

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Caracterización de los factores  
de demanda de agua  
en un caso de agro-aldea.**

**TESIS**

Presentada a la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

por

**JUAN PABLO CRUZ PAZ**

al conferírsele el título de

**INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1996.**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

08  
+ (3792)

c. 4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

CARACTERIZACION DE LOS FACTORES  
DE DEMANDA DE AGUA  
EN UN CASO DE AGRO - ALDEA.

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de febrero de 1,992.



---

JUAN PABLO CRUZ PAZ

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL PRIMERO	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL QUINTO	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN**

**GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Hugo Quan Ma
EXAMINADOR	Ing. Mercedes García de Obregón
EXAMINADOR	Ing. Hugo Herrera Segura
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 25 de agosto de 1995.


Ing. Marco Talio Ventura  
Jefe del Depto. de Hidráulica e  
Ingeniería Sanitaria.  
Escuela de Ingeniería Civil.  
Facultad de Ingeniería.

Estimado Ingeniero Ventura:

Placeme hacer de su conocimiento que mi función de orientación y asesoría del trabajo de tesis titulado CARACTERIZACION DE LOS FACTORES DE DEMANDA DE AGUA EN UN CASO DE AGRO-ALDEA, del estudiante Juan Pablo Cruz Paz, ha concluido satisfactoriamente.

Como paso siguiente, correspondería a su jefatura, opinar sobre algun aspecto importante de dicho trabajo, desde el punto de vista de su Escuela.

Reiterándole nuestra mejor voluntad de apoyar este tipo de estudios e investigaciones, me suscribo cordialmente.

  
Ing. Oscar Flores Sandoval  
Coordinador del área de  
ingeniería sanitaria.

ERIS.

A S E S O R

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

*Guatemala, 25 de julio de 1996*

*Ingeniero*  
*Jack Douglas Ibarra S.*  
**DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA CIVIL**  
*Facultad de Ingeniería*

*Señor Director:*

*Después de haber analizado el trabajo de tesis titulado*  
**CARACTERIZACION DE LOS FACTORES DE DEMANDA DE AGUA EN**  
**UN CASO DE AGRO-ALDEA**, del estudiante universitario Juan Pablo Cruz Paz,  
con carnet No. 86-12039 y actuando como Jefe del Departamento de Hidráulica, le  
informo que el mismo ha llenado todos los requisitos de índole técnica, en forma  
satisfactoria y a cabalidad.

*En base a lo anterior este Departamento aprueba el trabajo de tesis.*

*Atentamente,*

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

*Marco*  
**Marco Tulio Ventura Roldán**  
**Ingeniero Hidráulico**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Flores Sandoval y como coordinador Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Marco Tulio Ventura Roldán el trabajo de tesis del estudiante Juan Pablo Cruz Paz, titulado "CARACTERIZACION DE LOS FACTORES DE DEMANDA DE AGUA EN UN CASO DE AGRO-ALDEA ", da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, agosto de 1,996.

JDIS/isa.



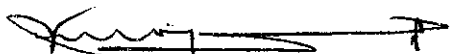
**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis CARACTERIZACION DE LOS FACTORES DE DEMANDA DE AGUA EN UN CASO DE AGRO-ALDEA, del estudiante Juan Pablo Cruz Paz, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Julio Ismael González Podeszueck

DECANO



Guatemala, septiembre de 1,996

/isa.

## A G R A D E C I M I E N T O

### A DIOS TODOPODEROSO

AL ING. OSCAR FLORES SANDOVAL

Por su valiosa asesoría y sabios consejos para la elaboración del presente trabajo.

A LA ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES DE GUATEMALA

Por su apoyo y colaboración en la investigación de campo.

AL ARQ. SERGIO DANILO CRUZ PAZ

Por su ayuda incondicional en la edición e ilustración del presente trabajo.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por la preparación académica recibida en sus aulas.

A LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA COLABORARON PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.



DEDICATORIA A :

LA VIRGEN AUXILIADORA

MIS PADRES

José Alfonso Cruz López y  
Julia Adelaida Paz de Cruz.

Por su amor, esfuerzo y sa-  
crificios.

MIS SOBRINOS

Ana Cristina, Moria Judith y  
Luis Alfonso Cruz Mazariegos.

Con todo cariño.

LA COMUNIDAD MARIA LUZ DE ORACION

Por su apoyo espiritual en to-  
do momento.

LA FAMILIA CALDERON VELASQUEZ

Por su apoyo y cariño.

MIS AMIGOS

Maria Virginia, Maria Isabel,  
Alejandra, César Augusto, Ka-  
ren Julissa y Ana Claudia.

Por su amistad valiosa.

EL PUEBLO INDIGENA DE GUATEMALA.

# INDICE      GENERAL

Página

GLOSARIO .....	1
INTRODUCCION .....	2
CAPITULO I. <u>PROBLEMATICA GENERAL RURAL</u> .....	6
CAPITULO II. <u>LAS AGROALDEAS COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO INTEGRADO</u>	
2.1 Definición .....	9
2.2 Antecedentes .....	9
2.2.1 La institución .....	9
2.2.2 El proyecto .....	10
2.3 Alcances .....	11
CAPITULO III. <u>DESCRIPCION DE LA AGRO-ALDEA</u>	
3.1 Localización .....	12
3.2 Vías de comunicación .....	12
3.3 Población .....	12
3.4 Servicios Públicos .....	12
3.4.1 Educación .....	12
3.4.2 Salud .....	13
3.4.3 Abastecimiento de agua .....	13
3.4.4 Disposición de excretas y aguas servidas .....	13
3.4.5 Energía .....	13
3.4.6 Servicios religiosos .....	14
3.4.7 Recreación .....	14
3.4.8 Otros servicios .....	14
3.5 Actividades Productivas .....	14
3.6 Comercio .....	15
3.7 Organización comunitaria .....	15
3.8 Tenencia de la tierra .....	16

CAPITULO IV. SERVICIOS DE SANEAMIENTO

4.1	Disposición de excretas .....	17
4.2	Disposición de aguas negras .....	18
4.3	Disposición de desechos sólidos .....	19

CAPITULO V. DEMANDA DE AGUA

5.1	Recursos Naturales .....	21
5.1.1	Recurso agua .....	21
5.1.2	Recurso bosque .....	23
5.1.3	Recurso suelo .....	23
5.1.4	Clima .....	24
5.2	Manejo y conservación del recurso agua .....	28
5.2.1	Manejo del agua .....	28
5.2.2	Conservación del agua .....	31
5.3	Necesidades de agua .....	31
5.4	Factores que determinan la demanda .....	32
5.4.1	Factores propios del agua .....	33
•	Calidad .....	33
5.4.2	Factores propios de la red .....	33
•	Distancia entre el grifo de agua y las viviendas .....	33
•	Presión en el sistema .....	33
•	Regularidad del suministro .....	33
5.4.3	Factores propios del medio .....	34
•	Clima .....	34
•	Existencia de abastecimientos privados .....	34
•	Existencia de servicios comunales .	34
•	Existencia de drenajes .....	34
5.4.4	Factores socio-económicos .....	35
•	Nivel de vida .....	35
•	Actividad de la población .....	35
•	Medición y costo del agua .....	35
5.5	Niveles Cuantitativos .....	35

5.5.1	Recursos hídricos disponibles .....	35
5.5.2	Requerimientos de agua .....	37

**CAPITULO VI. CALIDAD DEL AGUA**

6.1	Objetivos de los análisis .....	38
6.2	Muestras recolectadas .....	39
6.3	Resultados .....	39

**CAPITULO VII. OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS**

Opción "a"	.....	48
Opción "b"	.....	49

**CAPITULO VIII. COSTOS Y FINANCIAMIENTO**

8.1	Rentabilidad general de la finca .....	50
8.2	Costo de implementación de las opciones .....	53

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones	.....	54
Recomendaciones	.....	58

<b>B I B L I O G R A F I A</b>	.....	66
--------------------------------	-------	----

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro No. 1	Parámetros climáticos (promedios anuales) en estación "La Soledad" .....	26
Cuadro No. 2	Correlación entre precipitación y temperatura media mensual en estación "La Soledad", y análisis climático del área de estudio en base al sistema de Thornthwaite .....	27

Cuadro No. 3	Resumen de tubería del sistema actual de abastecimiento de agua de la finca .....	30
Cuadro No. 4	Caudales de verano e invierno de los principales cuerpos de agua de la finca ....	36
Cuadro No. 5	Demandas estimadas por actividad en finca "El Refugio de los Planes" .....	37
Cuadro No. 6	Cuadro comparativo de costos y de opciones de mejoramiento del sistema de agua potable .....	52

INDICE DE INFORMES DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Análisis físico químico sanitario de Manantial Providencia ..	40
Examen bacteriológico de Manantial Providencia .....	41
Análisis físico químico sanitario de Río Negro .....	42
Examen bacteriológico de Río Negro .....	43
Análisis físico químico sanitario de Río Pinula .....	44
Examen bacteriológico de Río Pinula .....	45
Examen bacteriológico de chorro domiciliar .....	46

A N E X O S

Anexo No. 1	Esquema de localización de la finca "El Refugio de los Planes".
Anexo No. 2	Plano topográfico de la finca "El Refugio de los Planes".
Anexo No. 3	Cuenca hidrológica del río Pinula en el área de finca "El Refugio de los Planes".
Anexo No. 4	Plano de recursos hídricos de la finca "El Refugio de los Planes".

- Anexo No. 5 Esquema de optimización de recursos hídricos de de la finca "El Refugio de los Planes".
- Anexo No. 6 Esquema de disposición de aguas negras en el casco de la finca "El Refugio de los Planes".
- Anexo No. 7 Criterios de diseño y construcción de fosa séptica y lecho de absorción para el área de familias.
- Anexo No. 8 Organización general de la finca "El Refugio de los Planes".
- Anexo No. 9 Ilustración para práctica de aforos por el sistema volumétrico.
- Anexo No. 10 Ilustración para práctica de aforos por el sistema sección-velocidad.
- Anexo No. 11 Guía para la toma de muestras de análisis bacteriológico y recolección de muestras de pozos excavados y fuentes similares.
- Anexo No. 12 Procedimiento de construcción y operación de un pozo basurero.
- Anexo No. 13 Recarga por zanjas y corte de pozo de recarga típico.
- Anexo No. 14 Procedimiento de construcción y operación de una letrina abonera seca.
- Anexo No. 15 Procedimiento de construcción y operación de un pozo de mecate.
- Anexo No. 16 Procedimiento de construcción y mantenimiento de acequias de ladera.
- Anexo No. 17 Procedimiento de establecimiento y mantenimiento de cercos vivos.
- Anexo No. 18 Esquema de rebalse ideal en un tanque de distribución.
- Anexo No. 19 Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala según el sistema Thornthwaite.

G L O S A R I O

- AFORO                      Operación de medir el caudal de una fuente.
- BASURA ORGANICA        Es todo desecho biodegradable de origen vegetal o animal, que contiene sustancias valiosas que deben retornar a la tierra. La materia orgánica doméstica consiste generalmente de desperdicios de la cocina y comida no consumida.
- BIOMASA                    Fuente de energía renovable que consiste en el uso racional de árboles y otras plantas para combustible.
- COLIFORME                Grupo de bacterias no patógenas que habitan en el tracto digestivo humano.
- ECOTECNICA                Es la aplicación de conceptos ecológicos mediante una técnica determinada, para lograr una mayor concordancia con la naturaleza.
- EFLUENTE                 Agua, aguas negras o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratadas parcial o totalmente, que salen de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento.
- EXCRETA                  Substancias expulsadas del cuerpo, inútiles para el organismo y cuya retención le sería perjudicial.
- HIPOCLORADOR            Dispositivo para aplicación de cloro.
- p H                        Potencial hidrógeno, es la expresión que indica el grado de "acidez" o "alcalinidad" en una muestra de agua, por medio de la concentración de iones hidrógeno existente en la misma. A mayor concentración de dichos iones, la solución es más ácida. Si los iones oxhidrilo prevalecen en su concentración, la solución es básica.
- POZO DE MECATE         Perforación que contiene una bomba de desplazamiento de tipo manual, cuya base de trabajo es el uso de pistones que suben por un cilindro, los cuales entre uno y otro elevan una cierta cantidad de agua.
- PROCESO SEPTICO        Proceso llevado a cabo por seres microscópicos que proliferan en un ambiente desprovisto de oxígeno, que consiste en la putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras.
- TALUD                     Declive de un muro o del suelo.

## I N T R O D U C C I O N

En los tiempos actuales, el papel que juega el agua es cada día más importante, tanto por el aumento de la población mundial como por la diversificación de la actividad humana, factores que, unidos producen una demanda de agua siempre creciente.

Actualmente, la planificación del uso del vital líquido es objeto de continuos análisis, a fin de lograr mantener un equilibrio entre los requerimientos y la disponibilidad del recurso. El reto es permanente al introducir agua a los poblados, pues de acuerdo con las necesidades de cada lugar, se determinarán los estudios que deben realizarse para concretizar los proyectos. Es por esto que se considera necesario profundizar en el conjunto de variables que determinan el consumo de agua de una persona en un lugar determinado de nuestro país.

Este estudio se realizó con el apoyo de la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala (YMCA por sus siglas en inglés), organización no gubernamental, que desde 1976 trabaja en la ejecución de programas de organización comunitaria, educación, producción agrícola, conservación del patrimonio cultural y natural e investigación.

Actualmente cuenta con cinco centros de acción, siendo uno de ellos la finca "El Refugio de los Planes" ubicada en la aldea Concepción Pinula, municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala, lugar en el que se llevo a cabo la investigación.

El primer objetivo que persigue este trabajo de tesis es auxiliar a los diseñadores de sistemas de abastecimiento de agua a delimitar y



cuantificar de una manera más precisa un factor tan primordial como lo es la dotación de agua. Pretende ser un complemento a estudios anteriores que han buscado establecer cuantitativamente los parámetros de diseño de abastecimiento de agua en el área rural, buscando eliminar al máximo el sobre - diseño y obtener diseños económicos, eficientes y confiables.

El segundo objetivo es presentar una serie de soluciones a los problemas de saneamiento de una comunidad rural específica, a través de ecotécnicas y prácticas sanitarias apropiadas, dejando constancia de los métodos que se utilizaron para llevar a cabo un diagnóstico acertado.

Para la realización del presente estudio, fue necesario conocer plenamente la finca donde funciona la agro-aldea, a fin de observar su situación geográfica, producción, cultura, costumbres, saneamiento, niveles de salud, recursos naturales y manejo de los mismos.

La peculiaridad de este caso consiste principalmente en la existencia de un límite máximo poblacional, lo cual no permitió utilizar las fórmulas tradicionales de crecimiento poblacional, lo que en cierto modo es una ventaja tomando en cuenta los cambios radicales en las estimaciones matemáticas, cuando se aplican dichas fórmulas y no se cuenta con suficiente información estadística, como es el caso en nuestro país.

Al comenzar el trabajo de investigación se pudo constatar que la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala no contaba con un mapa topográfico, a escala de la finca, que sirviera de base a observaciones y evaluaciones, por lo que se procedió a elaborar uno en base a información proporcionada por el Instituto Geográfico Militar.

Además, el método de encuestas sanitarias no fue aplicado en esta investigación por dos razones fundamentales: la desconfianza mostrada inicialmente por los campesinos, y, el número reducido de familias que daba lugar a tener un contacto verbal y observaciones más directas.

El presente trabajo de tesis se inicia con una somera apreciación a la realidad que vive el pueblo indígena, grupo mayoritario en nuestro país, desde distintos puntos de vista, tratando de ubicarnos en medio de su precaria situación actual.

En el capítulo II se presenta una nueva opción para el desarrollo integral de las comunidades de desplazados y migrantes en nuestro país, a través de unidades socio-económicas denominadas agro-aldeas, las cuales cuentan con mecanismos para lograr el bienestar económico y social de sus habitantes.

En el capítulo III se analiza el caso específico piloto de la agro-aldea "El Refugio" y los aspectos socio-económicos de la comunidad indígena allí asentada.

En el capítulo IV se evalúan los servicios de saneamiento con que cuentan los pobladores y el grado de educación sanitaria que éstos poseen.

El capítulo V es la parte medular del estudio, presentándose el inventario de recursos naturales de la finca, con énfasis en los recursos hídricos. Además, cuenta con una descripción del uso, manejo e iniciativas de conservación del agua realizadas por parte de la Asociación Cristiana de Jóvenes y las familias campesinas.

Los factores que determinan la demanda aparecen clasificados y a

plicados detalladamente al caso particular aquí estudiado, de forma que puedan servir como patrón a otros estudios de abastecimiento de agua potable y poder establecer parámetros críticos o prioritarios.

Incluye finalmente, la presentación tabular de los caudales de los principales cuerpos de agua de la agro-aldea a lo largo del año, a sí como la cantidad aproximada de agua que se utiliza para cada una de las diferentes actividades.

En el capítulo VI se enfatiza en el parámetro calidad del agua, por estar ubicado el lugar de estudio en una posición tal, que sus principales fuentes -los ríos- provienen de otros centros poblados que los contaminan a nivel doméstico, industrial y agropecuario.

En el capítulo VII se proponen dos opciones para lograr la optimización de los recursos hídricos de la agro-aldea, en base a los factores críticos de demanda de agua de esa población.

Posteriormente, se muestran en el capítulo VIII los esfuerzos y las limitaciones de tipo económico que la Asociación Cristiana de Jóvenes en frenta para llevar a la finca "El Refugio de los Planes" a un desarrollo sostenible. Se incluyen además, los costos de implementación de cada una de las opciones de mejoramiento del sistema actual de abastecimiento de agua y propuesta de financiamiento.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la experiencia adquirida durante la elaboración de este trabajo de tesis, que espera ser un grano de arena en pro del mejoramiento de la calidad de vida de la mayoría de los guatemaltecos.

C A P I T U L O I

PROBLEMATICA GENERAL RURAL

La mayor parte de la población guatemalteca (62 %) vive en el área rural y está formada por una gran diversidad étnica, entre otros, por más de 21 grupos indígenas, cada uno con su propia lengua. Esta mayoría rural vive en aproximadamente 19,000 pequeñas comunidades dispersas, y es aquí en donde se concentra la mayor parte de la población indígena guatemalteca.

"...La población indígena se estimó para 1990 en 4.4 millones de personas, equivalente al 48 % de la población total. Algunos departamentos del país registran elevados porcentajes de población indígena monolingüe, tales como:

- a) en la región norte: Alta Verapaz (95 %);
- b) en la región sur-occidente: Sololá (85 %), Totonicapán (85 %) y San Marcos (80 %);
- c) en la región nor-occidente: El Quiché (80 %) y Huehuetenango (85 %)

En estas regiones de concentración indígena, caracterizada por su escasa infraestructura socioeconómica y reducida prestación de servicios básicos para la población, o también en regiones con excesivo fraccionamiento de la tierra, la pobreza extrema se elevó en un índice mayor en los últimos años ..." (1)

"...Aunque la actividad agrícola sea la que actualmente concentra el mayor porcentaje de la población económicamente activa, su capacidad para generar ingresos para la población rural se restringió en el pasado debido a políticas macroeconómicas desfavorables para la producción agrícola. Las políticas arancelarias y para-arancelarias, la sobrevaluación del tipo de cambio para abaratar las importaciones para la industria y la población urbana, así como la política de precios tope, entre otras, contribuyeron a deprimir los precios por vías directas o indirectas, y a modificar los términos internos de intercambio en perjuicio de la agricultura. Todo esto ha dado como resultado que en el contexto

rural se generen las fuerzas empobrecedoras más impactantes. Además, la subordinación de los intereses rurales a los de contexto urbano, que se ha practicado en las últimas décadas, provocó fuertes migraciones hacia los favorecidos centros urbanos. Estos últimos, por no disponer de la capacidad de absorber el flujo de emigrantes de las áreas rurales en búsqueda de trabajo para mantener a sus familias, los obligaron a integrarse al sector informal, el que para 1989 contenía a más de la mitad de la población económicamente activa.

El modelo de desarrollo que prevaleció en Guatemala creó insuficiencias estructurales que generaron desigualdades en la distribución de la tierra ( el 2.2 % de terratenientes tienen el 65 % de la tierra útil) y en la distribución del ingreso (el 10 % de la población capta el 44 % del ingreso).

Estas desigualdades han alimentado, desde los años 60, la existencia de grupos armados, adversando a los sectores oligárquicos y en lucha con el ejército.

Este conflicto interno ya ha cobrado cerca de 100,000 vidas en la última década, provocando la existencia de 42,000 refugiados y alrededor de medio millón de desplazados, incluidos 150,000 huérfanos y 50,000 viudas (en su mayoría indígenas) que sufren de traumas psicológicos, desnutrición, falta de atención en educación y salud, así como inestabilidad emocional y social y desintegración familiar.

La cobertura de los servicios de salud se concentra casi exclusivamente en zonas urbanas, esto aunado al hecho de que los puestos de salud ubicados en el área rural presentan problemas de funcionamiento por falta de equipo mínimo indispensable. La mortalidad infantil causada principalmente por enfermedades diarreicas, infecciones respiratorias agudas, enfermedades perinatales y desnutrición, tiene más incidencia en la población indígena. En el caso de las enfermedades inmuno-prevenibles se conoció un aumento considerable debido a los niveles bajos de saneamiento ambiental y las deficiencias en la educación sanitaria (en 1990, un 57 % de la población rural no tenía acceso al servicio de a

gua potable y un 49 % no contaba con servicios básicos de saneamiento). Las causas de esto se pueden resumir en excesiva burocratización, duplicidad de es fuerzos, desperdicio de recursos y mala administración.

Existen bajas coberturas de los servicios educativos a todo nivel, sobre to do en áreas de población indígena. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje son pasivas y no hay adecuación de los calendarios y horarios escolares, ni re lación de los contenidos educativos con las necesidades, intereses, culturas e idiomas locales. La educación escolar para los indígenas que tiene carácter bilingüe es mínima, ya que se imparte únicamente en el 5 % de las escuelas exis tentes. Existen servicios precarios a nivel de educación inicial de alfabeti- zación y educación de adultos, y escasos servicios no formales para educación primaria. El gran porcentaje de analfabetismo (72 %) en el área rural, jun- to con los grandes índices de deserción, ausentismo, repitencia, abstención y sob reedad representan obstáculos adicionales.

Guatemala se caracteriza por una tendencia al deterioro y la extinción de sus recursos naturales. Esto es particularmente notable en el campo y en las zo- nas donde los grupos indígenas y pequeños agricultores, que en su afán de ex tender y maximizar el uso de la tierra, contribuyen al deterioro del ambiente por la tala, quema y limpia inmoderada, y la aplicación de productos agroquími cos ..." (1)

En un esfuerzo por minimizar todas estas limitantes que afectan tan duramen- te a la población indígena, en estos últimos años están surgiendo unidades so- cioeconómicas a nivel de plan piloto aún, con la esperanza de que la multipli- cación de las mismas sea un factor determinante para superar el nivel de desa- rrollo en el que actualmente vivimos.

---

1 SEGEPLAN, Plan de acción de desarrollo social. Desarrollo humano, infancia y juventud. Segunda Edición. Guatemala, Febrero de 1992.

## C A P I T U L O   I I

### LAS AGROALDEAS COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO INTEGRADO

#### 2.1 Definición:

Se le denomina agro-aldea a aquella unidad de desarrollo socioeconómico, bien definida geográficamente, que contiene componentes de tipo agrícola (la producción, siendo instrumento para presentar alternativas de desarrollo en forma responsable), social (las familias, permitiendo ser la base generadora del desarrollo) e institucional (la Asociación Cristiana de Jóvenes, como elemento básico de asesoría).

La agro-aldea es un centro de acción de la Asociación Cristiana de Jóvenes, como base de su trabajo con el tema de migrantes en Guatemala.

Este proyecto busca establecer un ambiente que facilite la consolidación económica de las familias que la habiten, de quienes aporten mano de obra y de la Asociación, demostrando que:

- a. es posible dicho desarrollo integral, con la participación plena de la comunidad, en condiciones de respeto y dignidad.
- b. es posible producir rentable y sosteniblemente, a la vez que se mejore la calidad de vida de los trabajadores.

#### 2.2 Antecedentes:

##### 2.2.1 La Institución:

La Asociación Cristiana de Jóvenes (YMCA como se le conoce internacionalmente por sus siglas en inglés) es un movimiento mundial, que trabaja dentro de la realidad socioeconómica y cultural de los países en que está presente, buscando el desarrollo integral de la persona, expresado en la generación de procesos que permitan al hombre realizarse dignamente. En Guatemala está presente des-

de el año de 1976, cuando acudió en ayuda de la población en las tareas de reconstrucción emprendidas después del terremoto de ese mismo año. Hasta la fecha ha implementado programas de alfabetiza-  
ción, capacitación de líderes, campamentos educativos, nutrición, creación de puestos de trabajo, apoyo y fomento a la microempresa, reforestación y otros más.

### 2.2.2 El Proyecto:

En 1988, la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala realiza el primer bosquejo de un proyecto de ayuda a migrantes, respondiendo así al llamado de la Alianza Mundial de Asociaciones para enfocar esfuerzos de trabajo en ese sector social. Al ser aprobado y obtener el apoyo económico de asociaciones de Suiza y Suecia, se enfrentó la alternativa de comprar o alquilar un lugar adecuado para llevar a cabo el proyecto.

Los cambios políticos a nivel internacional que se dieron a fines de la década de los años 80 y principio de los años 90 en el bloque socialista y la necesidad de programas de ayuda y desarrollo en ese sector del planeta, hace que las fuentes de ayuda económica dejen de tener a América Latina como prioridad y comiencen a recortar sus aportes. Esto motiva a la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala a conseguir no solamente un lugar para realizar el proyecto, sino también un patrimonio de la institución donde puedan surgir los fondos necesarios para el propio sostenimiento de la unidad de desarrollo, cubriendo salarios, insumos para la producción, gastos fijos, intereses de préstamo, etc.. Es así como en 1990, con fondos propios y los anteriormente aprobados, se realiza la compra de la finca "El Refugio de los Planes" y al mismo tiempo el proyecto adquiere una dimensión especial :



No se está hablando solamente de un centro de desarrollo social, sino también de una unidad productiva (Ver Anexo No. 8).

2.3 Alcances :

- Proporcionar tierra y apoyo técnico para que los campesinos no se vean obligados a emigrar.
- Dar trabajo rural, estable y con un pago superior al salario mínimo nacional, así como las prestaciones de ley.
- Establecer un programa de acompañamiento que genere un proceso sostenido de desarrollo y que en su primera instancia contemple mejorar su calidad de vida en materia de vivienda, salud y alimentación.
- Crear programas que generen condiciones de seguridad en los diferentes planos de vida de la familia campesina: físico, psicológico, emocional, laboral, salud, etc.
- Crear condiciones alimentarias higiénicas y preventivas que permitan a las familias, y fundamentalmente a los niños, mejorar significativamente su salud.
- Desarrollar programas de enseñanza primaria para los niños, buscando la superación de las familias campesinas, desde sus nuevas generaciones.
- Establecer un programa de extensión en el que los jóvenes de las aldeas vecinas y sus alrededores, encuentren un espacio para la recreación, la capacitación y el buen uso del tiempo libre.
- Hacer una apropiada explotación de recursos que tenga como base la protección del medio ambiente, y al mismo tiempo, posibilitar que las familias, los trabajadores y la comunidad hagan suya esta opción.

C A P I T U L O   I I I

DESCRIPCION DE LA AGRO-ALDEA

3.1 Localización:

La finca "El Refugio de los Planes" está ubicada en la aldea Concepción Pinula, en el municipio de San José Pinula, del departamento de Guatemala. Está situada en las coordenadas geográficas siguientes: 90 21' 05" latitud norte y 14 29' 55" longitud oeste. Su altitud varía entre 1400 y 1600 mts. SNM. Colinda al norte con la finca Providencia, al sur con la unión de los ríos Negro y Pinula, al este con la finca Valdesia y al oeste con el Cerro Vivo, teniendo una extensión total de 270 hectáreas. (Ver Anexo No. 2)

3.2 Vías de comunicación:

El acceso se realiza en los primeros 22 kms. por la carretera nacional No. 18 (de la capital a San José Pinula), luego por 7 kms. de terracería (de San José Pinula a Concepción Pinula) y finalmente 3 kms. hasta la finca por un camino de tercer orden. (Ver anexo No. 1)

3.3 Población:

Actualmente, la finca "El Refugio" alberga a 7 familias campesinas de la etnia Quiché, procedentes de la costa sur de Guatemala, de fincas de los departamentos de Chimaltenango y Escuintla, donde laboraban como trabajadores temporales en el corte de caña de azúcar, corte de café y otros. Son originarios de los municipios de Zacualpa, Joyabaj y San Bartolomé Jocotenango, en el departamento de El Quiché, formando una comunidad con costumbres propias de su lugar de origen.

3.4 Servicios Públicos:

3.4.1 Educación: La agro-aldea cuenta con una escuela donde se im-

parte en forma bilingüe (español-quiché) los primeros tres grados de primaria. Legalmente funciona como una aula auxiliar de la escuela de Concepción Pinula.

3.4.2 Salud: Se brinda el servicio de atención primaria en salud, atendido por una enfermera auxiliar que trabaja en forma permanente. Cuentan con un botiquín con instrumentos, medicamentos y materiales de curación indicados para atender desde lesiones leves y superficiales hasta lesiones que alteren la integridad física de la persona, o enfermedades de gravedad mediana.

3.4.3 Abastecimiento de agua: La fuente principal para consumo es el manantial "Providencia", que entra a la finca por el lindero norte. Su caudal es conducido en parte por gravedad, hasta el área de viviendas campesinas y los cultivos de mora; otra parte es conducida por bombeo hasta el casco de la finca, para consumo humano y riego de cítricos. Únicamente en el casco, el agua de consumo humano es previamente clorada. Por otro lado, los campesinos tampoco acostumburan a hervir el agua para su consumo.

3.4.4 Disposición de excretas y aguas servidas: La evacuación de excretas se logra a través de letrinas existentes tanto en el casco de la finca como en el área habitacional. En cuanto a las aguas servidas, no existe un sistema de descarga o absorción en el conjunto de viviendas. Solamente en el casco se utilizan fosas sépticas.

3.4.5 Energía: Existe una dependencia directa de las familias campesinas con respecto a la leña como energético, debido a la carencia de energía eléctrica en el lugar. Hasta ahora se ha explotado este recurso sin control alguno, por lo que se proyecta implementar otras alternativas (biogás, biomasa y uso de bosques energéticos),

que permitan el ahorro de leña, aprovechando de manera racional el recurso bosque.

3.4.6 Servicios religiosos: Del total de familias, 4 son de religión evangélica y 3 son católicas. Asisten a sus respectivos servicios los domingos en la aldea Concepción Pinula, donde existe un templo católico y varias capillas evangélicas.

3.4.7 Recreación: Actualmente en el sector no existe un lugar específico de recreación familiar, aunque existen planes a mediano plazo para convertir una parte del área forestal de la finca en un parque ecológico para esparcimiento de los habitantes del lugar, así como para realizar campamentos, retiros, etc.

3.4.8 Otros servicios: El lavado de la ropa, que antes lo hacían en el río Negro (afluente del río Pinula, al este de la finca), lo pueden hacer actualmente con más facilidad en lavaderos públicos, situados a unos cuantos metros de las viviendas familiares. Existe un molino de nixtamal de tipo manual para el uso de cada dos familias, servicio por demás importante, tomando en cuenta que la base de su alimentación es el maíz. El grupo de familias cuenta también con dos baños de vapor, de los denominados "temascal", los cuales son característicos de las familias indígenas en la meseta occidental y parte de la planicie norte del país.

### 3.5 Actividades Productivas:

En sus áreas aprovechables se han incrementado cultivos como maíz, frijol y brócoli. En cuanto a cultivos perennes existen 0.6 Ha. de cítricos de los cuales 0.3 pertenecen a naranja y 0.3 a limón. El cultivo de café abarca un área de 15 Ha. de las cuales 4 están en producción, 6 en ensayo y 5 fueron establecidas en 1992. De los anteriormente mencionados,

el café, el brócoli y los cítricos son los que sostienen actualmente la economía de la agroaldea. El maíz y el frijol son la base de la subsistencia de las familias, además de cultivos como ayote y manía, cuyas cosechas han significado un apoyo a la economía familiar desde el año 1991. Para esto se utiliza un área de aproximadamente 2.8 hectáreas.

Solo la tercera parte del grupo de familias se dedica a la crianza de aves de corral y cerdos en pequeña escala, beneficiándose de sus productos.

Actualmente se ha iniciado un proyecto avícola con 30 gallinas y se pretende establecer una granja formal con aprovechamiento de huevos, carne y gallinaza. Se han construido tres aboneras para producir el abono orgánico que la agro-aldea necesita, a través de la recolección de gallinaza y otros materiales.

### 3.6 Comercio:

La venta de los productos obtenidos en las parcelas familiares la llevan a cabo en la aldea Concepción Pinula. Generalmente aprovechan su estancia dominical en este lugar, para comprar otros artículos de primera necesidad. Los cultivos como el café, cítricos, mora y brócoli son comercializados por la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala, con industrias de alimentos o propietarios de beneficios.

### 3.7 Organización comunitaria:

Se han hecho varios intentos para organizar comités con los representantes de las familias, pero en la actualidad no existe ningún tipo de organización comunitaria. Además, no se cuenta con una persona dedicada directamente al trabajo social, que pueda iniciar y dar seguimiento a esta labor, por lo que hasta el momento no se ha podido trabajar de una manera más estrecha con los pobladores del lugar.

El contacto se ha realizado principalmente con cada familia en particular.

3.8 Tenencia de la tierra:

La agro-aldea tiene áreas predominantes de uso forestal cubiertas de pino y encino, por lo que son muy escasos los lugares idóneos para el establecimiento de cultivos anuales en forma intensiva, además que su topografía, con grandes pendientes, se convierte en una de las significativas limitantes para el trabajo agrícola. Dentro de este contexto, las familias campesinas que entran en el proyecto, obtienen una parcela propia dentro de las áreas de rendimiento agrícola, así como un apoyo económico constante para obtener insumos agrícolas y asesoría técnica.

La venta de los productos de este esfuerzo personal, junto con su trabajo asalariado en la finca, constituyen sus fuentes de ingreso.

Se les proporciona tierra dentro del sector comunitario donde pueden construir sus viviendas, junto con material y apoyo técnico para su edificación.

A mediano plazo se planea delimitar un área de cultivo comunal, donde la misma comunidad, con asesoría de voluntarios de la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala, decida lo que va a sembrar y en qué aspectos de beneficio general se invertirán los fondos obtenidos de las ventas de sus productos.

El fin último de la agro-aldea es que al estabilizarse estos ingresos comunales y los ingresos propios de cada familia, esta parte de la finca sea desmembrada y pase a pertenecer totalmente a las familias. Para realizar esto, se ha fijado un número máximo de 20 familias que pueden entrar a participar sin agotar el recurso suelo. Es necesario hacer notar que los participantes en el proyecto tienen la libertad de prescindir de él en esta etapa de consolidación, cuando por motivos personales o por encontrar otro trabajo que mejore sus ingresos, lo consideren conveniente.

C A P I T U L O   I V

SERVICIOS DE SANEAMIENTO

4.1 Disposición de excretas :

La evacuación de excretas es parte fundamental en el saneamiento de agro-aldeas y una medida básica, ya que la mala disposición contamina el suelo y el agua, así como puede provocar un marcado aumento en el número de enfermedades transmisibles.

En el presente caso, las familias indígenas cuentan con cuatro letrinas de pozo seco, distribuidas en el área donde se encuentran sus viviendas.

En dicho sector, del total de personas, un 90 % realmente utiliza esta forma de evacuación, mientras que el otro 10 % contamina la superficie del terreno directamente con sus heces y pueden ser acarreadas por agua de lluvia, viento, roedores, etc.

Estos pozos secos tienen las siguientes dimensiones:

Ancho :            1.20 metros

Largo :            1.20 metros

Profundidad útil: 1.25 metros

de manera que el volumen potencial de uso por letrina es de 1.80 metros cúbicos. Un promedio de altura ya utilizada en las 4 unidades es de 60 cms. ( 20 cms. de desechos secos y 40 cms. de desechos frescos) desde que fueron construidos, lo que implica un tiempo de uso de 12 meses.

El dato experimental ayuda a concluir que la vida útil de las letrinas es de 2 años aproximadamente, finalizando en febrero de 1995 al ritmo de uso que hasta ahora se lleva.

De las cuatro letrinas, solamente una de ellas tiene tapadera, lo que hace que alrededor de ellas proliferen las moscas, así como los malos olores.

res. Así mismo, solo una de ellas posee su caseta, elaborada de ramas gruesas, lámina y nylon o sacos de frijol, para rellenar los espacios entre ramas. Su estado actual no ofrece mucha estabilidad.

La losa de todas las letrinas esta hecha de ramas y tierra apisonada; las tazas estan elaboradas con bloques de madera formando un cuadrado. Solamente una de ellas posee una cubeta para recoger el material de limpieza usado y su posterior incineración; en las otras letrinas dicho material es abandonado y arrastrado por el viento.

En esta área no se aprecia peligro alguno de contaminación de pozos de agua ya que cuentan con el sistema de abastecimiento de agua que se analizará más detenidamente en el capítulo siguiente.

Los alrededores de cada unidad están limpios de toda clase de vegetación y su distancia a las casas se encuentra entre 15 y 30 metros.

En el casco de la finca existe una letrina de pozo seco con las dimensiones de las antes descritas, aunque con tapadera. Una tarima de madera de 50 cms. de alto hace las veces de losa y taza ; la caseta está construída de lepa. Los usuarios permanentes de esta unidad son 8 personas.

#### 4.2 Disposición de aguas negras :

Las aguas de desecho domiciliare, proceden de la preparación de los alimentos y el lavado de platos y utensilios para cocinar. Se calcula un volumen aproximado de contribución por persona de 40 litros diarios.

Estas corren a flor de tierra por cunetas, en las viviendas localizadas en la parte más baja del terreno, ya que pueden hacer la descarga en un pequeño zanjón situado a 15 metros de dichas casas. A lo largo de este zanjón se observaron estancamientos de aguas negras (que abundan entempo de verano), con la correspondiente proliferación de zancudos.



Los lavaderos, que se utilizan exclusivamente para lavado de ropa, desaguan también en ese lugar. En invierno puede crear problemas adicionales al correr las aguas servidas por allí y contaminar otros arroyos o nacimientos cercanos.

En las viviendas ubicadas en las partes altas, las familias tiran el agua de desecho a la superficie del suelo donde la mayor parte escurre libremente.

El conjunto de instalaciones que comprenden el casco de la finca (casa principal, enfermería y casa para visitantes) utilizan una red sencilla con tubería PVC, de 3 pulgadas de diámetro, que conduce a una fosa séptica de 1.50 x 1.50 x 1.00 metros. (Ver esquema en Anexo No. 6)

No existe posteriormente un sistema de absorción, ya que el agua que sale de la fosa séptica se infiltra directamente en el subsuelo. Estos desechos provienen de la preparación de alimentos, lavado de utensilios, usos en la enfermería y aseo personal.

Se pudo estimar que cada persona ocupante del casco contribuye con 12 litros al día como cifra promedio. Cabe hacer notar aquí, que para su aseo personal, los campesinos utilizan las aguas del río Negro (afluente del río Pinula, al este de la finca).

Del proceso de despulpar el café obtenido en la cosecha, se obtiene un lixiviado que corre superficialmente al no tener instalaciones formales de un beneficio de café.

#### 4.3 Disposición de desechos sólidos:

En el área habitacional se encuentran desechos orgánicos e inorgánicos tales como: latas, bolsas plásticas, botellas de vidrio y plástico, trozos de tela, trozos de tubería PVC, baterías y desechos de maíz

(mazorcas y tusas). Estos restos están diseminados en un área de aproximadamente 3,600 metros cuadrados. No existe un lugar específico de colocación de la basura.

Se pudo observar que solamente una de las familias reúne los restos de los alimentos que produce, así como papel y cajas de cartón, para incinerarlos; aunque no lo hace en una zanja previamente preparada, sino en la superficie del terreno, a unos pocos metros de la vegetación. Las cenizas obtenidas de esta forma las usan como abono en sus cultivos de maíz.

La basura producida en el casco de la finca se dispone de dos formas:

- Los desechos orgánicos tales como fruta podrida, pulpa de café y restos de comestibles se echan en las aboneras colocadas allí mismo, buscando que posteriormente se les dé el manejo adecuado y puedan aportar sustancias que enriquezcan el abono a obtener.
- Los desechos inorgánicos son enterrados semanalmente en fosas de 50 centímetros de profundidad, cercanas a la casa principal.

## C A P I T U L O V

### DEMANDA DE AGUA

#### 5.1 RECURSOS NATURALES :

##### 5.1.1 Recurso agua:

El área de la finca El Refugio de los Planes está delimitada claramente, al este por el río Negro y al oeste por el río Pinula (Ver anexo No. 4 ). Estos ríos se encuentran en la cuenca del río Los Esclavos como parte de la vertiente del océano Pacífico. Son los recursos que más volumen de agua aportan al entorno (Ver niveles cuantitativos en inciso 5.5 , página 35). Su uso potencial está orientado al riego, debido a la topografía del lugar. Sin embargo, no se han aprovechado de una forma sistemática para el riego de los cultivos de las vegas.

Otro de los recursos hídricos de importancia es el manantial Providencia, al norte de la agro-aldea. Esta fuente provee del vital líquido al casco de la finca, las viviendas familiares y el riego de algunas áreas de cultivo, tanto en invierno como en verano. Es en la estación seca cuando su caudal merma considerablemente y la eficiencia del sistema de abastecimiento entra en su etapa crítica. Todo lo contrario en invierno, el caudal aumenta de tal forma que el agua rebalsa el dique de captación y forma una corriente de 4.40 lt./seg.

Recientemente se ha descubierto un nuevo nacimiento a unos 10 metros del tanque de distribución, en un terreno predominantemente rocoso y cubierto tan sólo por una capa de 15 cms. de material orgánico.

No se ha efectuado aún ninguna obra de captación en este sitio, porque no se ha determinado el uso específico que se le dará a este recurso. Aporta aproximadamente 0.016 lt./seg. en invierno y 0.0017 lt./seg. en verano.

Existe un nacimiento más dentro del perímetro de estudio (caudal de invierno de 0.10 lt./seg.), pero su ubicación, bastante alejada de los centros poblados, hace difícil su aprovechamiento para consumo humano. Esta corriente, al unirse aguas abajo con el caudal proveniente de la captación, forma un cuerpo de agua que atraviesa la finca de norte a sur. Para fines de riego, cabría la posibilidad de utilizarlo al sur de la finca, en áreas no incluidas en el plan de manejo forestal y en cultivos de invierno.

A pocos metros de la caseta de bombeo, bloqueando en parte la rodadura del camino al norte de la finca, existe un manantial de brote difuso, de cien metros cuadrados de superficie aproximadamente. Este recurso es aprovechable principalmente en invierno.

Con respecto al agua subterránea, la única fuente que se encontró fue un pozo de paredes de ladrillo, con 0.92 metros de diámetro y 12 metros de profundidad, localizado en el casco de la finca. Este pozo ya estaba implementado cuando se compró la finca, aunque actualmente se encuentra fuera de uso por el aprovechamiento exclusivo de la red existente.

De las observaciones realizadas, se obtuvo una profundidad de aguas subterráneas de 8 metros en verano y de 1.50 metros en invierno.

5.1.2 Recurso bosque :

De las doscientas setenta y un hectáreas que forman la finca, ciento once pertenecen al recurso bosque. Esta área se compone de un bosque mixto integrado por las especies de pino (*Pinus Tenuifolia*) y encino (*Quercus sp.*) de forma predominante.

Esta última en su totalidad se encuentra en proceso de regeneración natural, como consecuencia de la explotación intensiva a la que el bosque fue sometido anteriormente.

A su vez, el *Pinus Tenuifolia* es una especie que no tiene regeneración natural, por lo que actualmente cuenta con un bajo número de ejemplares.

Estudios forestales hechos en este lugar, consideran que el volumen de madera es bastante bajo respecto a bosques de iguales especies con aprovechamiento racional y un manejo sostenido.

5.1.3 Recurso suelo :

Según la clasificación de los suelos de Guatemala, hecha por Simmons en 1958 (1), en esta región aparecen representados dos tipos de suelo: Fraijanes y Jalapa.

Existe una proporción predominante de arcilla conformando el suelo de la finca. En sus partes altas existe ceniza volcánica, cementada a 0.60 metros de profundidad aproximadamente, limitando la penetración de las raíces. Se observó que dichos suelos no presentan problemas de drenaje y que, de-

---

1 SIMMONS, TARANO Y PINTO. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional, Ministerio de Agricultura. Guatemala, 1958.

bido a que se encuentra bajo cubierta vegetal, su contenido de materia orgánica es bueno.

Los suelos en su mayoría, tienen marcada vocación forestal ( 51 % ). Son escasos los sectores adecuados para el establecimiento de cultivos anuales en forma intensiva. Además, como ya se había mencionado antes, las pendientes muy pronunciadas que predominan en el lugar, no permiten el uso agrícola del terreno en buena parte. Como ejemplo de esto, se observó una pequeña extensión en la parte occidental de la finca, en la que se cultivó maíz algún tiempo atrás, por lo que actualmente presenta un grado de erosión elevado.

Los caminos internos de la agro-aldea sufren erosión severa en un 75 % de su desarrollo. Excepciones en este caso son tramos con poca pendiente, con cubierta vegetal o cortados en la roca. Las laderas a lo largo de estos caminos sufren continuos derrumbes en el invierno y el suelo se mantiene muy suelto en estos puntos. No existen cunetas de ningún tipo en estas vías, y, desde el año 1992 en que se realizó la apertura y ampliación de las mismas, no han recibido un mantenimiento constante y planificado.

#### 5.1.4 Clima :

El INSIVUMEH tiene instalada una estación meteorológica de segundo orden (Estación La Soledad) en jurisdicción de la finca La Laguna, situada aproximadamente a 5 kms. al noroeste del lugar bajo estudio.

Tomando en cuenta que es la estación más próxima, y que está localizada en la misma cuenca hidrológica que la agroaldea, ( Ver anexo No. 3 ), se consideró conveniente la tabulación de datos de temperaturas, brillo solar, precipitación y humedad relativa, aplicados al presente estudio.

El clima del lugar se clasificó utilizando el sistema de Thorntwaite ( Ver anexo No. 19 ), el que correlaciona la precipitación y la temperatura media mensual, determinando de esta manera el tipo de clima que prevalece en una determinada región. De ahí, las características del clima en el presente caso son las siguientes:

- Jerarquía de humedad : Húmedo.
- Jerarquía de temperatura : Templado.
- Tipo de distribución de la lluvia: Sin estación seca bien definida.
- Tipo de variación de la temperatura: con invierno benigno.

La deforestación en los alrededores ha influido para que el número de días de lluvia anuales disminuya, aunque en una pequeña magnitud aún. El promedio de días de lluvia anuales según el período de registro 1968 - 1989 del INSIVUMEH es de 106 días.

Otros efectos visibles de la tala inmoderada son los cambios bruscos entre los caudales de invierno y verano de los cuerpos de agua, dejando al mismo tiempo expuesto el suelo a la erosión.

A continuación se presentan los promedios anuales de los parámetros climatológicos más importantes, registradas por la estación La Soledad en el período de registro antes mencionado.

I N S I T U T O I N T E R N A C I O N A L  
 \* \* \* \* \*

SECCION DE CLIMATOLOGIA

DEPARTAMENTO : GUATEMALA

MUNICIPIO : SAN JOSE PINULA

NOMBRE DE ESTACION : LA SOLEDAD

CODIGO DE ESTACION : 060903

LATITUD : 14 ° 30 ' 10 ''

LONGITUD : 90 ° 23 ' 50 ''

ELEVACION : 1650 Mts.

PERIODO DE REG. : 1968 1989

PARAMETRO M E S	TEMPERATURAS °C			ABSOLUTAS		PRECIPIT.	BRILLO SOLAR	HUMEDAD RELATIVA %	VEL. VIENTO	EVAPORACION INTEMPERIE Milímetros
	Max.	Min.	Media	Max.	Min.	Milímetros	Total/Hrs.		Kas/Hr.	
ENERO	22.1	9.4	15.1	25.9	3.9	7.6	224.9	81	-99.0	-99.0
FEBRERO	22.9	9.3	14.9	27.0	4.5	6.6	215.9	78	-99.0	-99.0
MARZO	24.6	9.9	16.4	28.8	5.0	4.6	208.8	78	-99.0	-99.0
ABRIL	25.0	11.1	17.5	28.4	5.9	39.7	157.4	78	-99.0	-99.0
MAYO	24.4	12.9	18.2	28.5	8.9	162.5	114.4	84	-99.0	-99.0
JUNIO	22.6	13.4	17.3	25.9	11.5	317.9	91.9	87	-99.0	-99.0
JULIO	22.2	13.6	17.4	25.2	12.6	247.7	154.0	87	-99.0	-99.0
AGOSTO	22.3	13.4	17.1	25.1	11.1	248.4	159.8	88	-99.0	-99.0
SEPTIEMBRE	21.9	13.3	17.0	25.4	10.3	324.4	102.0	91	-99.0	-99.0
OCTUBRE	22.3	13.1	17.0	24.5	11.4	204.7	144.5	88	-99.0	-99.0
NOVIEMBRE	21.4	11.5	16.0	25.1	7.7	58.7	207.7	85	-99.0	-99.0
DICIEMBRE	21.6	9.9	15.0	25.6	5.9	16.5	221.5	82	-99.0	-99.0
A N U A L	22.8	11.7	16.6	28.8	3.9	1639.3	166.9	84	-99.0	-99.0

NOTA: El valor -99 indica que no hay información.



I N S I V U M E H

MINISTERIO DE COMUNICACIONES TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS

SECCION DE CLIMATOLOGIA

ESTACION : 060903

LATITUD : 143010 LONGITUD : 902350 ELEVACION : 1650

NOMBRE DE LA ESTACION : LA SOLEDAD

DEPARTAMENTO : GUATEMALA

MUNICIPIO : SAN JOSE PINULA

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.
PREC.	7.60	6.60	4.60	39.70	162.50	317.90	247.70	248.40	324.40	204.70	58.70	16.50
TEMP.	15.10	14.90	16.40	17.50	18.20	17.30	17.40	17.10	17.00	17.00	16.00	15.00
i	0.40	0.34	0.22	2.26	10.56	23.02	17.38	17.63	23.81	14.27	3.70	0.94
i'	6.80	6.71	7.38	7.88	8.19	7.79	7.83	7.70	7.65	7.65	7.20	6.75

JERARQUIA DE HUMEDAD:  
\*\*\*\*\*

SIMBOLO : B  
CARACTERISTICA DEL CLIMA: HUMEDO  
VEGETACION NATURAL : BOSQUE

JERARQUIA DE TEMPERATURAS  
\*\*\*\*\*

SIMBOLO : B2'  
CARACTERISTICA DEL CLIMA: TEMPLADO

TIPO DE DISTRIBUCION DE LA LLUVIA:  
\*\*\*\*\*

SIMBOLO : r  
CARACTERISTICA DEL CLIMA:  
SIN ESTACION SECA BIEN DEFINIDA

TIPO DE VARIACION DE LA TEMPERATURA:  
\*\*\*\*\*

SIMBOLO : b'  
CARACTERISTICA DEL CLIMA:  
CON INVIERNO BENIGNO

\*\*\*\*\*

ANALISIS CLIMATICO DE ACUERDO AL SISTEMA  
DE ==> T H O R N T H W A I T E <==

## 5.2 MANEJO Y CONSERVACION DEL RECURSO AGUA :

### 5.2.1 Manejo del agua:

Al llegar la corriente del manantial Providencia a la finca El Refugio, su caudal es captado a través de una represa natural formada entre las rocas. No posee cubierta alguna. En la parte interna de esta represa está colocada una pichacha, dando inicio a la línea de conducción (Ver anexo No. 5).

El tanque de distribución principal es de concreto ciclópeo con cubierta de lámina y tiene una capacidad de catorce metros cúbicos. No cuenta con rebalse, desagüe, ni pichacha de salida. La limpieza, tanto del tanque como de la captación, se realiza mensualmente.

A partir de este tanque, el agua fluye hacia el área de familias por gravedad y hacia el casco de la finca por bombeo.

Esta distribución se lleva a cabo de la siguiente forma:

#### a.- Casco de la finca:

La bomba usada en este ramal es de tipo centrífuga, accionada desde la superficie por un motor de gasolina de  $3/4$  HP de potencia, 60 Hz., 0.55 kw y 115/230 volts. Está protegida por una caseta de paredes de block y techo de lámina, con 2.40 metros de altura, 1.30 metros de ancho, y 1.50 metros de fondo.

El agua se bombea hasta un tanque secundario con igual capacidad y del mismo material que el tanque principal, y también con cubierta de lámina. El agua para consumo humano se almacena en un depósito cilíndrico de fibra de vidrio, de un metro cúbico, conectado al tanque distribuidor. Es en ese depósito donde se lleva a cabo la clo

ración del agua para consumo exclusivo en el casco, utilizando para ello hipoclorito de sodio del tipo comercial al 5.25%.

Esta tarea está a cargo de la enfermera de la finca.

Cada unidad techada tiene pilas de cemento para captar el agua del sistema, además de cinco grifos a campo abierto para riego de limón, naranja, tratamiento de aboneras y otras actividades.

b.- Area de familias:

La tubería de distribución hacia ese sector se divide posteriormente en cuatro ramales de 1/2 " de diámetro cada uno:

Con dos de ellos se riega la plantación de mora y con los dos restantes se provee el agua a cuatro grifos llenacántaros y tres grifos de los lavaderos.

Las familias campesinas consumen agua sin tratamiento alguno. Se pudo constatar que estas personas a menudo se quejan de dolor de estómago, pero no le dan importancia. En sus viviendas almacenan el agua en tinajas plásticas con su correspondiente tapadera y baños para ropa del mismo material.

Los vasos plásticos o de metal, usados por ellos, se encuentran expuestos a las moscas.

En el Cuadro No. 3 (ver página 30) se puede apreciar la longitud y material de los distintos tramos de tubería.

La red de agua potable (conducción y distribución), corre paralela a varias veredas, las cuales son recorridas constantemente por el encargado de la finca en sus labores diarias. De esa forma, puede controlar fácilmente cuando existen fugas en las tuberías, no así en lo que respecta a grifos y válvulas de compuerta, cuyo che-

CUADRO No. 3

RESUMEN DE TUBERIA DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Diámetro (pulg)	PVC (160 PSI)	HG	POLIDUCIO	LINEA DE CONDUCCION	LINEA DE DISTRIBUCION		TOTAL PVC (mts.)	TOTAL HG (mts.)	TOTAL POLIDUCIO (mts.)
					CASCO	FAMILIAS			
1 1/2"	X			290 mts.	80 mts.		370		
		X		60 mts.	10 mts.			70	
1/2"			X	30 mts.	160 mts.	600 mts.			790
			X			25 mts.			25
		X				80 mts.		80	

queo no se hace de manera planificada.

En los tramos más bajos de la red no existen válvulas de limpieza para evacuar sedimentos, así como válvulas para evacuar el aire acumulado en las partes altas del sistema.

#### 5.2.2 Conservación del agua :

La iniciativa más relevante de conservación del recurso y del medio ambiente está conjugada con uno de los problemas más críticos de la región: la deforestación. Actualmente se está iniciando la ejecución de un plan de manejo forestal que incluye la siembra de dos hectáreas anuales de pino y ciprés como cuota fija, además de la cantidad que DIGEBOS solicita se siembren al talar árboles para su venta en trozas.

#### 5.3 NECESIDADES DE AGUA :

Como en toda comunidad, en primer lugar se encuentra el uso doméstico que se le da al agua, suministrándola a las viviendas y utilizada para bebida, preparación de alimentos, baño, lavado (de ropa y enseres de cocina), aprovechamiento sanitario y culinario.

La Asociación Cristiana de Jóvenes ha llevado a cabo charlas sobre salubridad y educación en los usos del agua para la comunidad, pero el mejoramiento de los hábitos de consumo en la misma se muestran muy lentos. Rechazan un tratamiento preventivo de cloración en el agua por el sabor que ésta adquiere y la hierven ocasionalmente.

El aseo personal es una actividad realizada con mayor frecuencia dentro de las aguas del Río Negro, por ser el punto más accesible para los pobladores.

El lavado de ropa, que antes lo efectuaban en el mismo río, ahora lo

hacen en tres lavaderos dispuestos bajo una instalación techada de lámina, a pocos metros de las viviendas. Se han tratado de acondicionar de tal manera, que puedan prestar un adecuado servicio público a lo largo del año.

Algunas familias poseen animales de crianza, a los que se les da de beber en casa.

En el casco de la finca, además del consumo humano, el agua se utiliza para realizar curaciones en enfermería. También en los bebederos para las gallinas que se crían dentro del proyecto avícola, y en el proceso de despulpar el grano de café.

El riego de los cultivos de mora, brócoli, limón y naranja es una actividad realizada frecuentemente durante el verano. Finalmente, el desperdicio incluye el agua que se pierde en fugas en la red, evaporación en los depósitos y grifos mal cerrados.

#### 5.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA DEMANDA :

En estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha comprobado que la cantidad y calidad del agua está asociada con la incidencia y prevalencia de varias enfermedades que padecen comúnmente los habitantes de las zonas marginales y rurales de los países en desarrollo.

La cantidad de agua adecuada para que una determinada población satisfaga sus necesidades principales -tanto en el momento de estudio como su proyección al futuro- está sujeta a ciertos factores que son la base de la planeación de un sistema de abastecimiento de agua, o de la evaluación de uno ya existente, por lo que se requiere un análisis preciso de cada parámetro.

Para lograr este objetivo de una manera práctica y ordenada se su-

giere a continuación una clasificación de once factores claves en toda comunidad, aplicada al presente estudio en finca "El Refugio de los Planes":

#### 5.4.1 Factores propios del agua:

- Calidad: Generalmente, a mejor calidad del agua corresponde mayor consumo. En este caso, tanto los que cloran el agua como los que la hierven, debido a estos procesos favorecen un mayor consumo. (Ver capítulo VI)

#### 5.4.2 Factores propios de la red:

- Distancia entre el grifo de agua y las viviendas: Existe un grifo por cada dos viviendas, a modo de llenacántaros. La distancia máxima existente entre cada vivienda y el grifo que le corresponde es de 2.50 mts. Esta cercanía favorece un mayor consumo del vital líquido.
- Presión en el sistema: El hecho de que la presión en el sistema durante el tiempo de invierno sea óptima, induce a que haya un mayor consumo en diez meses al año. Además, con alta presión en el sistema la mayor parte del tiempo, se obtienen mayores fugas en tuberías, válvulas y llaves. La presión promedio del sistema actualmente es de 28.50 metros columna de agua.
- Regularidad del suministro: Durante el año, las diferentes tomas en el sistema mantienen un funcionamiento constante a cualquier hora. Las únicas suspensiones del servicio que a la fecha se dan, son las relacionadas

con el mantenimiento de la captación, de los tanques y del equipo de bombeo.

#### 5.4.3 Factores propios del medio:

- Clima: Como ya se indicó anteriormente, la región se tipificó como húmeda y templada en cuanto a su temperatura, factores que disminuyen considerablemente el consumo de agua durante la mayor parte del año.

Sin embargo, a pesar de no tener bien definida su estación seca, es por lo general en los meses de marzo, abril y parte de mayo, donde se logran las temperaturas máximas del año, (entre 24 y 25 grados centígrados), aumentando en ese lapso el requerimiento de agua para consumo y riego.

- Existencia de abastecimientos privados: Actualmente, todas las instalaciones de la finca son abastecidas únicamente por la red detallada en el apartado anterior, por lo tanto, este factor no tiene influencia en el uso excesivo del agua.
- Existencia de servicios comunales: El hecho de que las familias tengan un servicio comunal de lavaderos, de molinos de nixtamal y baños temascal, provoca un incremento en la dotación personal de agua.
- Existencia de drenaje: Ya que el lugar no posee red de drenajes, el uso del agua es normalmente bajo.



5.4.4 Factores socio-económicos:

- Nivel de vida: Los pobladores de la agro-aldea, inmersos dentro de la realidad rural, tienen un nivel cultural, social y económico bajo.

El consumo de agua en estas zonas es normalmente menor que en los centros urbanos. Esto se debe principalmente a que las familias campesinas no poseen artefactos sanitarios o instalaciones especiales que demanden un mayor uso del agua.

- Actividad de la población: Por ser una población eminentemente agrícola, el consumo de agua aumenta a raíz de dichas labores productivas.

- Medición y costo del agua: La falta de contadores y el hecho de que el servicio sea gratuito, provoca que algunas veces se desperdicie agua. (Ver inciso 8.2 en página 53 )

5.5 NIVELES CUANTITATIVOS :

5.5.1 Recursos hídricos disponibles:

Para medir caudales pequeños, en el caso del manantial interno (manantial Providencia), se utilizó el método volumétrico, donde se usa un recipiente de volumen conocido, al cual se toma el tiempo de llenado, necesitándose de una caída de agua para facilitar el trabajo (Ver anexo No. 9).

Esta actividad se realizó pocos metros aguas arriba del lugar de captación actual.

En cuanto a los ríos que bordean la finca, se utilizó el método de sección - velocidad (Ver anexo No. 10), determinando la velocidad del agua por medio de la distancia recorrida en un tiempo determinado y posteriormente midiendo la profundidad del río a intervalos constantes en su ancho, para obtener una sección típica bastante aproximada, pudiendo en este momento aplicar la fórmula de continuidad, para obtener la magnitud del caudal. Para el efecto se seleccionó el lugar de acuerdo a las siguientes características:

- a) Que las márgenes del río fueran lo más uniformes posible en un tramo de cinco metros como mínimo.
- b) Que no existieran represamientos, ni remolinos en la longitud de medición.
- c) Con área transversal fácil de medir.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de los aforos; para el caudal en invierno, realizado en septiembre de 1993, y el caudal de verano medido en abril de 1994, así como la relación caudal verano / caudal invierno.

Cuadro No. 4 Caudales de verano e invierno de los principales cuerpos de agua de la finca "El Refugio de los Planes".

CUERPO DE AGUA	Caudal de invierno (lit./seg.)	Caudal de verano (lit./seg.)	Porcentaje de reducción
Manantial Providencia	6.50	0.16	97.54 %
Río Pinula	442.90	117.58	73.45 %
Río Negro	735.50	206.64	71.90 %

5.5.2 Requerimientos de agua:

A continuación se presentan las diferentes actividades en la finca que requieren agua, así como la cantidad aproximada necesaria:

Cuadro No. 5 Demandas estimadas por actividad en finca "El Refugio".

Actividad	Cantidad de agua requerida	Período de tiempo de uso
Uso doméstico	250 lt/familia/día	diario
Lavado de ropa	500 lt/fam/semana	semanal
Crianza animales	15 lt/familia/día	diario
Desperdicio	35 lt/ día	-----
Despulpado café	7.30 m/qq. café	2 meses
Riego de mora	4,800 m/Ha/año	6 meses
Riego de brócoli	5,000 m/Ha/año	6 meses
Riego de cítricos	9,500 m/Ha/año	anual
Uso de enfermería	10 lt/paciente/día	diario

Para la estimación de las demandas anteriores, se investigó el número de determinados recipientes por día, para cada uso del agua.

Las demandas en riego necesarias para una producción óptima son las incluidas en el Cuadro No. 5, según cifras utilizadas por la A sociación Cristiana de Jóvenes, tomando en cuenta las especies en cultivo, las estaciones del año, las condiciones climáticas y los tipos de suelo. Para el cálculo de la demanda en verano, hay que eliminar del listado anterior, el despulpado de café que se efectúa en los meses de diciembre y enero, así como el desperdicio que llega prácticamente a ser nulo.

La mora y el brócoli han sido cultivos alternativos, o sea que no se siembran ambos al mismo tiempo. La mitad del período de estos cultivos pertenece a la demanda de verano y la otra mitad a la demanda de invierno.

## C A P I T U L O   V I

### CALIDAD DEL AGUA

#### 6.1    Objetivos de los análisis:

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura y manteniendo al mismo tiempo los costos del proyecto lo más reducido posible.

Con el fin de conocer y controlar las características físicas, químicas y bacteriológicas de las fuentes de agua utilizadas para el abastecimiento de agua de una población, deben tomarse muestras de acuerdo con la técnica recomendada para cada caso (Ver Anexo No. 11), para su posterior análisis en el laboratorio.

Teniendo ya esta información, se puede determinar el tratamiento necesario y el método más efectivo a usar.

El análisis físico indica el sabor, color, olor, pH y turbiedad de un cuerpo de agua.

El análisis químico mide las concentraciones presentes de sustancias químicas en solución y suspensión, mientras que los exámenes bacteriológicos determinan el número más probable de bacterias patógenas indicadoras de contacto fecal (Escherichia coli y grupo coliforme en general) y número más probable de

gérmenes.

## 6.2 Muestras recolectadas:

En cada una de las corrientes superficiales de finca El Refugio (río Pinula, río Negro y manantial Providencia) se tomaron dos muestras: Una para efectuar el exámen bacteriológico y otra para el análisis físico químico sanitario. Se tomó además una muestra para análisis bacteriológico en un chorro domiciliar en el área de las familias. Para poder llevar a cabo el análisis del agua subterránea en el pozo cercano al casco de la finca es preciso limpiarlo y desinfectarlo totalmente, previo a recolectar cualquier tipo de muestra, ya que en la actualidad permanece abandonado. Por ser esta limpieza un paso necesario antes de poner en uso dicho pozo, es preferible llevar a cabo los análisis de este cuerpo de agua hasta ese momento.

El agua fue examinada en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC.

## 6.3 Resultados:

El análisis físico-químico sanitario muestra que la mayor parte de determinaciones en los tres cuerpos de agua se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. La concentración de hierro y la turbiedad alcanzaron los límites máximos permisibles en ambos ríos. Para el río Pinula se determinó un grado de color alto, fuera de norma. Bacteriológicamente, el agua de los ríos y del manantial Providencia no es potable. Se comprobó que el agua que reciben las familias en los chorros contiene colonias innumerables de gérmenes coliformes. Los resultados de ambos exámenes están basados en la norma COGUANOR N60 29001.



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5508

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

INF No. 16996

MUESTRA DE: Agua  
RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz P.  
LUGAR: Finca El Refugio  
FUENTE: Manantial Interno

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 14:55  
FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 7-6-94  
CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeración

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Lig. Turbia</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>27.5</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>30.0 unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>260.0</u> $\mu$ mos/cm
3. TURBIEDAD <u>5.0 UTN</u>	6. P.H. <u>8.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
I. NITROGENO ORGANICO	0.027	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	90.0
2. AMONIACO NH3	0.013	7. CLORUROS Cl <sup>-</sup>	5.00	13. SOLIDOS TOTALES	150.0
3. NITRITOS NO2 <sup>-</sup>	0.000	8. FLUORUROS F <sup>-</sup>	0.40	14. SOLIDOS VOLATILES	62.0
4. NITRATOS NO3 <sup>-</sup>	0.880	9. SULFATOS	2.00	15. SOLIDOS FIJOS	88.0
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.13	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	9.0
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	8.0	108.0	116.0

OTRAS DETERMINACIONES:

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA APHA - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista Fisico Quimico Sanitario Color en Limites Maximos Permisibles, las demas determinaciones en Limites Maximos Aceptables de normalidad.

Guatemala, 27 de junio de 1,994.

A.T. de A/C.G.E.

SELLO

*[Signature]*  
JEFE DEL LABORATORIO  
DRA. ALBA TABARINI TABARINI

JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA  
Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

OT. No 5508

EXAMEN BACTERIOLOGICO

A-120238

INF No

INTERESADO: Facultad de Ingeniería

PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz  
Finca El Refugio

DEPENDENCIA: USAC

MUESTRA RECOLECTADA EN: Manantial Interno

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 10:56

MUNICIPIO: San José Pinula

FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 7-6-94; 14:55

DEPARTAMENTO: Guatemala

CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración

SABOR: =====

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Reg. Cantidad

~~REACTIVADO~~

ASPECTO: Lig. Turbia

COLOR RESIDUAL: =====

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm<sup>3</sup> Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.1 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.01 cm <sup>3</sup>			
0.001 cm <sup>3</sup>			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm <sup>3</sup>		Más de 2,400	Más de 2,400

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 O10. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: Bacteriologicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

A.T.deA/C.G.E

GUATEMALA 28 de junio de 1,994.

*[Signature]*  
DRA. ALBA TABARINI DE ABREU  
JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5508 **EXAMEN QUIMICO SANITARIO** INF No. 18997

MUESTRA DE: Agua  
 RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz P.  
 LUGAR: Finca El Refugio  
 FUENTE: Rio Negro

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 10:43  
 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 7-6-94  
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeración

**RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Lig. Turbia</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>27.5</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>40.0 unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>115.0</u> μmhos/cm
3. TURBIEDAD <u>6.1 UTN</u>	6. P.H. <u>8.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	0.068	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	40.0
2. AMONIACO NH3	0.032	7. CLORUROS Cl <sup>-</sup>	6.00	13. SOLIDOS TOTALES	106.0
3. NITRITOS NO2 <sup>-</sup>	0.0033	8. FLUORUROS F <sup>-</sup>	0.32	14. SOLIDOS VOLATILES	40.0
4. NITRATOS NO3 <sup>-</sup>	2.200	9. SULFATOS	2.00	15. SOLIDOS FIJOS	66.0
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.28	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	12.0
		11. MANGANESO Mn	-----		

**ALCALINIDAD (CLASIFICACION)**

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	8.0	52.0	60.0

**OTRAS DETERMINACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 OIO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

**OBSERVACIONES:** desde el punto de vista Fisico Químico-Sanitario Hierro, Color, Turbiedad en Limites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Limites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.  
 Guatemala, 27 de junio de 1994.  
 A.T. de A/C.G.E.

**JEFE DEL LABORATORIO**  
**DRA. ALBA TABARES DE ABREU**  
 JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA  
 Y MICROBIOLOGIA SANITARIA





LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

OT. No 5508 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF No A-120239

INTERESADO: <u>Facultad de Ingeniería</u>	PROYECTO: <u>Control Calidad del Agua</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Juan Pablo Cruz</u> <u>Finca El Refugio</u>	DEPENDENCIA: <u>USAC</u>
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Río Negro</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>7-6-94; 10:32</u>
MUNICIPIO: <u>San José Pinula</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: <u>7-6-94; 14:55</u>
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>en refrigeración</u>

SABOR: <u>REGONSTRADO</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>Reg. Cantidad</u>
ASPECTO: <u>Lig. Turbia</u>	COLOR RESIDUAL: <u>-----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

d) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm<sup>3</sup> Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.1 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.01 cm <sup>3</sup>			
0.001 cm <sup>3</sup>			

RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm<sup>3</sup> Más de 2,400 Más de 2,400

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A.-A.W.W.A.-W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

A.T.deA/C.G.E GUATEMALA 28 de junio de 1,994.

*[Signature]*  
 DRA. ALBA TABARCA DE ABREU  
 JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5508

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

INF No. 16998

MUESTRA DE: Agua  
RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz P.  
LUGAR: Finca El Refugio  
FUENTE: Río Pinula

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 12:04  
FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 7-6-94  
CONDICIONES DE TRANSPORTE: sin refrigeración

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Lig. Turbia</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>29.5</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>78.0</u> unidades	5. SABOR <u>----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>10.0</u> UTN	6. P.H. <u>8.1</u>	<u>135.0</u> $\mu$ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
I. NITROGENO ORGANICO	0.032	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	52.0
2. AMONIACO NH3	0.015	7. CLORUROS Cl <sup>-</sup>	5.00	13. SOLIDOS TOTALES	129.0
3. NITRITOS NO2 <sup>-</sup>	0.000	8. FLUORUROS F <sup>-</sup>	0.36	14. SOLIDOS VOLATILES	67.0
4. NITRATOS NO3 <sup>-</sup>	1.540	9. SULFATOS	2.00	15. SOLIDOS FIJOS	62.0
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.62	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	19.0
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	8.0	62.0	70.0

OTRAS DETERMINACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 OJO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista Fisico Químico Sanitario Color Alto (fuera de norma); Hierro, Turbiedad en Límites Máximos Permisibles, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 2001.

Guatemala, 27 de junio de 1,994.

A.T. de A/C.G.E.

JEFE DEL LABORATORIO  
DRA. ALBA TABARINI DE ARBEL  
JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA  
Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

OT. No 5508 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF No A-120240

INTERESADO: Facultad de Ingeniería PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz DEPENDENCIA: USAC  
Finca El Refugio

MUESTRA RECOLECTADA EN: Río Pinula FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 11:25

MUNICIPIO: San José Pinula FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 7-6-94; 14:55

DEPARTAMENTO: Guatemala CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración

SABOR: Agua tratada SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Reg. Cantidad

ASPECTO: Lig. Turbia CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I N N U M E R A B L E S		
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm <sup>3</sup>		Innumerables

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.1 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.01 cm <sup>3</sup>			
0.001 cm <sup>3</sup>			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm <sup>3</sup>		Más de 2,400	Más de 2,400

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

A.T.deA/C.G.E. GUATEMALA 28 de junio de 1,994.

*[Signature]*  
 DRA. ALBA TABARINI DE ABREU  
 JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA- USAC.

OT. No 5508 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF No A-120241

INTERESADO: Facultad de Ingenieria PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Juan Pablo Cruz DEPENDENCIA: USAC

Finca El Refugio FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 7-6-94; 13:00

MUESTRA RECOLECTADA EN: Chorro Domiciliar FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 7-6-94; 14:35

MUNICIPIO: San José Pinula CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeracion

DEPARTAMENTO: Guatemala

SABOR: XXXXXX SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Reg. Cantidad

(AGUA TRATADA) ASPECTO: Lig. Turbia CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I n n u m e r a b l e s		

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20°C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	I n n u m e r a b l e s		
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm <sup>3</sup>		<u>Innumerables</u>

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
		TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS.- 35°C		
10.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.1 cm <sup>3</sup>	+ + +	+ + +	+ + +
0.01 cm <sup>3</sup>			
0.001 cm <sup>3</sup>			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100 cm <sup>3</sup>		Más de 2,400	Más de 2,400

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A.- A.W.W.A.- W.R.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

A.T.deA/C.G.E. GUATEMALA 28 de junio de 1,994.

[Signature]  
DRA. ALBA TABARINI DE ABREU  
JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA

## C A P I T U L O   V I I

### OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

El problema del uso eficiente y racional del agua depende de un proceso de planificación que permita encontrar un balance, por medio de obras hidráulicas, entre la demanda y la oferta. En las últimas décadas se ha producido una rápida expansión de las poblaciones, y aunque Guatemala tiene abundantes recursos hídricos, el suministro de agua constituye hoy una cuestión decisiva en todas las zonas habitadas. Las agro-aldeas no son la excepción.

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, los factores que se consideran críticos en la demanda de agua de la agro-aldea " El Refugio " son: La actividad agrícola de la población, la existencia de servicios comunales, la variación del clima que afecta los caudales de los cuerpos de agua y la calidad del agua. Los dos primeros factores indican que el riego y el consumo humano son las actividades a las que hay que satisfacer en verano con prioridad, mientras que los últimos dos requieren de políticas ambientales y sanitarias para un mejor control, las cuales se darán a conocer dentro de las recomendaciones finales.

En base a lo anterior, se debe buscar una optimización de los recursos hídricos actuales en la finca, a través de obras hidráulicas económicas y eficientes, que garanticen un mejoramiento en la oferta del vital líquido durante la época seca del año. Además, es deseable en todo abastecimiento de agua no depender de una sola fuente de agua, si no existe confianza en su capacidad de cubrir la demanda o en la regularidad del suministro.

Si los caudales actuales del manantial Providencia se mantienen, en

invierno proporciona 2.1 lt/seg. o 181.44 metros cúbicos diarios. La demanda promedio para un número máximo de 20 familias (100 habitantes) es de 5 metros cúbicos. Por tanto, en invierno se utiliza un 2.6 % del total en consumo humano.

En verano el manantial proporciona 0.17 lt/seg. o sea 14.69 metros cúbicos diarios, mientras la demanda promedio para el número máximo permisible de habitantes se mantiene en 5 metros cúbicos diarios. Se consume en verano el 34.04 % del total para consumo humano, quedando un 65.96 % para otros usos. Para los cultivos en esa época es insuficiente.

Con el fin de evitar que todo el peso de las demandas caiga sobre el manantial Providencia, y buscando que el caudal de riego se incremente en el verano, se debe aprovechar el agua subterránea, cuya profundidad en verano es de 8 metros, y de 1.50 metros en invierno, como promedio. Hasta la fecha, este recurso ha sido sub-utilizado.

Las propuestas de solución son las siguientes:

a.- La primera opción recomienda la construcción de pozos de los denominados "de mecate" (Ver Anexo No. 15) que proveen del vital líquido por medios mecánicos, utilizando para su conducción a la superficie, tubería de PVC.

Estas obras se deben implementar en el área de cultivos de cítricos y mora, dejando el agua de la red actual para consumo humano solamente, lo que también beneficiaría a los usuarios y facilitaría la cloración del agua.

Como resultado de escoger esta opción, se dispondría en verano, para riego de 1.67 lt/seg. / pozo contra 0.11 lt/seg. para el casco y viviendas en la actualidad.

En cuanto al agua para consumo humano, se puede obtener 0.16 lt/seg. (el total del caudal del manantial en verano), contra 0.058 lt/seg. que cubren el casco y viviendas en la actualidad. Para una población máxima de 125 personas en toda la finca, esto representaría contar con una dotación de 111 lt/persona/día.

b.- Otra alternativa consiste en habilitar el pozo cercano al casco y trasladar la bomba, de su ubicación actual hacia las cercanías de dicho pozo, para cubrir la demanda del casco.

Esto implica que el manantial principal (manantial Providencia) se quedaría surtiendo por gravedad, solamente al sector de viviendas, cuyos habitantes y cultivos se verían beneficiados aún más, si al caudal del manantial Providencia se le suma el caudal del nacimiento recién descubierto ( Ver Anexos No. 4 y No. 5 ), por medio de una caja unificadora de caudales.

Con esta segunda opción, el casco de la finca podría disponer en verano de 1.94 lt/seg. (riego y consumo humano) mientras que el área de viviendas tendría un abastecimiento de 0.17 lt/seg. (antes este caudal era compartido con el casco). Como complemento, se sugiere colocar un depósito similar al existente en el casco de la finca (\*), en el área de viviendas para separar el agua con uso de riego del utilizado para consumo humano, y facilitar la cloración de esta última.

Los costos de implementación de cada una de las opciones anteriores se considerarán en el siguiente capítulo.

---

(\*) El depósito puede construirse de fibra de vidrio, plástico, mampostería con revestimiento interno o concreto.

## CAPITULO VIII

### COSTOS Y FINANCIAMIENTO

#### 8.1 Rentabilidad general de la finca:

Como ya se indicó antes, el objetivo de la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala es el de hacer de finca El Refugio una unidad autosustentable, pero esto se ve afectado continuamente por la falta de rentabilidad de cultivos como el café y el brócoli, a pesar de contar con una óptima localización y altura adecuada para la producción.

Esta falta de rentabilidad tiene sus raíces en la falta de personal calificado, la carencia de recursos económicos cuando se necesitan, de tecnología apropiada para cada cultivo, la topografía del lugar y las condiciones de mercado.

Actualmente, la venta de los productos agrícolas cubre en general los gastos de operación.

Otra fuente de ingresos ha sido la venta de madera en trozas. La leña utilizada procede de raleos que han sido recomendados en consultorías profesionales, con el fin de darle un manejo al bosque denso. Este manejo incluye el reducir al menos en un 50 % el número de árboles de encino.

El proyecto de establecimiento de la granja avícola es otro recurso que aún esta en desarrollo y podrá dar sus frutos a largo plazo. Por ahora, huevos y gallinas alcanzan para el propio consumo de la finca y venta al por menor.

Con todo, hasta la fecha no se ha podido efectuar ninguna amortización de la hipoteca, a través de la cual se compró el terreno, ya que eso depende de la rentabilidad de los cultivos, y esta a su vez, depende de una fuerte inversión para dar resultados a largo plazo (10 años



aproximadamente).

Se encuentra en elaboración un proyecto conjunto de mejoramiento de los recursos agua, suelo y bosque, con el fin de presentarlo a entidades de apoyo económico, ya que dichas organizaciones para poder otorgar préstamos o donaciones, han solicitado un plan global con claro impacto de beneficio social, y no solamente proyectos aislados.

Los ingresos promedio de la agro-aldea El Refugio, estimados al mes de diciembre de 1994 son los siguientes:

PRODUCTO	MONTO INGRESO ANUAL
Café	Q 40,000.00
Brócoli	Q 8,000.00
Mora	Q 14,883.00
Cítricos	Q 1,000.00
Madera en troza	Q 65,000.00
	<hr/>
T O T A L	Q 128,883.00

Costo Promedio anual de mantenimiento de la finca = Q 150,000.00

Déficit anual aproximado = Q 21,117.00

Los datos anteriores provienen de los registros de la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala. Cabe hacer notar que el proyecto de agro-aldea en finca El Refugio ha contado eventualmente con asistencia técnica en áreas específicas, por parte de estudiantes de Ingeniería y Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cuadro No. 6 Cuadro comparativo de costos en opciones de mejoramiento del sistema de agua potable.

		OPCION A					OPCION B				
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (Q.)	COSTO PARCIAL (Q.)	SUB TOTAL (Q.)	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (Q.)	COSTO PARCIAL (Q.)	SUBTOTAL (Q.)	
1. OBRA DE CAPTACION PRINCIPAL Limpia, chapeo y destronque. Excavación estructural. Caja de 1 metro cúbico (mampostería). Capa filtrante. Sello sanitario. Cercos.	51 3 1 0.95 1.50 30	m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> u. m <sup>2</sup> m. m.	5.41 11.92 4,543.91 95.22 28.96 14.24	275.91 35.76 4,543.91 90.46 43.44 427.20	5,416.68	51 3 1 0.95 1.50 30	m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> u. m <sup>2</sup> m. m.	5.41 11.92 4,543.91 95.22 28.96 14.24	275.91 35.76 4,543.91 90.46 43.44 427.20	5,416.68	
2. ZANUJO AMPLIACION LINEA DE CONDUCCION Limpia, chapeo, excavación y relleno.	258	m.l.	6.11	1,576.38	1,576.38	258	m.l.	6.11	1,576.38	1,576.38	
3. TUBERIA DE CONDUCCION PVC Ø 2" PVC Ø 1 1/2"	180.29 77.71	mts. mts.	6.08 5.13	1,096.16 398.65	1,494.81	180.29 77.71	mts. mts.	6.08 5.13	1,096.16 398.65	1,494.81	
4. CAPTACION SECUNDARIA						1	u.	5,416.68	5,416.68	5,416.68	
5. ZANUJO SECUNDARIO						15	mts.	6.11	91.65	91.65	
6. TUBERIA SECUNDARIA PVC Ø 1 1/2" 160 PSI						15	mts.	5.13	76.95	76.95	
7. CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES (mampostería)						1	u.	4,758.00	4,758.00	4,758.00	
8. LIMPIEZA DEL POZO EXISTENTE - Desinfección (Hipoclorito de calcio) - Habilitación (Profundización, cubierta de concreto y revestimiento en paredes)						1	lb.	13.20	13.20		
9. HIPOCLORADOR DE 600 LITROS						1	global	1,255.00	1,255.00	1,268.20	
10. HIPOCLORADOR DE 1,200 LITROS	1	u.	1,521.00	1,521.00	1,521.00	1	u.	1,092.00	1,092.00	1,092.00	
11. CASETA DE BOMBEO (mampostería)						1	u.	1,521.00	1,521.00	1,521.00	
12. REINSTALACION DE BOMBA						1	u.	7,787.00	7,787.00	7,787.00	
13. POZO DE MECATE (incluye excavación)	2	u.	700.00	1,400.00	1,400.00						
14. VALVULA DE AIRE	1	u.	429.65	429.65	429.65	1	u.	429.65	429.65	429.65	
15. VALVULA DE LIMPIEZA	2	u.	160.62	321.24	321.24	2	u.	160.62	321.24	321.24	
S U B T O T A L E S				12,159.76						32,350.24	
+ IMPREVISTOS ( 15 % )				+ 1,823.96						+ 4,852.54	
<b>TOTALES ESTIMADOS</b>				<b>Q. 13,983.72</b>						<b>Q. 37,202.78</b>	

FUENTE: Elaboración propia. Abril 1996.  
REFERENCIA: Metodología para el cálculo y actualización de precios unitarios para la construcción de acueductos rurales. Proyecto de Cooperación Técnica para el Fomento de la Salud Ambiental GUT - CHS - OIO Ing. Pedro Aguilar Polanco. Consultor.

## 8.2 Costo de implementación de las opciones:

Como se puede apreciar en la tabla comparativa de costos, la opción de utilizar el sistema actual de abastecimiento (con ciertas mejoras) exclusivamente para consumo humano, y el uso de pozos de mecate para aprovechamiento del agua subterránea en el riego de cultivos, aparece como la más práctica y económica, además que facilita la cloración del agua en el tanque de distribución.

Con frecuencia se afirma que para que un programa de abastecimiento de agua en zonas rurales tenga éxito, deberá participar de lleno la comunidad beneficiada.

Se han dado casos de poblados donde los habitantes solamente quieren recibir y no aportar nada para llevar a cabo los proyectos de introducción o mejoramiento de sistemas de agua potable, lo cual repercute en el hecho de no cuidar la obra física y llegar a subvaluar el sacrificio necesario para extraer el agua de los manantiales y distribuirla, especialmente si el servicio es gratuito o si el precio por dicho servicio es irreal.

En este caso específico, se tiene que llevar a los residentes de la finca a que se enorgullezcan del sistema y sientan que les pertenece, o por lo menos que tengan una sensación de responsabilidad como usuarios de él.

Esto se podría lograr pidiendo a la comunidad que aporte su fuerza de trabajo para el mejoramiento del sistema y que con el tiempo sufrague una parte de los costos de operación y mantenimiento del mismo, de acuerdo a las posibilidades de cada familia en ese momento.

Los materiales para la obra de mejoramiento y la parte restante de los costos de operación y mantenimiento los tendría que cubrir la A sociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES :

- La demanda de agua promedio obtenida para consumo doméstico de 50 LT/HAB/DIA es un poco menor a la demanda comúnmente usada para el abastecimiento de poblaciones rurales donde se ignora este dato ( 60 LT/HAB/DIA a 120 LT/HAB/DIA ).
  
- Los factores que afectan la demanda de agua y que se podrían catalogar como críticos en este tipo de unidades de desarrollo son: La actividad agrícola de la población, la existencia de servicios comunales, la variación del clima que afecta los caudales de los cuerpos de agua y la calidad del agua.
  
- El manantial proveniente de la finca Providencia es el cuerpo de agua que cubre la mayor parte de la demanda durante el año.
  
- No es posible utilizar el agua de los ríos Negro y Pinula para riego o uso doméstico en los sectores habitados de la agro-aldea, pues las viviendas se encuentran en las zonas más altas (aproximadamente 200 mts. de diferencia entre la cota del área poblada y la cota del lecho de los ríos). Estas corrientes son aprovechables solamente en las vegas a lo largo de su curso.
  
- El agua de las fuentes superficiales en la finca no es apta para

consumo humano. Sin embargo, son aptas para riego por su baja salinidad y bajo contenido de sodio. Además, se pueden usar las aguas del río Negro y del manantial Providencia para aseo personal, por tener concentraciones de sustancias, color y turbiedad dentro del límite máximo permisible establecido en la Norma Coguanor NGO 29001, no siendo recomendable para tal uso el río Pinula.

- Por el uso exclusivo que se le da actualmente a la red existente, no se utiliza el recurso del agua subterránea, en el único pozo formal que existe en la finca.
  
- Con el aprovechamiento del agua subterránea se generaría una mayor cantidad de agua para riego durante el verano, con lo cual se podría mejorar la producción de los cultivos perennes en esa época del año.
  
- Se pudo apreciar un cambio brusco entre el caudal de verano y el de invierno, correspondiente al manantial Providencia, que provee el agua de la agro-aldea. Es de extrañar que este fenómeno se de en una región húmeda, sin estación seca bien definida, pero si puede darse por la deforestación gradual que se ha llevado a cabo en la finca y sus alrededores.
  
- La deforestación generalizada ha contribuido también en la disminución del número anual de días de lluvia en la región, según se apreció en los registros de climatología del INSIVUMEH.

- A las tuberías de conducción y distribución no se les ha dado el cuidado necesario, ya que en muchos tramos están expuestas a la intemperie, a golpes, al fuego en áreas donde se han quemado árboles, lo cual es perjudicial, principalmente para el PVC. Las llaves de compuerta que controlan el flujo en ambas líneas no poseen cajas de protección y dan lugar a manipulación incontrolada.
  
- La falta de mantenimiento en los caminos internos de la finca, aunado al uso agrícola en áreas de pendiente muy pronunciada, ha contribuido a que la erosión se presente en forma severa.
  
- Las familias campesinas se oponen a utilizar cualquier tratamiento del agua que beben por considerarlo innecesario, pues no relacionan la calidad del agua que consumen con enfermedades gastrointestinales que se presentan comúnmente.
  
- Un 90 % de los pobladores utiliza las letrinas mientras que el 10% restante contamina el suelo directamente.
  
- Las letrinas existentes son del tipo de pozo seco y su profundidad es menor que el mínimo requerido (5 mts.). No tienen caseta, cubo para papel higiénico y tapadera en la taza. Su distancia respecto a las casas es adecuada.

- La mayor parte de los campesinos que viven allí, dejan regada la basura en el terreno comunitario de viviendas, principalmente por no contar con un lugar específico para depositarla y por carecer de conceptos sanitarios.
  
- Para tratar las aguas negras en el casco de la finca, se cuenta con una fosa séptica de mampostería, de dos metros cúbicos, capacidad suficiente para cubrir en determinado momento un número máximo de 25 personas.  
Su efluente se infiltra directamente en el suelo.
  
- En el área de viviendas no existe un sistema de tratamiento y disposición final de aguas de desecho.  
La descarga directa de los aportes de cada vivienda en un zanjón cercano, conlleva a formar estancamientos y contaminar el suelo y otros cuerpos de agua, así como al medio ambiente en general.
  
- La opción de aprovechamiento de agua subterránea con fines de riego a través de pozos de mecate, resulta más económica que la opción de habilitar el pozo del casco de la finca y trasladar la bomba a ese lugar.
  
- Es conveniente no sobreexplotar las corrientes de agua subterránea para evitar los descensos de nivel y así eliminar los costos de bombeo, lo que conlleva a obtener extracciones económicas de agua.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda el uso de tecnología apropiada de pozos de mecate (mínimo 2 unidades), como una opción bastante económica y eficiente de aprovechar el agua subterránea, garantizando en la temporada de verano la mayor regularidad posible en el riego de cultivos, al mismo tiempo que se evita el uso exclusivo del manantial Providencia en el abastecimiento general.
- Se recomienda hacer obra formal de captación en el brote del manantial Providencia, situado dentro de la finca vecina, previa obtención del permiso correspondiente. De esta manera se evitara cualquier tipo de contaminación en el agua en el tramo que va del nacimiento a la actual captación.
- En el tanque de distribución principal es urgente colocar rebalse con tubería interna PVC de 3" de diámetro y presión de trabajo de 160 PSI, que desfogue en el zanjón cercano y evite acumulación de agua en la base del tanque, pues actualmente el terreno alrededor del mismo se está socavando severamente y se mantiene húmedo. Es preciso que este rebalse no sea por chorro, pues erosiona aún más el terreno alrededor del tanque (Ver Anexo No. 18 ).
- Es conveniente aforar los ríos, manantiales y pozos por lo menos una vez en cada estación del año, llevando un registro de las variaciones que pueden darse en los caudales y el nivel freático, para prevenir en un momento dado la disminución de los mismos, (Ver anexos 9 y 10). Los métodos que se recomienda usar para este fin son: El volumétrico, para manantiales, y, sección-velocidad, para los ríos.



Cabe hacer notar que el caudal del manantial Providencia, en invierno, es la suma del caudal que rebalsa en la captación (sección-velocidad) más el caudal de la línea de conducción (volumétrico). Estos aforos pueden llevarse a cabo por personeros de la Asociación Cristiana de Jóvenes, previo adiestramiento por técnicos de la sección de hidrología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

- Debido a la calidad del agua para consumo humano, es necesario dar un tratamiento de desinfección con cloro. Esto se puede llevar a cabo con un dosificador de hipoclorito o hipoclorador, por ser una solución económica y fácil de aplicar.

La División de Saneamiento del Medio del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ubicada en la 2a. Avenida 0-61 zona 10, de la ciudad capital, es el ente más adecuado para dar asesoramiento, tanto para su implementación como para su operación. Posteriormente, el encargado de la finca podría hacerse cargo de preparar la solución y operar el dosificador.

- Por lo menos una vez al año, en el mes de junio, se deben efectuar pruebas bacteriológicas y fisico-químicas sanitarias en las principales fuentes y chorros. Con esto se pueden tomar las medidas más convenientes oportunamente. Personal del Centro de Salud de San José Pinula es el indicado para realizar dichas pruebas.

Para los análisis de laboratorio, pueden acudir al laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria, del centro de investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC. Las muestras se deben tomar y lle

var al laboratorio en el mismo día, lo más rápido posible. (Ver Anexo No. 11 ).

— Se recomienda el uso de letrinas aboneras secas por ser fáciles de construir y mantener por una familia campesina. Este tipo de letrina cumple con la función de eliminar excretas, produciendo en un periodo aproximado de seis meses, abono orgánico manipulable, a partir de los desechos sólidos y la ceniza. Esta última, alcaliniza las excretas y evita que se den malos olores.

Las letrinas aboneras secas tienen la facilidad de ubicarse cerca o dentro de las casas, no importando si existen pozos cercanos, o si la corriente subterránea esta cerca de la superficie, ya que cuentan con paredes y fondo impermeables. Su uso no requiere la utilización de agua y la orina obtenida diariamente puede ser utilizada como abono líquido que complementa el bajo contenido de nitrógeno del abono sólido, por contener cantidades importantes de este elemento, así como de fósforo, potasio, carbono y calcio. Además, en este modelo de letrina los animales no tienen acceso a las excretas. (Ver anexo No. 14)

— En vista que se encontró diseminada mucha basura de tipo inorgánico (vidrios, latas, plásticos) en el área de viviendas, además de la producida en el casco, es recomendable la formación de una cooperativa de recolección y clasificación de este tipo de basura para su posterior venta a plantas de reciclaje, como una opción que solucionaría el problema de la contaminación y que beneficiaría económicamente a los pobladores a un largo plazo.

La gremial metropolitana de recolectores de basura, recientemente creada en Guatemala, es un vehiculo apropiado para asesorar la formación de una cooperativa de este tipo.

— En el caso de los desperdicios de comida no consumida y desechos de co  
cina, la propuesta es realizar un proceso de degradación a través de po  
zos basureros familiares (Ver Anexo No. 12).

El mecanismo de estos pozos es similar al usado en las aboneras del cas  
co de la finca, pero a un nivel doméstico. A través de la biodegra  
dación acelerada controlada de la materia orgánica húmeda, se obtiene  
un producto parecido al humus, que puede usarse como fertilizante. Su  
ejecución puede hacerse efectiva al mismo tiempo que se plantee la le-  
trinización, ya que no son técnicas excluyentes (el producto de ambos  
procesos mejora la calidad del suelo para fines de cultivo).

— Para evitar que el agua de desecho proveniente de las viviendas descar  
gue al zanjón donde se producen estancamientos, debe ser conducida a u  
na fosa séptica a fin de remover sólidos existentes e iniciarle un tra  
tamiento biológico. Acondicionada de esta forma, ya podría infil-  
trarse al sub-suelo mediante lechos de absorción.

El volumen requerido en la fosa séptica para 21 familias es de seis me  
tros cúbicos, con un periodo de retención de 1.5 días. Los lechos  
de absorción deberán tener una profundidad máxima de 70 cms. y llenar-  
se con grava de 1/2".

Es recomendable construir cajas colectoras a razón de una por cada cu  
atro viviendas, situadas en puntos accesibles a las mismas, desde donde  
se puedan conducir las aguas negras por medio de tubería PVC de 4" de  
diámetro hasta la fosa séptica . (Ver Anexo No. 7)

— Debido a que el proceso de despulpado en seco produce café de menor ca  
lidad que el obtenido por el sistema húmedo, se recomienda a su vez el

uso de lechos de secado para tratar aguas mieles, consistentes estos en depósitos excavados en el suelo con recubrimiento de sabieta, a fin de evitar la infiltración del líquido. Esto da lugar a la evaporación del lixiviado, quedando en la superficie las partículas sólidas, las cuales pueden aprovecharse en las aboneras.

— Los caminos internos de la finca necesitan tener un mantenimiento constante, tomando en cuenta las pendientes grandes que existen en el terreno. Esto incluye implementar y dar mantenimiento a cunetas revestidas de piedra, como mínimo, así como colocar una capa de grava compactada en tramos de camino con pendiente pronunciada. El material necesario se puede obtener de una cantera de piedra sedimentaria de origen volcánico, en las cercanías del tanque principal de distribución. En tramos en ladera de hasta 12 % de desnivel, donde anteriormente predominaba el pino y actualmente ocurren deslaves a menudo, se recomienda colocar cercos vivos. Son preferibles para la formación de este tipo de cerco, plantas perennes y de crecimiento denso, como algunos pastos adaptables a clima templado: Jaragua, Zacaton, Napier mexicano, pasto Guatemala, Napier gigante, etc. La distancia de siembra entre plantas de las especies antes mencionadas debe ser de 25 cms. y su época de corte de 70 días. También sirven para este fin el izote, maicillo, té de limón, citrónela y flores. Con la utilización de flores como cerco se obtiene doble beneficio, pues sirven como barrera de contención del agua de escorrentía y se obtiene además, un producto cuya venta incrementa el ingreso económico del agricultor. Las flores más adecuadas son las que formen macolla y sean propias del clima.

Las barreras llevan una separación entre una y otra de acuerdo con la pendiente del terreno (Ver Anexo No. 17) y pueden establecerse entre cultivos limpios o anuales y entre cultivos permanentes como el café, frutales o bosque.

— En laderas con pendientes entre el 12 % y 30 % se recomienda construir acequias de ladera, consistentes en canales de 30 cms. de ancho en el fondo, con taludes 1:1, con profundidad y desnivel variable (Ver Anexo No. 16). Se construyen a distancias regulares de acuerdo con la pendiente y uso del terreno. Pueden trazarse a nivel actuando como terrazas de absorción para frenar las aguas de escorrentía o con un máximo de 1 % de desnivel, actuando como una terraza de desagüe, para conducir las aguas a lugares protegidos con vegetación en la descarga.

En el caso específico de la finca, cuyas laderas con mayor pendiente están cultivadas con maíz, es mejor esperar al final de la cosecha para construir las acequias entre la milpa, con la separación que le corresponda. Las ventajas de usar este sistema son varias: los terrenos preservan mayor cantidad de agua, protegen el suelo contra la erosión, se obtienen cosechas abundantes y aumento de ingresos, lo que conlleva a un aumento en el valor del terreno.

— El establecimiento de un bosque energético ayudaría a evitar la erosión del suelo y favorecería la precipitación pluvial, proporcionando al mismo tiempo energía con productos derivados del bosque. Esta acción se considera prioritaria en áreas como la circundante al brote del manantial Providencia. Actualmente la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre del Ministerio de Agricultura (DIGEBOS) está lle

vando a cabo el proyecto "Manejo y utilización sostenible de bosques de coníferas en Guatemala" conjuntamente con el Proyecto Regional Forestal para Centro América (PROCAFOR). Dicho proyecto se encuentra en la capacidad de asesorar y apoyar la conservación, regeneración y el uso sostenido de los recursos forestales. La Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala cuenta con un vivero de distintas especies arbóreas en uno de sus proyectos situado en la colonia Sakerty, zona 7 de la ciudad capital, el cual ha comenzado a proveer formalmente los elementos necesarios para la reforestación.

- Otro medio que se puede utilizar para captar apoyo al desarrollo forestal sostenible en la región de estudio, es concientizar a pequeñas, medianas y grandes empresas a colaborar con tal fin, tomando en cuenta que el decreto ley 70-89 y el acuerdo gubernativo No. 961-90, permiten deducir el 50 % del impuesto sobre la renta por concepto de reforestación.
- Es recomendable hacer una revisión general de válvulas cada seis meses, chequeando el buen estado de sus piezas y su exterior, abriéndolas y cerrándolas en forma lenta para eliminar los depósitos acumulados en el asiento de la compuerta. Además es preciso que cuenten con cajas de protección.
- Se recomienda colocar dos válvulas de limpieza en la línea de distribución del tanque principal hacia el área de viviendas (en 2 áreas de cultivo de café). En la línea de distribución del tanque principal al casco, es necesario colocar una válvula de aire, para evitar la reducción en la sección teórica de diseño para el paso del agua, lo que se traduce en disminución del caudal de agua distribuido. La operación de ambos tipos de válvula debe efectuarse cada mes.

- Es urgente que la Asociación Cristiana de Jóvenes de Guatemala desarrolle un programa de motivación y educación sanitaria permanente, con un enfoque práctico, de manera que los mismos pobladores aprendan haciéndolo. A manera de ejemplo, ellos podrían construir una letrina abonera modelo, observar el proceso de degradación en un pozo basurero, demostraciones sobre la necesidad de consumir agua clorada o utilizar jabones y detergentes biodegradables, etc. Se recomienda buscar el asesoramiento de la División de Saneamiento del Medio del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
  
- Es recomendable que la comunidad de la agro-aldea "El Refugio" -a través de la Asociación Cristiana de Jóvenes - establezca contactos con organizaciones similares (cooperativas, comités, etc.) a nivel regional e incluso nacional. De esta forma se establecería un intercambio permanente de conocimientos tradicionales y experiencias nuevas de campesino a campesino, fortaleciendo su identidad cultural y su conciencia social.
  
- La sobreexplotación del agua subterránea puede compensarse mediante recarga artificial. Para este caso específico, se recomienda el uso de pozos de recarga, los cuales se deberán excavar hasta llegar al nivel permeable del suelo. Estos pozos deben estar localizados en cotas más altas que las de los lugares donde estarán los pozos de mecate. Previamente, el agua de escurrimiento deberá ser conducida a los pozos de recarga por un sistema de surcos y zanjás (Ver Anexo No. 13). Los techos de las casas del casco pueden utilizarse para recolectar el agua de lluvia, para posteriormente conducirla a pozos de recarga más pequeños en diámetro, ubicados a una distancia no menor de 10 metros de las casas. Este sistema es aplicable a las segundas y terceras lluvias, no así a las primeras, donde se lavan inicialmente los techos.

BIBLIOGRAFIA

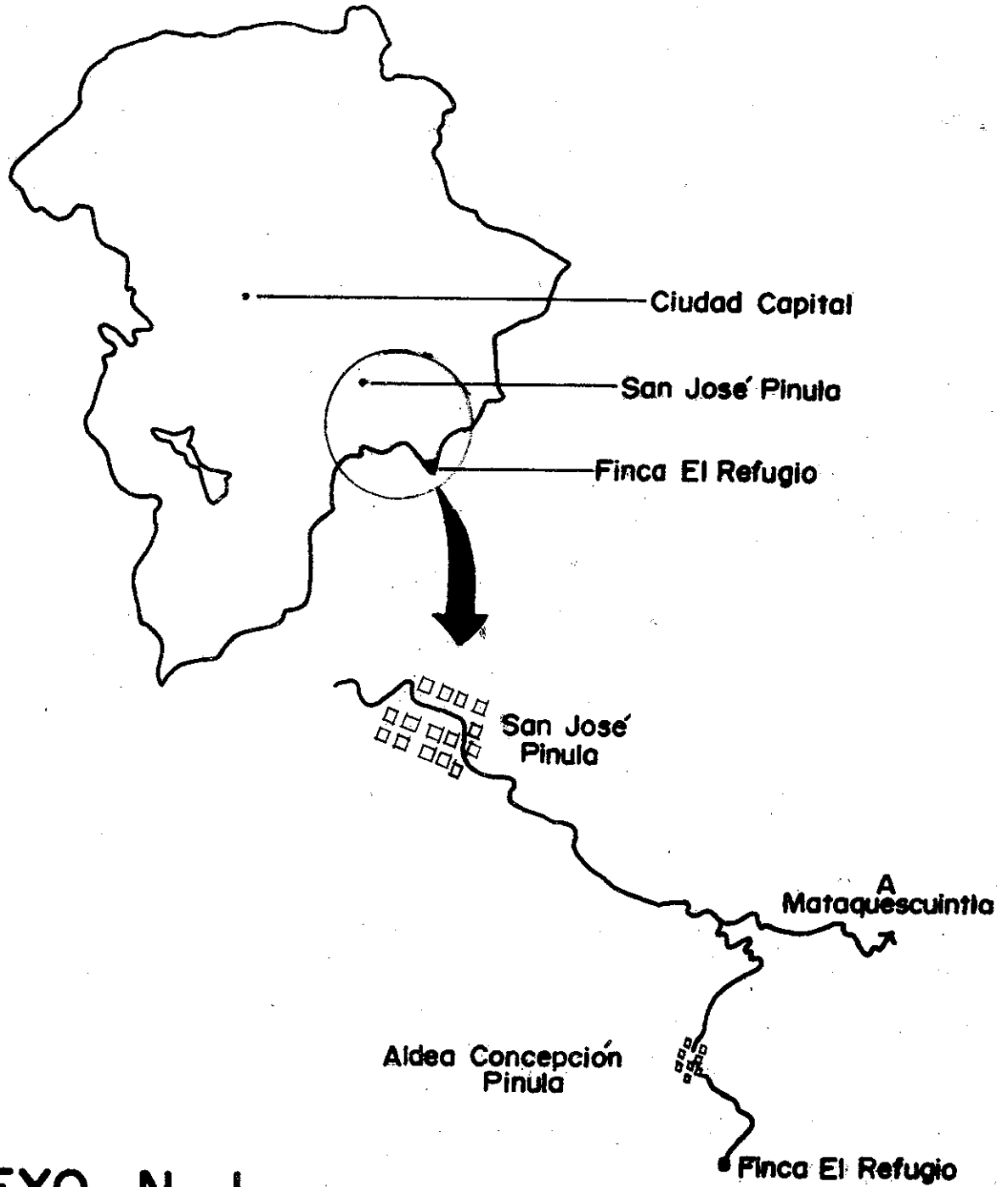
- 1.- Calderón Valdéz, Oscar. Sistema de abastecimiento de agua potable del asentamiento La Esperanza, Mezquital.  
Tesis de Post-Grado. Maestría en Ingeniería Sanitaria.  
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS).  
Guatemala, noviembre de 1988.
  
- 2.- Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT) Memorias del tercer curso taller sobre sistemas bioenergéticos para pro motores indígenas de Mesoamérica.  
Guatemala, septiembre de 1986.
  
- 3.- Deffis Caso, Armando. La casa ecológica autosuficiente para climas cálidos y tropical.  
Editorial Concepto, S.A. , Tercera reimpresión.  
México, 1989.
  
- 4.- Fontana, Fernando E. Depuración de efluentes de pozos negros y fosas sépticas: Propuesta tecnológica de bajo costo.  
Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe (ORCYT).  
UNESCO 1994, Montevideo.
  
- 5.- Grupo Central Sistemas de Cultivo I y II. Estudio preliminar de la situación actual de los recursos agro-forestales y rentabilidad de los cultivos existentes en la finca El Refugio, Concepción Pimula.  
Facultad de Agronomía - Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Area integrada. Sub-área de cursos especializados.  
Guatemala, noviembre de 1992.
  
- 6.- Guerrero Legarreta, Manuel. El Agua.  
Proyecto "La ciencia desde México", Fondo de Cultura Económica, S.A.  
Primera Edición.  
México D.F., 1991.
  
- 7.- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Sección de Climatología.  
Datos meteorológicos de las cabeceras departamentales.  
Ministerio de Comunicaciones, Transportes y Obras Públicas.  
Segunda Edición, Guatemala, 1992.
  
- 8.- Martínez Samayoa, Arcias Gamaliel. Diseño para introducción de agua potable y eliminación de excretas en las aldeas Poza Verde, Vivares y La Palmilla, del municipio de San Manuel Chaparrón, Departamento de Jalapa.  
Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, noviembre de 1986.



- 9.- Morataya Jiménez, Julio César. Saneamiento de campamentos de emergencia. Tesis de Post-Grado. Maestría en Ingeniería Sanitaria. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS). Guatemala, noviembre de 1976.
- 10.- Salaverria Reyes, Jorge Haroldo. Protección ambiental contra la contaminación por desechos sólidos utilizando tecnología apropiada en San Lucas Sacatepéquez. Tesis de Graduación, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, mayo de 1991.
- 11.- Secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica (SEGEPLAN). Plan de acción de desarrollo social. Desarrollo humano, infancia y juventud. Segunda edición. Guatemala, febrero de 1992.
- 12.- Secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica (SEGEPLAN), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Análisis de la situación del niño y la mujer. Guatemala, agosto de 1991.
- 13.- Simmons, Tarano y Pinto. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional, Ministerio de Agricultura. Guatemala, 1958.
- 14.- Spross, Verónica. La contaminación de las aguas en Guatemala. Editorial, Carta Económica No. 141. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales (CIEN). Guatemala, Septiembre de 1994.
- 15.- Thomas, Marty. Grant, Douglas. La técnica de tomar muestras: Primer paso para determinar el origen de la contaminación. Revista "Prevención de la contaminación", edición latinoamericana. Volumen 1, número 1. Houston, Texas, USA, marzo de 1993.
- 16.- Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. (UNEPAR). Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala, 1991.
- 17.- Volunteers in Technical Assistance. Using water resources: Excerpted from the Village Technology Handbook. Maryland, USA. 1971.

# A N E X O S

DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



ANEXO No. I

**PLANO DE LOCALIZACION**

FINCA EL REFUGIO DE LOS PLANES.

PROYECTO DE TESIS / JUAN PABLO CRUZ PAZ.

SIN ESCALA.



ANEXO No. 2



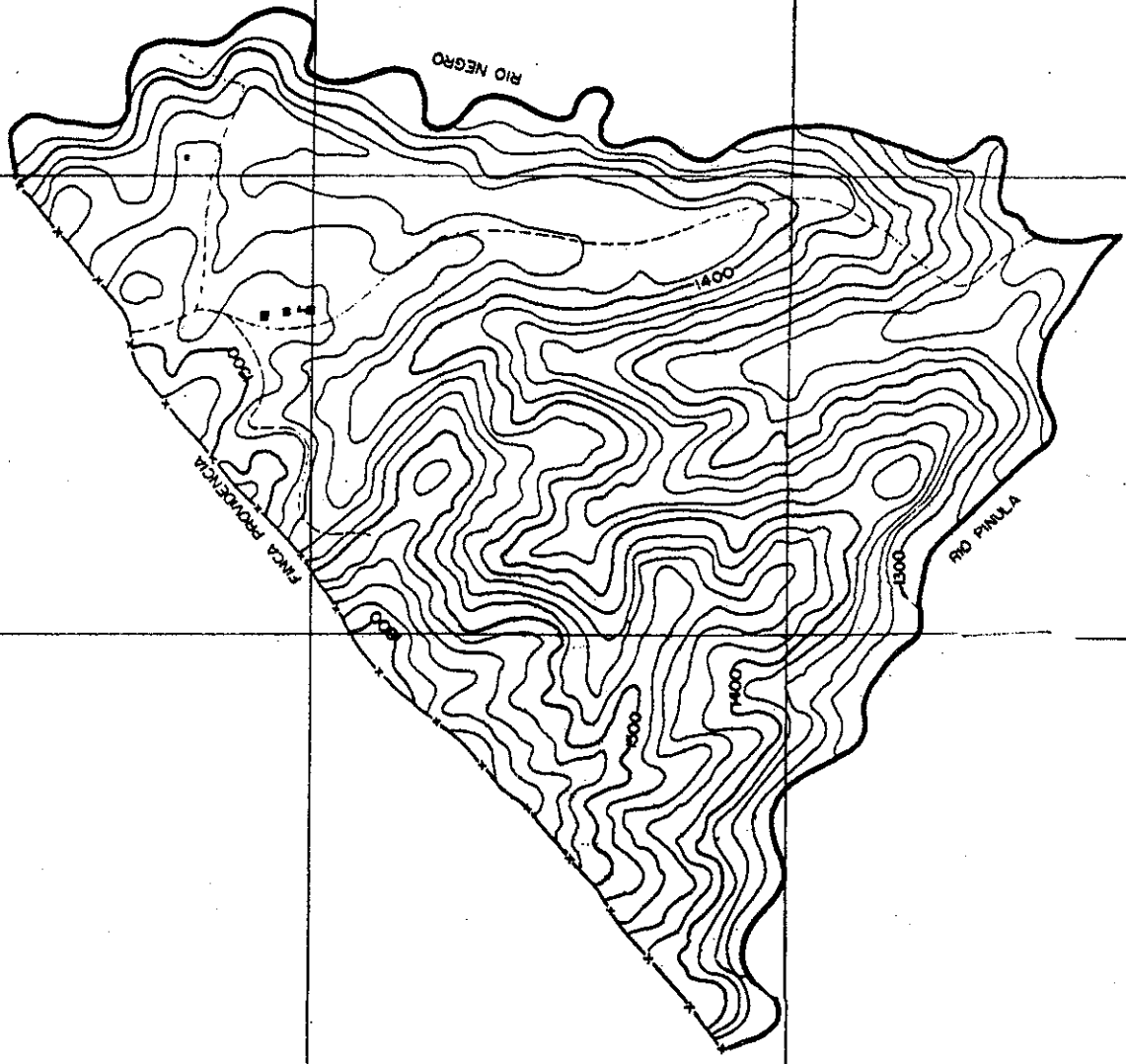
90° 20' 49"

90° 21' 22"

90° 21' 55"

14° 29' 47"

14° 29' 14"



**FINCA "EL REFUGIO DE LOS PLANES".**  
**ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES DE GUATEMALA.**

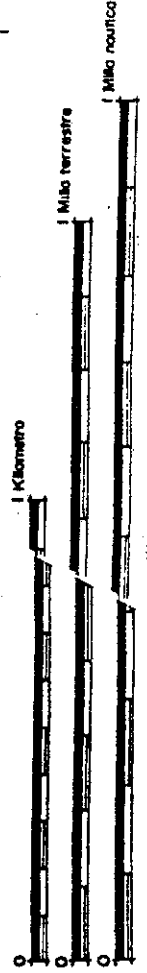
**CURVAS DE NIVEL CON INTERVALOS DE 20 METROS.**  
 DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR EN EL PUERTO SAN JOSE EN 1980.

**PROYECCION TRANSVERSAL DE MERCATOR.**  
 DATUM HORIZONTAL: MORTENLANDINGANO DE 1927.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

FECHA: OCTUBRE DE 1988	CONTENIDO: PLANO TOPOGRAFICO	CALCULO: J.P.C.P.
ESCALE: 1: 8,000		DIBUJO: J.P.C.P.
TITULO: HIDRAULICA		ASISTENTE: J.P.A.
		ASISTENTE: OSCAR FLORES
		NOTA: 1/1
PROYECTO DE TESIS		JUAN PABLO CRUZ PAZ

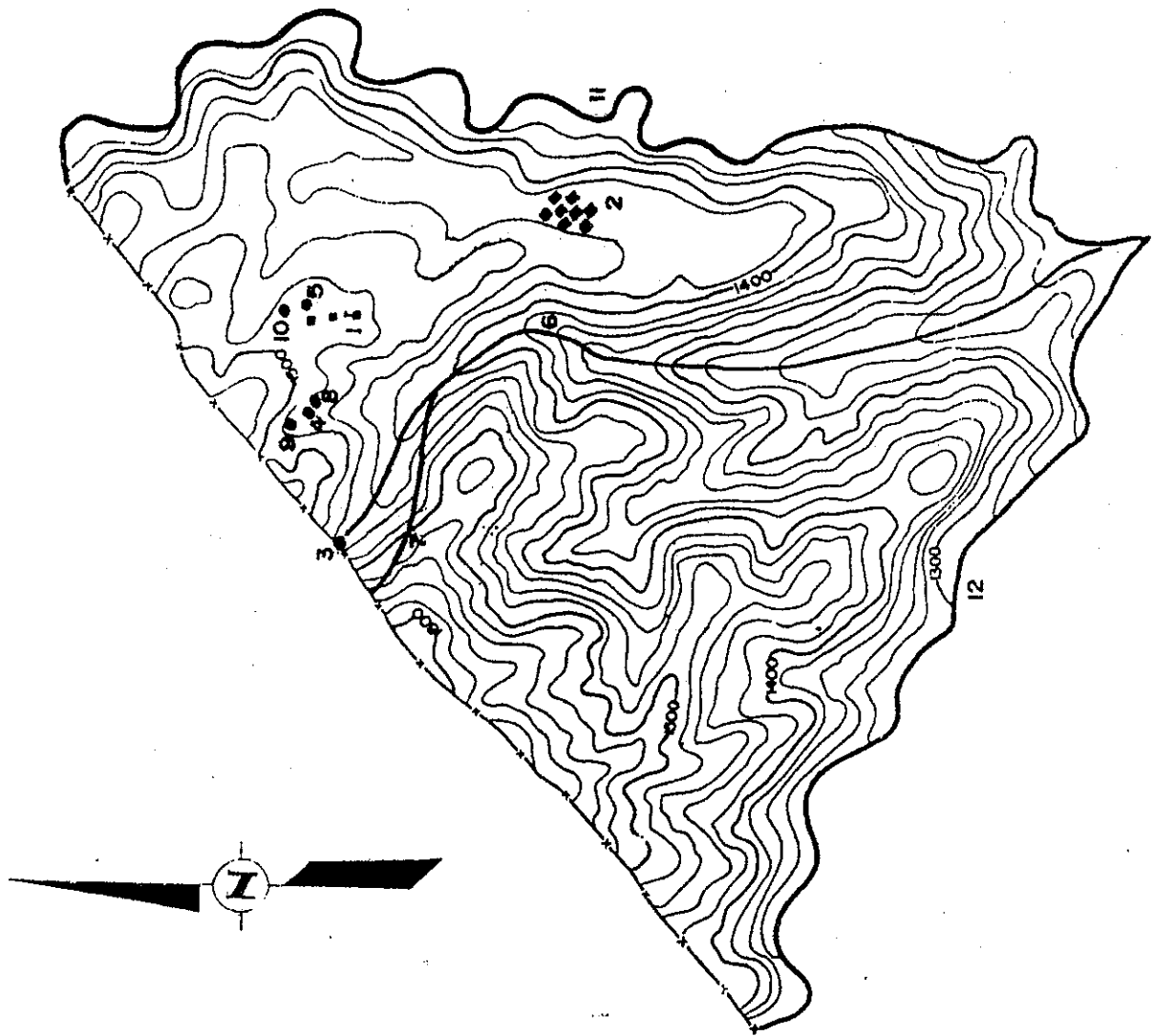




ANEXO No. 4

**FINCA "EL REFUGIO DE LOS PLANES".**  
**ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES DE GUATEMALA.**

- 1 CASCO DE LA FINCA
- 2 VIVIENDAS DE FAMILIAS CAMPESINAS
- 3 CAPTACION
- 4 TANQUE DE DISTRIBUCION PRINCIPAL
- 5 TANQUE DE DISTRIBUCION DEL CASCO
- 6 CORRIENTE FORMADA POR REBASE CAPTACION
- 7 MANANTIAL MAS ALEJADO DEL CASCO
- 8 NACIMIENTO DESCUBIERTO RECIENTEMENTE
- 9 MANANTIAL DE BROTE DIFUSO
- 10 POZO NO HABILITADO
- 11 RIO NEGRO
- 12 RIO PINULA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

FECHA: OCTUBRE DE 1993  
 ESCALA: 1:8,000  
 TITULO: HIDRAULICA

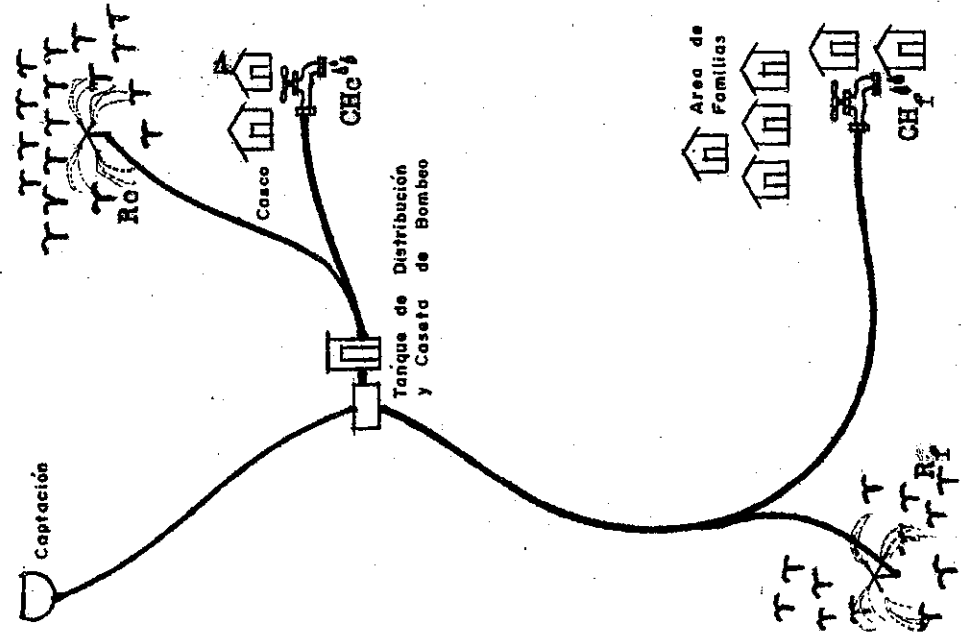
CONTENIDO:  
**RECURSOS  
 HIDRICOS**

PROYECTO DE TESIS  
 JUAN PABLO CRUZ PAZ

SALON DE: J.P.C.P.  
 DIRECCION: J.P.C.P.  
 ASISTENTE: INGENIERO  
 DECAR FLORES  
 AREA:

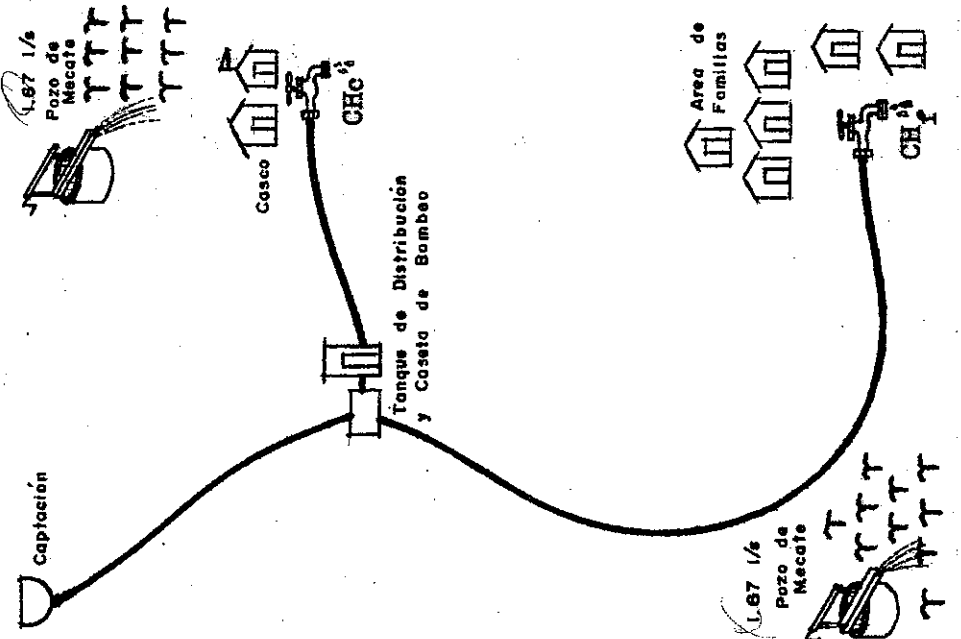
ESQUEMA DE OPTIMIZACION DE RECURSOS HIDRAULICOS EN LA FINCA "EL REFUGIO DE LOS PLANES"

SISTEMA ACTUAL



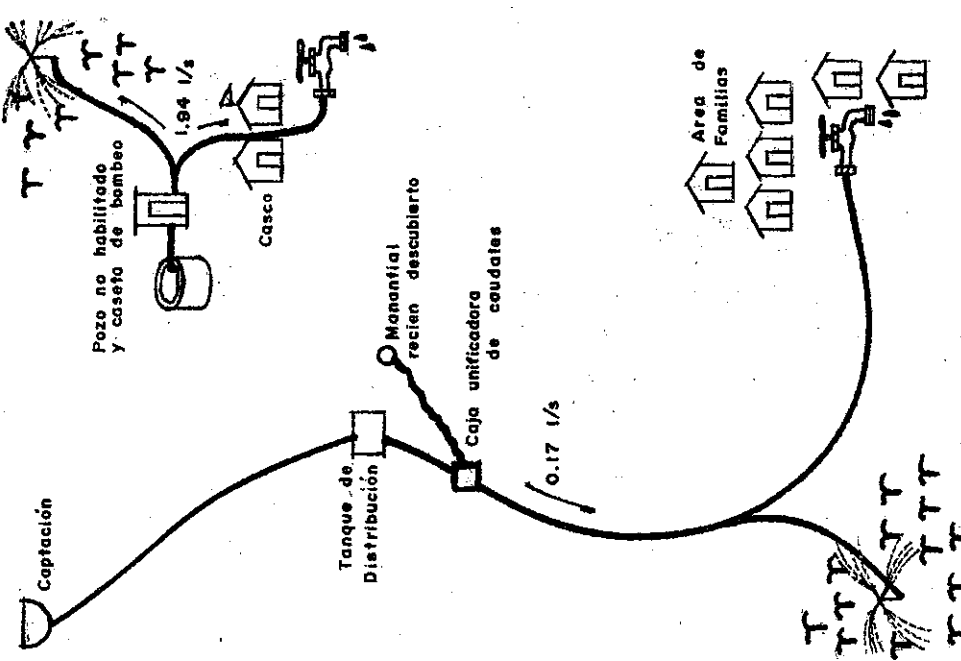
En la actualidad, el abastecimiento de agua del casco y área de familias depende totalmente del manantial principal.  
 $CHC + CH_f = \text{Total Consumo Humano} = 0.058 \text{ l/s}$   
 $RC + R_f = \text{Total Riego} = 0.11 \text{ l/s}$

OPCION A

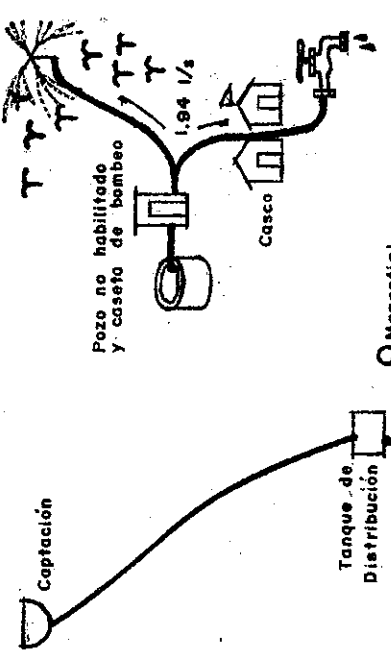


En esta opción, el sistema actual provee agua exclusivamente para consumo humano. Los pozos de mecate proveen el agua requerida para riego.  
 $CHC + CH_f = \text{Total Consumo Humano} = 0.16 \text{ l/s}$

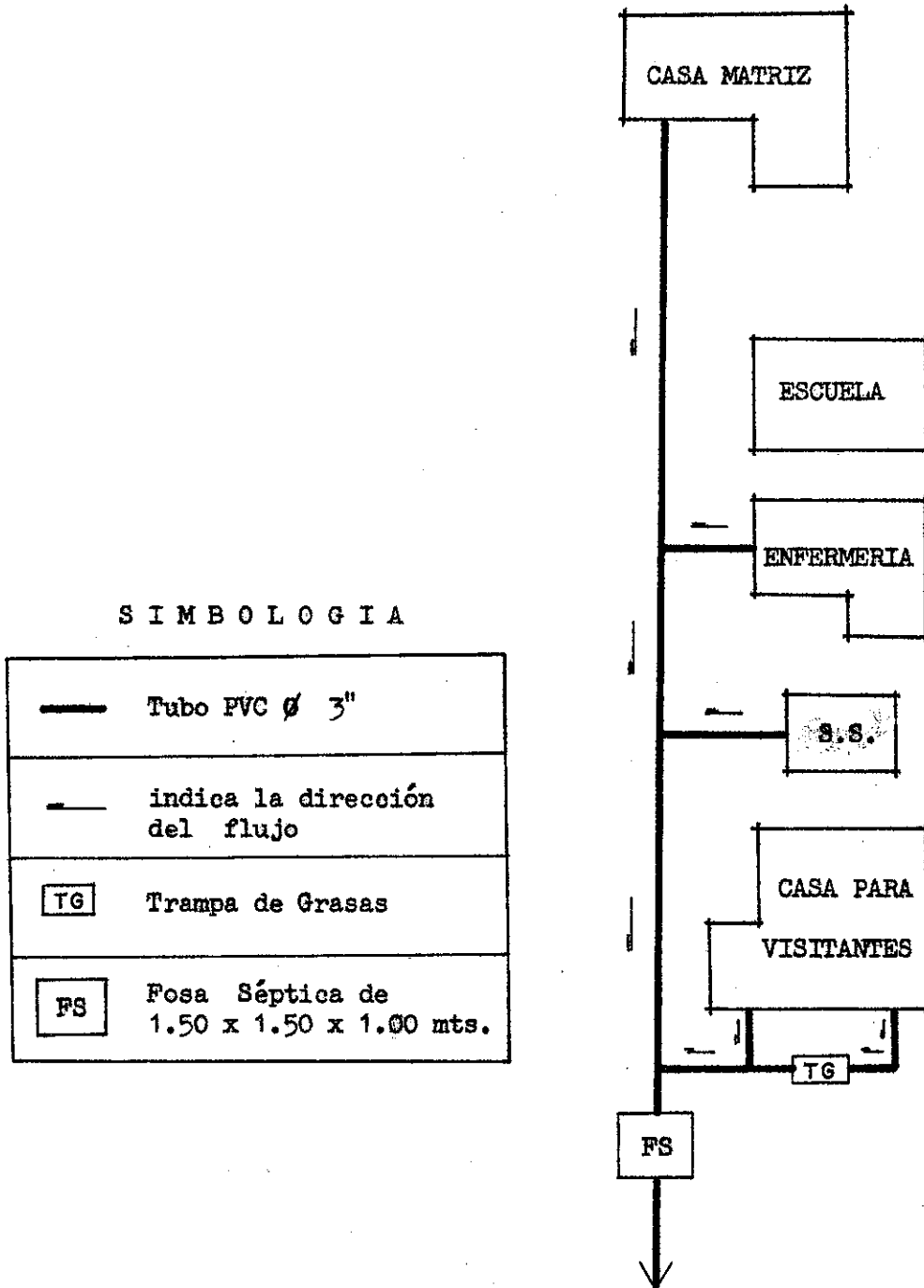
OPCION B



En esta opción, el casco se abastece de agua de manera independiente. El actual sistema provee agua al área de familias exclusivamente, tanto para riego como para uso doméstico.  
 $0.17 \text{ l/s}$



ESQUEMA DE DISPOSICION DE AGUAS NEGRAS EN EL CASCO DE LA FINCA "EL REFUGIO"



Infiltración directa al suelo



**CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE FOSA SEPTICA Y LECHO DE ABSORCION  
PARA EL AREA DE FAMILIAS**

El volumen de aguas negras se considera que será equivalente a un 75 % del volumen de agua potable que cada persona consume en un día, de la siguiente manera:

- Número de habitantes por casa: 5
- Número máximo de casas: 21
- Dotación de agua potable: 50 l/per/día
- Período de retención mínimo: 1 día

Caudal total de aguas negras:  $5 \times 21 \times 50 \times 0.75 = 3,937.50$  l/día

Volumen necesario de fosa séptica:  $1.5 \times 3,937.50 = 5,906.25$  l  $\approx 6,000$  l.

Nota: El factor 1.5 utilizado en la fórmula anterior es una constante usada para hallar el volumen de una fosa séptica a la cual llega un caudal comprendido entre 1890 l/día y 5,680 l/día.

Período de retención real:  $\frac{6,000 \text{ l}}{3,937.50 \text{ l/día}} = 1.52$  días

Determinar la forma de la fosa séptica: Se adoptará la forma cuadrada, con  $H = 1.50$  m.

$$\text{Area} = \frac{\text{Volumen}}{H} = \frac{6.00 \text{ m}^3}{1.50 \text{ m}} = 4 \text{ m}^2 \text{ entonces } L = 4.00 \text{ m}^2 = 2 \text{ m.}$$

Dimensiones: Altura de líquidos: 1.50 m.  
Lado interior: 2.00 m.

Mantenimiento del tanque séptico:

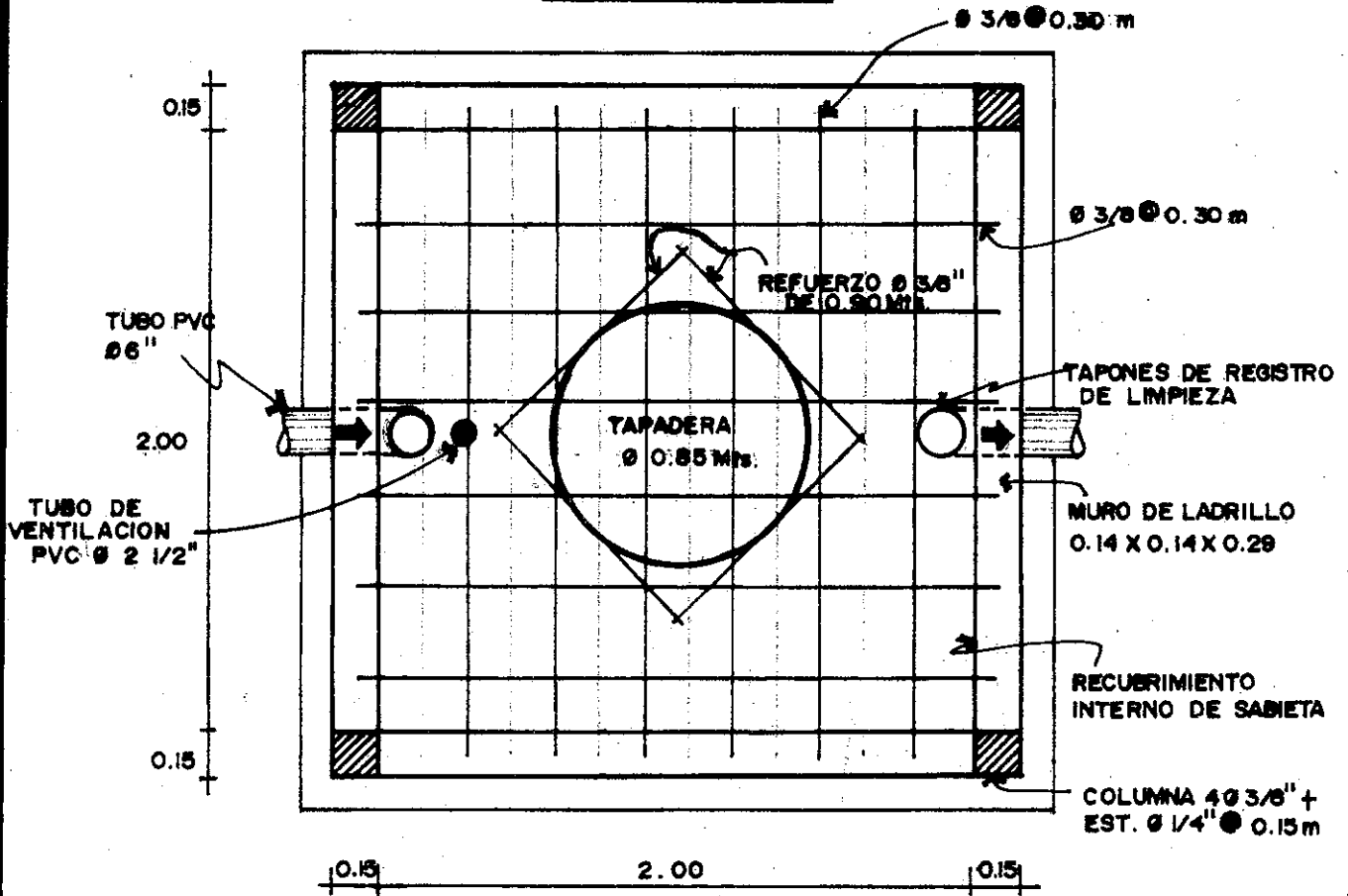
Cada 30 días se revisarán los niveles de lodos digeridos dentro del tanque, de la manera siguiente:

- a.- En la punta de un tubo de metal de 2"X2"X6 metros se fijará una pieza de madera de 4"X4"X1", simulando una herramienta de compactación.
- b.- Sumergir dentro del agua la herramienta descrita; cuando llegue al nivel de lodos digeridos, se sentirá que el tubo no avanza, de lo cual podrá deducirse el espesor y volumen de lodos acumulados.
- c.- Cuando el espesor sea del orden de 0.60 metros, será el momento oportuno para evacuar los lodos del fondo.

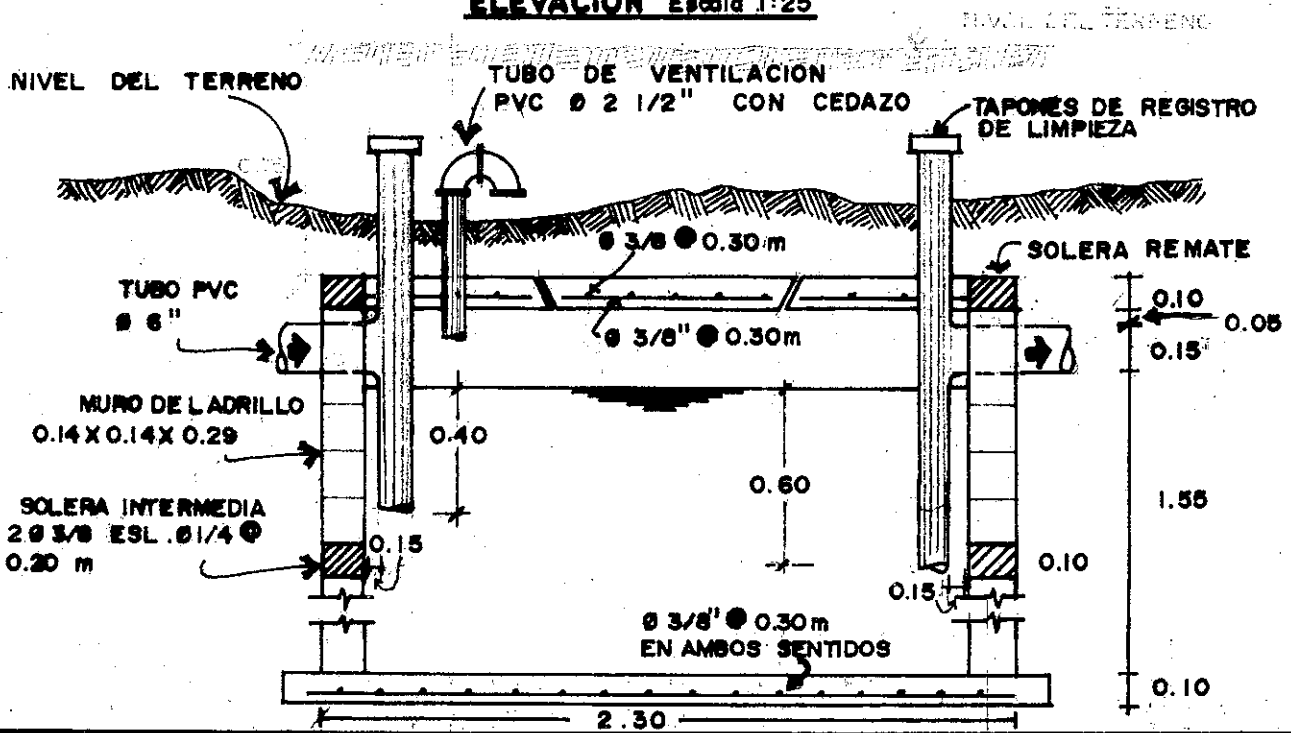
Referencia usada:

*Manual para el diseño, operación y mantenimiento de fosas sépticas.  
U.S. Public Health Service. Division of Sanitary Engineering Service.  
México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1961.*

**PLANTA Escala 1:25**



**ELEVACION Escala 1:25**



**PLANTA Y ELEVACION DE FOSA SEPTICA**

**FINCA EL REFUGIO DE LOS PLANES**

**PROYECTO TESIS / JUAN PABLO CRUZ PAZ**

**ESCALA INDICADA**

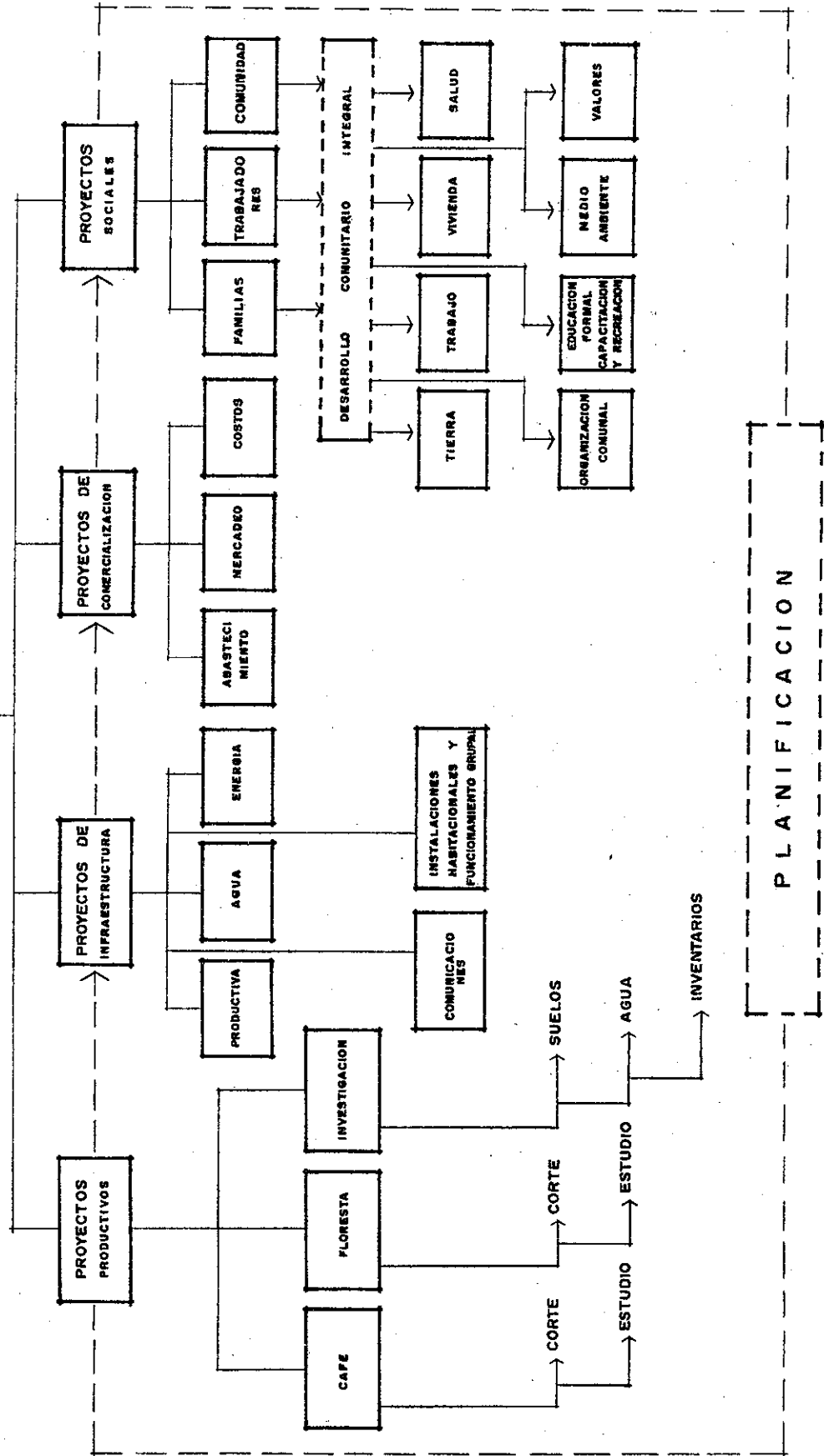


**ORGANIZACION GENERAL**

Agro-aldea "EL REFUGIO DE LOS PLANES"

ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES.  
MUNICIPIO DE SAN JOSE PINULA.  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

ADMINISTRACION GENERAL



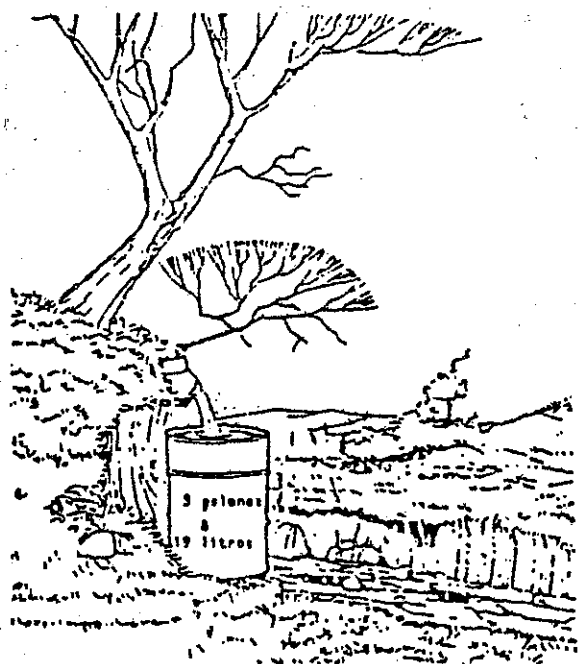
## ILUSTRACION PARA PRACTICA DE AFOROS POR EL SISTEMA VOLUMETRICO

## AFOROS EN CORRIENTES PEQUEÑAS Y MANANTIALES:

El objetivo de este sistema es medir la cantidad de agua que produce una fuente en un tiempo determinado.

Para aforar una fuente, el método más simple es:

- 1.- Recibir el agua en un recipiente de volumen conocido. Si al momento de hacer el aforo se desconociera dicho volumen, se deberá hacer una marca en el recipiente y efectuar el aforo llenándolo hasta la marca. Cuando se tenga la posibilidad, se deberá establecer con ayuda de recipientes conocidos, la capacidad real utilizada en el aforo.
- 2.- El agua debe caer libremente por unos minutos, antes de poner el recipiente dentro del manantial.
- 3.- Tomar el tiempo, en segundos, que tarda el recipiente en llenarse totalmente.



Cálculo: Si una lata de 19 litros de capacidad (5 galones) se llena en 15 segundos, la cantidad de agua (caudal = Q) que se tiene en cada segundo de tiempo será:

$$Q = \frac{19 \text{ lt.}}{15 \text{ seg.}} = 1.27 \text{ lt./seg.}$$

El aforo debe repetirse por lo menos tres veces y tomar el promedio de los resultados.

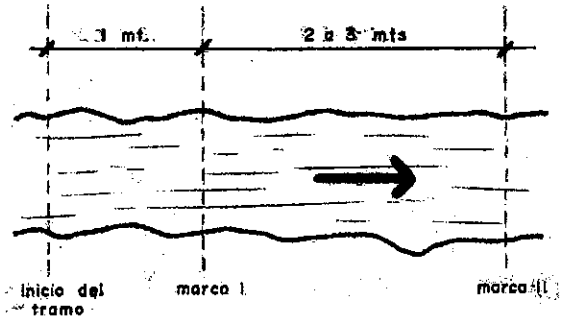
Equivalencias aproximadas en recipientes

2.5 galones =	9.5 litros
5 galones =	19 litros
54 galones =	204 litros

ILUSTRACION PARA PRACTICA DE AFOROS  
 POR EL SISTEMA SECCION-VELOCIDAD

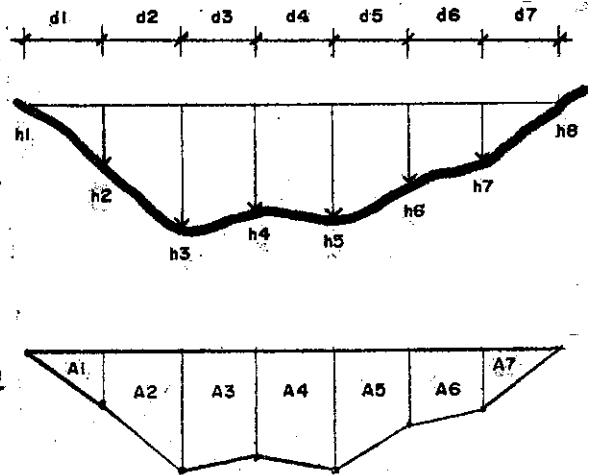
AFOROS EN RIOS:

- 1.- Escoger un tramo recto del río, con sección sumergida lo más regular posible y una longitud aproximada de 3 a 5 m. de longitud.
- 2.- Colocar una marca a 1 m. aguas abajo a partir del inicio del tramo recto, así como al final de dicho tramo.
- 3.- El objeto que sirva de flotador puede ser de madera, plástico, hule, etc., de manera que no se sumerga.
- 4.- Soltar el flotador al inicio del tramo recto.
- 5.- Cuando el flotador pase por la marca I accionar el cronómetro.
- 6.- Cuando el flotador pase por la marca II detener el cronómetro.
- 7.- Calcular la velocidad de la corriente, sabiendo ya la longitud recorrida.



(  $V = \text{espacio} / \text{tiempo}$  )

- 8.- Medir la sección transversal del río. Partiendo de una orilla, medir la profundidad del agua a intervalos. La profundidad inicial y final es igual a cero.  
 ( $h_1 = h_8 = 0$ )
- 9.- En base a estos datos, aproximar la sección del río a un grupo de figuras regulares (trapezios, triángulos, etc.) de los cuales se puede obtener su área fácilmente. La suma de las áreas parciales será una buena aproximación a la sección real del río.
- 10.- Por la fórmula de continuidad ( $Q = AV$ ), se obtiene el caudal del río, multiplicando la sección del río (en metros cuadrados), por la velocidad de la corriente anteriormente hallada (en metros/segundo).



$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 = A \text{ Total}$

El aforo debe repetirse por lo menos 3 veces y tomar el promedio de los resultados.

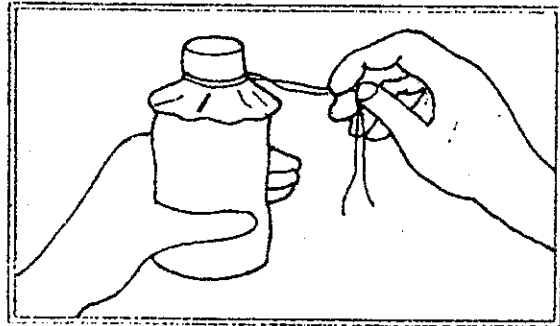
A N E X O No. 11

GUIA PARA TOMA DE MUESTRAS DE ANALISIS BACTERIOLOGICO.

1) Recolección de muestras de una corriente o un depósito de agua.

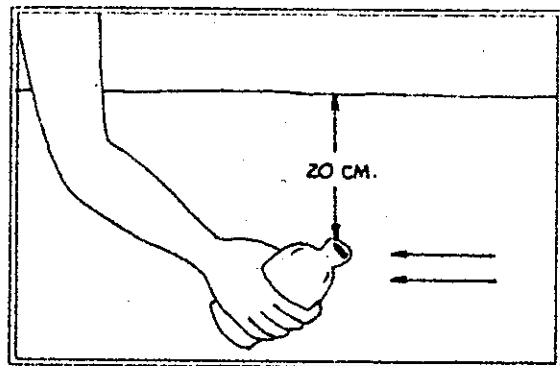
- a) Abra el frasco esterilizado mediante la técnica clásica:

Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel de estraza y hale hacia afuera o desenrosque el tapón.

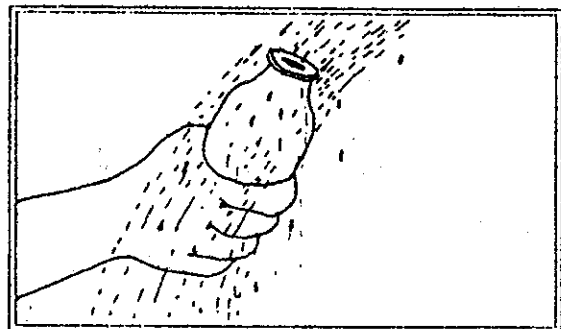


- b) Llène el frasco.

Sostenga el frasco por la parte inferior y sumérjalo hasta una profundidad de aproximadamente 20 cm con la boca ligeramente hacia arriba, si existe corriente la boca del frasco debe orientarse hacia la corriente.

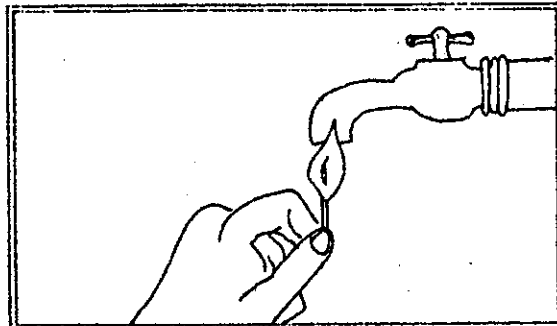


- c) Toma de la muestra en un manantial de caudal pequeño.

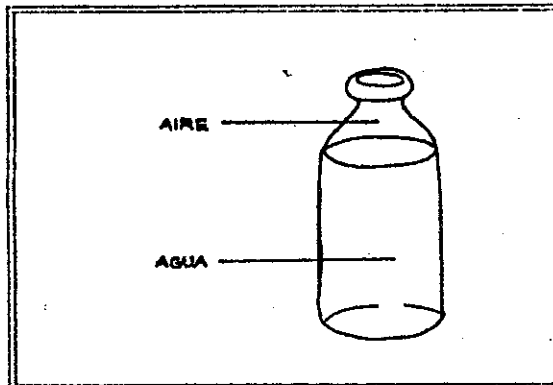


- d) Toma de la muestra en un grifo.

Es necesario flamear la boca del grifo. Inmediatamente se deja correr el agua unos cuantos segundos. Luego se coloca el frasco bajo el chorro para tomar la muestra.

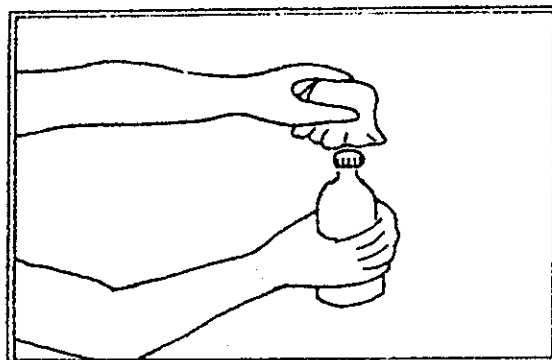


- e) Se debe dejar un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación en el momento de inoculación antes del análisis.



- f) Coloque el tapón al frasco

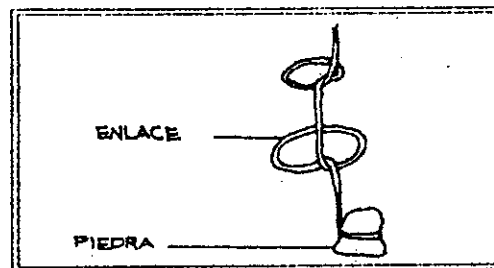
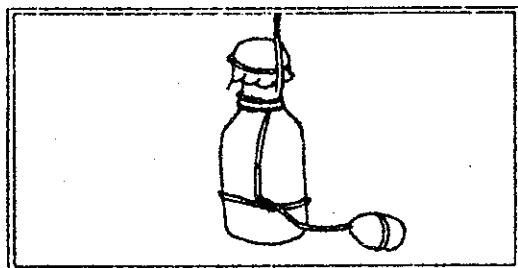
Técnica Clásica: Coloque el tapón en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel en su lugar mediante un cordón.



2) RECOLECCION DE MUESTRAS DE POZOS EXCAVADOS Y FUENTES SIMILARES

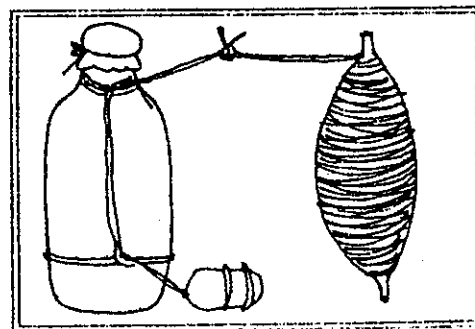
- a) Prepare el frasco

Con un pedazo de cordón, amarre una piedra de tamaño adecuado al frasco de muestra.



- b) Amarre el frasco al cordón

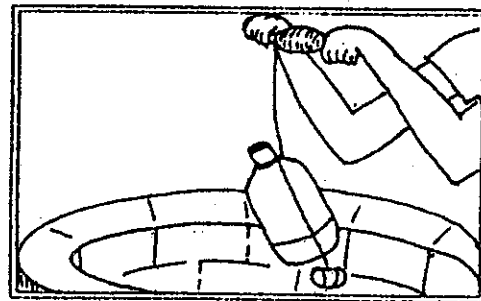
Tome 20 m. de un cordón limpio enrollado alrededor de una estaca y amárrelo con una cuerda del frasco. Abra el frasco como se describió en el inciso 1 (a).





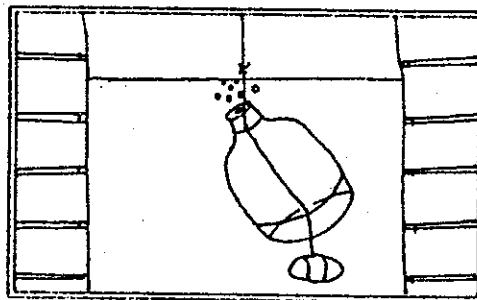
- c) Haga descender el frasco

Desenrollando lentamente el cordón, haga descender el frasco dentro del pozo; el peso de la piedra tirará del frasco hacia abajo. No permita que el frasco toque los lados del pozo.



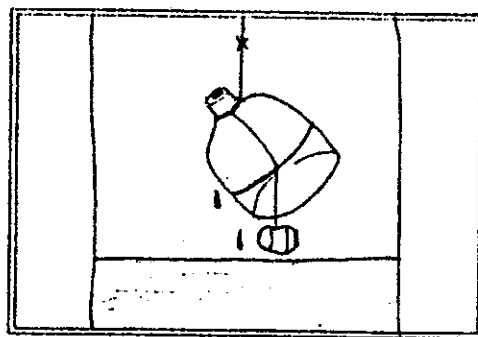
- d) Llene el frasco

Sumerja el frasco completamente en el agua y hágalo descender hasta el fondo del pozo.



- e) Eleve el frasco

Una vez que considere que el frasco está lleno, vuelva a enrollar la cuerda alrededor de la estaca para subir el frasco. Si este estuviera completamente lleno, deseche parte del agua para crear un espacio de aire.



- f) Coloque el tapón o la tapa del frasco como se describió anteriormente, en el inciso 1 (d).

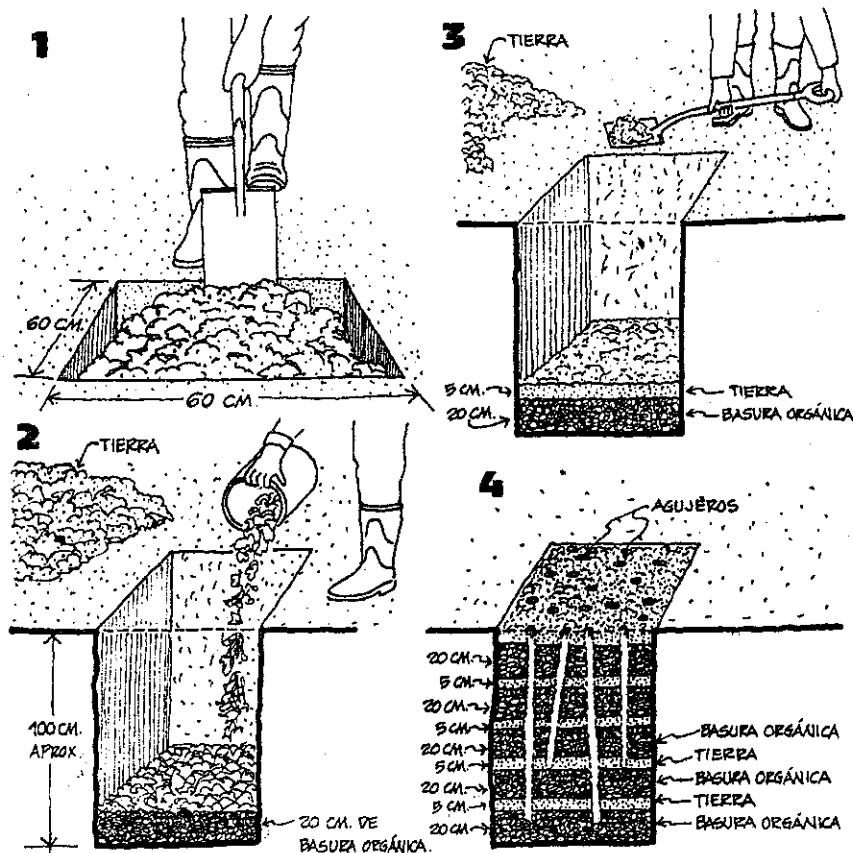
**FUENTE:**

UNEPAR. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala, 1991.

ANEXO No. 12

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y OPERACION DE UN POZO BASURERO

- 1.- Hacer un agujero de 60 cm. x 60 cm. x 1 m. de profundidad.
- 2.- Tener en la cocina depósitos separados para basura orgánica e inorgánica.
- 3.- Vaciar la basura orgánica en el agujero, en capas de 20 cm.
- 4.- Entre capas de basura colocar una capa de 5 cm. de tierra, para evitar malos olores y moscas.
- 5.- El contenido del agujero se debe mantener un poco húmedo.
- 6.- Se deben hacer agujeros de ventilación en el contenido de vez en cuando, ya que el hoyo tardará de 3 a 6 meses en llenarse.
- 7.- Ya lleno, se apartan los 20 cm. de basura más superficiales que aún no estarán listos.
- 8.- Apartar el resto de material que ya está listo para abonar.

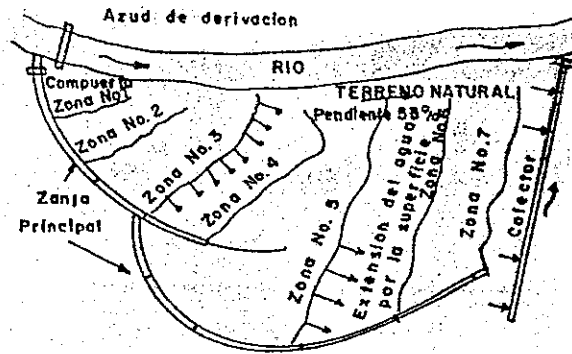


PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y OPERACION DE UN POZO BASURERO

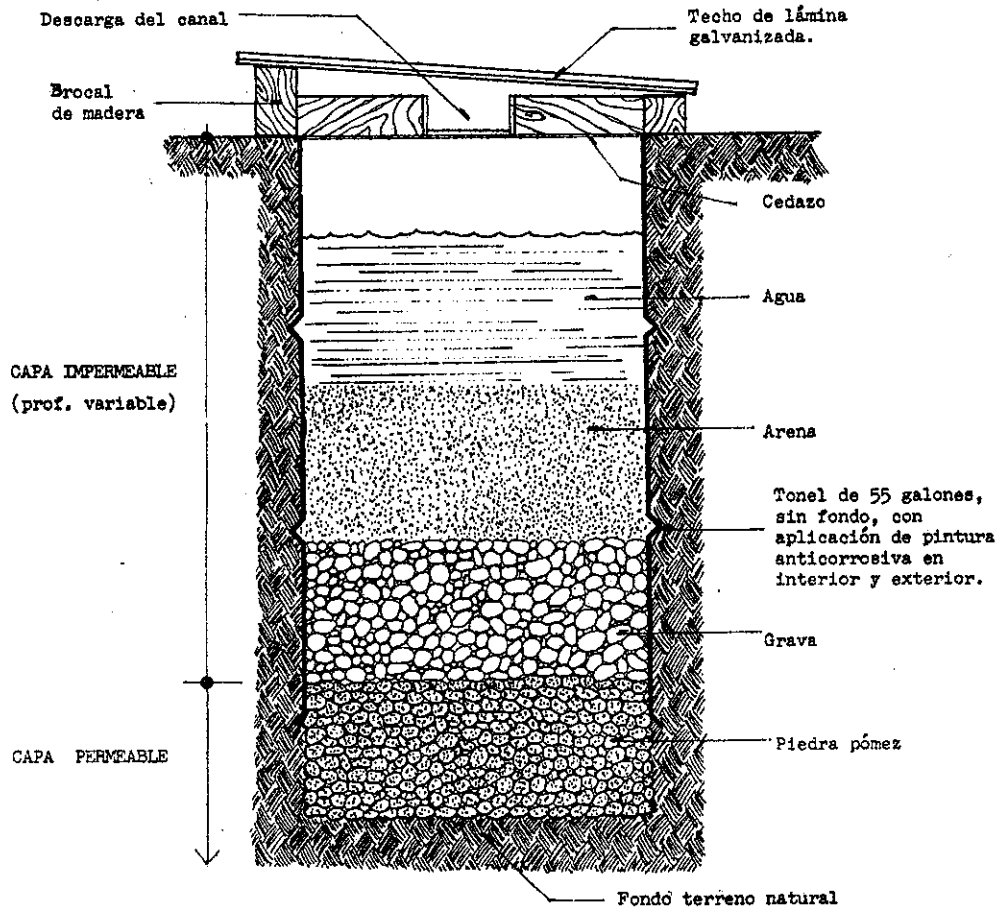
FUENTE:

DEFFIS CASO, ARMANDO. La casa ecológica autosuficiente para climas cálido y tropical. Editorial Concepto S.A., México, 1989.

RECARGA POR ZANJAS Y CORTE DE POZO DE RECARGA TÍPICO



RECARGA POR ZANJAS



CORTE POZO DE RECARGA TÍPICO

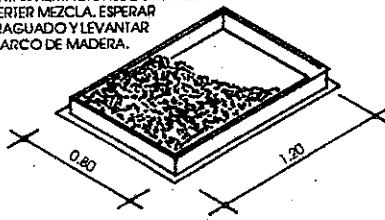
FUENTE: Figueroa Caballeros, Mario René. EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS: SU OPERACION, CONTROL, MANTENIMIENTO Y REGENERACION. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, USAC. Guatemala, 1992.

PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE UNA LETRINA ABONERA  
SECA FAMILIAR

- 1.- Colocar una capa de tierra en el fondo de la cámara I.
- 2.- Cerrar la compuerta de descarga en la parte posterior.
- 3.- Después de cada evacuación, verter ceniza de tal manera que ésta cubra los desechos depositados. Al verter ceniza, se debe tener cuidado de no echarla sobre el dispositivo separador de orina para no tapar el poliducto.
- 4.- Se continúa de esta forma hasta que se llene la cámara. Se considera llena cuando el nivel de las excretas llega a 10 cms. abajo de la superficie superior de la cámara.
- 5.- Cada semana es necesario mezclar el material, para hacer más uniforme el nivel de llenado y homogeneizar la biomasa, favoreciendo la acción de la ceniza.
- 6.- La primera cámara se termina de llenar con tierra, removiendo y compactando hasta su nivel superior. Si tiempo después el nivel de biomasa bajara, repetir el llenado con tierra.
- 7.- Iniciar el uso de la cámara II en forma similar a la cámara I.
- 8.- La cámara I se dejará en reposo durante 3 o 4 meses, al final de los cuales se abrirá la compuerta de descarga y se extraerá el abono. Si el aspecto del abono es seco, podrá usarse para fertilizar cultivos. Si se encuentra pastoso, deberá dejarse uno o dos meses más, hasta que se observe el material seco.
- 9.- Repetir el proceso para la cámara I cuando se llene la segunda.
- 10.- Cada semana se pueden obtener 35 litros de abono líquido (orina) en un modelo de letrina abonera seca. En condiciones normales la orina es estéril, sin embargo, después de recolectarla se recomienda almacenarla durante una o dos semanas en un recipiente tapado con el propósito de dar muerte a los microorganismos dañinos para la salud. Además de su potencial como abono líquido, la orina puede utilizarse como insecticida y fungicida.

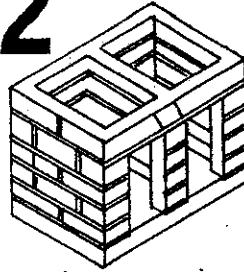
# 1 BASE INFERIOR

COLOCAR PLASTICO EN SUELO PARA EVITAR FILTRACIONES DE HUMEDAD. VERTER MEZCLA. ESPERAR FRAGUADO Y LEVANTAR MARCO DE MADERA.



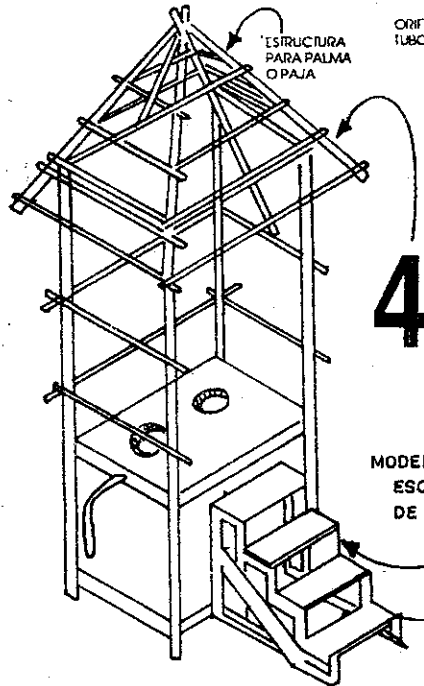
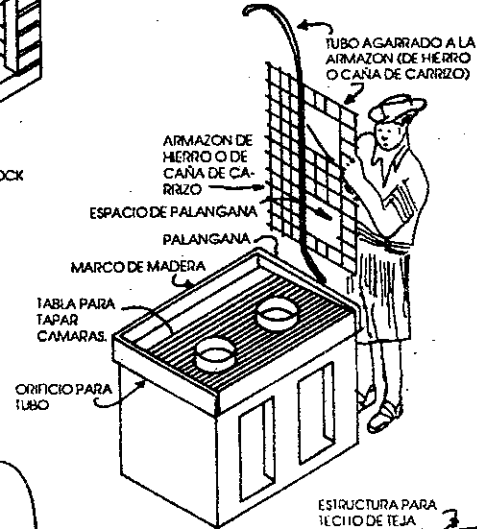
PROPORCION MEZCLA:  
3 DE ARENA  
1 DE CEMENTO  
1 1/2 DE AGUA.

# 2 CAMARAS

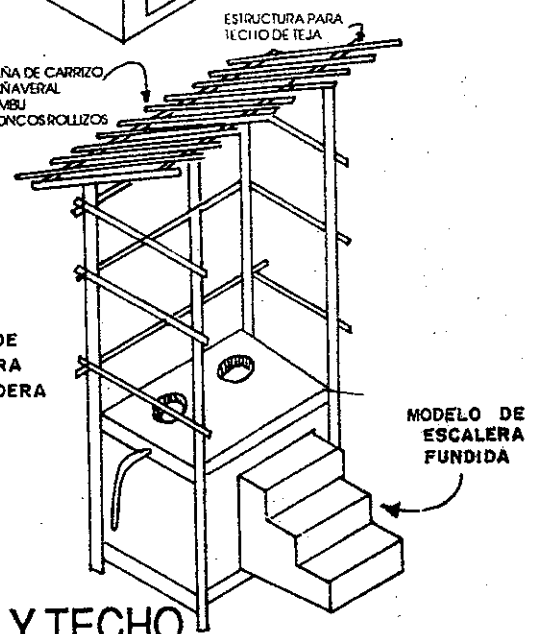


CON LADRILLO/ADOBE/BLOCK PIEDRA O EL MATERIAL SELECCIONADO SE PROCEDE A REALIZAR LAS CAMARAS.

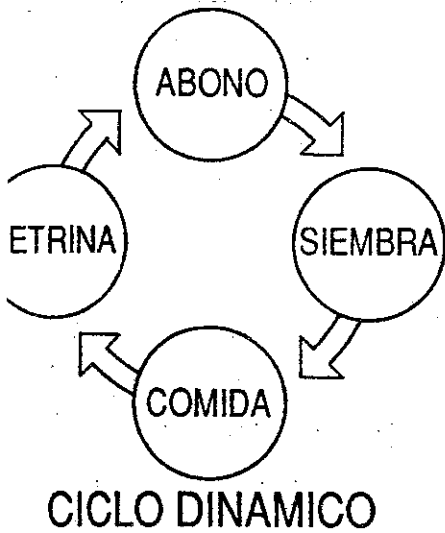
# BASE SUPERIOR 3



# 4



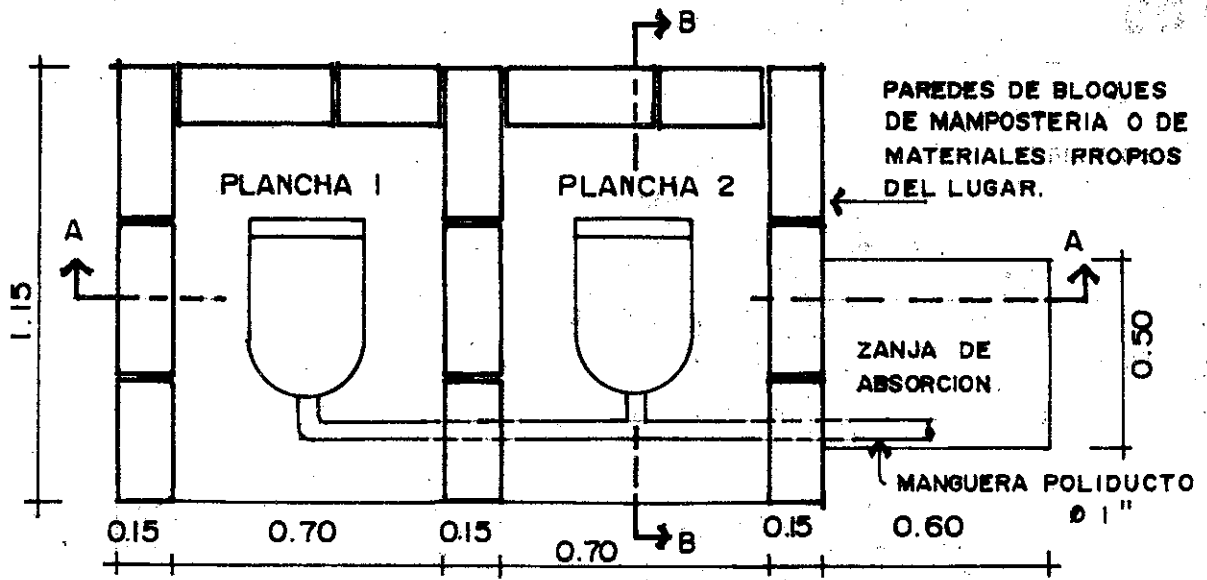
## ESTRUCTURA CASETA Y TECHO



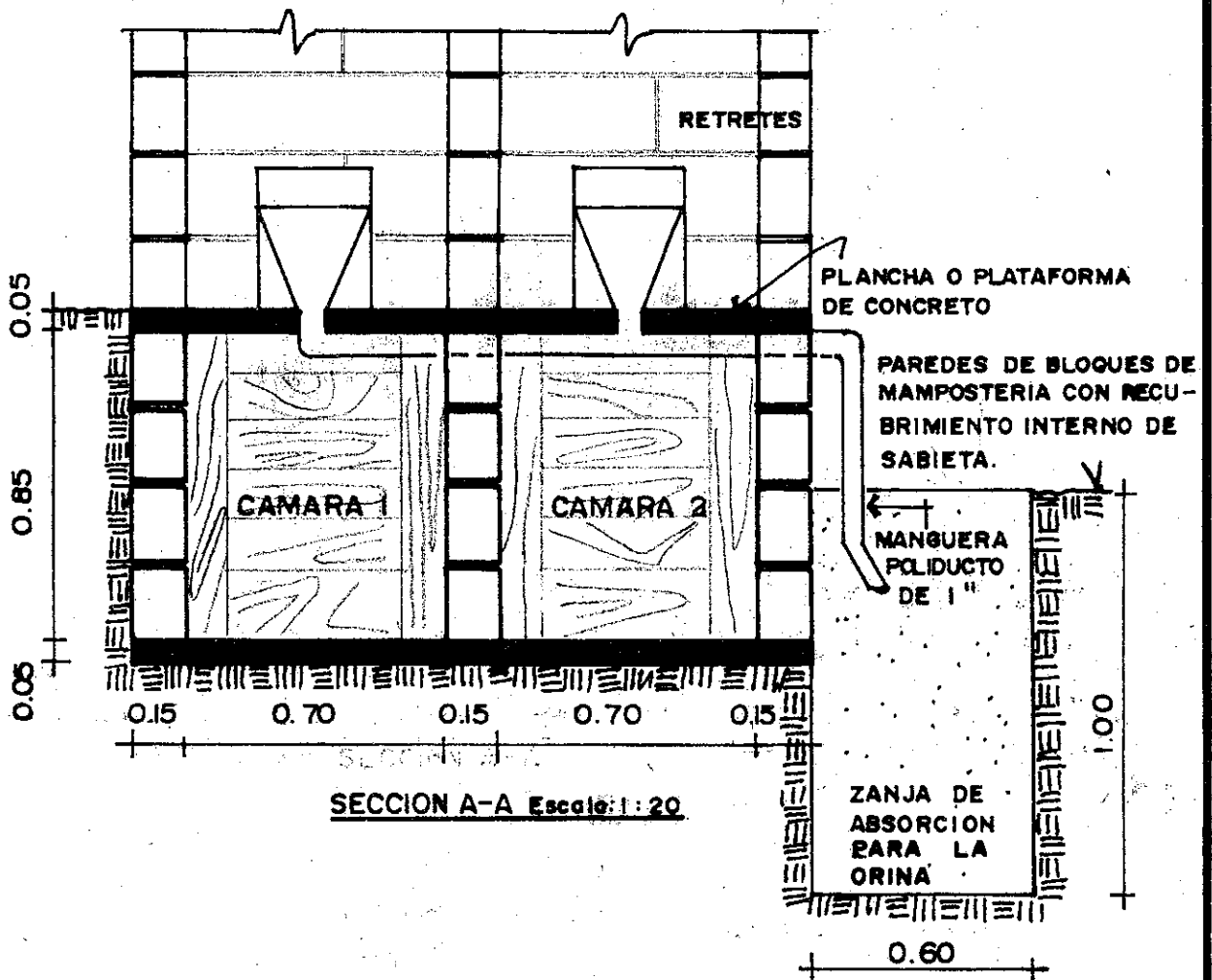
### ESQUEMA PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR Y CICLO DINAMICO

NOTA: Las medidas recomendadas para éste tipo de letrina se presentan en las siguientes páginas.

FUENTE: CEMAT. Memorias del tercer curso taller sobre sistemas bioenergéticos para promotores indígenas de Mesoamérica. Guatemala, septiembre de 1986.



PLANTA Escala: 1:20



SECCION A-A Escala: 1:20

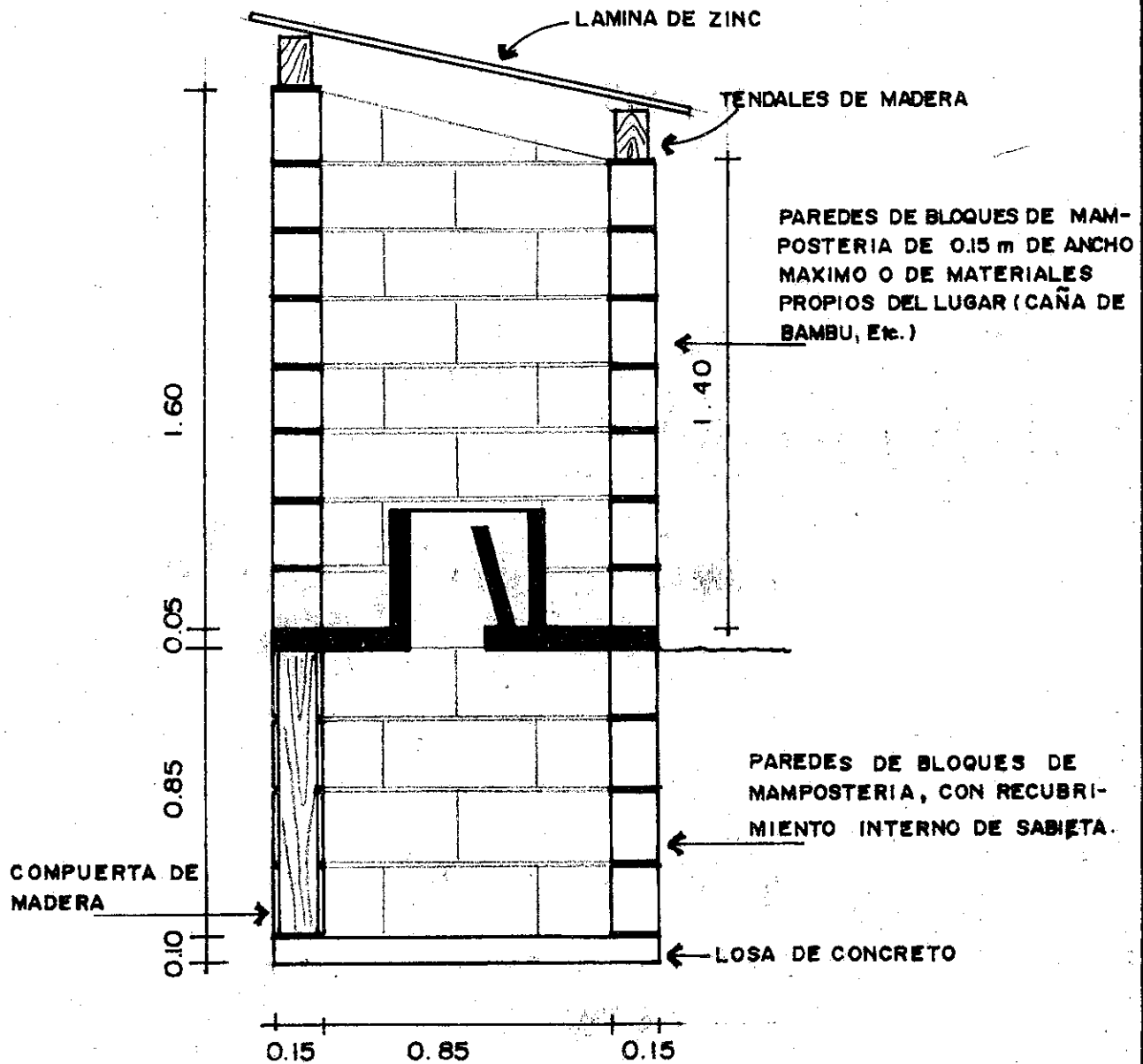
LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR CON ZANJA DE ABSORCION

PLANTA Y SECCION A-A

PROYECTO DE TESIS / JUAN PABLO CRUZ PAZ

ESCALA: INDICADA





**ELEVACION LATERAL**  
**SECCION B-B**  
 Escala : 1 : 20

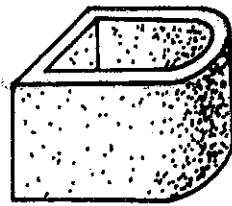
**LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR CON ZANJA DE ABSORCION**

**SECCION B-B**

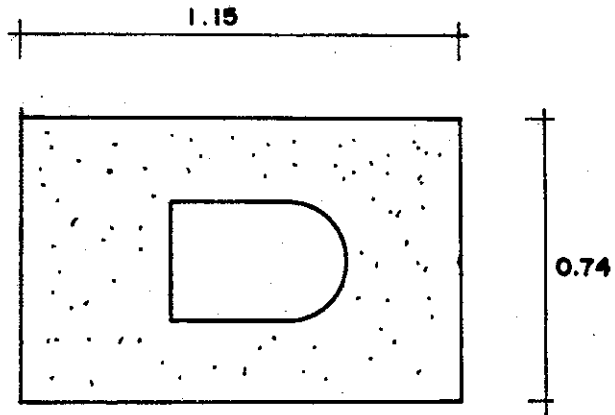
**PROYECTO DE TESIS / JUAN PABLO CRUZ PAZ**

**ESCALA INDICADA**

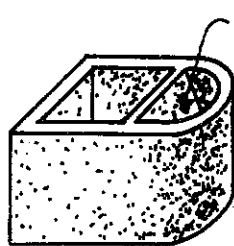




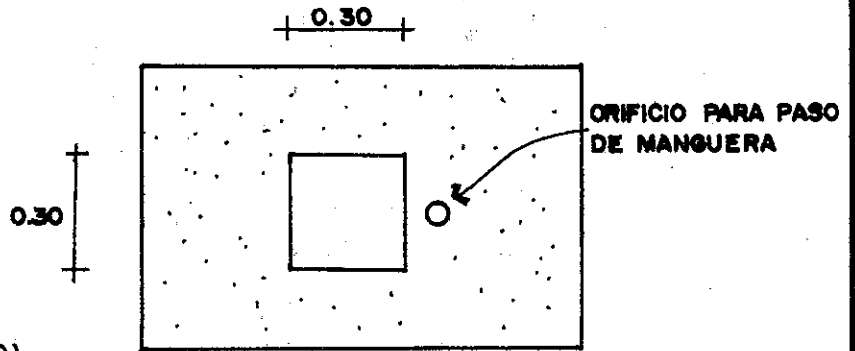
RETRETE TRADICIONAL (Esc. 1:20)



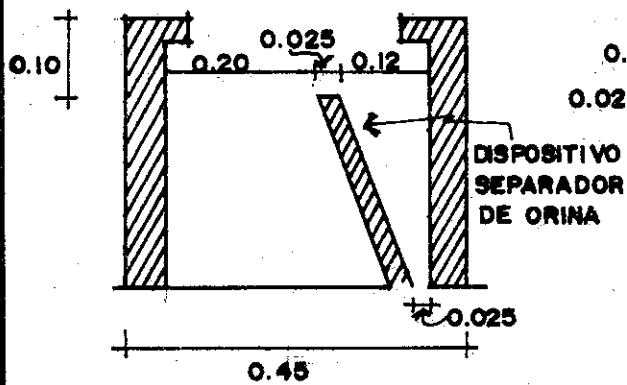
PLANCHA TRADICIONAL DE CONCRETO (Esc. 1:20)



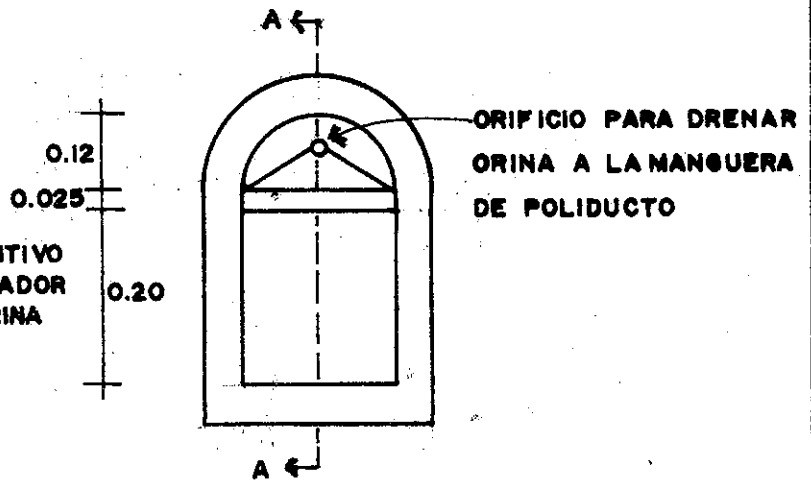
RETRETE MODIFICADO (Esc. 1:20)



PLANCHA MODIFICADA DE CONCRETO (Esc. 1:20)



CORTE A-A  
RETRETE MODIFICADO (Esc. 1:10)



PLANTA  
RETRETE MODIFICADO (Esc. 1:10)

LETRINA SECA FAMILIAR CON ZANJA DE ABSORCION

DETALLE DE RETRETE Y PLANCHA, TRADICIONAL Y MODIFICADO

PROYECTO DE TESIS / JUAN PABLO CRUZ PAZ

ESCALA INDICADA

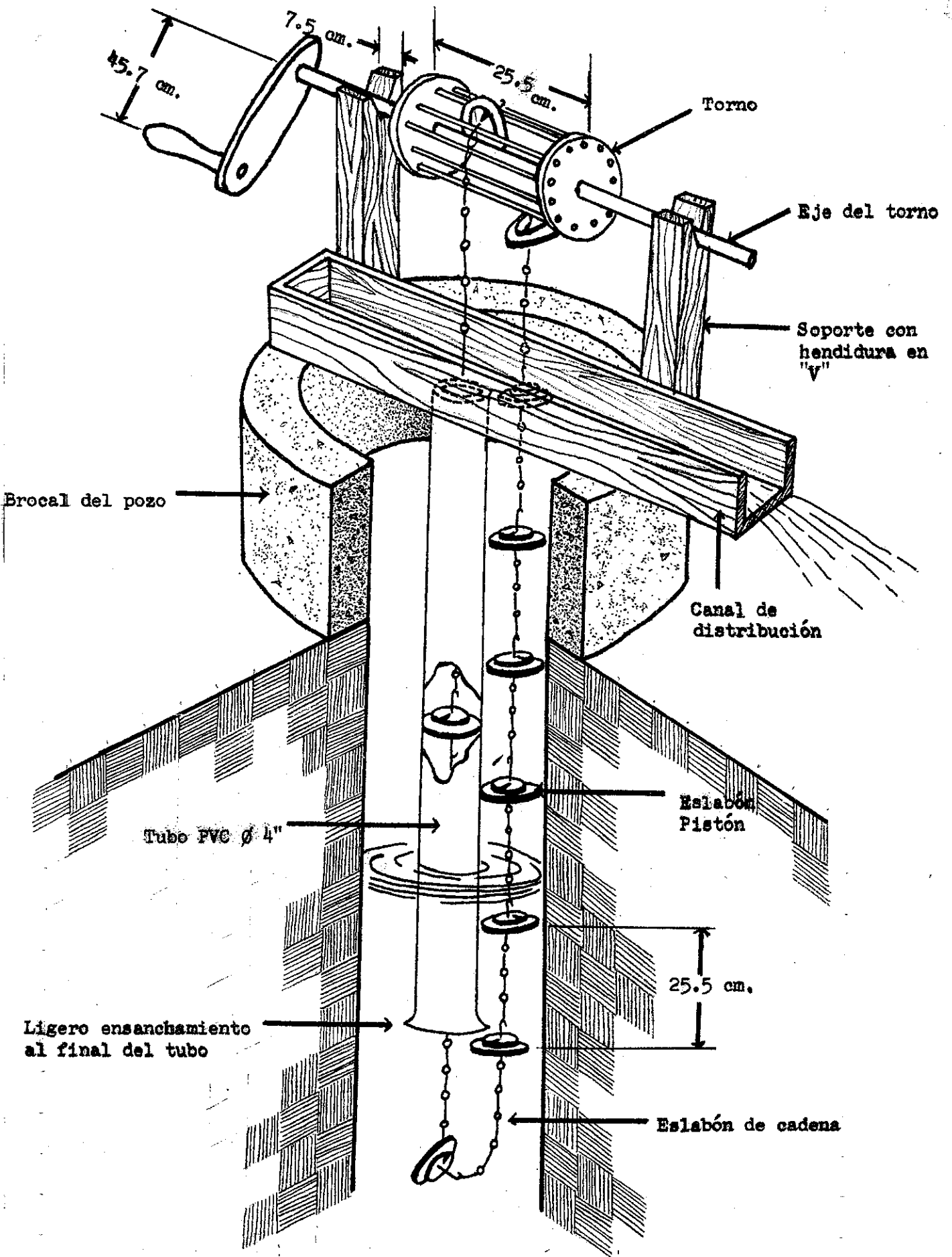




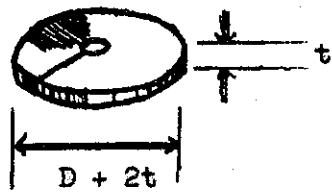
## PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y OPERACION DE UN POZO DE MECATE

- 1.- El pozo de mecate o de cadena, se usa básicamente para irrigación, debido a la dificultad de sellarlo, lo que inhabilita su uso doméstico.
- 2.- Trabaja mejor cuando la profundidad de bombeo es menor o igual a 7 metros.
- 3.- El diámetro del pozo debe ser, como mínimo, de 45 cms.
- 4.- La capacidad de bombeo y la potencia requerida son proporcionales al cuadrado del diámetro del tubo.
- 5.- Esta formado de 4 partes principales: El tubo de elevación, el canal dispensador, la cadena y el torno.
- 6.- El tubo de elevación puede ser de PVC de 4 pulgadas de diámetro ( 250 psi), con una longitud en función de la profundidad del pozo en verano. Este tubo puede ser sostenido por medio de un reborde metálico o abrazaderas en su parte superior empotrado o soldado al fondo del canal. Este reborde podría tener un espesor de 5/16" a 3/8". De esta forma el tubo cuelga desde el canal, en el interior del pozo.
- 7.- El canal dispensador debe ser de madera, preferentemente. Debe encontrarse anclado al brocal del pozo.
- 8.- La cadena está formada principalmente, por una cuerda plástica, en la cual se anudan eslabones de 5/16" de diámetro aproximadamente. Además, se utilizan pistones formados por una roldana de cuero o caucho, un disco pistón y un plato retenedor. En cuanto al material de estos pistones se sugiere que sean de fibra de vidrio.
- 9.- El eje del torno puede implementarse con una vara de metal o madera, de 5 cms. de diámetro, y una longitud que varía de acuerdo a las dimensiones del pozo. Dos discos de acero o madera, de 1/4" de espesor, deben ensamblarse al tubo del eje. Doce varillas de acero o madera, de 1/2" de diámetro, se fijan a lo largo de la circunferencia interna de los discos, a espaciamentos constantes. Un manubrio con mango de madera o metal es luego soldado o atornillado al eje del torno.
- 10.- La siguiente tabla muestra los resultados en el uso de un tubo de 4" de diámetro, operada por 4 hombres, trabajando en 2 turnos:

<u>Altura de bombeo</u>	<u>Cantidad de agua que provee</u>
7 metros	11 m <sup>3</sup> /hora (2,906 Gl./hora)
3 metros	20 m <sup>3</sup> /hora (5,284 Gl./hora)
1.5 a 2 metros	25-30 m <sup>3</sup> /hora (6,605-7,926 Gl./hora)



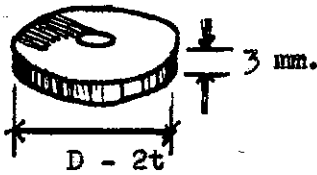
ESQUEMA DE OPERACION DE UN POZO DE MECATE



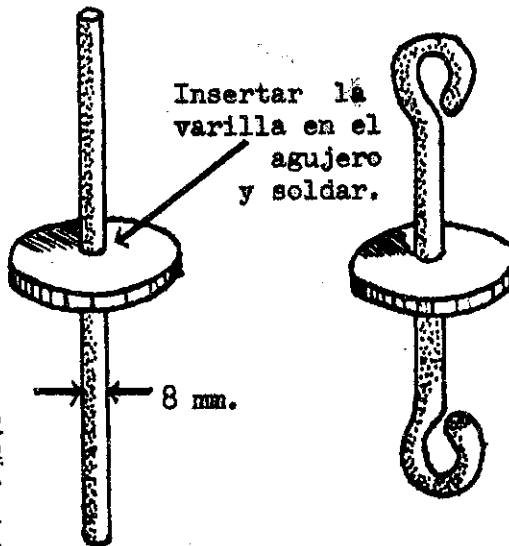
Roldana de cuero o caucho:

Su diámetro es igual al diámetro del tubo más dos veces el espesor del disco. El agujero central es de 8 mm.

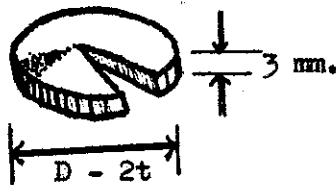
Disco Pistón:



Cortar un disco y perforar en el centro un agujero de 8 mm. de diámetro. El diámetro del disco es igual al diámetro del tubo menos dos veces el espesor del disco (3 mm.)



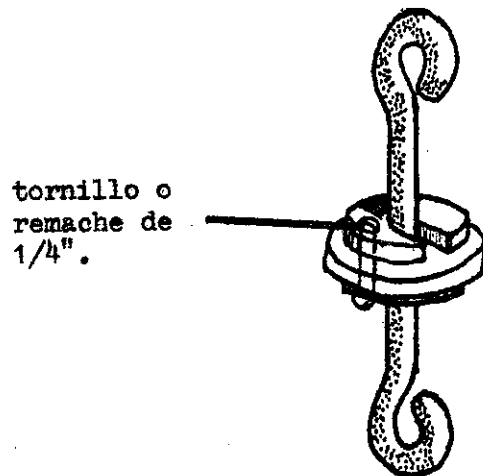
Curvar los extremos de la varilla para enlazar el pistón con la cadena.



Plato retenedor:

Tiene 3 mm. de espesor y su diámetro es igual al diámetro del tubo menos dos veces el espesor del disco.

Eslabón pistón ensamblado

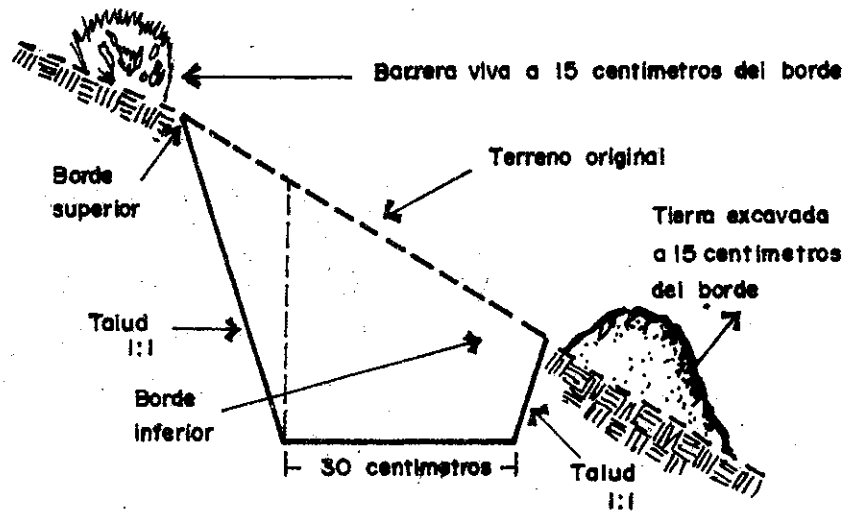


FUENTE:

VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE. Using water resources: Excerpted from the Village Technology Handbook. Maryland, USA. 1971.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE ACEQUIAS DE LADERA

- 1.- Trazar las curvas de nivel con nivel "A" o equipo de topografía, si se dispone de él, comenzando por la parte más alta e inclinada del terreno.
- 2.- Corregir la curva de nivel, moviendo las estacas hacia arriba o hacia abajo, para quitar los ángulos muy pronunciados, suavizando así la línea de la curva.
- 3.- Rayar marcando una línea entre estaca y estaca.
- 4.- Abrir el canal procurando que tenga en el fondo un ancho de 30 centímetros.
- 5.- Depositar la tierra hacia abajo a 15 centímetros del borde inferior.
- 6.- Recordar que el tramo entre el extremo superior y el inferior del canal debe quedar oblicuo (inclinación 1:1).
- 7.- Sembrar barrera viva a 15 centímetros hacia arriba del borde superior, lo que evitará que la acequia se rellene de lodo.
- 8.- Antes de la época de lluvias limpiar los canales de algún sedimento o hierbas acumuladas.
- 9.- Después de cada aguacero, revisar las acequias. Si estuvieran llenas de lodo, sacar la tierra hacia abajo.
- 10.- Cortar la barrera viva cada cierto tiempo a 20 centímetros del suelo. El zacate que se obtiene puede servir para los animales o para construir aboneras.
- 11.- Con las labores agrícolas que se hacen constantemente, puede irse colocando la tierra hacia la barrera viva y así obtener, con el tiempo, una terraza natural.



**CORTE TRASVERSAL DE UNA ACEQUIA DE LADERA (Esc.1:10)**

**DISTANCIAS ENTRE ACEQUIAS**

Porcentaje de pendiente	Distancia entre Acequias en metros
5%	12.19 metros
10 %	9.14 metros
15%	8.23 metros
20%	7.01 metros
25%	5.49 metros
30%	5.18 metros

**ACEQUIA DE LADERA - CORTE TRANSVERSAL**

**FINCA " EL REFUGIO DE LOS PLANES "**

**PROYECTO DE TESIS/JUAN PABLO CRUZ PAZ**

**ESCALA INDICADA**



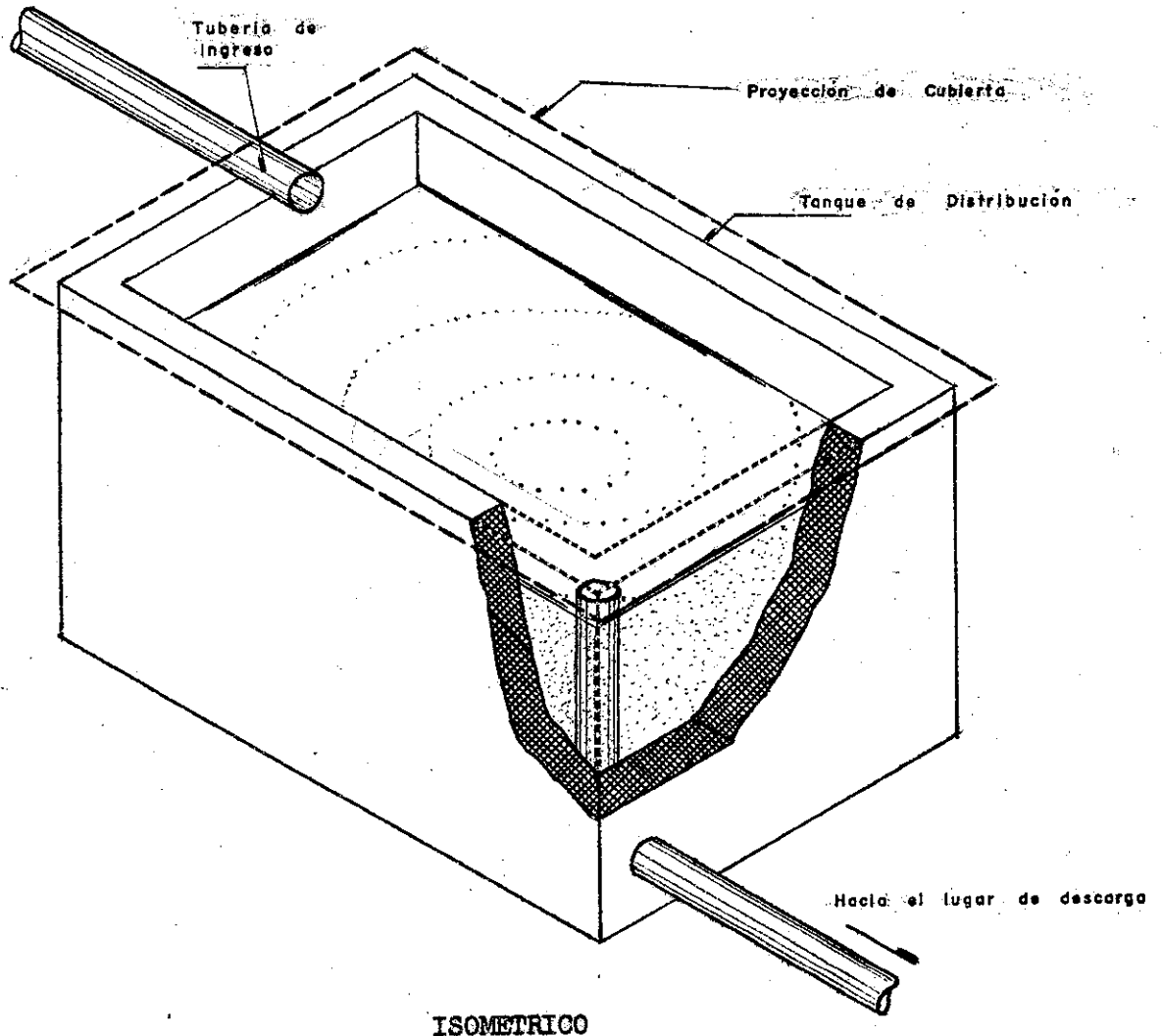
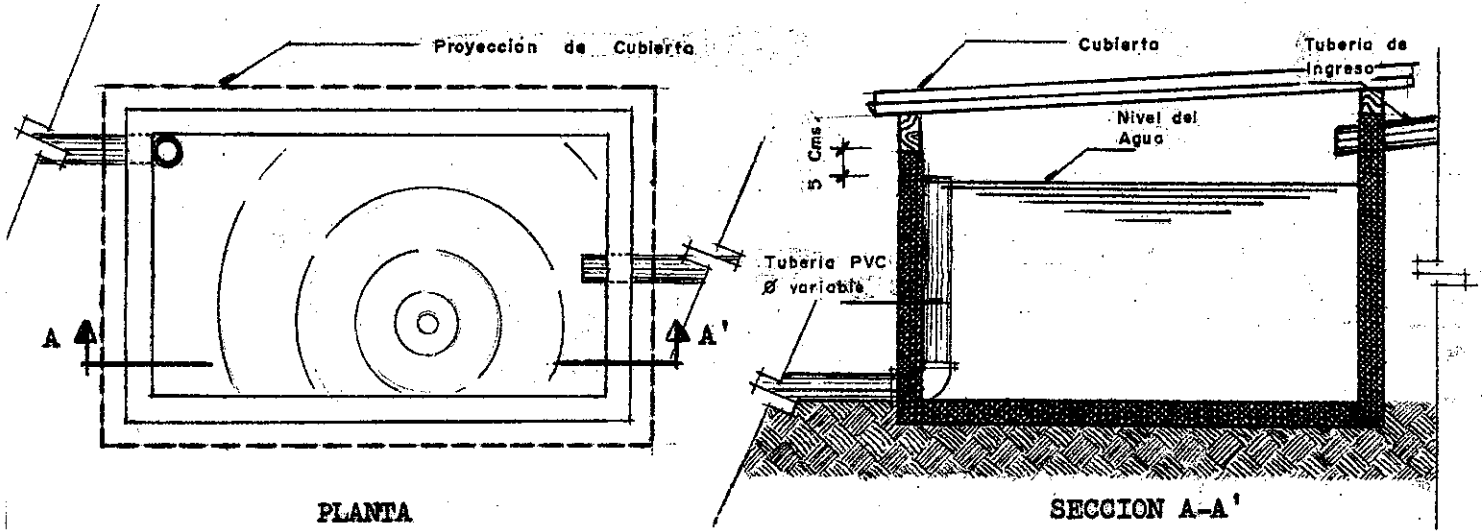
## PROCEDIMIENTO DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE CERCOS VIVOS

- 1.- Antes de trazar las curvas a nivel, debe medirse la pendiente del terreno para determinar la distancia entre cercos.
- 2.- Conocida la pendiente, se trazan las curvas de nivel con un nivel "A" o con equipo de topografía si se dispone de él, corrigiendo los ángulos que resultan muy pronunciados en la línea y procediendo después a sembrar la barrera viva.
- 3.- Son preferibles para la formación de este tipo de cerco, plantas perennes y de crecimiento denso, como algunos pastos adaptables a clima templado: Jaragua, Zacatón, Napier Mexicano, Pasto Guatemala, Napier Gigante, etc. También sirven para éste fin el izote, maicillo, té de limón, citronela y flores.
- 4.- Cuando las barreras vivas están en completo desarrollo, se procura cortar el zacate con frecuencia, con el fin de que no invada el cultivo principal.  
El corte se hace a 4 pulgadas sobre el suelo.
- 5.- El cerco debe mantenerse tupido, es decir, evitar que haya claros por donde pueda escurrir el agua y lavar el terreno. En los claros se sembrarán matas nuevas.
- 6.- Las labores de preparación del suelo y los trabajos sub-siguientes, deberán comenzar de arriba hacia abajo, siguiendo la curva a nivel, para que la tierra vaya acumulándose en la barrera y de esta manera, se formen las terrazas conforme el tiempo.
- 7.- Cuando un terreno es arenoso, deberán establecerse cercos vivos o muertos solamente.
- 8.- Debe procurarse combatir las plagas del suelo que afectan a las raíces.

TABLA DE SEPARACION DE CERCOS EN FUNCION DE LA PENDIENTE

<u>Pendiente del terreno</u>	<u>Distancia horizontal entre barreras</u> (en metros)
5 % .....	20
10 % .....	15
12 % .....	12

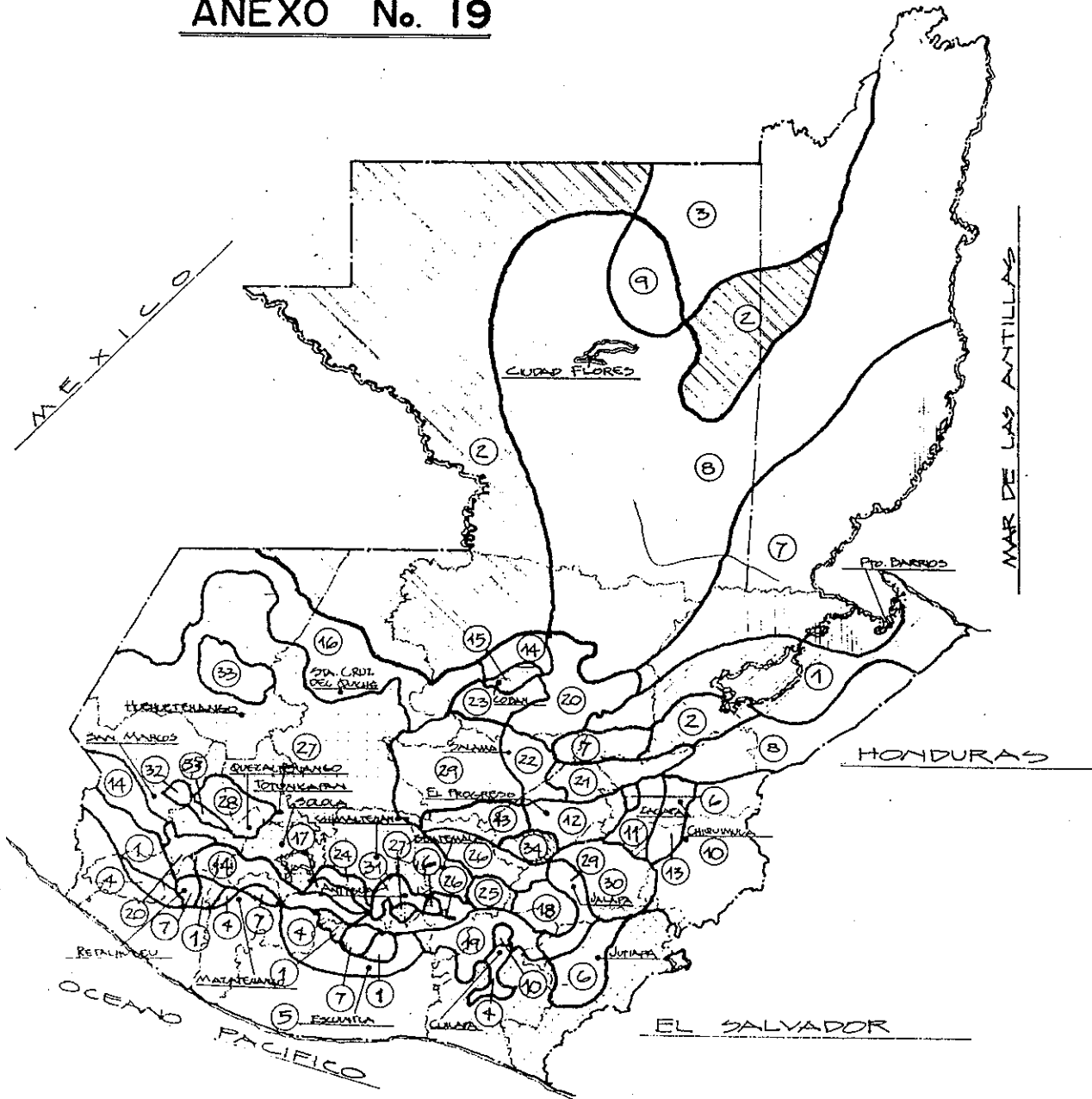
ESQUEMA DE REBALSE IDEAL EN UN TANQUE DE DISTRIBUCION



ISOMETRICO

MAPA CLIMATOLOGICO PRELIMINAR DE LA  
REPUBLICA DE GUATEMALA SEGUN EL  
SISTEMA THORNTHWAITE.

ANEXO No. 19



FUENTE:

TESIS DE GRADUACION PROFESIONAL DEL INGENIERO CIVIL RICARDO OBIOLS DEL CID, EN BASE A ESTUDIOS ELABORADOS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN). 1966.

NOTA:

VER TIPOS DE MICROCLIMAS EN HOJA SIGUIENTE.



NOMENCLATURA EMPLEADA PARA DEFINIR EL MICROCLIMA EXISTENTE EN GUATEMALA, SEGUN CLASIFICACION DE THORNTHWAITE.

Nº	CLIMA	Nº	CLIMA
1	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	18	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
2	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> F	19	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
3	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> C <sub>1</sub> F	20	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F
4	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	21	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> F
5	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	22	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> F
6	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	23	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> A <sub>1</sub> F
7	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	24	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
8	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub> F	25	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
9	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> F	26	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> D <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
10	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	27	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
11	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	28	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> D <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
12	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> D <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	29	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> F
13	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F	30	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F
14	B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	31	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
15	B <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> F	32	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F
16	B <sub>1</sub> A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> F	33	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F
17	B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> F	34	B <sub>1</sub> B <sub>1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F

FUENTE: TESIS DE GRADUACION PROFESIONAL DEL INGENIERO CIVIL RICARDO OBOLS DEL CID EN BASE A ESTUDIOS ELABORADOS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (I.G.N.) 1966.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS EXISTENTES EN GUATEMALA, SEGUN CLASIFICACION DE THORNTHWAITE.

JERARQUIAS DE TEMPERATURA		CARACTER DEL CLIMA	
INDICE I'	SIMBOLO	A'	B'
128 O MAYOR	A'	CÁLIDO.	
101 A 127	B'	SEMI-CÁLIDO.	
80 A 100	B <sub>1</sub>	TEMPERADO.	
64 A 79	B <sub>2</sub>	SEMI-FRÍO.	
32 A 63	C'	FRÍO.	
16 A 31	D'	DE TAIGA.	
1 A 15	E'	DE TUNDRA.	

TIPO DE VARIACION DE LA TEMPERATURA

JERARQUIAS DE HUMEDAD		VEGETACION NATURAL CARACTERISTICA	
INDICE I	SIMBOLO	A	B
128 O MAYOR	A	MUY HÚMEDO.	SELVA.
64 A 127	B	HÚMEDO.	BOGWADE.
32 A 63	C	SEMI-SECO.	PASTIZAL.
16 A 31	D	SECO.	ESTEPA.
MONOS DE 16	E	MUY SECO.	DESERTO.

TIPO DE DISTRIBUCION DE LA LLUVIA

JERARQUIAS DE TEMPERATURA		CARACTER DEL CLIMA	
INDICE I'	SIMBOLO	A'	B'
128 O MAYOR	A'	CÁLIDO.	
101 A 127	B'	SEMI-CÁLIDO.	
80 A 100	B <sub>1</sub>	TEMPERADO.	
64 A 79	B <sub>2</sub>	SEMI-FRÍO.	
32 A 63	C'	FRÍO.	
16 A 31	D'	DE TAIGA.	
1 A 15	E'	DE TUNDRA.	

FUENTE: TESIS DE GRADUACION PROFESIONAL DEL INGENIERO CIVIL RICARDO OBOLS DEL CID EN BASE A ESTUDIOS ELABORADOS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (I.G.N.) 1966.

**Esta Tesis fue impresa en los talleres Litográficos  
de Calderón Impresos**

**Tel. 250-0461                      360-1140**