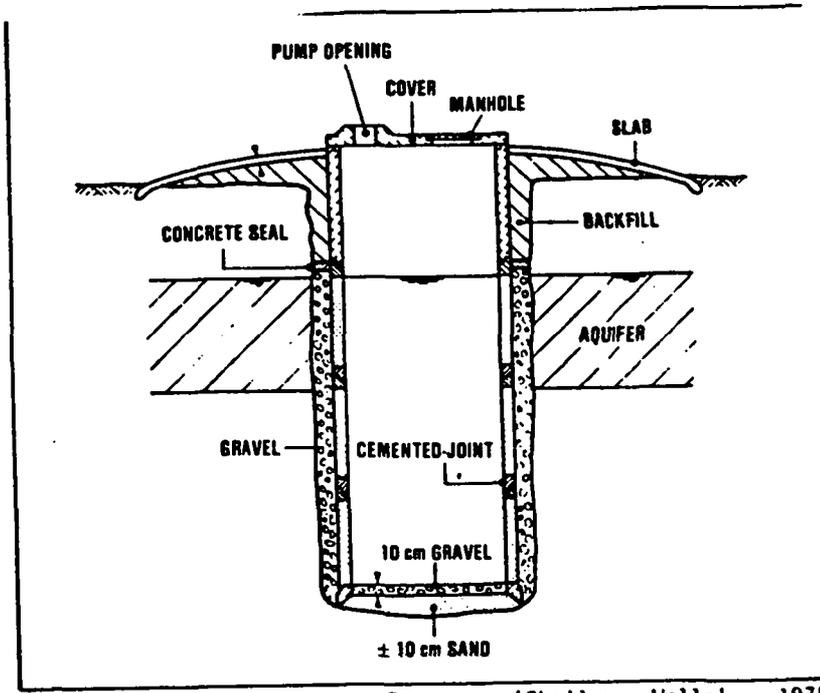
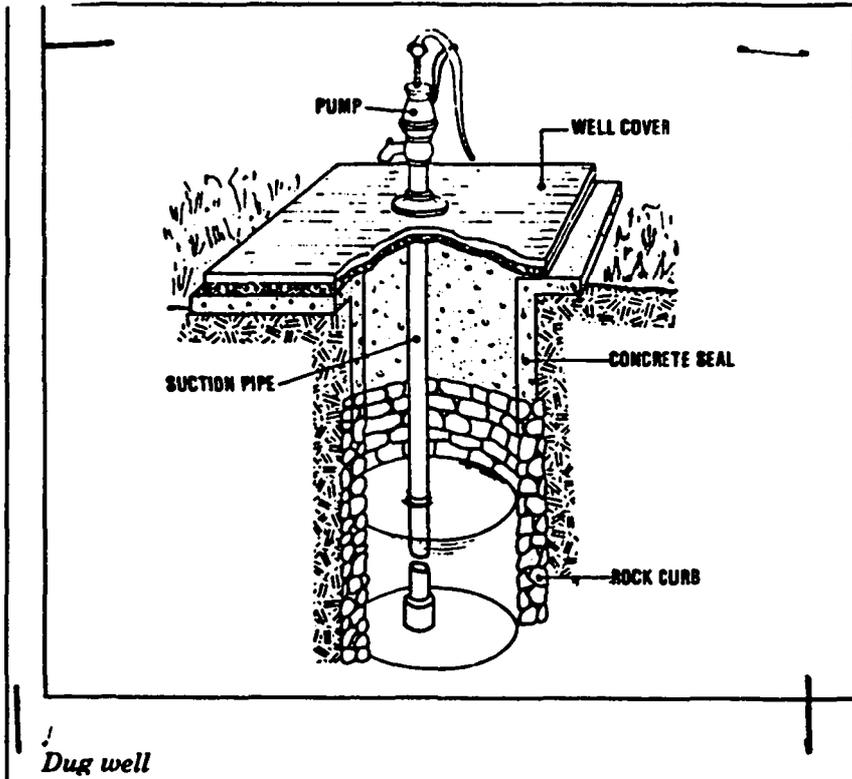
APENDICE I

Geología de la Región

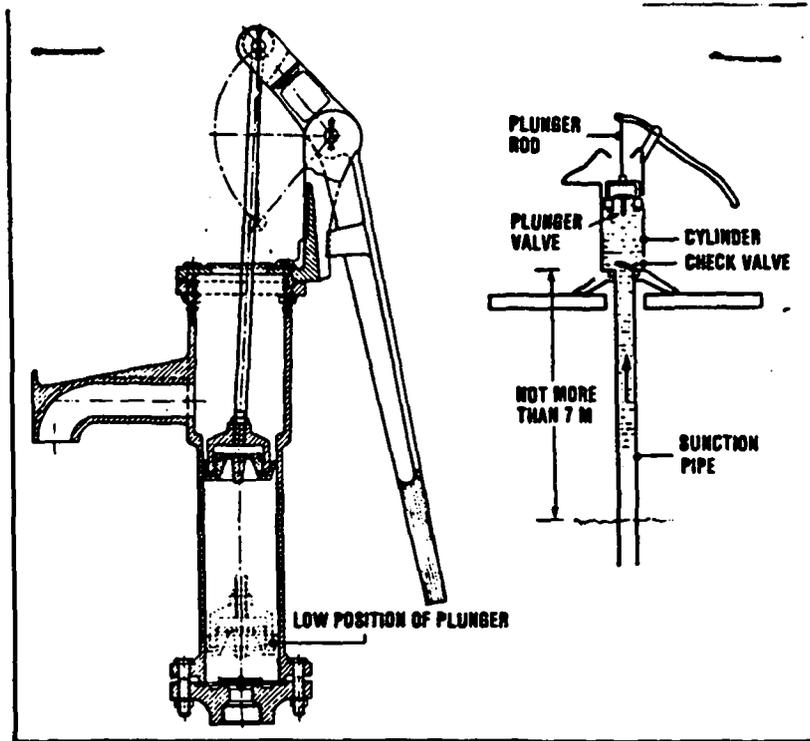
APENDICE J

Métodos Alternativos

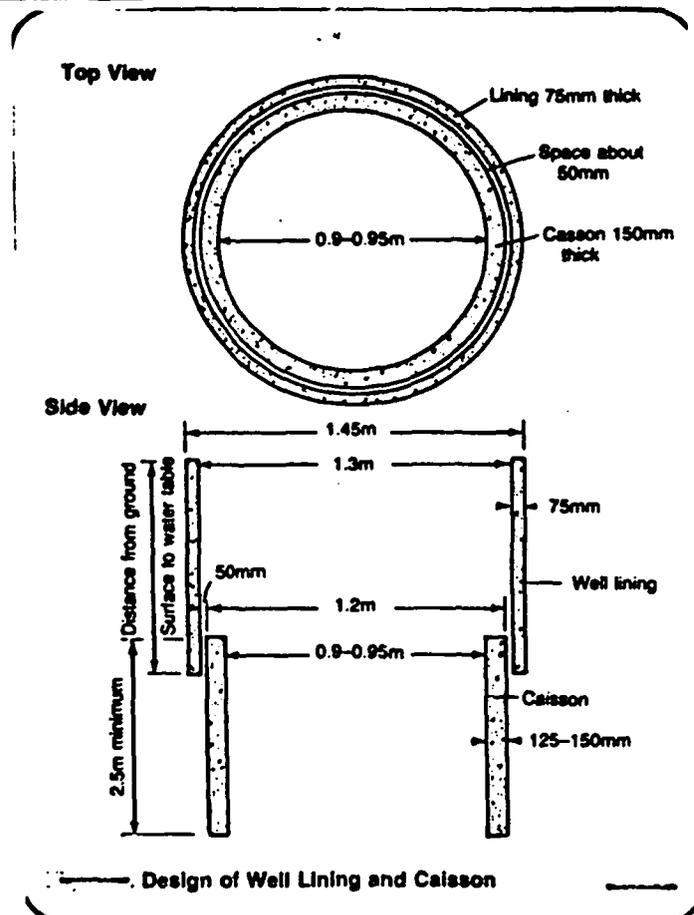


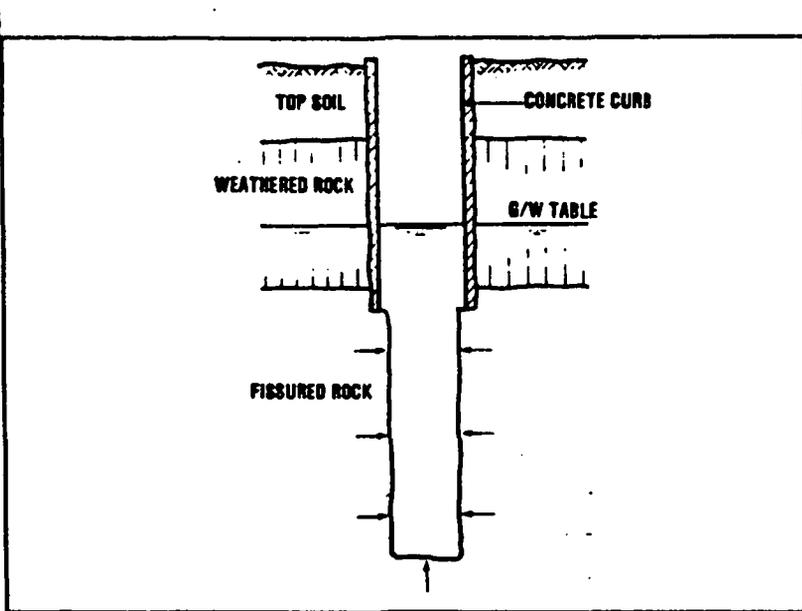


Dug well sealed for sanitary protection

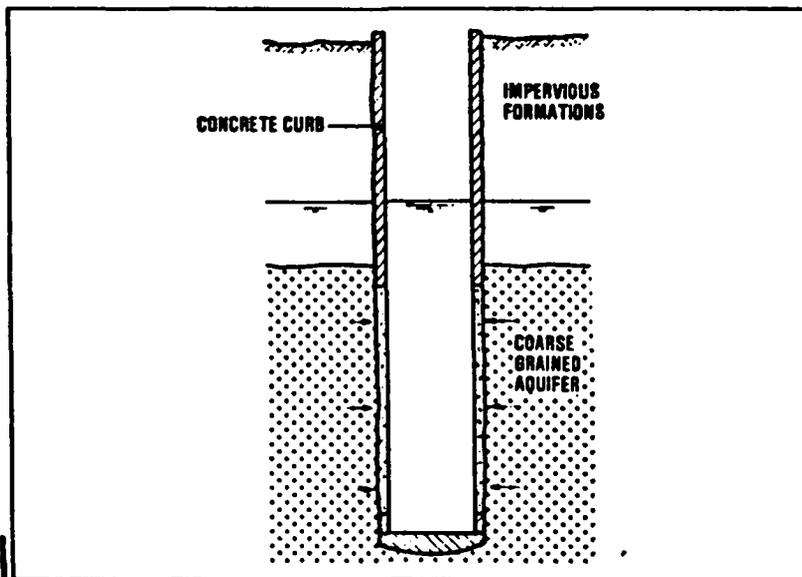


Suction pump (shallow well)

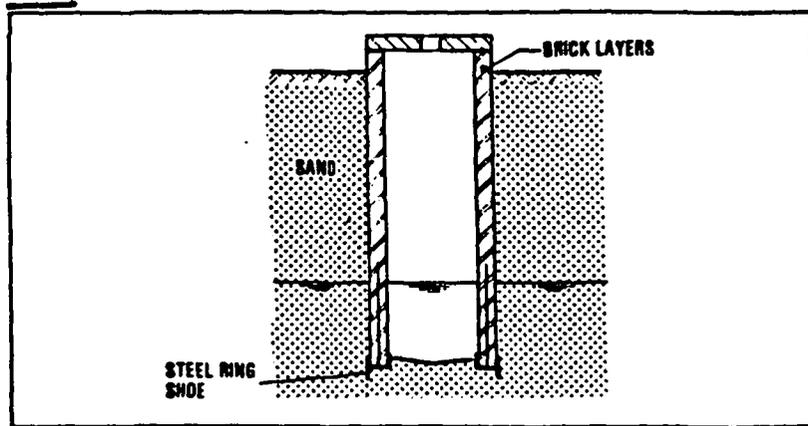




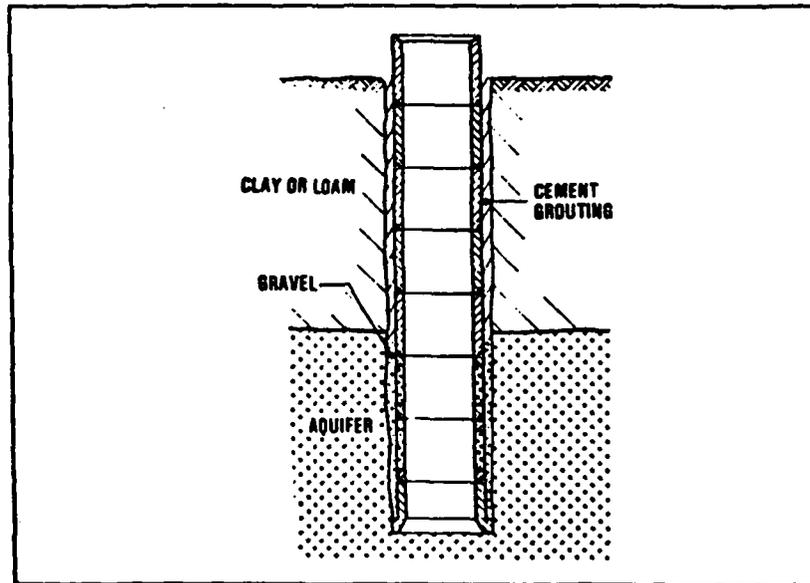
Dug well in rock formation



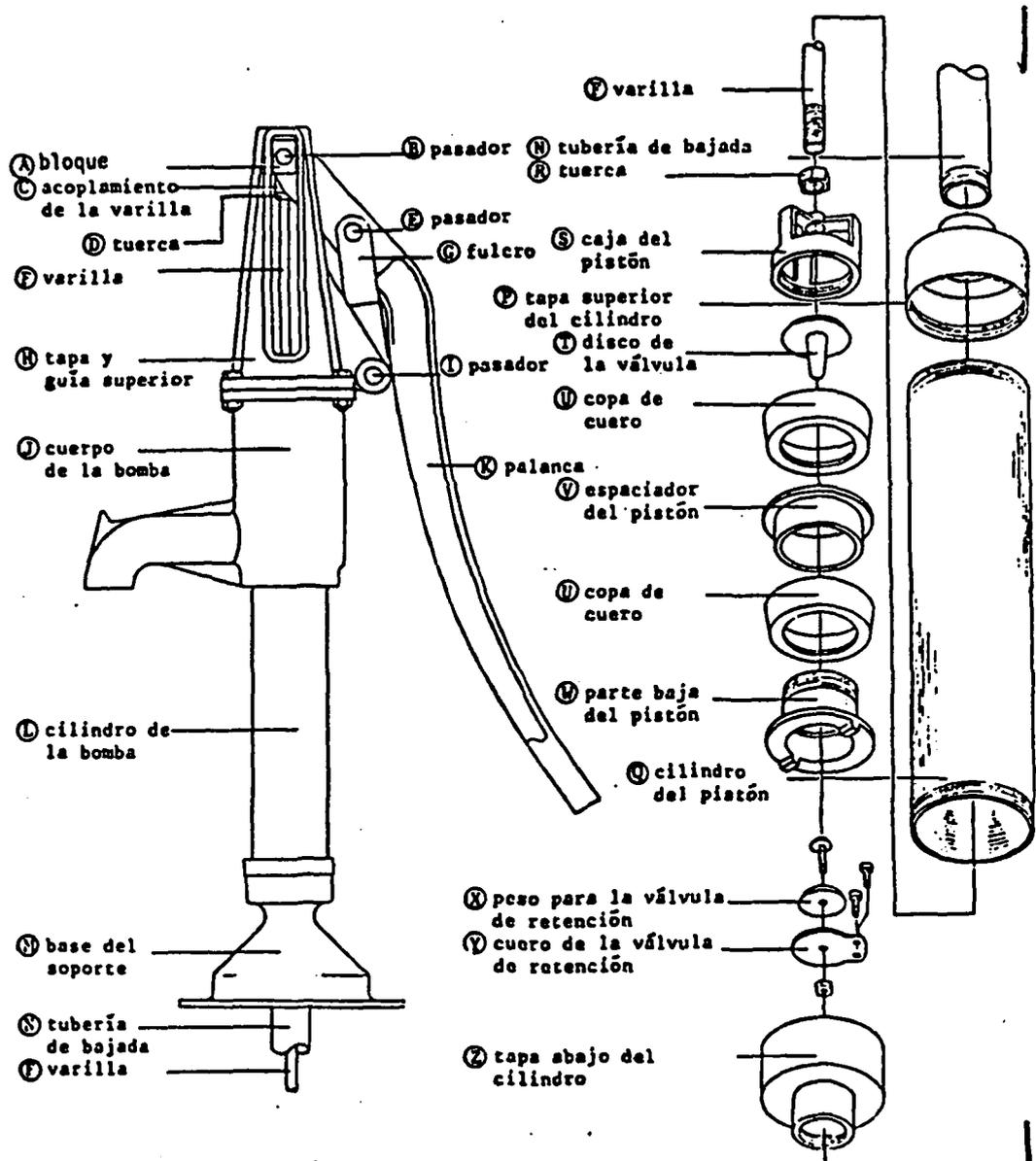
Dug well in coarse granular material



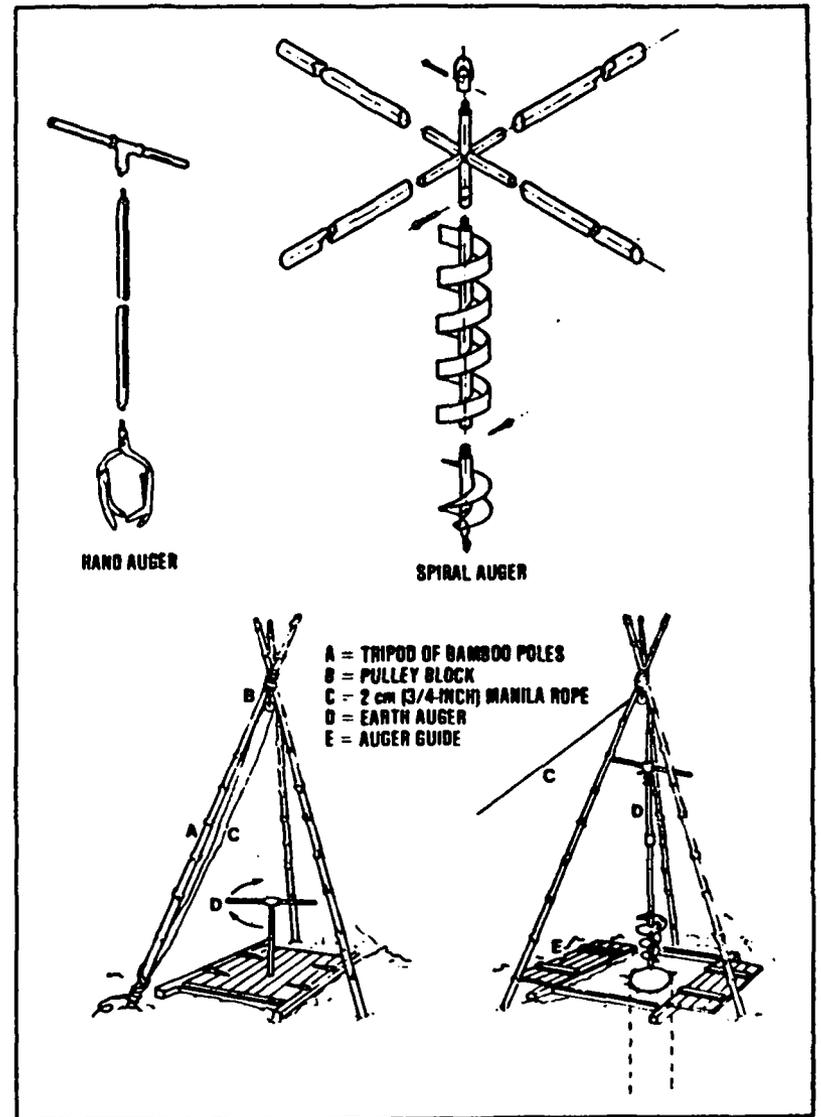
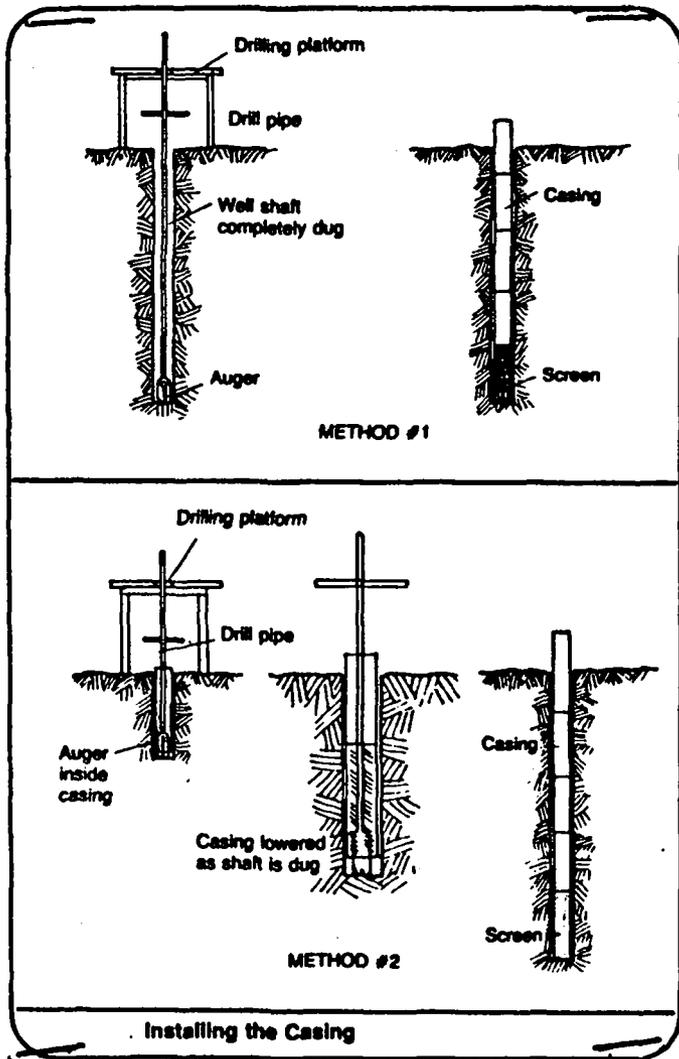
Dug well with brickwork lining.



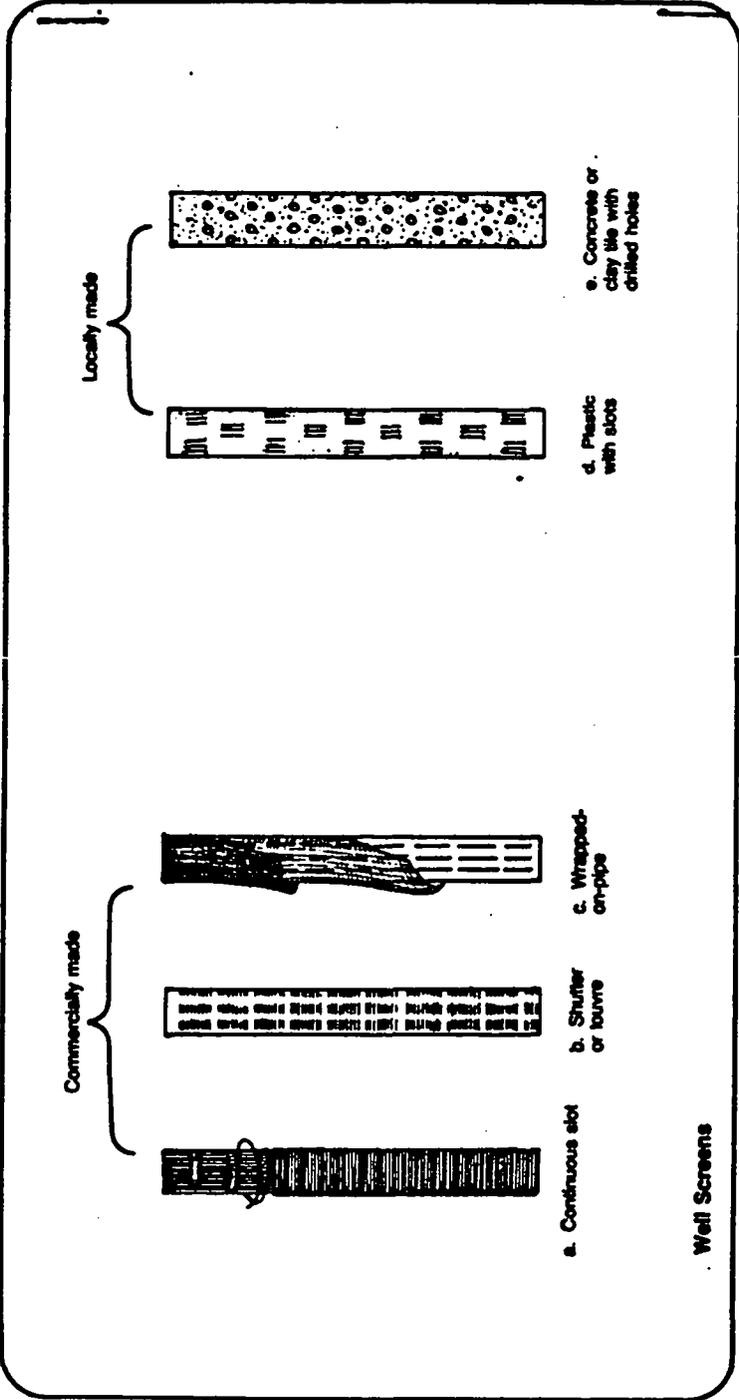
Dug well construction with pre-fabricated rings.



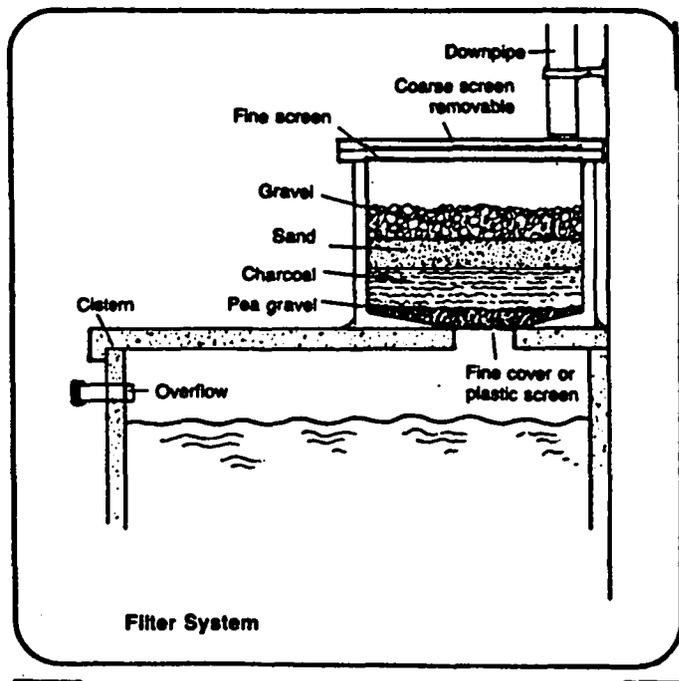
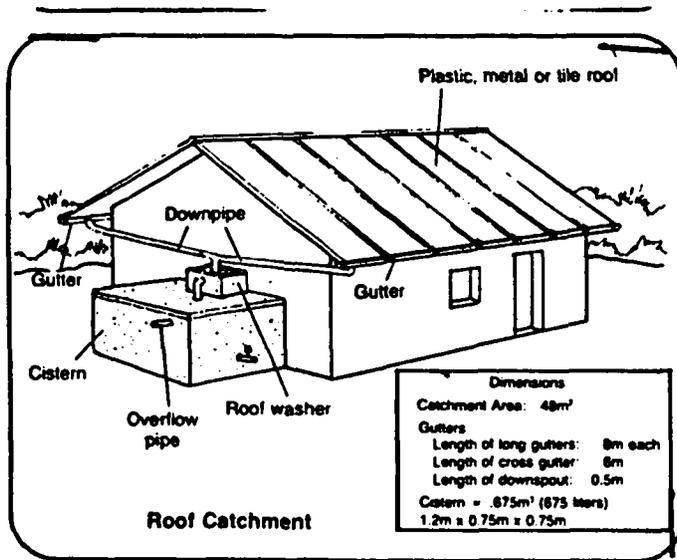
AID BATTELLE HAND PUMP

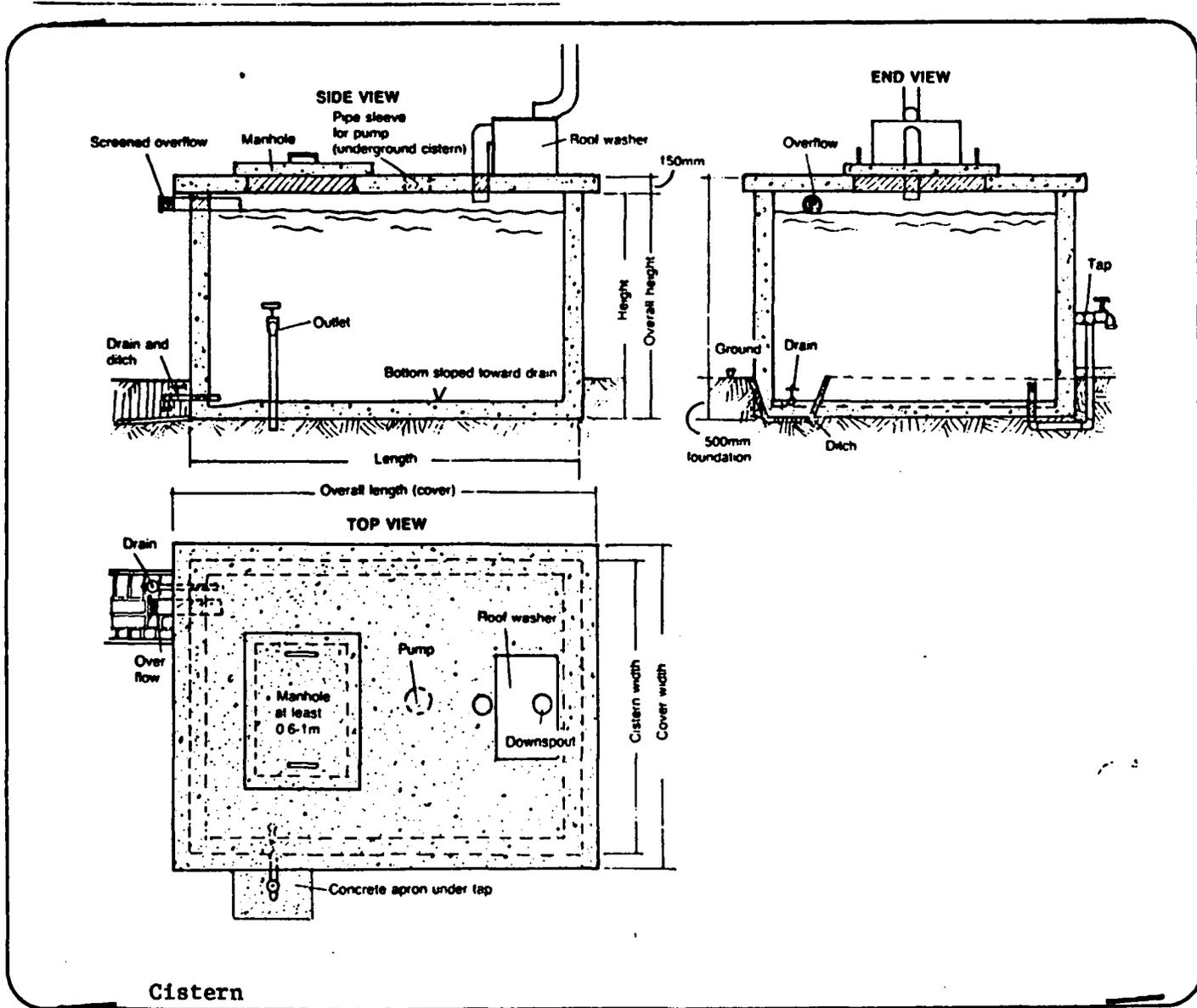


Source: WHO
(No. 7462)

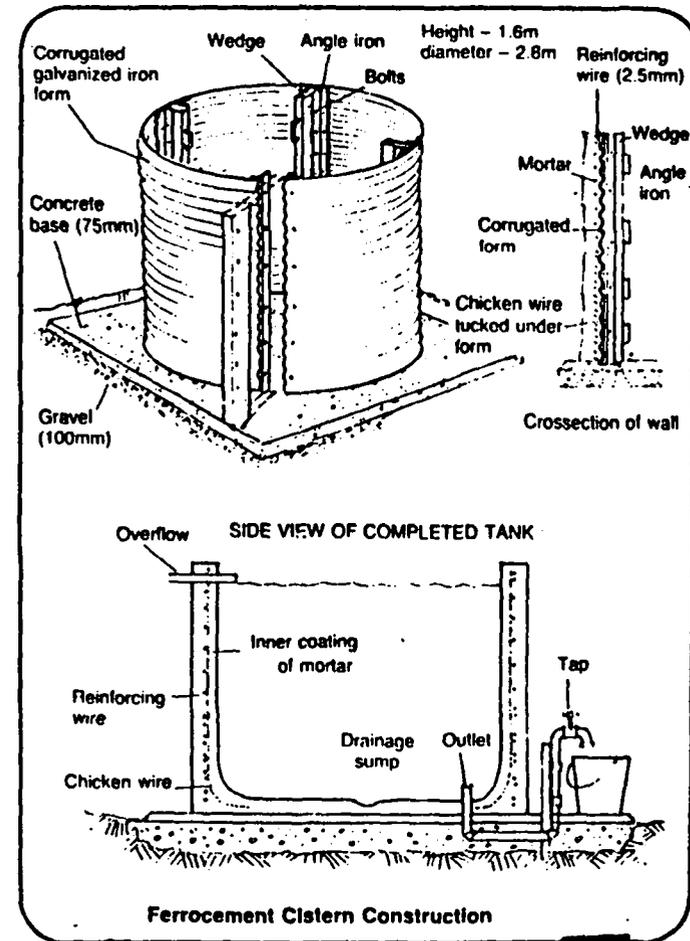
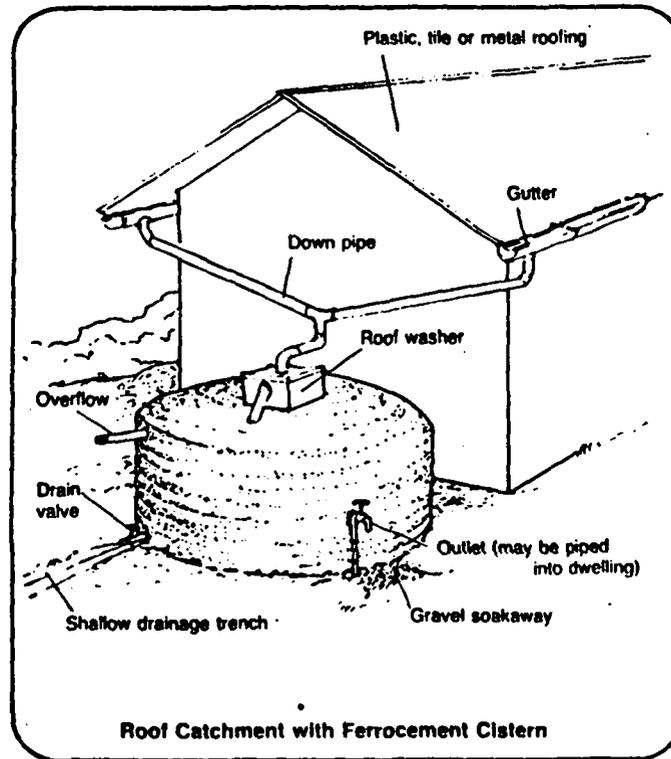


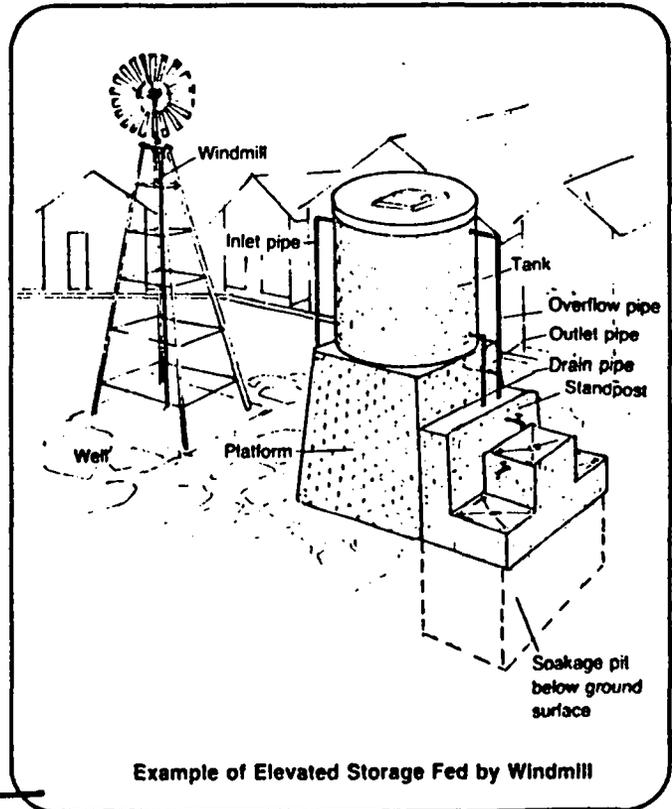
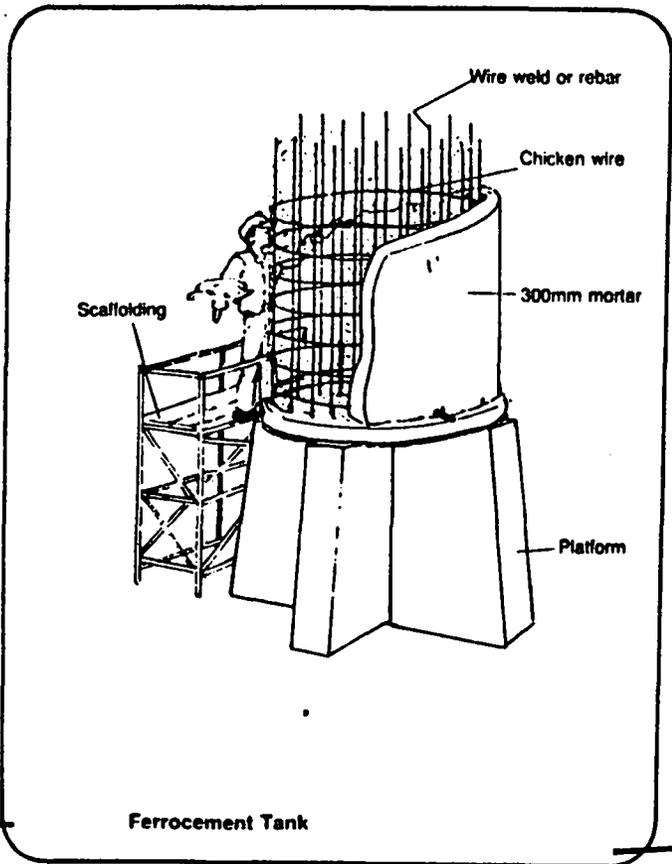
Well Screens

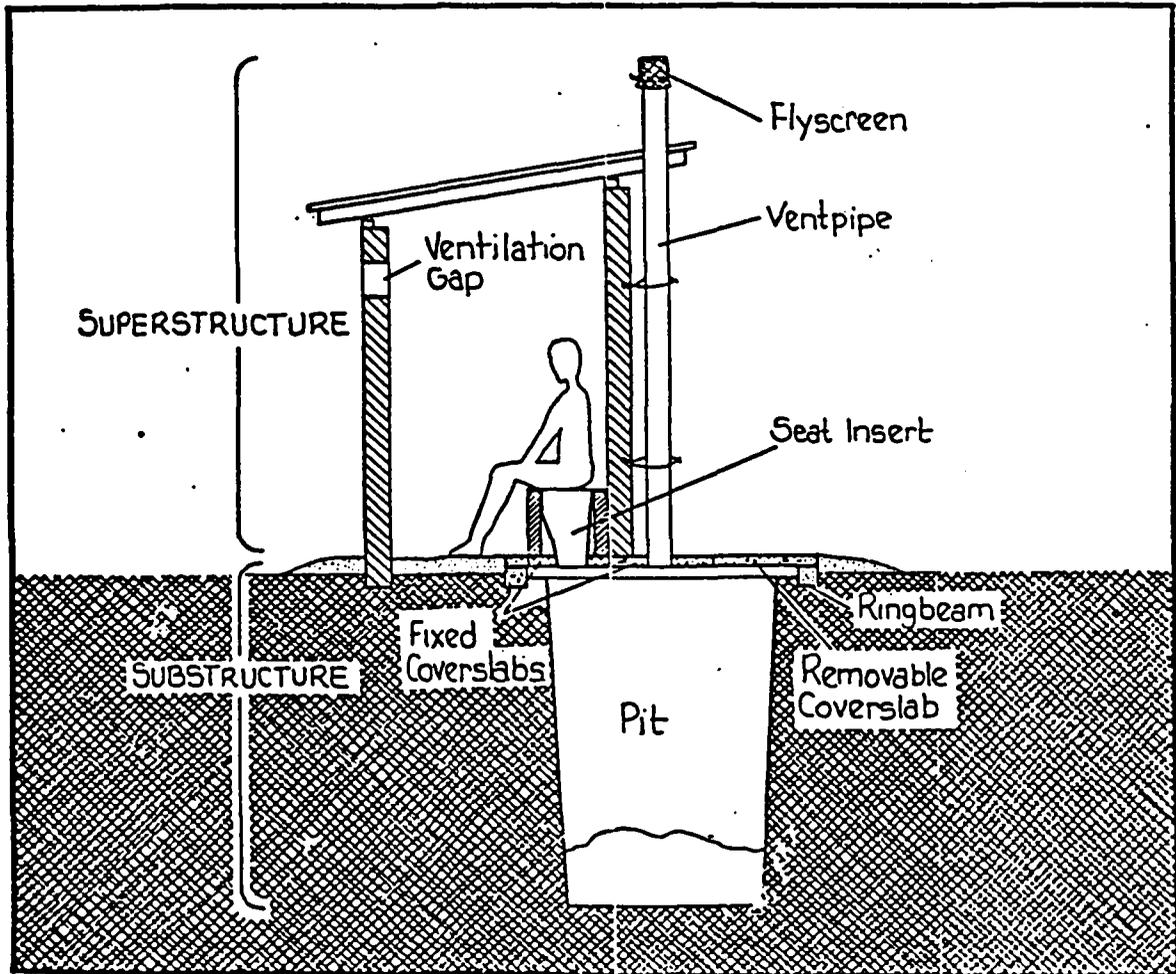




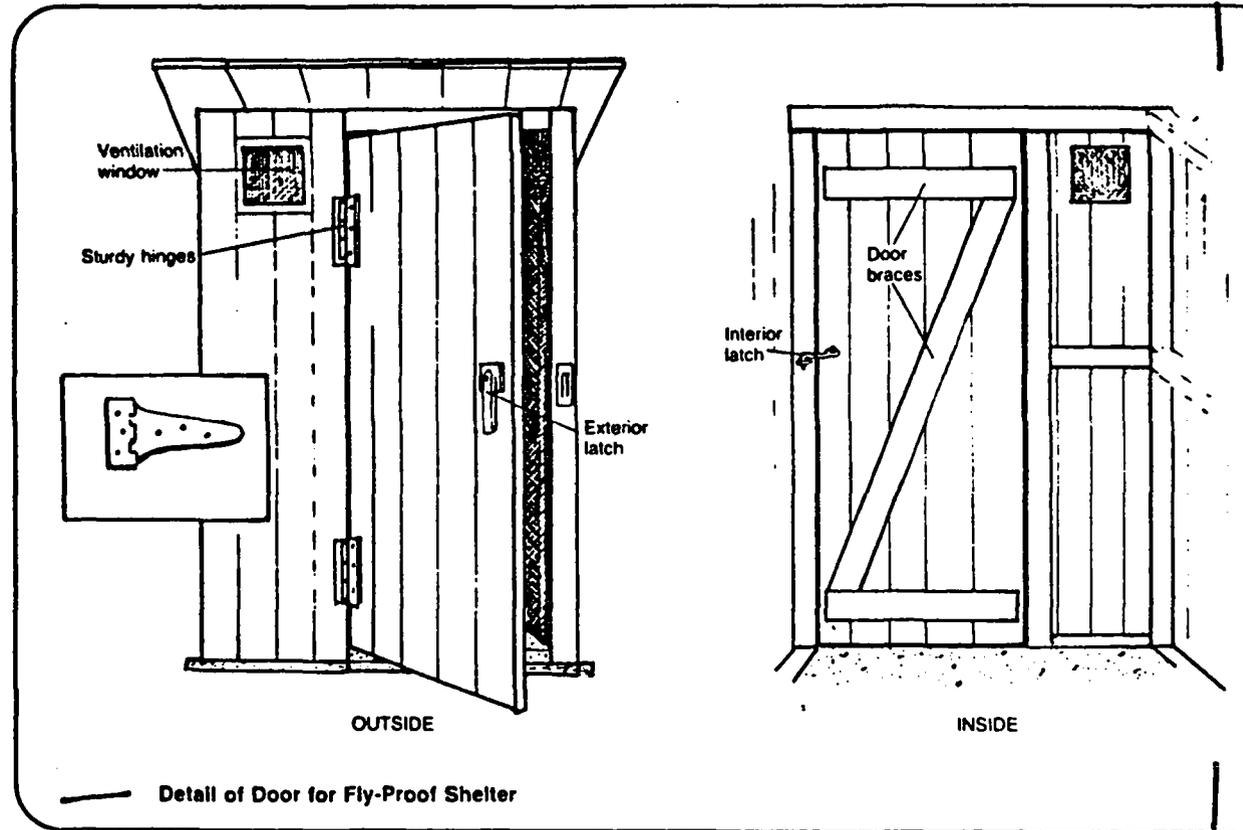
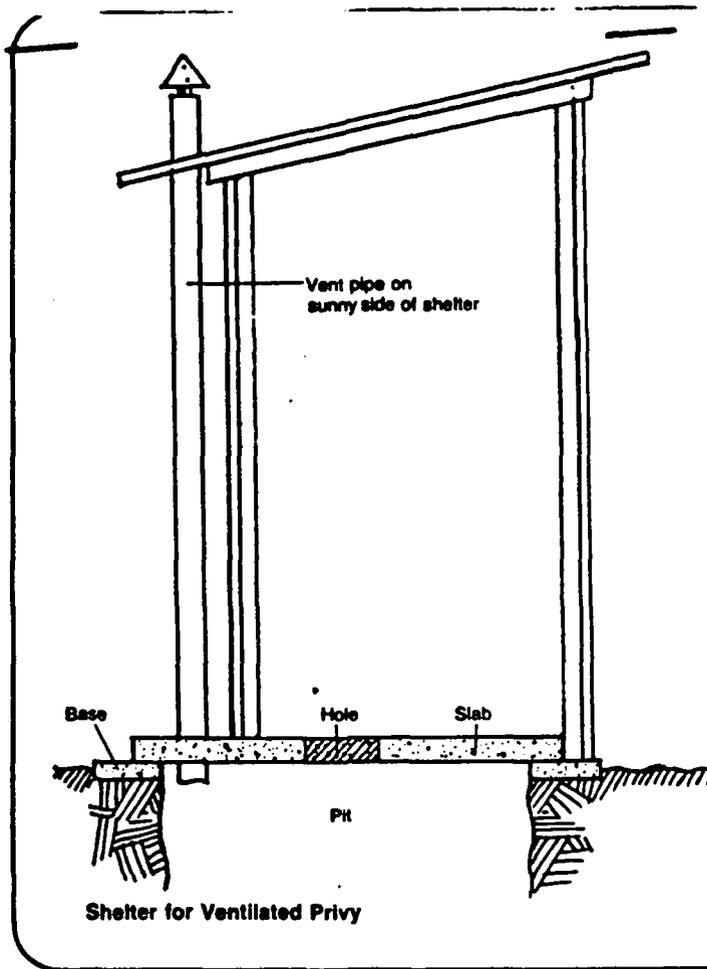
Cistern

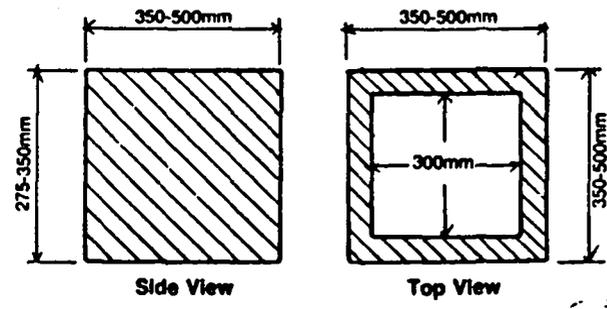
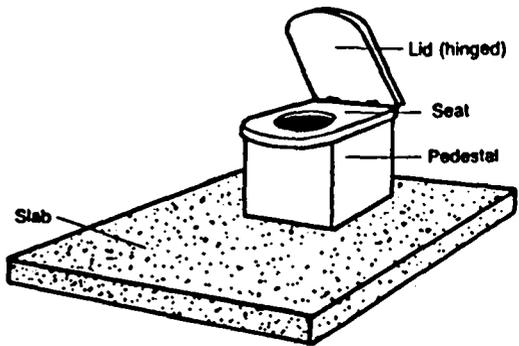




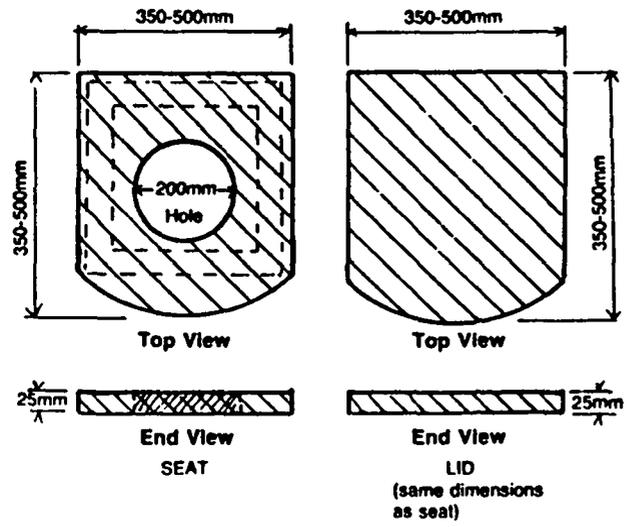
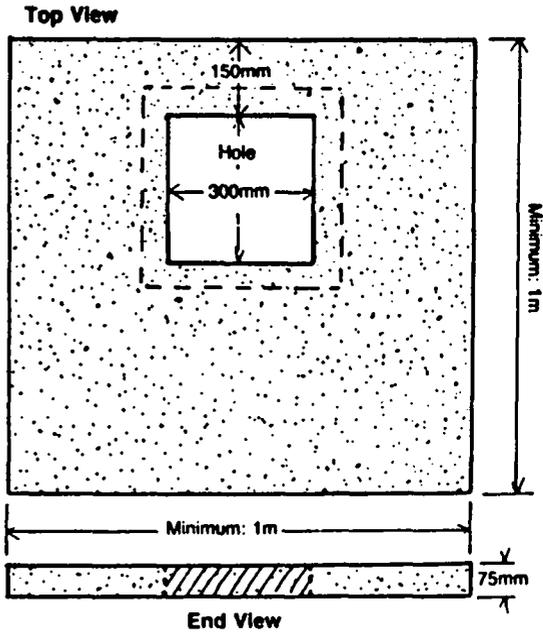


Ventilated Pit Privy

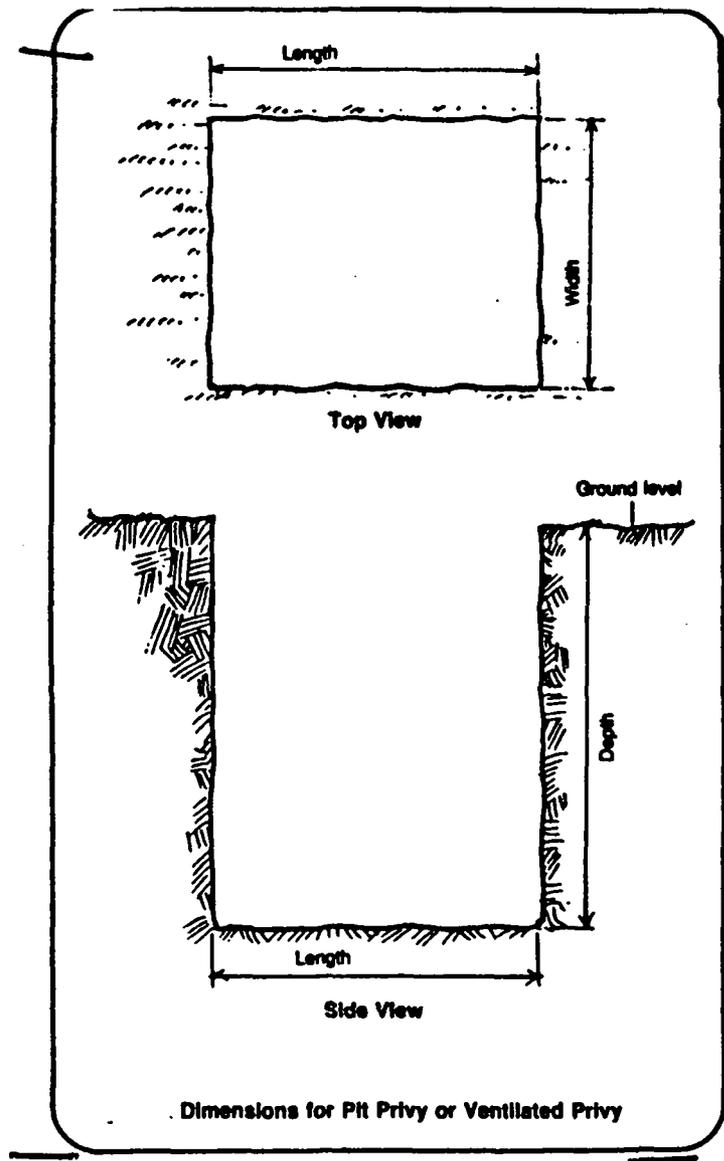
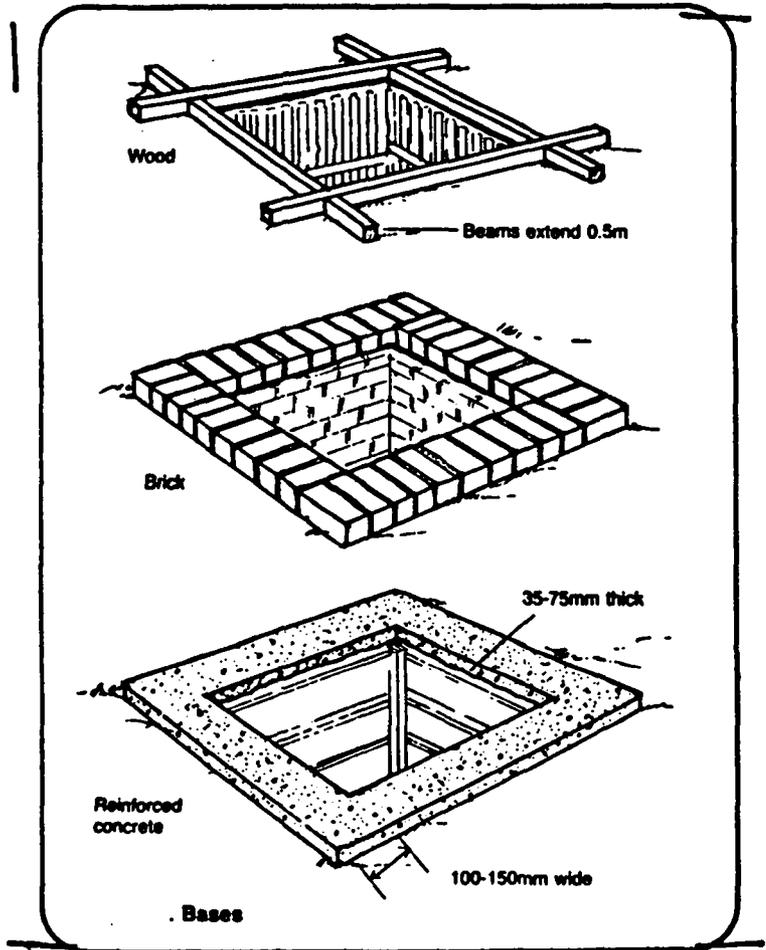


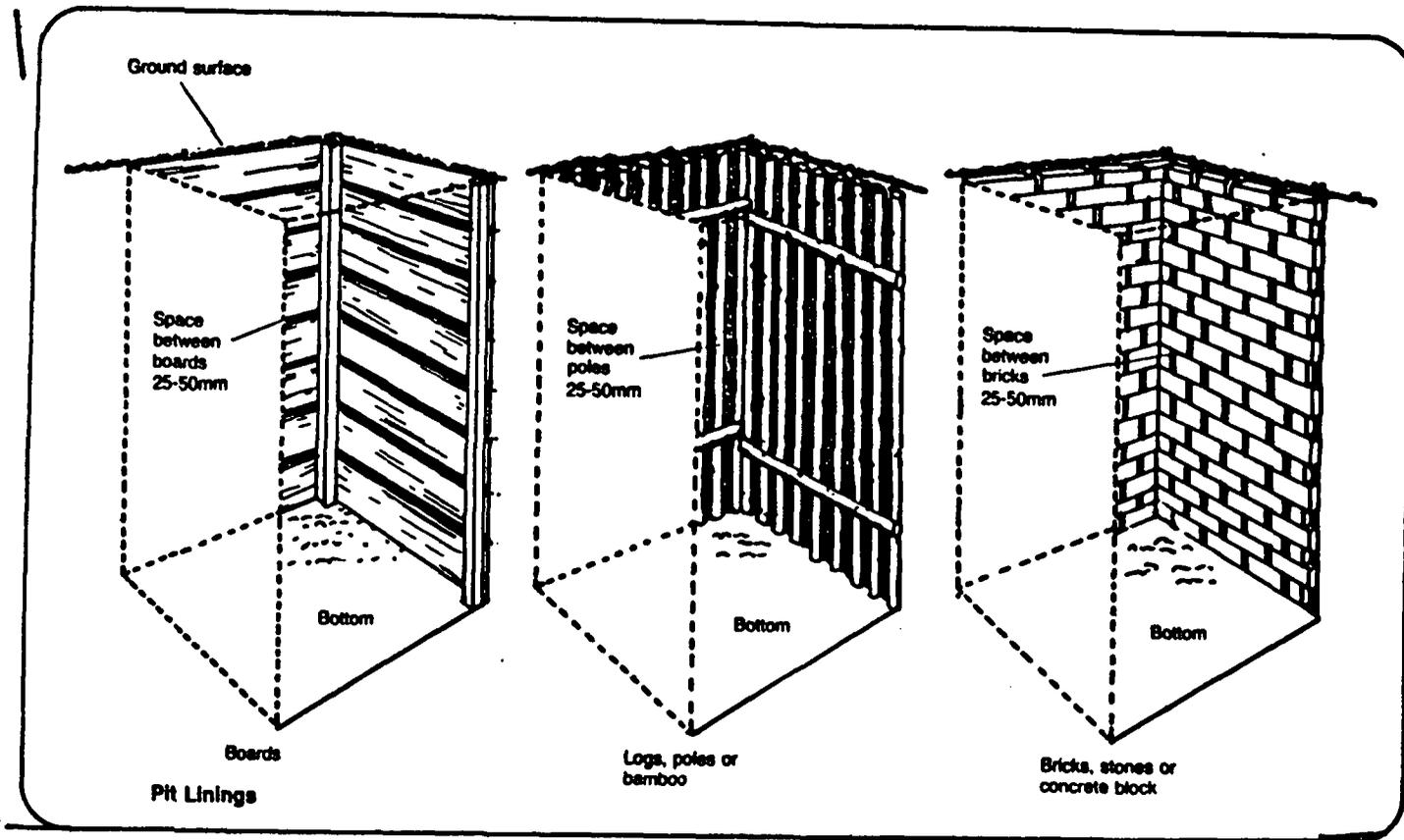


PEDESTAL



Sitting Slab with Pedestal, Seat and Lid





Información proporcionada por el Ing. Armando Molina.

INFORME QUE PRESENTA EL SUSCRITO VICTOR JORA

TECNICO EN PERFORACION DE POZOS DE AGUA

Santa Cruz, 6 de julio/84

Fui contratado para preparar o transmitir algunas técnicas en perforación de pozos ~~con el sistema~~ pala biscocha a los colonos de la zona de San Julián por la institución que toma la iniciativa y se interesa en la provisión del agua, que es el elemento vital para la supervivencia de todo ser.

A la fecha se pudo perforar tres pozos, el primero de ellos se descartó por fallas de coordinación en cuanto al material a usarse y el equipo que se había adquirido, una vez superado este problema, con la reconstrucción de parte del equipo y la construcción de las herramientas que hacían falta, a - hora está operando, también hay otro pozo que está a medio contruir que en estos días será concluido.

Cabe destacar que la zona es totalmente desconocida para este sistema de trabajo, a un principio era incierto el éxito, ya que dicha zona en su generalidad es más alta que la zona de Santa Cruz, ahora tenemos pozos funcionando, sin embargo considero que todavía no es un éxito total ya que en el lapso de seis meses o un año podrían presentarse algunos problemas, será necesario estar en constante observancia, hasta estar seguros que no hay problemas.

Producción de Agua

Los pozos perforados a la fecha tienen una producción de agua el del campamento de FIDES 450 litros por hora y el del señor Teodoro Castro 200 litros por hora, en ambos casos deberé aumentar la producción de agua en el interín de dos semanas a un mes, siempre que se bombee a cada día, este tipo de pozos es recomendable, sólo para uso de una familia por su baja producción de agua, ya que en una comunidad de tres a más familias no resolvería y por esto en lo sucesivo habrá que pensar en otro tipo de perforación del pozo que dé más producción de agua.

Observaciones.

Hubiera sido más saludable que por lo menos unos cinco colonos de toda la zona se interesaran en aprender a perforar pozos, los primeros días de la iniciación del trabajo, el único que apareció fue el señor Elías Silva como uno de los interesados en aprender, luego se integró el señor Roberto, en definitiva quedando sólo los dos.

El proyecto no tuvo en cuenta el cuidado de presupuestar para los medios de transporte, de ahí tuve que depender de algún buen samaritano para constituirme al trabajo, algunas veces lo hice a pie, yo creo que el caminar es saludable, pero hacerlo ocho kilómetros, perjudica el trabajo.

Recomendaciones.

Las personas interesadas en desempeñarse en este tipo de trabajo, deberán contar con un buen equipo de trabajo (equipo de perforación) y a la vez su medio de transporte propio.

Este pequeño informe es el resumen de lo realizado en la perforación de los cuatro pozos.

Atentamente.

Víctor Jora V.
Técnico Perforista

A continuación presento el perfil de cada pozo.

COSTO APROXIMADO DE UN POZO DE

AGUA CON PALA VISCACHA

(AL 20 - 9 - 84)

Malla de filtro c/m. \$b. 30.000.00 x 2	\$b.	60.000.00
Alquitrán el Kg. \$b. 8.000 x 2	"	16.000.00
Tubos de cemento c/u \$b. 12.000.00 x 25	"	300.000.00
Tubos de cemento filtro c/u \$b. 16.000.00 x 2	"	36.000.00
1 Anillo de soporte	"	30.000.00
1 Roldana	"	45.000.00
Alambre galvanizado N° KL \$b. 25.000.00 x 4	"	100.000.00
Soga de 1/2" 1 m. \$b. 4.000.00 x 26	"	104.000.00
Hano de obra maestro y ayudante	"	500.000.00
		<hr/>
TOTAL	\$b.	1.195.000.00

El dueño de la parcela pone un ayudante durante cinco días.

1.650.000

ooo 0 ooo

PERFORACION DE POZOS

Objetivos:

Promover una empresa local, que se dedique a perforar pozos de agua usando tecnología apropiada, de tal forma que éstos servicios estén al alcance de la familia colonizadora.

Estrategia:

Se contratará a un técnico que tenga mucha experiencia en la perforación de pozos manuales, usando la pala virocacha. Este técnico perforará 3 ó 4 pozos con el propósito de enseñar (transferir tecnología), a dos o tres personas que vivan en la zona de San Julián, al cual serán personas que manejarán esta empresa con el compromiso de prestar estos servicios a las familias colonizadoras. Los dos primeros pozos serán de ensayo y ganar experiencia, de tal forma que serán a fondo perdido, los restantes pozos debe cubrir los costos el interesado, que quiera hacerse perforar pozo en su parcela.

Equipo y materiales en existencia

- 35 tubos de cemento (por recoger en Montero)
- 22 Tubos de cemento
- 6 Tubos galvanizado de 6 mts. x 4 p/ recoger oficina Sta. Cruz
- 10 kilos alquitrán
- 10 kilos alambre galvanizado
- 12 izaas, collares de planchas
- 1 rollo de X mts. de tela milimétrica
- 7 cubos de grava p/ recoger de almacenes Cooperativa

Presupuesto Mano de Obra

- Técnico perforación de pozos	Sb.	50,000.00	
- 3 ayudantes Sb. 50,000.00 c/uno por pozo perforado. Para 2 pozos 150,000.- x 2	"	300,000.00	800,000.00

Materiales que se necesitan

- 50 mts. moga	Sb.	100,000.00	
Imprevistos	"	50,000.00	150,000.00

Transporte

- 2 camionetas de grava c/u a Sb. 400,000.00	Sb.	800,000.00	
- recoger los tubos	Sb.	400,000.00	1,200,000.00

2,150,000.00

PRESUPUESTO PARA EL PLAN POZOS

DETALLE	PAGADO POR P.C.C.	PAGADO POR P.A.I.C.	SALDO PRESUPUESTO
6 Cañerías 4" x 6 m (SC2)	667.000,00		
85 Tubos de cemento	154.229,00		
30 Kilos alquitrán "	45.000,00		
15 Kilos alambre galvanizado "	34.500,00		
15 Cuchillas y reducción de 6" a 4" "	45.000,00		
12 Pz. collares de plancha / 6"			
1 Rollo tela milimétrica (25 m)	100.000,00		
30 Cubos grava		513.000,00	
Transporte 21 cubos grava y Tubos		787.000,00	
Transporte 7 cubos grava			800.000,00
34 Bolsas de cal y Bentonita		400.000,00	
50 Metros soga de 1/2"		100.000,00	
<u>MANO DE OBRA</u>			
Técnico		120.000,00	380.000,00
Ayudantes		50.000,00	250.000,00
Imprevistos			150.000,00
TOTAL APOORTE P.C.C.	1.046.529,00		
TOTAL PAGADO POR P.A.I.C.		1.071.000,00	
SALDO PROGRAMADO PARA POZOS			1.580.000,00
PRESUPUESTO TOTAL DE POZOS			4.597.529,00

**ENCUESTA PARA DETERMINAR LAS FUENTES DE
AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

(Cada encuesta debe llenarse con un núcleo
o grupo de población)

Esta encuesta debe ser llenada por los Líderes, delegados o representantes de la Federación de Colonizadores de San Julián.

1. Nombre del núcleo, o comunidad agrupada: _____

2. Ubicación política: provincia y cantón: _____

 - Cuántas familias hay en esta comunidad?(lista)
 - Cuántas familias tienen parcela? _____ Cuántas Has. tiene cada parcela?
 - Cuántas familias no tienen parcelas? _____
 - Si no tienen parcela, en que condiciones ocupan la tierra, alojados, alquilados, al partido?
 - Cuántas familias tienen parcela propia? _____
 - Cuántas familias tienen casa de material? _____
 - Cuántas familias tienen casa de palo y motacú? _____
 - Qué clase de camino llega a la comunidad? _____
 - Cuántos Km. del camino principal? _____

 - Ripiado (sí) (no) escriba cuántos Km. _____
 - Camino sólo cuneteado sin ripio Km. _____
 - Sólo senda abierta Km. _____
 - Es transitable todo el año _____
 - Es transitable sólo en época seca _____
 - Cuántos puentes construidos se pasan hasta llegar a la comunidad y en qué Km.? Cómo se llama el lugar? _____
 - Cuántos puentes faltan construir en que lugares? _____
 - De dónde sacan el agua para tomar? _____

 - Tiene pozo la comunidad? _____
 - Si hay pozo, cuántas familias llevan agua de ese pozo? _____

- Desde qué distancia vienen a llevar agua de ese pozo? _____
- Cuántas veces al día cada familia recoge agua del pozo? _____
- Qué cantidad de agua cada familia recoge cada día? _____
- Cómo y en qué llevan agua cada familia? _____
- Generalmente quiénes se encargan de llevar agua a la casa? _____
- La bomba que tienen funciona bien? _____
- Cuántos años tiene el pozo? _____
- Quién hizo perforar el pozo (El INC., La Cooperativa, La Comunidad)? _____
- Pagaron para la construcción del pozo? Cuánto y a quién? _____
- Cuántas veces se malogró el pozo desde su perforación? (mes y años) _____
- Qué hacen cuando no funciona la bomba? _____
- Hay un río cerca de la comunidad, cómo se llama y a cuántos Kms. está? _____
- Si hay río, cuántas familias toman agua de ese río? _____
- Si hay río, cuántos meses del año tiene agua? _____
- Si hay río con agua, es agua corriente o estancada _____
- Hay un curichi cerca de la comunidad, cómo se llama y a cuántos Kms. está? _____
- Si hay curichi, cuántas familias toman o llevan agua de ese curichi? _____
- Si hay curichi, cuántos meses al año hay agua en ese curichi? _____

