



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**MODELO BÁSICO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE  
EL PLAN INTERNACIONAL, APLICADO A LA COMUNIDAD  
TRINIDAD 15 DE OCTUBRE, ESCUINTLA**

**JOSÉ FERNANDO FARFÁN CRUZ**

**Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, mayo de 2005**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELO BÁSICO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE  
EL PLAN INTERNACIONAL, APLICADO A LA COMUNIDAD  
TRINIDAD 15 DE OCTUBRE, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ FERNANDO FARFÁN CRUZ**

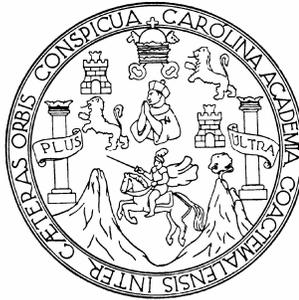
ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON
VOCAL I	ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS
VOCAL II	LIC. AMAHÁN SÁNCHEZ ÁLVAREZ
VOCAL III	ING. JULIO DAVID GALICIA CELADA
VOCAL IV	BR. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ
VOCAL V	BR. ELISA YAZMINDA VIDES LEIVA
SECRETARIO	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON
EXAMINADOR	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
EXAMINADOR	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
EXAMINADOR	ING. CARLOS SALVADOR GORDILLO
SECRETARIO	ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO



## **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 graduación titulado:

### **MODELO BÁSICO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO ANTE EL PLAN INTERNACIONAL, APLICADO A LA COMUNIDAD TRINIDAD 15 DE OCTUBRE, ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 15 de mayo de 2004

**JOSÉ FERNANDO FARFÁN CRUZ**



## **ACTO QUE DEDICO**

A mi mamá

María del Carmen Cruz Solórzano (†)



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 DIAGNÓSTICO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Metodología empleada	2
1.3 Identificación de la comunidad	3
1.3.1 Descripción del departamento de Escuintla	3
1.3.2 Descripción del municipio de Escuintla	5
1.3.3 Descripción de la comunidad 15 de Octubre	6
1.4 Situación actual de la comunidad 15 de Octubre	8
1.4.1 Aspectos relacionados con la niñez	8
1.4.2 Aspectos sociales y económicos	9
1.4.3 Aspectos productivos y económicos	9
1.4.4 Educación	11
1.4.5 Salud	11
1.4.6 Aspectos relacionados con el medio ambiente	12
1.4.6.1 Recursos naturales	12
1.4.6.1.1 Sistema biótico	12
1.4.6.1.2 Sistema abiótico	13

1.4.7	Infraestructura y servicios	14
1.5	Potencial socioeconómico de la comunidad	16
1.6	Potencial de organización local	17
1.7	Plan de desarrollo comunitario	17
1.7.1	Objetivos del plan de desarrollo comunitario	17
1.7.2	Descripción de la metodología empleada	18
1.7.2.1	FODA de la comunidad	19
1.7.2.2	Priorización de necesidades	20
1.7.3	Estrategias para el desarrollo	21
1.7.4	Metas para alcanzar el desarrollo	21
1.7.5	Políticas para alcanzar el desarrollo	22
2	MODELO BÁSICO	23
2.1	Políticas económicas y financieras	23
2.2	Metodología de trabajo	24
2.3	Etapas constitutivas de un proyecto	27
2.3.1	Pre-inversión	27
2.3.2	Inversión	29
2.3.3	Administración, operación y mantenimiento	31
2.3.4	Otras consideraciones	32
3	ASPECTOS TÉCNICOS	33
3.1	Pre-inversión	33
3.1.1	Solicitud por parte de la comunidad	33
3.1.2	Recolección de datos y documentos básicos	33
3.1.3	Estudio de prefactibilidad	34
3.1.3.1	Fuentes	34
3.1.3.1.1	Caracterización de las fuentes	34
3.1.3.1.2	Volumen de la fuente	34

	3.1.3.1.3	Aptitud de la fuente	35
	3.1.3.1.4	Tipos de fuentes	35
	3.1.3.1.5	Purificación del agua	36
3.1.3.2		Análisis del proyecto	36
	3.1.3.2.1	Dotación	36
	3.1.3.2.2	Estimación de la población	37
	3.1.3.2.3	Periodo de diseño	37
	3.1.3.2.4	Levantamiento topográfico	37
	3.1.3.2.5	Análisis de opciones técnicas	38
	3.1.3.2.6	Estimación de costos	38
	3.1.3.2.7	Propiedad de la fuente	38
	3.1.3.2.8	Estado organizacional	39
	3.1.3.2.9	Análisis técnico, económico	39
3.1.4		Estudio de factibilidad y diseño del proyecto	39
	3.1.4.1	Revisión de datos básicos	40
	3.1.4.2	Diseño del sistema	40
	3.1.4.2.1	Aprovechamiento de la fuente	40
	3.1.4.2.2	Criterios de diseño	41
	3.1.4.3	Actividades	41
	3.1.4.3.1	Determinar caudales de diseño	42
	3.1.4.3.2	Diseñar la tubería	42
	3.1.4.3.3	Sistema de saneamiento	42
	3.1.4.3.4	Obras complementarias	43
	3.1.4.3.5	Planos de construcción	43
	3.1.4.3.6	Presupuesto detallado	43
	3.1.4.3.7	Factibilidad financiera	43
	3.1.4.3.8	Cronograma de ejecución	44
	3.1.4.3.9	Análisis ambiental	44

3.2	Aval estudio de factibilidad	44
3.3	Inversión	44
3.3.1	Condiciones técnicas del convenio	45
3.3.2	Especificaciones de construcción	45
3.3.3	Supervisión	45
3.4	Recepción de la obra	46
3.5	Administración, operación y mantenimiento	46
3.5.1	Administración	46
3.5.2	Operación y mantenimiento	47
3.6	Lineamientos generales de aplicación	48
3.6.1	Aprovechamiento de la fuente	48
3.6.2	Criterios de diseño	48
3.6.3	Participación comunitaria	49
3.6.4	Saneamiento básico	49
3.6.4.1	Disposición de excretas	50
3.6.4.2	Disposición de aguas residuales	52
3.6.4.3	Disposición final de los desechos sólidos	53
3.7	Observaciones	54
4	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PROYECTO	55
4.1	Revisión de datos básicos	55
4.1.1	Fuente	55
4.1.1.1	Caracterización de la fuente	55
4.1.1.2	Volumen de la fuente	56
4.1.1.3	Aptitud de la fuente	56
4.1.1.4	Tipo de fuente	56
4.1.1.5	Purificación del agua	56

4.1.2	Análisis del proyecto	56
4.2	Diseño del sistema	59
4.2.1	Determinar los caudales de diseño	59
4.2.2	Diseñar la tubería	59
4.2.3	Diseño de obras complementarias y especiales	60
4.2.4	Sistema de saneamiento	61
4.2.5	Planos de construcción	61
4.2.6	Presupuesto detallado	61
4.2.7	Factibilidad financiera y económica	62
4.2.8	Cronograma de ejecución e inversión	62
4.2.9	Análisis ambiental	62
	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	67
	APÉNDICE	69
	ANEXO	93



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Mapa de ubicación	06
2. Nudos en la red	75
3. Tuberías en la red	76
4. Diámetros en la red	77
5. Letrina	93
6. Compostera	97
7. Zanja sanitaria	99
8. Sumidero	100
9. Topografía	105
10. Tubería y accesorios	106
11. Tanque de distribución	107
12. Captación	108
13. Paso de zanjón	109

## TABLAS

I. Fórmulas para el cálculo de las pérdidas de carga	72
II. Coeficientes de rugosidad para tuberías nuevas	73
III. Pérdidas de carga en accesorios	74
IV. Estado de nudos a las 11:00 horas	78
V. Estado de líneas a las 11:00 horas	81
VI. Cuantificación de materiales	101



## LISTA DE SÍMBOLOS

L/S	Litros por segundo
G.P.M.	Galones americanos por minuto
$Q_m$	Caudal medio
$Q_{dm}$	Caudal máximo diario
$Q_{hm}$	Caudal máximo horario
$f_{dm}$	Factor de día máximo
$f_{hm}$	Factor de hora máximo
dot	Dotación
PF	Población futura
M.S.N.M.	Metros sobre el nivel del mar



## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Es aquella que por sus características de calidad especificadas en las normas COGUANOR, es adecuada para el consumo humano.
<b>Amenaza</b>	La probabilidad de ocurrencia, dentro de un tiempo y lugar determinado, de un fenómeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas y para el medio ambiente.
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Compostaje</b>	Proceso por medio del cual los desechos orgánicos se descomponen en presencia de oxígeno bajo condiciones controladas.
<b>Diagnóstico rural participativo</b>	Actividad sistemática, semiestructurada, realizada sobre el terreno por un equipo multidisciplinario que enfoca la obtención rápida y eficiente de informaciones e hipótesis nuevas sobre los recursos y la vida en el campo.

<b>Ente ejecutor</b>	Entidad encargada de buscar el financiamiento, proporcionar o gestionar los materiales no locales, coordinar con las partes, supervisar, dar asesoría técnica y coordinar la capacitación y promoción social. Los entes ejecutores del gobierno son: INFOM-UNEPAR y FIS. Puede ser el gobierno central a través del INFOM, MSPAS, los fondos de inversión u otras organizaciones de desarrollo. Otros entes ejecutores son municipalidades, comunidades, organizaciones no gubernamentales (ONG), organizaciones internacionales (OI).
<b>Formulario ambiental</b>	Documento a ser elaborado según el listado taxativo por los responsables del proyecto que por sus características, si bien causan alteraciones en el medio ambiente, no son consideradas significativas.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
<b>Modelo básico</b>	Modelo de gestión de proyectos integrales de agua potable, saneamiento básico demostrativo, educación sanitaria y ambiental, y administración, operación y mantenimiento de los mismos.
<b>NGO</b>	Norma Guatemalteca Obligatoria.
<b>PAISA</b>	Programa de Agua y Saneamiento del Altiplano

<b>Proyecto integral</b>	Es aquel que, además de brindar agua potable, prevé un saneamiento básico (disposición de excretas, aguas residuales grises y desechos sólidos), promoción social, educación sanitaria y ambiental, además de capacitación en la administración, operación y mantenimiento del proyecto.
<b>Riesgo</b>	Es el número esperado de muertos, heridos, daños a la propiedad, interrupción de las actividades económicas e impacto social debidos a un fenómeno natural o provocado por el hombre.
<b>SAS</b>	Sistema Nacional de Información de Agua y Saneamiento.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
<b>Vulnerabilidad</b>	Es el grado de daños susceptibles de experimentar por las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, cuando estén expuestas a la ocurrencia de un fenómeno natural.



## **RESUMEN**

El presente trabajo es el informe del proyecto de introducción de agua potable para la comunidad La Trinidad, 15 de Octubre, Escuintla, Escuintla. Para la gestión del proyecto se implementó la metodología del modelo básico, el cual es impulsado por el responsable institucional del Gobierno de Guatemala para la gestión de servicios de agua potable.

Se partió del diagnóstico del problema con la metodología del diagnóstico rural participativo, para luego establecer el plan de desarrollo comunitario, donde se plantean los proyectos priorizados por la comunidad y el plan de acción para la gestión de los mismos. Esto se encuentra en el capítulo 1 del presente informe.

El capítulo 2 ofrece una síntesis del modelo básico donde se pueden encontrar las políticas, la metodología de trabajo, las etapas del proyecto y otras consideraciones, lo que constituye el marco de trabajo del proyecto. Este será manejado tomando en cuenta tres grandes aspectos, que son los aspectos técnicos, sociales y los legales administrativos.

En el presente informe se trabajan solo los aspectos técnicos (capítulo 3), porque es en estos donde el ingeniero civil tiene su aplicación como encargado del desarrollo técnico del proyecto.

El capítulo 4 trata sobre el estudio de factibilidad y diseño del proyecto, (que es la fase previa a la puesta en ejecución de la obra) donde se contempla el diseño técnico del proyecto, componente de los aspectos técnicos del mismo.

Dicho proyecto debe a su vez contener los aspectos legales administrativos y los aspectos sociales para que al unirlos se tenga un proyecto integral, el cual se maneja según la metodología del modelo básico. Todo esto nace de una correcta priorización de proyectos, que es la base fundamental de este proyecto.

La finalidad de esta metodología es dejar de ver los estudios técnicos como tareas independientes, y enmarcarlas adecuadamente para lograr resultados integrales que enriquezcan a la población a servir mediante la correcta gestión del proyecto.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad La Trinidad, 15 de Octubre, Escuintla, Escuintla, utilizando la metodología del modelo básico.

## Específicos

1. Diseñar el proyecto de abastecimiento de agua potable con base en un diagnóstico y un plan de desarrollo comunitario.
2. Promocionar la metodología del modelo básico para ser utilizada como herramienta de trabajo por los distintos entes ejecutores y así cumplir con los requisitos de ley.
3. Investigar los aspectos técnicos del modelo básico y aplicarlos al proyecto para identificar la labor del ingeniero civil dentro del sistema de abastecimiento de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

Los abastecimientos de agua potable se construyen con el propósito dotar a la comunidad del vital líquido; para ello, el ejecutor diseña y ejecuta un proyecto de introducción de agua que cumpla esta función. El proyecto fue eficiente en la prestación del servicio, pero no en la mejora de las condiciones de vida de los usuarios, debido a que al entrar en funcionamiento la comunidad afronta el problema de la presencia de aguas residuales. Estas crean focos de patógenos que alteran los sistemas ambientales en cada casa, y propician un ambiente adecuado para la proliferación de enfermedades. Esto hace necesario implementar un sistema de saneamiento.

Una vez construido el sistema de saneamiento se observa que las causas de morbilidad y mortalidad son las mismas y sus respectivos índices no se han reducido. Lo anterior se debe a que aunque se tiene la infraestructura, los usuarios carecen de conocimientos adecuados para utilizar eficientemente el sistema. Para solucionar este problema es necesario implementar un proyecto de educación sanitaria.

Pero los problemas no se detienen aquí, ya que se debe considerar si la infraestructura propuesta es aceptada por los usuarios. Los proyectos requieren mantenimiento, lo cual implica ingresos monetarios que precisan la adecuada administración de una comunidad bien organizada y capacitada para manejar fondos. Además está el problema de la operación del sistema, que requiere de personal capacitado, sin olvidar la supervisión adecuada de las autoridades.

Se debe asegurar también que el sistema sea sostenible, para lo cual conviene involucrar a la comunidad y a los responsables de la prestación de los servicios, a modo de empoderarlos del proyecto.

Todo esto, con el fin de procurar un impacto positivo en la salud del usuario y así elevar su nivel de vida. Tampoco se debe olvidar el impacto al medio ambiente del sistema, para lograr un desarrollo sostenible.

Este es un problema integral que no se limita a llevar agua potable al usuario, por lo que se requiere de una solución integral. Como respuesta se creó el modelo básico, el cual es un modelo de gestión de proyectos de abastecimiento de agua potable, saneamiento demostrativo, educación sanitaria y ambiental y administración, operación y mantenimiento. Este modelo no solo provee una solución integral a los problemas mencionados, sino también propone poner fin a la proliferación de modelos de gestión que generalmente responden a las necesidades de los entes ejecutores y no de la población a servir. El modelo evita problemas como falta de coordinación, multiplicidad de entes actuantes, falta de planificación global, ineffectividad y multiplicidad de acciones. También ayuda a la coordinación técnica y financiera nacional e internacional estableciendo normas uniformes, las cuales suplen la necesidad de unificar criterios, conceptos y normas para la elaboración de proyectos.

El presente trabajo es el informe sobre la aplicación de la metodología del modelo básico a un proyecto real, desarrollado de la siguiente forma:

Capítulo 1: **Diagnóstico**. Se aplican las metodologías del diagnóstico rural participativo y plan de desarrollo comunitario, para la identificación de necesidades y priorización de proyectos.

- Capítulo 2: **Modelo básico**. Exposición de la metodología del modelo básico. Se hace un análisis de los diferentes aspectos y etapas de los proyectos, con énfasis en el marco de trabajo.
- Capítulo 3: **Aspectos técnicos**. Análisis teórico de los aspectos técnicos del modelo básico. Se tomaron estos aspectos debido a que en ellos el ingeniero civil tiene su aplicación.
- Capítulo 4: **Estudio de factibilidad y diseño del proyecto**. Es la aplicación de los aspectos técnicos al diseño del sistema integral de abastecimiento de agua potable y saneamiento demostrativo de la comunidad La Trinidad 15 de Octubre, Escuintla, Escuintla.

La aplicación del modelo básico enriquece los proyectos, ayuda a la gestión y administración de los mismos. La información proveniente de entes ejecutores que lo han aplicado facilita la aplicación del mismo; prueba de ello son las guías y manuales de estas instituciones, los cuales dan procedimientos claros y fáciles de aplicar para desarrollar a plenitud la metodología del modelo básico.

Es triste ver el desinterés de los entes ejecutores, entes de gobierno, municipalidades e incluso las mismas comunidades en realizar desarrollo a largo plazo. El trabajo a realizar es mayor que tan solo generar soluciones a corto plazo, se requiere de mayor presupuesto para llevar a cabo proyectos integrales. Si a esto le sumamos la carencia de un ente regulador que exija profesionalismo y la falta de solidaridad entre todos los guatemaltecos en general, es evidente que realizar una labor con calidad como la propuesta por el modelo básico resulta difícil. El combate a la pobreza en Guatemala se puede iniciar con asegurar la salud del guatemalteco proveyendo agua segura, pero es difícil realizar esta labor cuando no hay interés.



# 1. DIAGNÓSTICO

## 1.1 Introducción

A continuación se presenta un resumen del diagnóstico rural participativo y plan de desarrollo de la comunidad La Trinidad 15 de Octubre, perteneciente al municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. La información que se registra es resultado de la aplicación de la metodología específica de los diagnósticos rurales participativos en aspectos sociales, económicos, culturales e infraestructura en dicha comunidad. Tiene como objetivo principal ser el punto de partida para la ejecución de diferentes proyectos que generen desarrollo por medio de la planificación de desarrollo comunitario.

Los proyectos y acciones contemplados en dicha planificación coadyuvarán a minimizar la problemática existente en la comunidad, conforme a las necesidades sentidas y más urgentes determinadas por los mismos comunitarios, tomando en cuenta, además, el potencial socioeconómico y los recursos de la comunidad.

En el diagnóstico se presentan datos referentes a la historia, ubicación, accesos, así como datos de la población, condición e ingresos y de los recursos naturales con que cuenta la comunidad La Trinidad 15 de Octubre. En el plan de desarrollo comunitario se presentan una serie de proyectos priorizados por sector de desarrollo.

## 1.2 Metodología

La metodología utilizada se conoce como diagnósticos rurales participativos, la cual es una actividad semi-estructurada, realizada en el campo por un equipo interdisciplinario para obtener información oportuna sobre aspectos relevantes del sector rural, con la participación activa de la comunidad involucrada. Estos diagnósticos permiten mejorar la planificación de actividades y de adecuarlas a la situación real de los beneficiarios.

Esta metodología permite la participación de las personas de la comunidad, tanto adultos como niños, líderes comunitarios y representantes de instituciones, complementándola con la consulta a diferentes fuentes secundarias de información.

Como parte de la metodología de los diagnósticos se elaboraron las siguientes herramientas con los adultos: mapa de la comunidad, líneas de tendencia, perfil histórico, transecto, diagramas de Venn, calendario anual de actividades y reloj de actividades. Como actividades complementarias se realizó el FODA (método de análisis en el cual se evalúan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la comunidad), priorización de problemas y soluciones y se recabó información por medio de una boleta de sondeo.

Al trabajar con la niñez de manera simultánea con la metodología “Aprender haciendo” se elaboraron las siguientes herramientas: sociodrama “así es mi escuela”, hojas en la pared, construyendo el camino para mi futuro, el libro de mis sueños, reloj de actividades y mapa de “Mi comunidad presente y futuro”. Se organizaron grupos por género, para luego enriquecer y validar la información proporcionada por los comunitarios.

### **1.3 Identificación de la comunidad**

Para identificar la comunidad tenemos.

#### **1.3.1 Descripción del departamento de Escuintla**

Colinda con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa y Suchitepéquez; al sur, con el Océano Pacífico. Área aproximada 4,384 km<sup>2</sup>. El departamento tiene trece municipios, La cabecera con categoría de ciudad es Escuintla. El monumento de elevación (BM) del IGN en el parque se encuentra a 346.91 M.S.N.M., latitud 14°18'03", longitud 90°47'08". El departamento es atravesado por varias rutas nacionales de importancia. Los datos del Observatorio Nacional correspondientes a la estación Escuintla para el año de 1972 que cubren diez años de registro, dieron una temperatura media anual de 25° centígrados, máxima promedio de 30.8°, mínima promedio de 20.2°, absoluta máxima de 38.0° y absoluta mínima de 12.0°.

La precipitación anual fue de 3,157.1 milímetros, con 121 días de lluvia y humedad relativa media de 84%. Por lo general el clima es seco y ardiente en las partes bajas; fresco y agradable en las alturas. Según el Censo Poblacional 2002, Escuintla posee una población total de 538,746 habitantes, de los cuales 266,823 son mujeres y 271,923, hombres. Por el área donde habitan, 256,972 residen en área urbana y 281,774 en área rural. La densidad media de la población es de 123 hab/km<sup>2</sup>.

La etimología de Escuintla proviene de las voces pipiles Yzquin = perro y Tepet = cerro, lo que forma Iscuintepeque, o sea cerro de perros, por criarse en la región muchos tepezcuintles que los españoles confundieron con perros que no ladraban.

La calidad de sus suelos constituye una de las riquezas más grandes del país, por lo que su economía se basa en el aspecto agropecuario. La crianza del ganado vacuno ocupa grandes extensiones territoriales. El ganado es de buena calidad, ya que la mayor parte es designada para la exportación. Incluye además la crianza de ganado equino y porcino.

La agroindustria se manifiesta con grandes ingenios azucareros, así como beneficios de café y arroz, desmotadoras de algodón, fábricas de papel, cartón, licoreras, aceites de citronela y té de limón.

El comercio forma parte de una región importante de su economía, ya que cuenta con magníficas vías de comunicación que facilitan la transportación de productos. El movimiento portuario y turístico ocupa a gran cantidad de sus habitantes. El departamento de Escuintla es irrigado por la vertiente de varios ríos, lo que causa que sus tierras sean fértiles y muy aptas para las actividades agropecuarias.

Como algo muy especial se encuentra el canal de Chiquimulilla, el cual facilita la comunicación con varias comunidades de este departamento y del departamento de Santa Rosa. La tasa de analfabetismo para mayores de 15 años es del 56.63%, la segunda más alta en todo el país (CONALFA 1998). La esperanza de vida al nacer es de 63 años (INE 1997) y la tasa de mortalidad infantil promedio por cada 1000 nacidos vivos es de 30.95%. Según el PNUD, en el año 2000, para la región, el Índice de Desarrollo Humano era de 60.7%.

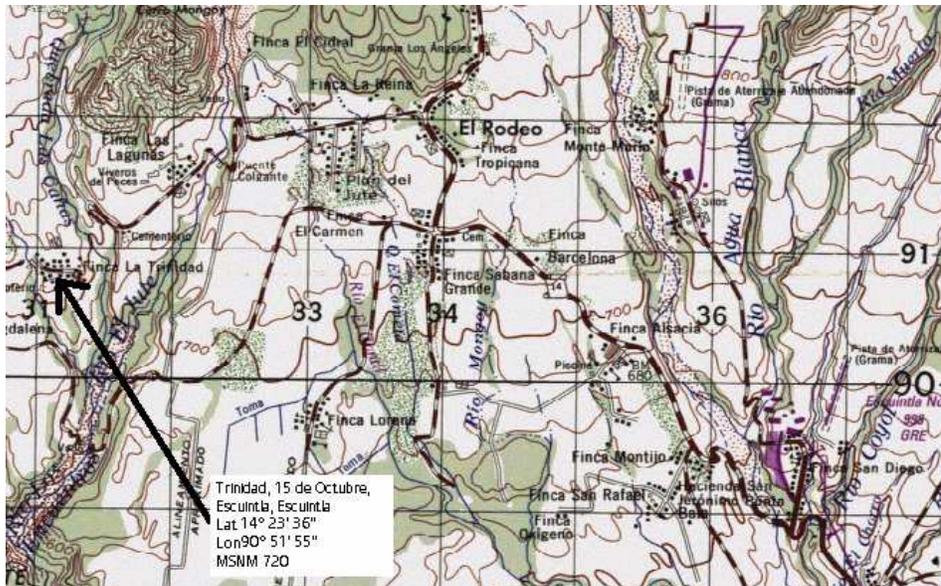
### **1.3.2 Descripción del municipio de Escuintla**

Pertenece al departamento de Escuintla. Es una municipalidad de 1a. categoría y tiene un área aproximada 332 km<sup>2</sup>. El monumento de elevación (BM) del IGN en el parque de la cabecera está a 346.91 M.S.N.M., lat. 14°18'03", long. 90°47'08", Escuintla 2058 IV. Su nombre geográfico oficial es Escuintla.

Las principales industrias son la elaboración de azúcar, panela, papel y otras establecidas en los últimos años dentro de la zona. Se cultiva la citronela y el algodón y existe buena crianza de ganado. Escuintla cobra cada vez mayor auge, ya que por su excelente ubicación enlaza con la red vial de la república. Gracias a las carreteras asfaltadas, los productos de la zona son transportados constantemente a otros países de América Central. Escuintla es muy frecuentada por los visitantes, debido a que es tránsito obligatorio de los cuatro puntos cardinales. Entre sus atracciones figuran varios balnearios que le han dado fama desde el período hispánico y que en la actualidad no sólo se han modernizado, sino que también ha surgido un buen número de negocios diversos que atraen a mucha clientela.

La población total del municipio se estima en 117,221 habitantes, de los cuales 59,201 son hombres y 58,020 mujeres. En el área urbana se encuentran 63,915 habitantes y en el área rural, 53,306. Del total de habitantes, 6,564 son indígenas y 110,657 son no indígenas.

**Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto**



### **1.3.3 Descripción de la comunidad La Trinidad 15 de Octubre**

- Localización y límites geográficos: la comunidad La Trinidad 15 de Octubre se localiza al noroeste de la cabecera municipal del departamento de Escuintla, a 67 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 16 kilómetros de la ciudad de Escuintla. Colinda al norte con el volcán de Fuego, al sur con áreas de la finca matriz (La Trinidad), al este con la comunidad Santa Rosa, al oeste con la comunidad Guadalupe.
- Acceso: se llega a la comunidad por la carretera que conduce a la Antigua Guatemala; se viajan 10 kilómetros de asfalto, luego se cruza a la izquierda 6 kilómetros de terracería.
- Extensión territorial: 21.62 caballerías (295.56 has).
- Coordenadas geográficas: 14°23'26" a 14°23'46" latitud norte y 90°50'36" a 90°52'07" latitud oeste.
- Altura sobre el nivel del mar: 720 M.S.N.M.
- Topografía: fuerte y quebrada con pendientes inclinadas.

- Suelos: los suelos pertenecen a la división fisiográfica suelos de declive del Pacífico. Son poco profundos sobre materiales volcánicos y de color oscuro, así como secos y pedregosos expuestos a erosión eólica e hídrica.
- Hidrografía: según el mapa de cuencas de la República de Guatemala, se encuentra en la parte alta de la cuenca del río Achiguate, la que a su vez pertenece a la vertiente del Pacífico.
- Geología: en gran parte de su territorio se pueden encontrar aluviones cuaternarios. En áreas pequeñas se encuentran rocas volcánicas, que incluyen coladas de lava, material lahárdico y edificios volcánicos.
- Datos meteorológicos: la temperatura media anual es de 25.0°C, la temperatura máxima promedio es de 30.4°C, la temperatura mínima promedio es de 19.0°C, la temperatura máxima absoluta es de 32.9°C, la temperatura mínima absoluta es de 14.7°C, la humedad relativa es de 85%, precipitación pluvial de 3157.9 mm, con 151 días de lluvia (datos de la estación meteorológica Sabana Grande para el año 2002).
- Clima: el clima de la región, según el sistema Thornthwaite, es cálido muy húmedo con invierno seco, sin estación fría bien definida.
- Zona de vida: el área está influenciada por el efecto de las zonas bioclimáticas, bosque muy húmedo subtropical (cálido).
- Flora: chalum, roble, palo blanco, llora sangre, aguacate, cushín, mezcal, cedrillo y especies silvestres.
- Fauna: venado, coche de monte, tepezcuintle, armadillo, coyote, conejo, ardilla, ratón, gavián, tacuacín, perica, taltuza, reptiles (cuatetes, serpientes y lagartijas).

## **1.4 Situación actual de la comunidad La Trinidad 15 de Octubre**

Analizaremos la comunidad según los siguientes aspectos.

### **1.4.1 Aspectos relacionados con la niñez**

Se hizo énfasis en el trabajo con niños. Utilizando la metodología “Aprender haciendo”, se elaboraron las siguientes herramientas:

- Reloj de actividades: actividades que los niños realizan durante el día.
- Hojas en la pared: dan a conocer cómo se sienten con su medio.
- Mapa de mi comunidad: los niños representan su comunidad en el presente. Dieron a conocer que los lugares para ellos más importantes, son la escuela, el río, la clínica, la cancha de básquetbol, el nacimiento de agua, la iglesia católica, la cooperativa, la ceiba, las calles.
- Sociodrama: representaron un día normal en la escuela.
- Mapa del futuro de mi comunidad: los niños visualizan su comunidad de la siguiente manera: una escuela más amplia y circulada, con baños arreglados, biblioteca; carretera, luz eléctrica, agua potable, una iglesia más grande, una farmacia y un campo de fútbol.
- Construyendo el camino para mi futuro: esta herramienta permitió priorizar las actividades y proyectos que a su consideración son los más importantes: tratamiento de agua (agua potable), ampliación y mejoramiento de energía eléctrica, puesto de salud y farmacia, drenajes, remodelación de infraestructura escolar, arreglo de calles y transporte.
- Libro de mis sueños (Tendedero): los niños representaron lo que piensan de ellos mismos y de su familia, donde manifiestan sus inclinaciones, además de sus ilusiones para el mañana.

- Hilo conductor: hicieron un recordatorio del proceso realizado. En esta actividad se pudo determinar que el nivel de captación fue regular.

#### **1.4.2 Aspectos sociales y económicos**

- Historia y costumbres: la comunidad de retornados es de reciente creación (1998). Son procedentes de la que un día fuera la aldea Buena Vista, ubicada en el municipio de Santa Ana Huista, Huehuetenango. Sus principales costumbres son: carnaval, Semana Santa, feria titular el 15 de octubre (fecha en la cual se avicindaron en la finca La Trinidad), fiestas de Todos Santos y fin de año.
- Idioma y etnia: esta comunidad es predominantemente indígena, sin embargo, la mayoría de la población habla español.
- Población y número de hogares: 138 familias y 570 personas.
- Medios de comunicación: teléfono comunitario, el número es 5709 5185. Cuentan con servicio de transporte extraurbano, carecen de servicio de correo, telégrafo o teléfonos domiciliarios. Tienen acceso a televisión.
- División administrativa comunitaria: la comunidad está organizada en un casco central y cuatro barrios: Guadalupe, Santa Cruz, Candelaria y Esquipulas. Se representan por medio del Consejo Comunitario de Desarrollo, COCODE.

#### **1.4.3 Aspectos productivos y económicos**

- Organización comunitaria: Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE.
- Instituciones presentes: Plan Internacional, CADECO, PRONADE, INACOP, BOSCON.
- Canasta básica: está compuesta por maíz, frijol, huevos y esporádicamente verduras, carne de pollo y de res.

- Tenencia de la tierra: la forma de tenencia corresponde a lotes privados individuales en un 100%, con extensión de 650 m<sup>2</sup> y distribuidos en áreas para vivienda. Además cuentan con parcelas para cultivo, especialmente café, con una extensión de 1 Mz; en total existen 120 Mz de cultivo. Están organizados en una cooperativa.
- Ingreso familiar promedio mensual: el 85.5% de la población tiene ingresos menores a Q800.00 mensuales. Los egresos en su mayoría son por concepto de alimentación y son mayores a los ingresos.
- Aspectos relacionados con género: existe un modelo de familia en donde el hombre es el único generador de ingresos, el pilar más importante dentro de la familia. La desigualdad de género, la ubicación geográfica y el nivel educativo causan dificultades en el desarrollo económico y social de la mujer. A pesar de lo anterior, la mujer participa en actividades productivas y en las organizaciones locales (COCODE y el comité de la escuela).
- Migraciones: en ocasiones los pobladores emigran a México, a los lugares que conocieron durante el refugio, para trabajar por períodos menores a 3 meses. Otra opción es emigrar a los Estados Unidos de América, a donde van no sólo jefes de familia sino también jefas, jóvenes y señoritas en busca de mejorar sus ingresos y calidad de vida.
- Generalidades: la principal actividad generadora de ingresos es el cultivo de café. La siembra es de junio a agosto y el corte de octubre a enero. También se cultivan otras especies como el maíz y el frijol, que son utilizadas para consumo familiar. Dentro de la comunidad existen microempresas tales como: una cooperativa, tiendas, cantina y teléfono comunitario. Como complemento se tiene la crianza de animales de corral, los cuales se utilizan para consumo familiar.

#### **1.4.4 Educación**

- Educación formal: cuentan con una escuela que cubre desde párvulos hasta sexto primaria, compuesta de 7 aulas y atendida por 7 maestros. El 25% de la población no sabe leer ni escribir; el 65.5% se encuentra entre los rangos del nivel primario, el 9% en básico y un 0.5% en educación superior. La mujer es educada para servir al hombre y encargarse de los quehaceres domésticos; en algunas ocasiones sale a trabajar al campo. Mientras, el hombre aprende a trabajar desde pequeño en el campo junto a su padre.
- Educación no formal: han recibido capacitaciones por parte de la Asociación Nacional de Caficultores Exportadores (ANACAFE). La comunidad expresó su interés en ser capacitados en temas que generen beneficios económicos.

#### **1.4.5 Salud**

- Principales causas de morbi - mortalidad de la población: enfermedades gastrointestinales, dengue, paludismo, infecciones respiratorias agudas (IRA's), diarreas, parasitosis.
- Servicios de salud disponibles: se cuenta con tres promotores de salud capacitados, una comadrona tradicional y dos capacitadas, así como tres personas que ejercen la medicina natural. Existe un local que funciona como clínica, la cual no posee mobiliario ni personal permanente. No se cuenta con un puesto de salud; el más cercano se encuentra en la comunidad de El Rodeo a 2 Kilómetros, aproximadamente, 35 minutos a pie y 10 en vehículo. Allí ofrecen primeros auxilios, capacitación a comadronas y promotores de salud, realizan campañas de prevención de enfermedades y rehidratación oral.

- Medicina alternativa: utilizan el apasote o apazín para tratar las enfermedades gastrointestinales; la hierbabuena y la altamisa, en caso de enfermedades respiratorias; la ruda, sábila, manzanilla, pericón y la verbena para tratar las infecciones de la piel.

#### **1.4.6 Aspectos relacionados con el medio ambiente**

Veremos los siguientes aspectos.

##### **1.4.6.1 Recursos naturales**

Se divide en sistema biótico y sistema abiótico.

###### **1.4.6.1.1 Sistema biótico**

- Recursos forestales: uno de los principales recursos son los bosques, que con el avance de la frontera agrícola han disminuido. Hay bosques naturales en algunas áreas y artificiales especialmente dentro del cultivo del café, ya que se han sembrado para sombra. Dentro de las especies existentes están el chalum, roble, palo blanco, llora sangre, aguacate, cushín, mezcal, cedrillo.
- Flora y fauna: por la ubicación, al pie del volcán de Fuego, existen muchas áreas consideradas como reserva natural, en donde existe gran cantidad de flora y fauna nativa.
- Recursos humanos: hay 138 familias y una población de 570 personas.
- Capacidad de los recursos humanos en la comunidad: el 100% de los varones son agricultores que trabajan en cultivos propios o vendiendo mano de obra en fincas aledañas. Cuentan también con dos albañiles.

#### 1.4.6.1.2

#### Sistema abiótico

- Sistema edáfico: actualmente este recurso resulta ser el más importante pues la economía está basada en la producción de café y otros cultivos. Los suelos pertenecen al declive del Pacífico, son poco profundos sobre materiales volcánicos y de color oscuro, así como secos y pedregosos expuestos a erosión eólica e hídrica. Han sido explotados durante años con monocultivos, lo que prevé una pobreza nutricional.

Orden: Andisol (and). Son suelos desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente (menor de 0.9 g/cc) y con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los andisoles es su alta retención de fosfatos (arriba del 85%), la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola.

Suborden: Vitrandis. Código: Dv. Son suelos con alto contenido de vidrio volcánico, lo que hace que tengan texturas gruesas (arenosas) y una baja retención de agua.

Por ser suelos bastante arenosos demandan mayor cantidad de agua para actividades productivas agrícolas; sin embargo, por sus características físicas, son fácilmente labrables. Una limitante son las pendientes pronunciadas las que se encuentran en muchos casos.

- Recursos hídricos: la comunidad cuenta con nacimientos de agua.

- Problemas de contaminación: entre los problemas de contaminación identificados se tienen los siguientes:
  - Falta de drenajes: esta ocasiona la alteración del sistema hídrico y provoca enfermedades gastrointestinales en las personas. No se da tratamiento a las aguas residuales.
  - Medio ambiente: la contaminación por medio de aire o de fuentes de agua es aún mínima; hay presencia de fuertes vientos que provocan caída de árboles y daños en los cultivos.
  - Basura: no existe sistema de disposición de desechos sólidos, aunque dicho problema aún es incipiente. Lo que actualmente hace la gente en algunos casos es quemar la basura en los lotes; en otros casos la tiran a los ríos cercanos o la depositan en lugares públicos, lo que da origen a basureros clandestinos.

#### **1.4.7 Infraestructura y servicios**

En la Comunidad La Trinidad 15 de Octubre se encuentra establecida la siguiente infraestructura:

- Carretera: la carretera que conduce de Escuintla hacia la comunidad se puede dividir en dos tramos: el primero es carretera asfaltada que se encuentra en buen estado (10 Kms) y el segundo tramo tiene una distancia de 6 Km. a partir de la comunidad El Rodeo. Este tramo es de terracería en mal estado por donde hay que atravesar 2 ríos.
- Servicio de agua potable: todas las familias obtienen agua a través de un nacimiento cercano a la comunidad por medio de mangueras individuales de poliducto; dicha agua no es potable.

- Servicio de energía eléctrica: la comunidad cuenta con servicio de alumbrado público, el cual es deficiente. No hay energía eléctrica domiciliar formal, se toma energía de la línea central por medio de instalaciones empíricas. Algunas familias utilizan otras fuentes de energía y luz como candelas, candiles, lámparas de baterías, etc.
- Sistemas de riego: no hay un sistema de riego para los cultivos. Se utiliza el agua de lluvia para abastecer la tierra de este líquido.
- Infraestructura relacionada con la educación: cuentan con una escuela compuesta de tres locales: uno donde se imparte párvulos y los dos restantes donde se imparte de primero hasta sexto primaria. En total son siete aulas y una cocina. Además en la comunidad hay un hogar comunitario que atiende a niños menores de 6 años.
- Infraestructura relacionada con servicios culturales y recreativos: se cuenta con una cancha de básquetbol y una de fútbol. No hay salón de usos múltiples, por lo que utilizan las instalaciones de la iglesia católica para realizar sus reuniones comunitarias.
- Infraestructura relacionada con salud: existe una pequeña clínica médica, la cual se encuentra en mal estado e inhabilitada, ya que no hay personal médico ni de enfermería que brinden atención médica. Para el efecto deben acudir al centro de salud de El Rodeo.
- Vivienda: la mayoría de familias tiene viviendas construidas con material donado por FOGUAVI (Fondo Guatemalteco para la Vivienda) y fue cada jefe(a) de familia quien proporcionó la mano de obra no calificada. Las viviendas tienen tres dormitorios, un baño equipado y un cuarto para cocina-comedor; dos puertas externas y siete ventanas, paredes de block, torta de cemento y techo de lámina de asbesto. Otras familias han construido su vivienda por cuenta propia. Existen viviendas tipo covacha con piso de tierra, paredes de madera rústica y techo de lámina de asbesto.

- Estufas: la mayoría de las familias tiene estufas (cocinas de leña) donadas por Plan Internacional, con características especiales que disminuyen el gasto de leña. Algunas personas poseen estufas de gas propano; quienes no cuentan con ninguna de estas estufas cocinan con leña en el suelo o sobre muros rústicos.
- Sistema de disposición de excretas: el 58% de las familias posee fosas sépticas, 38% cuenta con pozo ciego y 4% no cuenta con este servicio.
- Sistema de disposición de desechos sólidos: no existe.
- Cementerio: hay uno que colinda con la comunidad.
- Calles: son de terracería en mal estado.
- Riesgo de ocurrencia de desastres naturales: debido a la topografía quebrada, su ubicación cerca del volcán de Fuego, la presencia de ríos, y los vientos muy fuertes que azotan la región, existe alto riesgo de ocurrencia de desastres naturales.

## **1.5 Potencial socioeconómico de la comunidad**

Se considera que la comunidad cuenta con recursos que favorecen su desarrollo socioeconómico. Primero, se tienen extensiones propias de terreno en donde se cultiva café el cual, según cataciones hechas por ANACAFÉ, son cafés semi duros y duros.

En segundo lugar, existe un beneficio húmedo de café en la comunidad, que aunque está actualmente deteriorado, sí funciona para convertir el café de uva a pergamino; y en tercer lugar, existe la cooperativa Huista, en donde se organizan los productores y por medio de ésta se hace el apoyo a la producción, transformación artesanal y comercialización de café.

Otro aspecto que también puede constituir un potencial de desarrollo socioeconómico es el turismo de bajo impacto o ecoturismo, el cual se ve favorecido por las condiciones geográficas y físicas de la comunidad. Cuenta con áreas de reserva natural, diversidad de flora y fauna, fuentes de agua, vistas panorámicas y el volcán de Fuego, que es una área protegida.

## **1.6 Potencial de organización local**

Uno de los aspectos más fuertes de la comunidad es su organización y la participación ciudadana, la cual está determinada por la historia de la misma. Existen el COCODE, que tiene el respaldo de las personas y cuenta con una oficina propia de desarrollo, así como la cooperativa que, además de apoyar la comercialización del café, brinda servicios a la comunidad, especialmente en lo referente a venta medicamentos, artículos de consumo diario y teléfono comunitario.

También hay un equipo de amplificación que es utilizado para comunicarse con la población y convocar a reuniones. Este grado de organización es un punto de partida muy importante para la planificación e implementación de acciones y proyectos a favor del desarrollo comunitario.

## **1.7 Plan de desarrollo comunitario**

Para formular el plan de desarrollo primero debemos plantear los objetivos del mismo.

### **1.7.1 Objetivos del plan de desarrollo comunitario**

Para definir nuestro objetivo fijaremos uno general y varios específicos.

#### **General**

Propiciar el desarrollo económico y social de los habitantes de la comunidad por medio de la ejecución de los diferentes proyectos priorizados por los vecinos, con base al diagnóstico rural participativo realizado.

#### **Específicos**

- Aprovechar el resultado de la priorización de proyectos elaborados por la comunidad, para que las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales puedan ejecutar proyectos de beneficio comunal.
- Favorecer procesos organizativos y de participación comunitaria para la búsqueda de soluciones a las necesidades de la población.
- Facilitar la gestión comunitaria ante organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para la búsqueda de recursos en la ejecución de los proyectos planteados.
- Establecer la responsabilidad institucional en la ejecución de los proyectos priorizados.

### **1.7.2 Descripción de la metodología empleada**

El plan de desarrollo comunitario fue elaborado en forma conjunta entre mujeres, hombres, jóvenes y la niñez, con la finalidad de realizar un diagnóstico comunitario que recabara las necesidades e intereses de toda la comunidad.

Las herramientas que se trabajaron en el diagnóstico proporcionaron información relevante que se utiliza para la planificación. Además se desarrolló un diagnóstico con el método FODA a fin de conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la comunidad.

También se trabajó una lluvia de problemas y necesidades de los grupos involucrados, con el propósito de analizar las causas y efectos de los problemas así como las necesidades sentidas, para concluir con la priorización de las mismas en cada uno de los grupos. Posteriormente se integraron las propuestas de los grupos, y se dio preferencia a los proyectos que consideran necesarios para toda la población.

### **1.7.2.1 FODA de la comunidad**

#### **Fortalezas**

- Bosque (flora y fauna)
- Terrenos
- Agua
- Transporte
- Disponibilidad de material
- Fácil acceso
- Organización
- Valores personales
- Beneficio de café y cultivos
- Escuela
- Infraestructura de la clínica

#### **Oportunidades**

- Bosque y recursos naturales
- Banco de arena
- Agua
- Energía eléctrica
- Educación y capacitación
- Beneficio de café
- Presencia institucional
- Ubicación
- Aprovechamiento de la lluvia

## **Debilidades**

- No hay capital de trabajo
- Transporte escaso
- Suelos pobres
- Falta de proyectos productivos
- Falta de instituto básico
- Falta de protección del aire
- Falta de teléfonos
- Falta de seguridad
- Falta de servicios básicos

## **Amenazas**

- Debilitamiento organizacional
- Falta de líderes
- Retiro institucional
- Desastres naturales
- Incumplimiento constitucional
- Saqueo de recursos
- Contaminación de aire y agua
- Incendios forestales

### **1.7.2.2 Priorización de necesidades**

#### **Niños**

- |     |                              |      |                          |
|-----|------------------------------|------|--------------------------|
| i   | Agua potable                 | v    | Infraestructura escolar  |
| ii  | Ampliación energía eléctrica | vi   | Mobiliario escolar       |
| iii | Puesto de salud y farmacia   | vii  | Mejora de vías de acceso |
| iv  | Drenajes                     | viii | Transporte               |

#### **Mujeres**

- |     |                               |     |                           |
|-----|-------------------------------|-----|---------------------------|
| i   | Drenajes                      | v   | Salón comunal             |
| ii  | Centro de asistencia          | vi  | Áreas recreativas         |
| iii | Instituto de educación básica | vii | Circulación de la escuela |
| iv  | Ampliación energía eléctrica  |     |                           |

## **Hombres**

i	Drenajes	v	Mejoramiento de calles
ii	Centro de asistencia	vi	Áreas recreativas
iii	Proyectos productivos	vii	Ecoturismo
iv	Ampliación energía eléctrica		

En el momento de la realización del diagnóstico el proyecto de introducción de agua potable se encuentra autorizado. Está pendiente el desembolso económico para su ejecución, por lo que no se incluye dentro del presente plan de desarrollo.

### **1.7.3 Estrategias para el desarrollo**

- Fortalecer la organización comunitaria a fin de que las personas sean sus propios agentes de desarrollo.
- La organización comunitaria es la responsable de la ejecución y evaluación del plan de desarrollo comunitario.
- Participación en los Consejos de Desarrollo Comunitario Urbano y Rural.
- Gestionar los proyectos de beneficio para la comunidad ante agencias financieras internacionales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, embajadas, organismos multilaterales, con el fin de obtener recursos económicos para la implementación de los proyectos.

### **1.7.4 Metas para alcanzar el desarrollo**

- Que las organizaciones existentes conozcan y pongan en práctica sus funciones.
- Lograr que la organización se responsabilice del 100% de la ejecución del plan de desarrollo.

- Lograr la participación de las organizaciones de la comunidad en los consejos de desarrollo urbano y rural a nivel del municipio.
- Propiciar una mayor capacidad de autogestión de los comunitarios ante los actores que facilitan el financiamiento para el desarrollo de las comunidades.
- Legalización de un consejo comunitario de desarrollo urbano y rural.
- Lograr que la organización comunitaria y la población en general se apoderen en un 100 % del plan de desarrollo comunitario.

#### **1.7.5 Políticas para alcanzar el desarrollo**

- La gestión de los proyectos planteados en el plan de desarrollo de la comunidad La Trinidad 15 de Octubre, será responsabilidad de las organizaciones comunitarias y de la municipalidad.
- La responsabilidad en la ejecución de los proyectos será compartida entre los comunitarios, agencias financieras y la municipalidad.
- Los beneficiarios de los proyectos participarán fortaleciendo la organización a través del involucramiento.
- Los proyectos a ejecutar por organizaciones no gubernamentales o agencias financieras deberán ubicarse en el marco del plan de desarrollo comunitario y contar con el aval del COCODE.

## **2. MODELO BÁSICO**

Para analizar el modelo básico iniciaremos definiendo las políticas.

### **1.1 Políticas económicas y financieras**

- a. Promover la utilización racional y eficiente de los recursos disponibles y obtenibles del sector, reconociendo que los servicios de agua potable y saneamiento tienen un valor económico.
- b. Coordinar la cooperación técnica y financiera nacional e internacional, estableciendo normas uniformes, a efecto de que los recursos tecnológicos y financieros movilizados y analizados por los diferentes organismos se complementen entre sí.
- c. Promover que los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento sean implementados de acuerdo con la política de subsidiariedad del Gobierno de la República.

Dentro de las políticas de descentralización de servicios públicos y fortalecimiento de los gobiernos locales se pueden mencionar las siguientes:

- a. Darle prioridad nacional a la promoción social, educación sanitaria y ambiental para mejorar conocimientos, actitudes y prácticas de los usuarios de los servicios de agua potable y saneamiento. Se pretende lograr una mayor participación e involucramiento de las mujeres tomando en consideración los orígenes étnicos.

- b. Fortalecer los gobiernos locales, con asistencia técnica y financiera de manera subsidiaria focalizada, con el propósito de descentralizar la prestación de los servicios de agua potable, saneamiento básico, educación sanitaria y ambiental.
- c. Fortalecer la capacidad empresarial y gerencial de las municipalidades, para superar las precarias condiciones en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, el control de pérdidas y el déficit actual y futuro provocado por el crecimiento demográfico.

Dentro de las políticas legales se puede mencionar la siguiente:

- a. Asegurar una adecuada administración del agua, bajo la dirección y coordinación de una sola entidad del estado, priorizando su uso para fines domésticos.

Dentro de las políticas técnico-administrativas, están:

- a. Fortalecer el ordenamiento de la administración del sector por medio de una coordinación y reestructuración efectiva que corrija la dispersión existente en el mismo.
- b. Proporcionar el mejoramiento y sostenibilidad en los servicios a través de una permanente vigilancia de su calidad y otros factores relacionados con los mismos.

## **1.2 Metodología de trabajo**

- I. La demanda de un proyecto debe ser iniciativa comunitaria, sin embargo, si este hecho no se diera dentro de la comunidad, será la municipalidad la responsable de promover este tipo de proyectos, con el pertinente apoyo de las instituciones del gobierno.

- II. La documentación y datos básicos pueden ser recolectados por el personal técnico del distrito de salud, INFOM, municipalidad u otras instituciones, individualmente o en conjunto, con la participación de los representantes comunitarios.
- III. Con base en los datos básicos y la documentación legal recabada se prepara un expediente que permite determinar si el proyecto puede llevarse al siguiente nivel de estudio (factibilidad y diseño). Este expediente puede ser elaborado por el personal técnico del distrito de salud, INFOM, municipalidad u otras instituciones, individualmente o en conjunto, con la participación de los representantes comunitarios.
- IV. Se procede al desarrollo del estudio de factibilidad y diseño final del proyecto. Se contrata a la iniciativa privada a través de la institución de gobierno, municipalidades, comunidades u otras instituciones.
- V. Todo proyecto de agua potable requerirá de un certificado de calidad de agua del MSPAS o de laboratorios aprobados para tal fin.
- VI. Una vez diseñado y con el aval técnico de la entidad responsable, se procede a buscar el financiamiento respectivo para la ejecución del proyecto.
- VII. Con el financiamiento aprobado se procede a la suscripción del convenio entre el ente ejecutor del proyecto, la municipalidad y el comité de vecinos, donde se indicarán los compromisos y las responsabilidades de cada una de las partes. El ente ejecutor será aquella organización que se encarga de buscar financiamiento, proporcionar o gestionar los materiales no locales, coordinar con las partes, supervisar, dar asesoría técnica y coordinar la capacitación y promoción social. El convenio debe contemplar y especificar los aportes de los entes involucrados.

- VIII. Elaborado el convenio, el ente ejecutor cotiza, compra y entrega los materiales de construcción o contrata un servicio externo de ejecución, el que proveerá los materiales y ejecutará de acuerdo a lo convenido. Eventualmente estos materiales pueden ser entregados a la municipalidad y/o al comité de vecinos.
- IX. Simultáneamente se inician las actividades de saneamiento demostrativo y la capacitación en educación sanitaria, operación y mantenimiento, y promoción social.
- X. Se procede a la construcción del sistema de abastecimiento de agua, donde cada una de las partes proporciona lo acordado en el convenio.
- XI. La supervisión de la construcción del sistema de abastecimiento de agua es realizada por el ente ejecutor del proyecto.
- XII. Simultáneamente y aprovechando el interés de la comunidad se continúan desarrollando las actividades de promoción social, educación sanitaria y ambiental y administración, operación y mantenimiento del sistema. Estas actividades continúan hasta la entrega del proyecto.
- XIII. Una vez concluida la obra es entregada a la comunidad, que se responsabiliza y hace cargo de la administración, operación y mantenimiento de la misma a través del comité de agua local o la municipalidad.
- XIV. Previo a la entrega de la obra deberá recibirse oficialmente por parte de la comunidad contando con una aprobación del ente ejecutor. La municipalidad asesora a los comités de agua.
- XV. La vigilancia y asistencia técnica, durante todo el proceso, es responsabilidad del ente ejecutor.

### 1.3 Etapas constitutivas de un proyecto

Conforme a lo definido en este modelo, las etapas que conforman un proyecto desde su concepción inicial hasta su ejecución, son:

1. Pre-inversión
2. Inversión
3. Administración, operación y mantenimiento.

#### 1.3.1 Pre-inversión

- a. La primera fase se inicia con la **solicitud de la comunidad**. Puede ser a través de la municipalidad, la oficina regional de INFOM, los consejos de desarrollo, las microrregiones, los fondos sociales u otras organizaciones y programas de desarrollo.
- b. La segunda fase es realizar visitas para **recabar los datos generales** de la comunidad. Para el efecto se utilizan los formularios del Sistema Nacional de Información de Agua y Saneamiento (SAS), y se verifica con las municipalidades, unidades de salud y otras instituciones que realizan actividades relacionadas con agua potable y saneamiento. En la mayoría de casos esta fase es realizada por los inspectores o técnicos de salud, pero no excluye al INFOM u otras entidades. Una copia del formulario lleno con los datos recabados debe llevarse a las oficinas del SAS con sede en UNEPAR.
- c. La tercera fase es un estudio de **prefactibilidad**, que cubre las áreas técnica, legal-administrativa y social. Incluye al menos los siguientes aspectos:

- Aforo y verificación de datos
- Levantamiento topográfico
- Estudio técnico económico de opciones
- Bases de diseño
- Apoyo legal en la obtención de los derechos de fuente, legalización de derechos de paso y legalización del comité de vecinos.

Cuando el proyecto cumple con todos los requisitos legales, características técnicas y condiciones sociales, se busca financiamiento para la siguiente fase del estudio de factibilidad y diseño. En caso contrario no se considerará el proyecto para la siguiente fase.

- d. La cuarta fase es un **estudio de factibilidad y diseño**. Para realizarlo contratará a la iniciativa privada, que se encargará de verificar los datos básicos y de elaborar el diseño detallado del sistema de abastecimiento de agua, la propuesta de solución para cubrir el saneamiento básico, un análisis de impacto ambiental, análisis socioeconómico de la comunidad, análisis financiero, aportes comunitarios y municipales. El estudio puede ser contratado por el ente ejecutor del proyecto, los fondos de inversión social, el gobierno central, organismos o programas de cooperación, la comunidad u otras entidades. El estudio final deberá contar con la aprobación técnica favorable del ente ejecutor y los certificados de calidad de agua requeridos por el MSPAS o de laboratorios aprobados para tales fines.

Con el aval técnico y la certificación se procede a la gestión de financiamiento para la ejecución física del proyecto.

### **1.3.2 Inversión**

- a. La primera fase consiste en la elaboración del convenio una vez se tienen los recursos disponibles para iniciar el proceso de ejecución. El convenio tripartito se realiza entre la municipalidad, comunidad y ente ejecutor del proyecto. El convenio incluye los compromisos y monto a invertir, así como las responsabilidades de cada una de las partes. El ente ejecutor deberá ajustarlo a cada situación particular pero teniendo en cuenta los aportes establecidos en el convenio, como también el saneamiento demostrativo, la supervisión y la capacitación y promoción social requerida.
- b. La segunda fase de esta etapa es la gestión de la adquisición de los materiales y/o la contratación de los servicios externos de ejecución, de acuerdo a la metodología de trabajo (inciso 2.2 del presente informe).

Esta fase es más eficiente por un ente ejecutor por varias razones:

- Capacidad técnica para la compra de la tubería, accesorios y equipo especial como bombas y otros.
- Negociación con los proveedores para la entrega directa a la comunidad o municipalidad, para lo cual se elabora un programa. Esta entrega se realiza a través de un documento legal de entrega-recepción. Los comités deberán contar con un lugar adecuado para el resguardo de los materiales que proporciona el ente ejecutor del proyecto.
- Conocimiento de los procesos de compra y negociación con los proveedores.

- Compras en bloque, lo que permite obtener economías de escala en el valor de la tubería y sus accesorios.
- c. La tercera fase inicia simultáneamente al proceso anterior y consiste en la promoción social, instalación de los sistemas demostrativos, capacitación a los comités y a la comunidad en educación sanitaria, aspectos sociales y administrativos, operación y mantenimiento del sistema. El sistema demostrativo de saneamiento básico consiste en la construcción de un número variable de diferentes tipos de letrinas u otro sistema de disposición que se ajustan a las condiciones impuestas por las condiciones ambientales y culturales de la comunidad. Para ello se hace entrega de los planos de construcción respectivos. El saneamiento demostrativo incluye la construcción de un sumidero, para dar una adecuada recolección y disposición a las aguas residuales grises, así como un sistema para el manejo de las basuras domésticas. Todo el proceso va acompañado de una campaña de educación sanitaria. La duración de esta fase se prolonga hasta la entrega del proyecto a la comunidad.
- d. La cuarta fase es la construcción física del sistema de abastecimiento de agua, cumpliendo los compromisos tripartitos establecidos en el convenio.
- e. La quinta fase está relacionada con la protección de las fuentes de agua. Incluye la capacitación y educación referente a la reforestación de la cuenca hidrográfica a nivel de la comunidad y de las escuelas, así como algunas actividades para la protección específica de la fuente de agua del proyecto.

- f. La última fase es la recepción y entrega de la obra. Para la recepción del proyecto se requiere un informe técnico del ente ejecutor en el que conste que las obras físicas cumplen con las especificaciones y operan adecuadamente, y se han llenado los otros requisitos con respecto a la promoción social y educación sanitaria.

### **1.3.3 Administración, operación y mantenimiento**

Esta etapa es sumamente importante y debe considerarse prioritaria ya que el mantenimiento es inevitable en todo proyecto. Ningún sistema de este tipo puede funcionar por sí mismo y tampoco funcionará adecuadamente si se opera empíricamente. El objetivo final es que en esta etapa exista un comité capaz de resolver la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos que se produzcan en el sistema, con una respuesta inmediata. Esto será viable conforme la administración del sistema se convierte en autofinanciable a través del cobro de una tarifa al usuario por el servicio prestado, que cubra los costos de administración, operación y mantenimiento, en función de la capacidad económica de la comunidad.

La primera fase es la verificación de la situación del comité de agua potable y la determinación de las tarifas en asamblea comunitaria, así como el establecimiento de los reglamentos de uso del agua.

Durante la segunda fase, que inicia en el momento de la entrega del proyecto y termina cuando se llega al final de la vida útil del mismo, la municipalidad deberá revisar y vigilar el correcto desempeño y manejo de fondos por parte de los comités. Por otro lado, el MSPAS vigilará la continuidad, la cantidad, la calidad del servicio y la calidad del agua del sistema como parte de sus atribuciones.

#### **1.3.4 Otras consideraciones**

Por facilidad de presentación y por la forma en que trabajaron los diferentes subcomités, los siguientes capítulos se han dividido en los siguientes tres aspectos:

Aspectos técnicos

Aspectos legales, administrativos y financieros

Aspectos sociales

En el siguiente capítulo se profundizará en los aspectos técnicos, por ser estos los que le corresponde al ingeniero civil desarrollar dentro de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

### 3. ASPECTOS TÉCNICOS

#### 1.1 Pre-inversión

En esta etapa se analizan las soluciones posibles, se selecciona la alternativa técnica apropiada y se desarrollan los pasos siguientes.

##### 1.1.1 Solicitud por parte de la comunidad

La solicitud será dirigida de parte de la comunidad a la municipalidad, al área de salud del MSPAS, a la oficina regional del INFOM o directamente a algún otro organismo. Es necesario contar con esta solicitud; si no hay un interés claro por parte de la comunidad es recomendable no iniciar el proceso, debido a que no es posible asegurar la sostenibilidad del proyecto.

##### 1.1.2 Recolección de datos y documentos básicos

Para este paso se utilizarán los formularios del SAS. Estos formularios son de uso oficial. Su detalle e instructivo para llenarlos se encuentra en el documento **Manual de las boletas del Sistema Nacional de Información de Agua y Saneamiento**.

Una copia del formulario lleno con los datos recabados debe llevarse a las oficinas del SAS con sede en UNEPAR, además se recolectan los documentos legales de propiedad de la fuente, derechos de paso y el aval del comité.

Se deberán realizar todas las visitas de inspección necesarias a las comunidades, con el fin de recabar todos los datos e información requerida del entorno y contexto de la comunidad. Esta fase comprende la identificación y preparación de la información técnica básica. Es la concepción o idea inicial del proyecto.

### **1.1.3 Estudio de prefactibilidad**

Comprende el análisis de los datos y la documentación recabada en la fase anterior. Incluye los siguientes detalles.

#### **1.1.3.1 Fuentes**

Para analizar una fuente se deben observar estos aspectos mínimos.

##### **1.1.3.1.1 Caracterización**

Se describen las diferentes fuentes disponibles con su caudal, localización, estado legal, acceso y la calidad aparente del agua.

##### **1.1.3.1.2 Volumen**

La fuente debe producir como mínimo un caudal de 0.25 L/S en época de estiaje para ser considerada como adecuada; de preferencia debe poseer un historial de varios aforos durante el año. La aceptación final de la fuente estará en función de los caudales de diseño.

#### 1.1.3.1.3

#### Aptitud

Para aceptar una fuente de agua como apta para consumo humano, su calidad físico-química y bacteriológica debe cumplir con las normas de salud. Esto se comprobará a través de la toma de una muestra de agua analizada en un laboratorio calificado para este fin. La fuente deberá contar con una certificación de calidad, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 88 del Código de Salud, Decreto 90-97, el cual establece que todo proyecto de abastecimiento de agua previo a su puesta en ejecución deberá contar con un certificado en el cual se registre que el agua es apta para el consumo humano.

#### 1.1.3.1.4

#### Tipos

Las fuentes de agua que pueden utilizarse para abastecer un sistema de agua para consumo humano, se clasificarán de la siguiente manera.

- **Aguas superficiales:** (ríos, riachuelos, lagos, lagunas). Este tipo de fuentes podrá aprovecharse a través de presas, embalses, captación directa, etc. Las características físico-químicas y bacteriológicas de esta agua deberán modificarse para garantizar una calidad apta para consumo humano mediante la implementación de algún tipo de tratamiento o bien la desinfección directa, según lo establecido en el Artículo 87 del Código de Salud, Decreto 90-97.
- **Aguas subterráneas:** (manantiales, nacimientos, ojos de agua). Si son de brote definido, pueden aprovecharse a través de obras de captación directa. Si son de brote difuso, a través de galerías de infiltración. En este caso se recomienda como mínimo aplicar desinfección previo a la distribución, como una medida preventiva según lo establecido en el Artículo 87 del Código de Salud, Decreto 90-97.

Dentro de las aguas subterráneas también están los pozos, ya sean excavados a mano con bombas manuales o perforados por medio de bombas electromecánicas.

- Agua de lluvia: puede ser aprovechada a través de una adecuada recolección y almacenamiento en cisternas individuales o colectivas.

#### **1.1.3.1.5 Purificación**

Se hará de acuerdo a la metodología existente con base en el Artículo 87, del Código de Salud, Decreto 90-97, el cual indica que el agua se purificará en base a los métodos que sean establecidos por el MSPAS

#### **1.1.3.2 Análisis del proyecto**

Para analizar el proyecto se deben observar estos aspectos mínimos.

##### **1.1.3.2.1 Dotación**

La dotación mínima será de 60 L/H/D. La capacidad económica de la comunidad determinará en última instancia el tipo de sistema a implementar. La dotación será establecida en función de:

- tipo de población
- clima de la región
- cultura de los habitantes
- caudal aforado
- cantidad de fuentes
- capacidad económica de la comunidad

#### **1.1.3.2.2**

#### **Estimación de la población de diseño**

Se determinará la población actual mediante un censo en toda la comunidad a beneficiar, para luego estimar la población de diseño mediante el método geométrico. Se utilizará una tasa de crecimiento adecuada con un período de diseño establecido.

#### **1.1.3.2.3**

#### **Período de diseño**

Se recomienda que el período de diseño a considerar sea no menor de 20 años. Además, deberá incluirse el tiempo de la planificación, financiamiento, diseño y construcción del proyecto dentro del período de diseño. Si se adoptase otro criterio debe justificarse plenamente.

#### **1.1.3.2.4**

#### **Levantamiento topográfico**

Dependerá del grado de exactitud que se requiera, en atención a las condiciones y dimensiones particulares del proyecto. Los tipos de levantamiento podrán ser: a) con brújula, cinta y nivel de mano, b) altímetro de precisión, levantamiento y nivelación con teodolito y mira o estadal (este método, denominado taquimétrico, únicamente se utilizará cuando el desnivel sea mayor de 40 metros) c) levantamiento y nivelación con teodolito y nivel de precisión, respectivamente (este normalmente se realizará en el estudio de factibilidad). En la libreta de campo deberá anotarse todo tipo de referencias y detalles importantes que existan en el campo y que pudieran obstaculizar la construcción del sistema a implementar (suelo rocoso, área de inundación, vegetación abundante, estructuras existentes, etc.).

#### **1.1.3.2.5**

#### **Análisis de opciones técnicas**

Para garantizar un funcionamiento adecuado del sistema se deberá aplicar la solución técnica más apropiada para las necesidades específicas de la comunidad. Esta selección será producto del análisis de varias opciones técnicas de solución, considerando los criterios de costo/eficiencia, costo/beneficio, análisis comparativo de costos con indicadores de costo por habitante, especialmente cuando se trate de sistemas por bombeo. La selección del sistema de bombeo dependerá de la fuente de abastecimiento y del tipo de energía disponible; puede ser manual, hidráulica (aríetes), eléctrica, eólica o solar. La primera opción a considerar será un sistema de gravedad, seguido por un sistema mixto (gravedad y bombeo), y sistemas de bombeo. Se podrán adoptar otras tecnologías, siempre y cuando sean bien acogidas por la comunidad.

#### **1.1.3.2.6**

#### **Estimación de costos**

Deberá ser ejecutada con la mayor aproximación posible, para que pueda servir de base sólida para el estudio de factibilidad. Deberán incluirse precios actualizados y vigentes de la comunidad, tanto para materiales, mano de obra, y transporte; así como de las zonas que puedan suministrarlos.

#### **1.1.3.2.7**

#### **Propiedad de la fuente**

La comunidad deberá ser propietaria legítima de los lugares necesarios para la construcción del proyecto, lo que incluye la fuente y el terreno circundante, derechos de paso, etc., Esto se trabaja en los aspectos legales del proyecto.

#### **1.1.3.2.8**

#### **Estado organizacional, situación multicultural y multicomunitaria**

Cuando un proyecto cubra a más de una comunidad deberán realizarse trabajos más profundos para garantizar la sostenibilidad del proyecto con el fin de evitar conflictos entre las comunidades. Se deben tomar en cuenta los aspectos culturales, étnicos y logísticos para la construcción del proyecto, su actual organización, capacidad financiera y económica. Esto se trabaja en los aspectos sociales.

#### **1.1.3.2.9**

#### **Análisis técnico-económico social**

Se hará un estudio de la capacidad económica y la prefactibilidad social considerando la organización comunitaria. A través del mismo será determinada la posibilidad real de llevar a cabo la solución propuesta para esa comunidad, o si por el contrario, la capacidad económica de la población, el monto de la inversión y el costo de operación y mantenimiento hacen necesario buscar otras opciones más accesibles. El grado de exactitud de este estudio permitirá tomar la decisión más adecuada para desarrollar la siguiente fase.

#### **1.1.4 Estudio de factibilidad y diseño del proyecto**

Una vez se obtienen los recursos para realizar el estudio de factibilidad, se contrata a una empresa privada para el desarrollo del mismo. Este estudio comprende:

#### **1.1.4.1 Revisión de información y los datos básicos**

Toda la información recopilada hasta el momento debe ser revisada para verificar que los datos obtenidos sigan vigentes. Las actividades a realizar son:

- a. Visita de campo para verificación de los datos: el período entre la recolección de la información básica y el de inicio del estudio de factibilidad puede ser considerable (a veces más de dos años), por lo que es conveniente verificar los datos de las boletas, especialmente en lo referente a población y los aforos de las fuentes.
- b. Determinación del tipo de suelo: definir el tipo de trabajo que será ejecutado por cada uno de los elementos del proyecto (tanto en agua potable como en saneamiento), permitirá especificar el tipo de materiales a ser empleados en el mismo, la ubicación y tipo más conveniente de las obras de arte del proyecto, tales como captación, tuberías de conducción y distribución, tanque de distribución, hipocloradores, llenacántaros, etc.

#### **1.1.4.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento**

Para ello seguiremos los siguientes lineamientos

##### **1.1.4.2.1 Aprovechamiento de la fuente**

Se hará de acuerdo a los lineamientos generales de aplicación, inciso 3.6 del presente informe.

#### **1.1.4.2.2**

#### **Criterios de diseño**

Deberán emplearse los criterios de diseño establecidos en el modelo básico; sin embargo, pueden hacerse modificaciones siempre y cuando cumplan con las normas y sean debidamente justificadas para el diseño de acueductos rurales. Es conveniente tomar en cuenta los siguientes criterios:

- a. Seleccionar la dotación de acuerdo con los requerimientos impuestos por el entorno de la comunidad, apegándose a los criterios ya establecidos.
- b. El caudal de diseño se estimará para que sea capaz de satisfacer la demanda del sistema de distribución mediante conexiones domiciliarias. En caso de que la comunidad no pueda o no quiera financiar este tipo de sistema, se construirán llenacántaros, pero el diseño quedará previsto para el uso de conexiones domiciliarias.
- c. En líneas de conducción se deberán mantener presiones estáticas menores de 80 metros columna de agua (m.c.a.) y presiones dinámicas de 50 m.c.a.
- d. En redes de distribución deberán mantenerse presiones dinámicas no menores de 10 m.c.a. y no mayores de 40 m.c.a. La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.
- e. La presión dinámica a la llegada de cualquier estructura no debe ser mayor de 5 m.c.a.

#### **1.1.4.3 Actividades**

Las actividades a realizar para el diseño del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento son:

#### **1.1.4.3.1 Determinar los caudales de diseño.**

Estos caudales se determinarán en base a los lineamientos generales de aplicación (inciso 3.6 del presente informe).

#### **1.1.4.3.2 Diseñar la tubería**

Se debe de determinar la clase de tubería que garantice la duración del sistema de acuerdo a la vida útil del proyecto, y que tenga los diámetros requeridos para asegurar que el proyecto prestará un servicio eficiente y continuo durante el período de diseño establecido. Para ello se deberá hacer el diseño y cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua, cuando sea posible, cerrando los circuitos de la red de distribución para asegurar un mejor funcionamiento. Dependiendo de las características topográficas del lugar, se puede requerir un levantamiento topográfico con nivel y teodolito para asegurar la calidad del diseño. Si la diferencia de nivel entre la fuente y la comunidad es mayor de 40 metros y la distancia menor de 5 Kms. y no hay una topografía muy complicada, un levantamiento taquimétrico es suficiente. Se deberán utilizar las normas indicadas en el inciso 3.1.4.2. del presente informe.

#### **1.1.4.3.3 Sistema de saneamiento**

Para proponer solución al componente de saneamiento básico adecuado, de acuerdo no solo a elementos técnicos como nivel freático sino también consideraciones culturales y sociales, se deben seguir las normas indicadas en el inciso 3.1.4.2. del presente informe.

#### **1.1.4.3.4                    Diseño de obras complementarias**

Incluye el diseño de todas aquellas obras especiales como equipo de bombeo, casetas, plantas de tratamiento, sifones, pasos elevados, etc. Se deberán utilizar las normas indicadas en el inciso 3.1.4.2. del presente informe.

#### **1.1.4.3.5                    Planos de construcción**

Se deben incluir todos los planos requeridos, incluidos los de las obras especiales y se deberán cumplir con las normas y especificaciones indicadas en el inciso 3.1.4.2. del presente informe. Adicionalmente se utilizarán como guía 76 planos típicos preparados por UNEPAR que reúnan todas las obras de arte para acueductos rurales, planos que deberán adoptarse como parte del modelo básico.

#### **1.1.4.3.6                    Presupuesto detallado**

Cuantificación del listado de materiales por renglón de trabajo, integración del presupuesto (materiales, mano de obra, transporte, etc.), descripción y distribución del presupuesto de acuerdo a aportes comunitarios, municipales y otros.

#### **1.1.4.3.7                    Factibilidad financiera y económica**

Incluye el estudio y estimación de tarifas, costos de operación y mantenimiento, así como de protección de la fuente a largo plazo.

#### **1.1.4.3.8 Cronograma de ejecución e inversión**

Incluir los cronogramas detallados de ejecución e inversión del proyecto.

#### **1.1.4.3.9 Análisis ambiental**

Identificación de los posibles riesgos ambientales del proyecto, así como de las posibles medidas de mitigación. Dependiendo de la magnitud del proyecto, podría requerir un estudio de impacto ambiental completo.

### **1.2 Aval del estudio de factibilidad**

Se solicitará el aval técnico a la oficina regional del INFOM, y el certificado de calidad del MSPAS, según lo establecido en el Artículo 88 del Código de Salud, Decreto 90-97. Además presentar el formulario ambiental de acuerdo a lo establecido en el Artículo 7 del Decreto 68-86 y su modificación, Decreto 1-93, Reglamento de Estudios de Impacto Ambiental.

### **1.3 Inversión**

En esta etapa participarán:

- **Ente** ejecutor del proyecto: (puede ser el gobierno central a través de INFOM, MSPAS, los fondos de inversión social, u otras organizaciones de desarrollo, etc.)
- **Municipalidad**
- **Comunidad**

El ente ejecutor supervisará la ejecución; la municipalidad y la comunidad apoyarán la ejecución física de los sistemas de agua potable y saneamiento básico. Será responsabilidad del ente de gobierno vigilar y supervisar que el ente ejecutor cumpla con el modelo básico y mantenga las normas de calidad aquí definidas.

### **1.3.1 Condiciones técnicas del convenio**

Se deben establecer las condiciones técnicas a incluir dentro del convenio, y contemplar todos los aspectos técnicos necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

### **1.3.2 Especificaciones de construcción**

El contratista o constructor deberá regirse a las **Especificaciones de construcción de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)**. Adicionalmente se utilizarán, como una guía, 76 planos típicos preparados por UNEPAR que reúnen todas las obras de arte para acueductos rurales, planos que deberán adoptarse y ser empleados dentro del modelo básico.

### **1.3.3 Supervisión**

Se utilizará para esta actividad el **Manual de supervisión y dirección de construcción de acueductos rurales**, elaborado por UNEPAR, revisado y actualizado.

## **1.4 Recepción de la obra**

El ente ejecutor será el encargado de la recepción de la obra.

## **1.5 Administración, operación y mantenimiento**

Para analizar este tema lo dividiremos en dos aspectos, uno es la administración del proyecto y el otro la operación y el mantenimiento del mismo.

### **1.5.1 Administración**

El comité de vecinos vigilará el uso adecuado y racional del sistema y en casos de emergencia, racionará el suministro equitativamente. Deberá implementar los mecanismos de seguridad adecuados que estén a su alcance para evitar o minimizar los actos de vandalismo contra el sistema y en perjuicio de los usuarios. También hará el mantenimiento preventivo y correctivo y dirigirá al fontanero o encargado del proyecto.

Así mismo, el comité debidamente organizado efectuará el cobro de la tarifa previamente determinada a los usuarios en asamblea comunitaria, en el lugar y fechas estipulados, y manejará los ingresos para cubrir gastos administrativos, reparaciones, cambios y mejoras al sistema.

Será el comité quien lleve el registro de cuántos usuarios están conectados al sistema, y el encargado de otorgar nuevos derechos de conexión sin sobrepasar la capacidad del sistema. Para ello se elaborará un reglamento interno para cada comunidad. Esta actividad será supervisada por la municipalidad a la cual pertenece dicha comunidad.

### **1.5.2 Operación y mantenimiento**

El comité de vecinos será el encargado de realizar un chequeo periódico a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento, efectuar las reparaciones necesarias, mantener libres de maleza las unidades y las tapaderas de acceso en buen estado, la tubería instalada en forma segura, etc. Asimismo, será el encargado de controlar la distribución de agua, racionar y sectorizar el suministro cuando fuese necesario.

Si el déficit o insuficiencia en el suministro de agua se registrara continuamente, será el comité el encargado de localizar posibles fugas en todo el sistema, detectar el uso irracional y desmedido por parte de algunos usuarios o determinar que la fuente es insuficiente. Si el problema está fuera de sus posibilidades, podrá solicitar el apoyo técnico a la municipalidad, al MSPAS, al INFOM o a cualquier otra entidad reconocida en este campo.

Para lograr estos objetivos, se recomienda que el comité de vecinos designe a una persona específica para vigilar el cumplimiento de los requerimientos anteriores, y que será el fontanero de la comunidad. Ningún sistema de agua potable funcionará adecuadamente sin la supervisión del elemento humano, de lo contrario, el sistema tarde o temprano colapsará y dejará de prestar el servicio. Estas actividades serán responsabilidad directa de la comunidad con el apoyo permanente de la municipalidad. Esta dará seguimiento constante al desempeño de las actividades del comité, y tendrá la responsabilidad de actuar cuando se detecten anomalías en su funcionamiento como tal, con base en las normas establecidas de conformidad al Artículo 86 del Código de Salud, (Decreto 90-97).

El costo de los programas de capacitación a los comités de vecinos que se formarán para cumplir con cada una de las actividades antes mencionadas, será considerado dentro del costo total del proyecto, como costo del aspecto social.

Para capacitar se tomará como guía el manual elaborado por el Programa de Agua Potable y Saneamiento del Altiplano (PAYSA), denominado **Guía para administración, operación y mantenimiento de sistemas rurales de agua potable y letrinización.**

## **1.6 Lineamientos generales de aplicación**

Debemos tomar en cuenta los lineamientos a continuación expuestos.

### **1.6.1 Aprovechamiento de la fuente**

Cuando la fuente adoptada para un proyecto de introducción de agua potable tenga un caudal mayor que el requerido para satisfacer las necesidades futuras de población, podrá utilizarse en forma racional el agua restante.

### **1.6.2 Criterios de diseño**

Para el caso de otras instituciones que ejecutan acueductos rurales, deberán emplear los mismos criterios de diseño establecidos en el modelo básico; sin embargo, pueden hacerse modificaciones siempre y cuando cumplan con las normas y sean debidamente justificadas para el diseño de acueductos rurales. Es conveniente tomar en cuenta los criterios descritos en la sección 3.1.4.2. del presente informe.

### **1.6.3 Participación comunitaria**

Promover la participación activa de la comunidad al involucrarla en la toma de decisiones desde el inicio del proyecto. Es indispensable que la comunidad participe al máximo.

Coordinar y consultar todo tipo de cambios con el ente ejecutor o, en su defecto, con la entidad de gobierno para garantizar que sean técnicamente adecuados.

### **1.6.4 Saneamiento básico**

Es requisito indispensable que la comunidad acepte las normas sanitarias vigentes de acuerdo al Artículo 94 del Código de Salud (Decreto 90-97) para cubrir el componente de saneamiento básico, a fin de que sea posible construir el sistema de abastecimiento de agua potable.

El trabajo de promoción social será el factor determinante para que la comunidad visualice la necesidad de cumplir con este requisito y acepte voluntariamente cualquier propuesta de solución a nivel de abastecimiento básico.

El saneamiento básico comprende la adecuada disposición final de las excretas o excrementos, la adecuada recolección y evacuación de las aguas residuales grises provenientes de la vivienda, y la adecuada disposición de los residuos sólidos, desechos sólidos o basura.

#### **1.6.4.1 Disposición de excretas**

Debe cumplirse con las normas establecidas en el Artículo 95 del Código de Salud (Decreto 90-97) y los siguientes requisitos mínimos para la adecuada disposición de excretas.

El suelo que esté en contacto directo con el hombre, es decir, que es aprovechable por las diferentes actividades humanas y que representa un recurso valioso, productivo y útil, no debe alterarse.

El agua, tanto la subterránea (manantiales, brotes, ojo de agua, pozos) como la superficial (ríos, riachuelos, lagos, lagunas), no debe contaminarse.

Las excretas deberán disponerse en forma aislada de manera que no sean accesibles a insectos, roedores, animales ni personas, por su alto poder contaminante.

Debe brindarse una garantía que permita asegurar que las excretas no serán manipuladas accidental o intencionalmente (a excepción de las excretas estabilizadas).

La adecuada disposición de excretas debe incluir un control o minimización de olores vectores, y ser de fácil limpieza para prevenir la contaminación con material fecal.

Las instalaciones deben proyectarse para ser utilizadas por hombres, mujeres y niños.

Las instalaciones deberán proporcionar privacidad para su uso.

Adicionalmente a lo anterior:

Se pretende recolectar, concentrar, aislar y estabilizar las excretas en un medio adecuado, definido para permitir un manejo controlado y sanitariamente seguro. Generalmente el suelo es utilizado para este fin, ya que puede reunir estas características de aplicación, a través de enterrar las excretas como el método más antiguo pero de uso actual que ofrece una adecuada disposición final.

Sin embargo, cuando el suelo no cumpla con todos los requisitos definidos para este fin, pueden utilizarse métodos alternativos que lo adecuen y corrijan las deficiencias detectadas en él.

El sistema más ampliamente utilizado para alcanzar este objetivo es el uso de la letrina (con sus diferentes presentaciones y combinaciones) u otra alternativa de disposición de excretas, con lo que se obtienen buenos resultados en términos de disposición final.

El uso de la letrina se ha difundido, brindado resultados satisfactorios por ser de fácil manejo, construcción y mantenimiento. Es además accesible, aplicable e ideal para comunidades de escasos recursos, poco densas o dispersas, carentes de los servicios básicos o con deficiencias en los mismos, con índices de subdesarrollo y aislamiento.

El implementar una letrina bajo las condiciones anteriores representa una solución individual de fácil uso y comprensión por parte del usuario, y generará costos bajos de construcción y mantenimiento para períodos relativamente largos de servicio.

Se recomienda utilizar como herramienta para la implementación de un programa de letrinas las normas sanitarias vigentes, así como la **Guía para la adecuada disposición de excretas**, elaborada por UNEPAR, en la cual se contemplan los aspectos técnicos, económicos, financieros y de carácter social de este tipo de programa.

La fabricación, instalación, uso y mantenimiento adecuado de las letrinas se encuentra en el manual denominado **Guía técnica de principios básicos sobre la fabricación, instalación y uso adecuado de la letrina para el mejoramiento del sistema sanitario rural**, editado por la división de saneamiento del medio del MSPAS.

#### **1.6.4.2 Disposición de las aguas residuales grises**

Son aquellas que provienen de la vivienda, evacuadas de la pila, lavaderos, lavamanos y regaderas, sin incluir el inodoro o la letrina, es decir, no contienen excretas. Cada vivienda deberá evacuar esta agua a través de una conexión domiciliar y disponerlas en pozos de absorción, zanjas de absorción o como mínimo en sumideros. Para su construcción deben observarse los siguientes aspectos:

- La distancia mínima a cualquier pozo o fuente de abastecimiento de agua (+/- 15 metros).
  - La profundidad mínima para no contaminar el nivel freático o manto subterráneo de agua (+/- 2.5 metros).
  - La permeabilidad o impermeabilidad del suelo, es decir, el tipo de suelo.
  - La adecuada ubicación del área de filtración respecto de la vivienda o casa en sí, cultivos, corrales para animales y de otras viviendas cercanas.
- El canal de desagüe puede ser utilizado para regar.

### **1.6.4.3 Disposición final de los desechos sólidos**

Deberá considerarse lo dispuesto en los Artículos 103 y 104 del Código de Salud (Decreto 90-97). Ya que los proyectos deben ser integrales (agua potable y saneamiento básico), se deberá presentar a las comunidades la necesidad de disponer adecuadamente sus desechos sólidos o basura a través de un relleno sanitario, un sistema para producir compost o en última instancia, un botadero controlado.

Lo más importante será evidenciar a la comunidad el riesgo potencial que presentan los desechos sólidos en término de contaminación hacia el entorno o medio ambiente y la incidencia sobre la salud humana.

Actualmente en la mayoría de comunidades del área rural se considera que este aspecto no es crítico. Introducirlos a un esquema de manejo controlado de desechos sólidos será importante para que ellos establezcan en el futuro la necesidad de implementar uno, a medida que la producción de basura se incrementa.

#### **Relleno sanitario**

Es el área superficial destinada a enterrar la basura sin clasificar o separar según su composición. Consiste en intercalar una capa de basura y una de terreno natural o tierra, ambas compactadas, de manera que se conformen celdas de basura para la disposición final de la misma. Se requiere un área específica, controlada, delimitada y adecuada que estará en función de la producción estimada de basura que generará la comunidad para un tiempo de servicio determinado.

## **Composteras**

Son sistemas de recolección, acumulación y estabilización de la basura, a través de la clasificación y separación de los componentes que se degradan del resto, de manera que se promueva la descomposición biológica de toda esa basura para posteriormente, ya estabilizada, reutilizarla como abono inorgánico para fines agrícolas.

Para esta actividad se utilizará La **Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales**, del programa de salud ambiental serie técnica número 28, editado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

### **1.7 Observaciones**

Se recomienda que todas las organizaciones y agencias involucradas en la construcción de proyectos para agua potable en el área rural, apliquen:

- Las normas contenidas en la **Guía para el diseño de abastecimientos de agua en zonas rurales**, MSPAS, edición de 1994.
- Para definir el método de desinfección, complementarlo con el **Manual de desinfección** que contiene las **Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en los pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe** (OPS/OMS), 1995.
- **Manual de supervisión de acueductos rurales**, UNEPAR.
- **Manual para la administración, operación y mantenimiento**, PAYSA.
- **Normas y especificaciones de tipos de materiales**, UNEPAR.

## **4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEL PROYECTO**

### **1.8 Revisión de datos básicos**

A continuación se desarrollan los aspectos mínimos a revisar.

#### **1.8.1 Fuente**

Debemos de revisar la siguiente información mínima.

##### **1.8.1.1 Caracterización de la fuente**

Actualmente la comunidad La Trinidad 15 de Octubre cuenta con un nacimiento con brote difuso donde hay una captación tipo brote definido, la cual no es funcional para este tipo de manantial y no cumple con las normas sanitarias. De esta captación sale un sistema de abastecimiento consistente en mangueras individuales de poliducto, las cuales se conducen a flor de tierra. La fuente está localizada dentro de la comunidad cerca de la escuela. El camino tiene 40 metros de difícil acceso para llegar a la fuente, hay acceso para carro. Los datos del aforo dan un caudal de  $22.01 \text{ L/S} = 34.87 \text{ G.P.M.}$  No hay signos de deforestación cerca de la fuente, a excepción del camino que se dirige a la comunidad Panchos. El área de la cuenca que alimenta la fuente se ve afectada por la ubicación del la comunidad Panchos, ya que debido a la presencia humana se prevé una fuerte utilización de los recursos naturales por parte de esta comunidad.

La fuente se encuentra dentro de los terrenos de la comunidad, por lo que no tiene problemas legales. La calidad aparente del agua es buena, pero al probarla se siente un sabor mineral.

#### **1.8.1.2 Volumen de la fuente**

El caudal que provee esta fuente es de 22.01 L/S. El aforo se realizó por el método volumétrico.

#### **1.8.1.3 Aptitud de la fuente**

Según el examen físico-químico y bacteriológico realizado a la fuente se determinó que bacteriológicamente el agua no es potable, según la norma COGUANOR NGO 29001, por lo que se debe de desinfectar para hacerla potable.

#### **1.8.1.4 Tipo de fuente**

Manantial de brote difuso

#### **1.8.1.5 Purificación del agua**

Se purificará por medio de un dosificador de cloro Accu Tab marca PPG modelo 3012, con capacidad para tratar de 150 a 4500 LPM con una concentración de cloro de 1 PPM. El clorador utiliza tabletas de 3 1/8" x 1 1/4" de hipoclorito de calcio marca PPG.

## 1.8.2 Análisis del proyecto

El análisis del proyecto nos dio los siguientes resultados.

- Dotación: 200 L/H/D
- Estimación de la población: Mediante la aplicación del método geométrico, para un período de 21 años con una tasa de crecimiento del 3% y una población actual de 650 personas, se estableció que la población a servir será de 1250 personas.
- Período de diseño: Se estimó un período de diseño de veinte años. A esto se le sumó un año más, correspondiente al tiempo que se tomará el proyecto para su gestión. Al final se estima un período de diseño de veintiún años.
- Levantamiento topográfico: Se realizó un levantamiento topográfico de 1er. nivel.
- Análisis de opciones técnicas de solución: Según los criterios de costo/eficiencia y costo/beneficio, se estableció que lo más viable es la construcción de un sistema por gravedad en dos fases; la primera será construida por Plan Internacional e incluirá una captación provisional por medio de rejillas colectoras.

Se proveerá protección a la fuente por medio de un cerco de malla de acero, una línea de conducción de 30 mts hasta la desinfección y un tanque de distribución de 10 m<sup>3</sup>. Luego se construirá la red de distribución que dará un servicio domiciliar para lo cual se contempló una dotación de agua adecuada. El proyecto también incluye un paso de zanjón.

La segunda fase será implementada por la comunidad con el apoyo de la municipalidad y consiste en la construcción de galerías de infiltración en el área del nacimiento. Para la realización de esta fase el Ministerio de Ambiente junto con la comunidad y la municipalidad deberán de coordinar la demolición de las actuales captaciones de brote definido con el aval de UNEPAR.

- Estimación de costos: Para la estimación de costos se tiene contemplado un aporte de Plan Internacional de Q15,000.00. La comunidad proveerá la mano de obra no calificada, por lo que este precio no incluye dicho renglón.
- Propiedad legal de la fuente: La fuente es propiedad de la comunidad.
- Estado organizacional y situación multicultural: La comunidad está organizada por medio de un COCODE. El proyecto abastecerá solamente a la comunidad.
- Análisis técnico económico social: La opción técnica electa se adapta a las condiciones técnicas, económicas y sociales de la comunidad. Ver datos económicos en capítulo 1.

## 1.9 Diseño del sistema de abastecimiento de agua y saneamiento

### 1.9.1 Determinar los caudales de diseño

$$Q_m = \frac{Dot * PF}{86400} + Q_{escuela} + Q_{centrosalud} + Q_{alcaldía} = 2.292L / S$$

$$Q_{dm} = f_{dm} * Q_m = 2.75L / S$$

$$Q_{hm} = f_{hm} * Q_m = 4.537L / S$$

donde:  $Q_m$  = caudal medio  
 $Q_{dm}$  = caudal diario máximo  
 $Q_{hm}$  = caudal de hora máxima  
 $F_{dm}$  = factor de día máximo = 1.2  
 $F_{hm}$  = factor de hora máximo = 2.00  
Dot = dotación, 200 L/H/D  
PF = población futura, 950 personas

### 1.9.2 Diseñar la tubería

Para diseñar la tubería se utilizó el programa Epanet 2.0, que es un software de libre distribución financiado por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) orientado al análisis del comportamiento de los sistemas de distribución de agua y el seguimiento de la calidad del agua en los mismos. Una de las ventajas más importantes de este software es el disponer de tres fórmulas para el cálculo de pérdidas de carga en una tubería debido a la fricción por el paso de agua: puede calcularse utilizando la fórmula de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach y la de Chezy-Manning.

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada. Sin embargo, no puede emplearse para líquidos distintos al agua y fue desarrollada originalmente para flujo turbulento. La mayor desventaja de la fórmula es que no es recomendable para diámetros menores a 2". Debido a que los acueductos rurales presentan caudales reducidos, es necesario aumentar la velocidad del flujo de agua reduciendo el diámetro a cantidades menores a 2" para cumplir con los parámetros de diseño de velocidad permisible.

### 1.9.3 Diseño de obras complementarias y especiales

- **Captación:** consiste en una represa con un vertedero rectangular. En las paredes longitudinales se construirá la rejilla colectora que alimentará la línea de conducción, la cual inicia con una tubería que empieza dentro de la represa.

La represa se construirá como un muro de contención por gravedad, de concreto ciclópeo, y se utilizará el vertedero rectangular para aforar el caudal que emana de la fuente.

- **Tanque de distribución:** debido a la abundancia de agua para abastecer a la comunidad, no es necesario un tanque de distribución para almacenar agua; sin embargo, sí es necesario para el proceso de desinfección, debido a que una vez que el cloro entra en contacto con el agua se deben dar 30 minutos para que el cloro libre realice la desinfección. Si se dispone de menos tiempo se requerirá de más cloro, lo que podría causar molestias al usuario.
- **Paso de zanjón:** consiste en un paso de zanjón de 11 metros de longitud con tubería de HG de 2". Servirá para pasar la tubería sobre un riachuelo de 3 metros de longitud.

### 1.9.4 Sistema de saneamiento

Para el saneamiento demostrativo se utilizará la **Guía práctica para el personal de salud** del programa Agua fuente de paz, donde se encuentran integrados tanto la educación sanitaria como los lineamientos para la construcción, mantenimiento y uso de la letrina, sumidero y compostera.

### **1.9.5 Planos de construcción**

Los planos de construcción del proyecto de agua potable se adjuntan en los anexos del presente informe. Para la construcción de letrinas, sumideros y composteras se utilizará la **Guía práctica para el personal de salud** del programa Agua fuente de paz. El material contenido en este documento es más fácil de interpretar, por lo que presenta mejores resultados que los planos tradicionales.

### **1.9.6 Presupuesto detallado**

Debido a la metodología de trabajo, que fue tripartita, correspondió a Plan Internacional el aporte de los materiales. El proceso consistió en realizar una cuantificación de materiales y luego llamar a la comunidad para que cotizara los materiales, y se le exigió que presentara tres cotizaciones de distintos proveedores. Se requiere que la comunidad realice las cotizaciones para apoyar el principio de autogestión; se espera que de esta manera adquiera experiencia en la gestión de proyectos, lo que le facilitará futuras gestiones con otros entes ejecutores.

Para el cálculo de costos del proyecto se puede utilizar el anexo 5 de la **Guía práctica para el personal de salud** del programa Agua fuente de paz.

### **1.9.7 Factibilidad financiera y económica**

El análisis de factibilidad financiera y económica se realizó integrando los costos de administración, operación y mantenimiento. Se estimó la tarifa y se comparó con la capacidad económica de la comunidad con base en la información obtenida en las fases de prefactibilidad y factibilidad.

En estas se determinó si la tarifa establecida es adecuada tanto para garantizar el funcionamiento del sistema durante el período de diseño como para chequear que sea factible de pagar por la comunidad, tanto por capacidad económica como por la aceptación del monto establecido. Si se establece un monto que no sea aceptado por la comunidad, tendrá que procederse de manera que la tarifa sea aceptada; el trabajo social juega un papel importante en esta fase.

### **1.9.8 Cronograma de ejecución e inversión**

Debido a que la ejecución del sistema estuvo a cargo de la iniciativa privada, se le pidió en los términos de referencia que al presentar su oferta entregara el cronograma de ejecución e inversión del proyecto. Además los desembolsos económicos para la empresa contratada se programaron conforme el cumplimiento de ciertas fases de la ejecución del proyecto, para lo cual el técnico de infraestructura debía de extender una supervisión indicando que la constructora había logrado cumplir satisfactoriamente con los requerimientos necesarios para ejecutar el desembolso requerido.

### **1.9.9 Análisis ambiental**

Se realizó un análisis ambiental conforme lo establecido en el Reglamento sobre estudios de evaluación de impacto ambiental, Decreto 68-86 el cual establece que se debe presentar un formulario ambiental firmado y autenticado.

## CONCLUSIONES

4. El modelo básico ofrece el marco legal necesario para la rectoría de la función de abastecer de agua potable a las poblaciones guatemaltecas al terminar con la proliferación de modelos de gestión, establecer normas de diseño, distribuir el trabajo y establecer las responsabilidades y los responsables de las acciones a realizar. Todo ello con el fin de regular el sector agua en Guatemala al establecer las políticas y estrategias del sector.
5. El modelo básico ofrece una respuesta integral al problema de la gestión de servicios de agua potable, tomando en cuenta no solo la dotación del vital líquido sino también todos los aspectos que se deben considerar para lograr un impacto positivo en el cliente. Esto se logra al incluir los aspectos sociales, económicos, políticos, técnicos, culturales y ambientales de la población a servir, desarrollando proyectos integrales que no solo pretendan dotar de agua potable sino también elevar el nivel de vida de la población, al construir proyectos bien sustentados con el fin de lograr la sostenibilidad y la autogestión.
6. Actualmente existe el marco legal, pero aún se carece de los mecanismos en las distintas entidades del Estado para ejecutar proyectos integrales. La falta de recursos no permite que las instituciones puedan asignar personal y recursos destinados a cumplir con los requerimientos del modelo básico.



## RECOMENDACIONES

1. Promocionar el modelo básico como metodología estándar para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable a todo nivel.
2. Promover la profesionalización de la tarea de dotar de agua potable a las comunidades, ya sea en los entes ejecutores, entidades del estado encargadas de proveer los servicios básicos y toda aquella entidad que intervenga en la prestación de servicios básicos y su monitoreo.
3. Involucrar a la comunidad en todo el proceso de manera que se apropien de los proyectos y se convierta en agente de su propio desarrollo, al impulsar la promoción de los derechos de los individuos y fortalecer el estado de derecho en Guatemala para lograr el desarrollo de la nación.
4. Promover las acciones encaminadas a enriquecer la prestación de servicios, impulsar las propuestas que mejoren la eficiencia y efectividad de los proyectos mediante la promoción de tecnologías apropiadas.
5. Apoyar a las municipalidades que adopten las medidas de descentralización promovidas por el Gobierno Central de Guatemala, apoyarlas en la profesionalización de la administración y el personal y respaldar las propuestas de inversión, ya sea con fondos del país o con fondos provenientes de ayuda externa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ECODESA, **Diagnóstico rural participativo y plan de desarrollo comunitario**, Escuintla: abril del 2004.
2. INFOM, **Especificaciones generales y técnicas para construcción**, Guatemala.
3. INFOM, **Modelo básico**, versión febrero del 2001, Guatemala: mayo del 2002.
4. INFOM, **Normas generales para diseño de alcantarillados**, Guatemala: 2001.
5. INFOM-UNEPAR, **Manual de supervisión para la construcción de acueductos**, Guatemala: diciembre de 1998.
6. MARN, **Reglamento sobre estudios de evaluación de impacto ambiental**, decreto número 68-86, Guatemala.
7. MSPAS, **Código de salud**, decreto número 90-97, Guatemala.
8. MSPAS, **Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento**, Guatemala: julio 1990.

9. MSPAS y otros, **Guía práctica para el personal de salud**, Guatemala.
  
10. UNEPAR, **Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales**, segunda revisión, Guatemala: junio de 1997.

## APÉNDICE 1: CÁLCULO HIDRAULICO

### **Cálculo de la pérdida de carga por fricción en la tubería mediante el software Epanet 2.0**

Se hace énfasis en el cálculo de las pérdidas de carga debidas a la fricción en las tuberías, porque en acueductos rurales es necesario utilizar métodos de cálculo no convencionales por los diámetros pequeños que se manejan. Al trabajar con caudales pequeños es necesario diseñar diámetros pequeños para cumplir con la velocidad mínima requerida por los parámetros de diseño. En nuestro medio es común el uso de la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de las pérdidas por fricción, pero es más adecuado utilizar la fórmula de Darcy-Weisbach.

La pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería debida a la fricción por el paso del agua puede calcularse utilizando tres fórmulas de pérdidas diferentes:

La fórmula de Hazen-Williams

La fórmula de Darcy-Weisbach

La fórmula de Chezy-Manning

Las ecuaciones de Hazen Williams y de Manning son empíricas y se pueden utilizar únicamente para flujos de agua a temperaturas normales (ya que no consideran la viscosidad del fluido). Son aplicables con fiabilidad, solo en flujos con elevada turbulencia.

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada. Sin embargo, no puede utilizarse para líquidos distintos del agua, y fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento. Además se recomienda que sea utilizada para diámetros mayores a 50 mm, por lo que no es recomendable su uso en acueductos rurales.

Desde el punto de vista académico, la fórmula de Darcy-Weisbach es la más correcta, y es aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes. Finalmente, la fórmula de Chezy-Manning es utilizada usualmente para canales y tuberías de gran diámetro, donde la turbulencia está muy desarrollada.

Todas las fórmulas emplean la misma ecuación básica para calcular la pérdida de carga entre el nudo de entrada y el de salida:

$$h_L = A \cdot q^B$$

donde

$h_L$  = pérdida de carga (en unidades de longitud)

$q$  = caudal (en unidades volumen/tiempo)

$A$  = coeficiente de resistencia

$B$  = exponente del caudal

En la Tabla 3 se presentan las expresiones del coeficiente de resistencia y el valor del exponente del caudal para cada una de las fórmulas de pérdidas indicadas. Cada fórmula utiliza un coeficiente de rugosidad distinto, el cual debe determinarse empíricamente. La tabla 4 contiene los rangos de variación de estos coeficientes, para tubería nueva de distintos materiales. En la práctica hay que ser conscientes de que el valor de estos coeficientes puede cambiar considerablemente con la edad de las tuberías.

Al aplicar la fórmula de Darcy-Weisbach se deben emplear distintos métodos para calcular el factor de fricción  $f$ , dependiendo del tipo de régimen.

El coeficiente de resistencia de una tubería ( $r$ ) se calcula según las fórmulas anteriores. En el caso de la ecuación de pérdidas de Darcy-Weisbach, el factor de fricción  $f$  se calcula mediante diferentes ecuaciones, dependiendo del número de Reynolds ( $Re$ ) del flujo:

Para flujo laminar ( $Re < 2,000$ ) emplea la fórmula de Hagen-Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para flujo turbulento ( $Re > 4,000$ ) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White:

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{\varepsilon}{3.7 \cdot D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Para el flujo de transición ( $2,000 < Re < 4,000$ ) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody:

$$f = (X1 + R(X2 + R(X3 + X4))) \quad R = \frac{Re}{2000}$$

$$X1 = 7FA - FB$$

$$X2 = 0.128 - 17FA + 2.5FB$$

$$X3 = -0.128 + 13FA - 2FB$$

$$X4 = R(0.032 - 3FA + 0.5FB)$$

$$FA = (Y3)^{-2}$$

$$FB = FA \left( 2 - \frac{0.00514215}{Y2 \cdot Y3} \right)$$

$$Y2 = \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}$$

$$Y3 = -0.86859 \cdot \ln \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{4000^{0.9}} \right)$$

donde  $\varepsilon$  = rugosidad de la tubería, y  $D$  = diámetro de la tubería.

**Tabla I. Fórmulas para el cálculo de pérdidas de carga**

Fórmula	Coeficiente de resistencia (A)	Exponente de caudal (B)
Hazen-Williams	$10.674 \cdot C^{1.852} \cdot D - 4.871 \cdot L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0827 \cdot f(\epsilon, D, q) \cdot D^{-5} \cdot L$	2
Chezy-Manning	$10.294 \cdot n^2 \cdot D^{-5.33} \cdot L$	2

Lewis A. Rossman. EPANET Manual de usuario. Pág. 27

Donde:

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$\epsilon$  = coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach

f = factor de fricción (depende de  $\epsilon$ , D y Q)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

D = diámetro de la tubería (m)

L = longitud de la tubería (m)

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

Sustituyendo en la ecuación 1 se obtiene:

Hazen-Williams 
$$h_L = \frac{10.674 \cdot L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.871}}$$

Darcy-Weisbach 
$$0.0827 \cdot f(\epsilon, D, q) \cdot D^{-5} \cdot L \quad 2$$

Chezy-Manning 
$$10.294 \cdot n^2 \cdot D^{-5.33} \cdot L \quad 2$$

**Tabla II. Coeficientes de rugosidad para tuberías nuevas**

Material	C Hazen-Williams (universal)	E Darcy-Weisbach (mm)	n Manning (universal)
Fundición	130 - 140	0.25	0.012 – 0.015
Hormigón o revest. de hormigón	120 - 140	0.3 – 3.0	0.012 – 0.017
Hierro galvanizado	120	0.15	0.015 – 0.017
Plástico	140 - 150	0.0015	0.011 - 0.015
Acero	140 - 150	0.03	0.015 – 0.017
Cerámica	110	0.3	0.013 – 0.015

**Tabla III. Pérdidas de carga en accesorios**

<b>PERDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS</b>	
(Subíndice 1 = aguas arriba y subíndice 2 = aguas abajo)	
Accesorio	Pérdida de carga media
1. De depósito a tubería (pérdida a la entrada)	
— conexión a ras de la pared	$0,50 \frac{V_2^2}{2g}$
— tubería entrante	$1,00 \frac{V_2^2}{2g}$
— conexión abocinada	$0,05 \frac{V_2^2}{2g}$
2. De tubería a depósito (pérdida a la salida)	$1,00 \frac{V_1^2}{2g}$
3. Ensanchamiento brusco	$\frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
4. Ensanchamiento gradual	$K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
5. Venturímetros, boquillas y orificios	$\left(\frac{1}{c_v^2} - 1\right) \frac{V_2^2}{2g}$
6. Contracción brusca	$K_c \frac{V_2^2}{2g}$
7. Codos, accesorios, válvulas*	$K \frac{V^2}{2g}$
Algunos valores corrientes de K son:	
45°, codo .....	0,35 a 0,45
90°, codo .....	0,50 a 0,75
Tees .....	1,50 a 2,00
Válvulas de compuerta (abierta) ...	aprox. 0,25
Válvulas de control (abierta) .....	aprox. 3,0

Figura 2. Nudos en la red

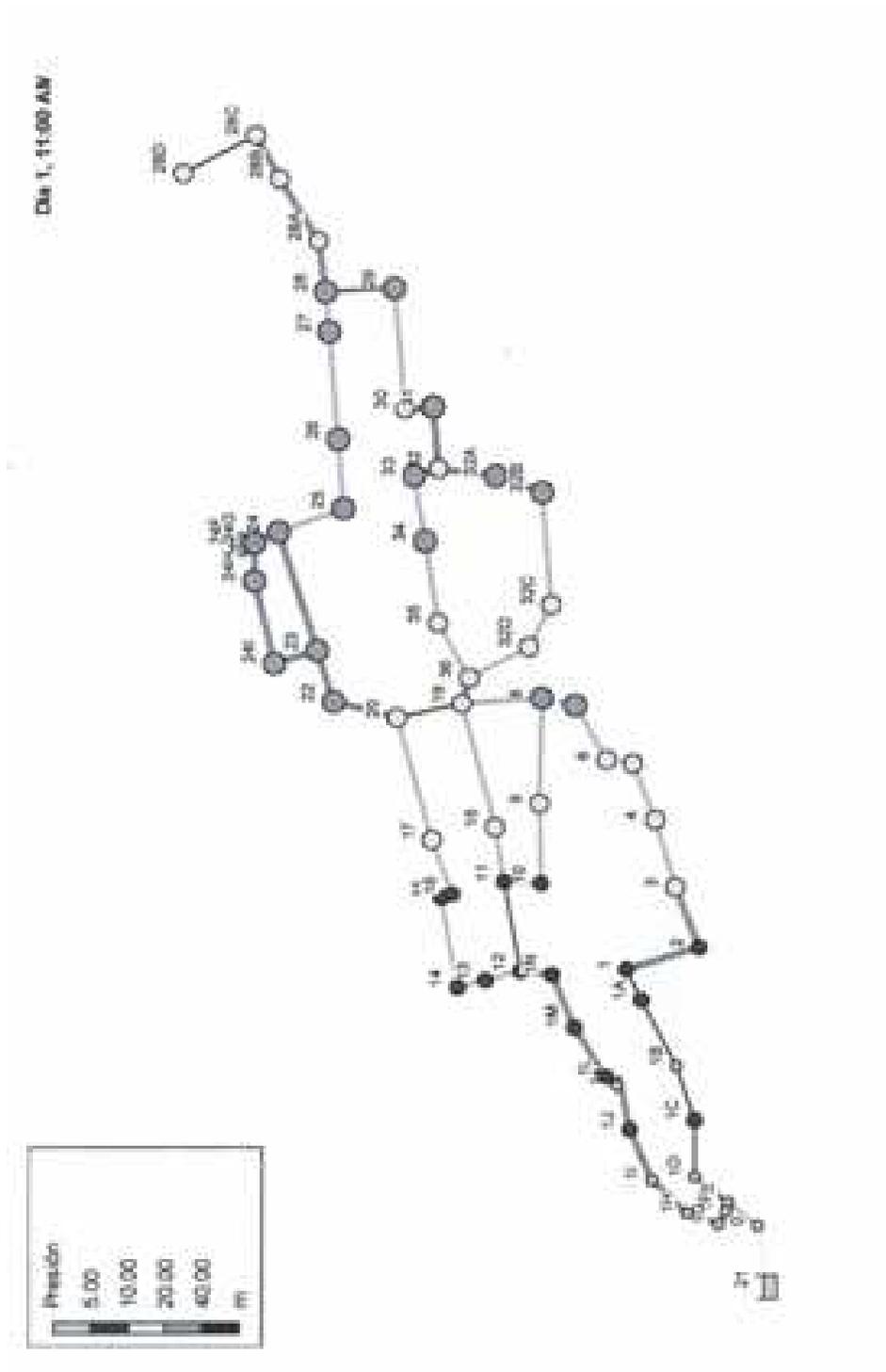
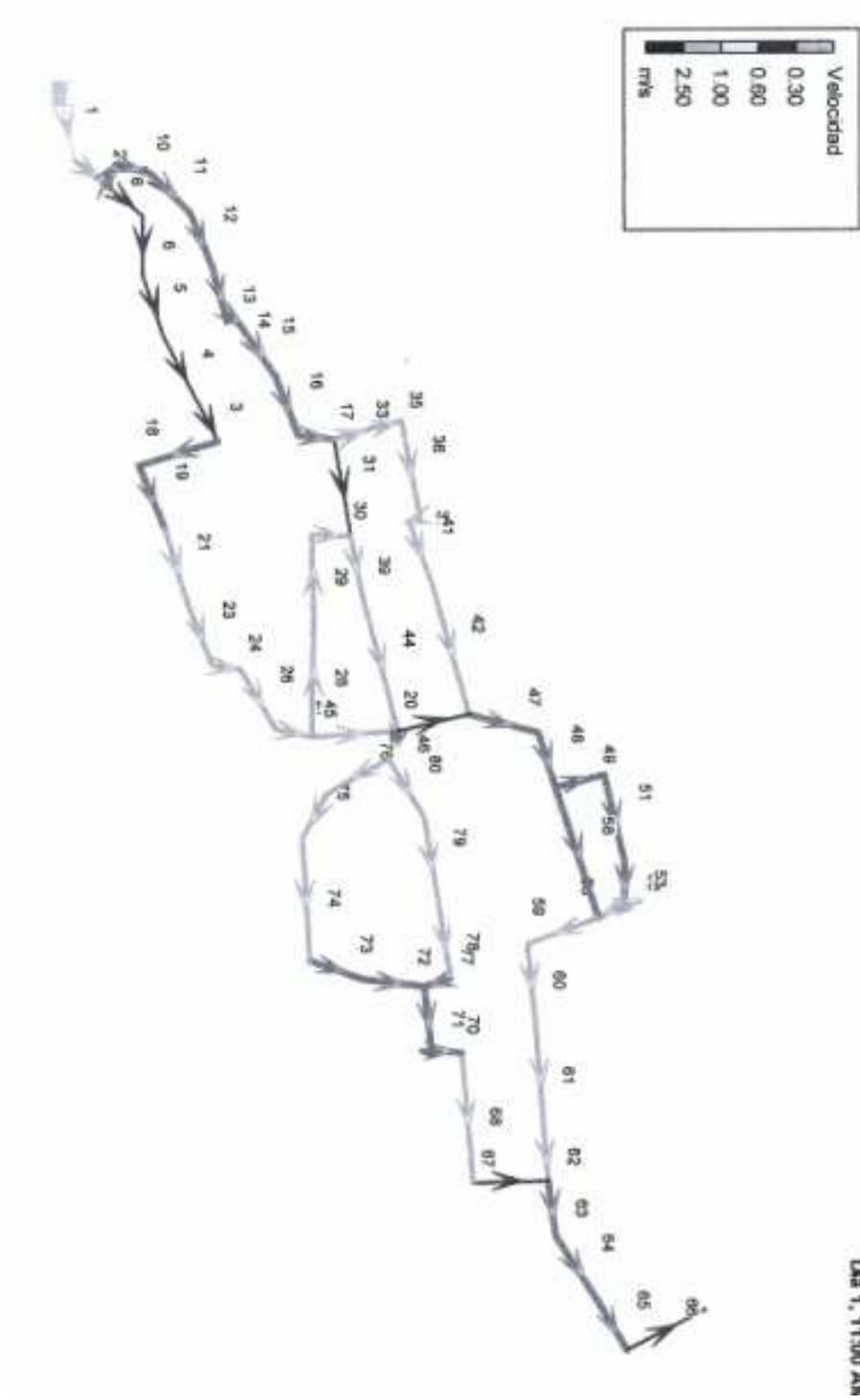


Figura 3. Tuberías en la red





**Tabla IV. Estado de nudos a las 11:00 horas**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 0	125.94	-4.54	125.94	0.00
Nudo 1	115.16	0.00	125.03	9.87
Nudo 2	115.16	0.10	123.82	8.66
Nudo 3	112.48	0.24	122.85	10.37
Nudo 4	107.2	0.21	121.95	14.75
Nudo 5	103.29	0.00	121.31	18.02
Nudo 6	102.76	0.10	121.04	18.28
Nudo 7	100	0.00	120.42	20.42
Nudo 8	99.6	0.10	120.10	20.50
Nudo 9	105.32	0.00	119.48	14.16
Nudo 10	109.47	0.00	119.01	9.54
Nudo 11	108.98	0.00	118.80	9.82
Nudo 12	113.06	0.21	120.12	7.06
Nudo 13	113.5	0.07	119.75	6.25
Nudo 14	113.45	0.00	119.49	6.04
Nudo 15	109.27	0.14	118.61	9.34
Nudo 16	109.16	0.00	118.52	9.36
Nudo 17	106.65	0.14	118.02	11.37
Nudo 18	106.27	0.10	118.38	12.11
Nudo 19	99.43	0.28	117.49	18.06
Nudo 20	98.87	0.28	117.09	18.22
Nudo 22	92.15	0.00	115.87	23.72
Nudo 23	87.09	0.00	114.85	27.76

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 24	82.09	0.56	106.08	23.99
Nudo 24F	84.53	0.52	106.22	21.69
Nudo 24G	84.35	0.00	106.44	22.09
Nudo 24H	85.65	0.00	108.37	22.72
Nudo 24I	88.08	0.00	112.60	24.52
Nudo 25	81.84	0.00	105.00	23.16
Nudo 26	79	0.00	103.89	24.89
Nudo 27	76.88	0.00	102.16	25.28
Nudo 28	79.49	0.38	101.50	22.01
Nudo 28A	78.65	0.00	98.39	19.74
Nudo 28B	78	0.00	93.92	15.92
Nudo 28C	76.55	0.38	90.87	14.32
Nudo 28D	73.13	0.17	90.22	17.09
Nudo 29	80.85	0.24	102.25	21.40
Nudo 30	86.53	0.14	105.19	18.66
Nudo 31	86.45	0.00	106.69	20.24
Nudo 32	89.62	0.80	108.86	19.24
Nudo 32A	89.44	0.00	111.31	21.87
Nudo 32B	90.32	0.00	113.49	23.17
Nudo 32C	95.19	0.00	115.01	19.82
Nudo 32D	97.84	0.02	115.63	17.79
Nudo 33	89.92	0.00	110.96	21.04
Nudo 34	91.64	0.00	112.67	21.03
Nudo 35	96.22	0.01	114.83	18.61

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 36	98.54	0.00	116.54	18.00
Nudo 1A	116.35	0.00	125.11	8.76
Nudo 1B	122.89	0.00	125.28	2.39
Nudo 1C	119.42	0.02	125.42	6.00
Nudo 1D	120.89	0.00	125.55	4.66
Nudo 1E	123.52	0.00	125.66	2.14
Nudo 1F	121.55	0.00	125.52	3.97
Nudo 1G	121.22	0.00	125.30	4.08
Nudo 1H	123.12	0.00	124.84	1.72
Nudo 1I	121.96	0.00	124.12	2.16
Nudo 1J	118.23	0.00	123.32	5.09
Nudo 1K	119.79	0.00	122.46	2.67
Nudo 1L	115.57	0.00	122.24	6.67
Nudo 1M	114.71	0.00	121.41	6.70
Nudo 1N	114.84	0.00	120.57	5.73
Embalse 21	125.94	-0.70	125.94	0.00

**Tabla V. Estado de las líneas a las 11:00 horas**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1	2	83.41	0.70	0.13
Tubería 2	26.74	83.41	5.24	0.96
Tubería 3	24.9	83.41	-2.69	0.49
Tubería 4	53.71	83.41	-2.69	0.49
Tubería 5	41.97	83.41	-2.69	0.49
Tubería 6	40.96	83.41	-2.71	0.50
Tubería 7	30.85	83.41	-2.71	0.50
Tubería 8	6.68	55.7	2.53	1.04
Tubería 9	9.94	55.7	2.53	1.04
Tubería 10	23.1	55.7	2.53	1.04
Tubería 11	36	55.7	2.53	1.04
Tubería 12	39.97	55.7	2.53	1.04
Tubería 13	42.63	55.7	2.53	1.04
Tubería 14	10.93	55.7	2.53	1.04
Tubería 15	41.48	55.7	2.53	1.04
Tubería 16	41.96	55.7	2.53	1.04
Tubería 17	22.5	55.7	2.53	1.04
Tubería 18	54.12	55.7	2.69	1.10
Tubería 19	46.8	55.7	2.58	1.06
Tubería 21	51.45	55.7	2.34	0.96
Tubería 23	43.35	55.7	2.13	0.87
Tubería 24	18.36	55.7	2.13	0.87
Tubería 26	45.95	55.7	2.03	0.83

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 27	23.7	55.7	2.03	0.83
Tubería 28	76.21	55.7	1.52	0.63
Tubería 29	58.11	55.7	1.52	0.63
Tubería 30	25.5	55.7	1.52	0.63
Tubería 31	65.94	23.52	-0.24	0.56
Tubería 33	26.4	55.7	2.08	0.85
Tubería 35	19.6	55.7	2.01	0.82
Tubería 36	65.7	55.7	2.01	0.82
Tubería 37	8.27	55.7	1.87	0.77
Tubería 39	40.2	55.7	1.77	0.73
Tubería 41	42.69	55.7	-1.87	0.77
Tubería 42	91.21	55.7	1.73	0.71
Tubería 44	93.26	55.7	-1.67	0.68
Tubería 45	56.4	23.52	-0.40	0.91
Tubería 46	18.4	38.91	1.64	1.38
Tubería 47	47.43	44.55	1.60	1.03
Tubería 48	39.33	44.55	1.60	1.03
Tubería 49	32.4	30.35	1.00	1.38
Tubería 51	60.7	30.35	1.00	1.38
Tubería 52	27.7	30.35	1.00	1.38
Tubería 53	10	30.35	0.52	0.72
Tubería 56	19.52	30.35	0.47	0.65
Tubería 58	90.32	23.52	-0.60	1.39
Tubería 59	48.8	30.35	0.52	0.72

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 60	50	30.35	0.52	0.72
Tubería 61	78.36	30.35	0.52	0.72
Tubería 62	29.64	30.35	0.52	0.72
Tubería 63	37	23.52	0.56	1.28
Tubería 64	53.01	23.52	0.56	1.28
Tubería 65	36.3	23.52	0.56	1.28
Tubería 66	58.4	23.52	0.17	0.40
Tubería 67	49.47	30.35	-0.42	0.58
Tubería 68	86.62	30.35	-0.66	0.92
Tubería 70	31.4	30.35	-0.80	1.11
Tubería 71	45.78	30.35	-0.80	1.11
Tubería 72	40.44	30.35	-0.92	1.27
Tubería 73	36	30.35	-0.92	1.27
Tubería 74	81.7	38.91	-0.92	0.77
Tubería 75	33.79	38.91	-0.92	0.77
Tubería 76	47.4	38.91	-0.94	0.79
Tubería 77	17.45	23.52	-0.68	1.57
Tubería 78	47.84	30.35	-0.68	0.94
Tubería 79	60.8	30.35	-0.68	0.94
Tubería 80	46.3	30.35	-0.70	0.96
Tubería 20	47.8	23.52	-0.15	0.34

## APÉNDICE 2: RIESGO Y VULNERABILIDAD

### Amenazas

Son aquellos fenómenos de origen natural o provocados por el hombre, que de llegar a presentarse en un lugar determinado, pueden causar daño a las personas, a las construcciones o al medio ambiente.

Las amenazas pueden afectar:

1. personas
2. construcciones
3. líneas vitales (acueducto, redes eléctricas y telefónicas)
4. infraestructura productiva:
  - sector primario: agropecuario
  - sector secundario: industria
  - sector terciario: banca y comercio

Las amenazas se dividen en dos clases:

- **Amenazas naturales, que pueden ser:**

- sismos
- erupciones volcánicas
- derrumbes
- vendavales
- inundaciones

- **Amenazas provocadas por el hombre o antrópicas:**

- incendios
- explosiones

Se deben desarrollar planes de acción mediante los cuales se establezcan medidas preventivas para evitar o disminuir el impacto de posibles desastres. Para ello se determinarán una serie de actividades que se deben tener en cuenta **antes, durante y después** de que se presente una emergencia o un desastre. Estas acciones se conocen con el nombre de **Ciclo de los desastres**.

### **Ciclo de los desastres**

Recientemente se ha empezado a estudiar y analizar el manejo de los desastres como una secuencia cíclica cuyas etapas están interrelacionadas.

Este ciclo está conformado por tres etapas o fases: antes, durante y después del desastre; cada una incluye una serie de acciones.

### **Antes del desastre**

Es la fase previa a un desastre y comprende las siguientes etapas:

- prevención
- mitigación
- preparación
- alerta

## **Prevención**

Son todas las acciones dirigidas a reducir el impacto que puedan causar las amenazas. En términos generales, las amenazas naturales (terremotos, erupciones volcánicas, vendavales) son imposibles de evitar o prevenir porque son expresiones propias de la naturaleza; en cambio, las amenazas provocadas por el hombre se pueden prevenir si se actúa sobre las actividades humanas que las causan.

## **Mitigación**

Es el conjunto de medidas que buscan reducir el impacto y los daños que se puedan causar sobre las personas, las construcciones y el medio ambiente, ante la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre.

## **Preparación**

A pesar de que se tomen las medidas necesarias y posibles para evitar la ocurrencia del desastre, siempre existirá la posibilidad de que este se produzca. Por lo tanto, las comunidades y sus instituciones se deben preparar, organizando eficazmente las acciones de respuesta para actuar en forma rápida, oportuna y adecuada durante el desastre.

## **Alerta**

Estado anterior a la ocurrencia de un desastre declarado, con el fin de tomar las precauciones necesarias. Los estados de alerta se declaran para que la población y las instituciones adopten acciones específicas. Se espera que los organismos de socorro activen los procedimientos de acción ya establecidos.

## **Durante el desastre**

En esta fase se ejecutan las actividades de respuesta durante el período de emergencia o inmediatamente después de ocurrido el evento. Incluyen la evacuación de la comunidad afectada, la asistencia en clasificación y atención básica de heridos, la búsqueda y rescate. En la mayoría de los desastres este período pasa muy rápido, excepto en algunos casos como la sequía, la hambruna y los conflictos civiles y militares, sucesos que se pueden prolongar por más tiempo.

## **Después del desastre**

A esta fase le corresponden todas aquellas actividades que se realizan después del desastre. En general se orientan al proceso de recuperación a mediano y largo plazo, y se divide en:

- rehabilitación
- reconstrucción

## **Rehabilitación**

Es el proceso de recuperación a corto plazo de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico, social y económico. En esta etapa se continúa con la atención de la población, se reestablece el funcionamiento de los servicios vitales, como la energía, el agua, las vías de acceso, comunicaciones y otros servicios como salud y alimentación.

## **Reconstrucción**

Es el proceso de recuperación a mediano y largo plazo del daño físico, social y económico, a un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre. Las acciones de reconstrucción buscan activar las fuentes de trabajo, reactivar la actividad económica de la zona o región afectada; reparar los daños materiales, en especial en materia de vivienda y de infraestructura, además de incorporar las medidas de prevención y preparación que ayudarán en caso de presentarse, en un futuro, otro desastre.

## **Efectos de las amenazas naturales en los sistemas de abastecimiento de agua potable**

### **Efectos del sismo en los sistemas de agua**

- ✓ Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- ✓ Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- ✓ Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- ✓ Modificación de la calidad del agua por deslizamientos en áreas de topografía montañosa.
- ✓ Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- ✓ Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.
- ✓ Daños por inundaciones costa adentro por impacto de tsunamis.

## **Efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas de agua**

- ✓ Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- ✓ Obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros, por caídas de cenizas.
- ✓ Modificación de la calidad del agua en captación de agua superficial y en reservorios por caída de cenizas.
- ✓ Contaminación de ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de los lahares.
- ✓ Destrucción de caminos de acceso a los componentes y de las líneas de transmisión de energía eléctrica y de comunicación.
- ✓ Incendios.

## **Efectos de los deslizamientos en los sistemas de agua**

- ✓ Destrucción total o parcial de todas las obras, en particular de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.
- ✓ Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.
- ✓ Colateralmente a impactos indirectos como la suspensión del servicio eléctrico, corte de caminos y comunicaciones.

## **Efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas de agua**

- ✓ Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- ✓ Azolve de componentes por arrastre de sedimentos.
- ✓ Pérdida de captación por cambio de cauce del río.
- ✓ Rotura de tuberías de distribución y conexiones en las áreas costeras debido al embate de marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua.
- ✓ Contaminación del agua en las cuencas.
- ✓ Daño de equipos de bombeo al entrar en contacto con el agua.
- ✓ Colateralmente hay impactos indirectos como la suspensión de energía eléctrica, corte de caminos y contaminaciones.

## **Efectos de las sequías en los sistemas de agua**

- ✓ Pérdida o disminución del caudal del agua superficial y/o subterránea.
- ✓ Racionamiento y suspensión del servicio.
- ✓ Abandono del sistema.

El análisis de vulnerabilidad es el método que permite determinar las debilidades de los componentes de un sistema frente a una amenaza, con un doble objetivo:

1. Establecer las medidas de mitigación necesarias para corregir las debilidades.
2. Proponer las medidas de emergencia para dar una respuesta adecuada cuando el impacto de la amenaza se produce.

El análisis de vulnerabilidad demanda conocer y determinar lo siguiente:

- ✓ La organización institucional para el abastecimiento rural de agua potable y la administración local.
- ✓ La forma de operación de los sistemas rurales.
- ✓ Los componentes del sistema y su funcionamiento.
- ✓ Las amenazas, sus características e impactos.
- ✓ La vulnerabilidad administrativa/funcional y física.
- ✓ Las medidas de mitigación identificadas para reducir la vulnerabilidad.

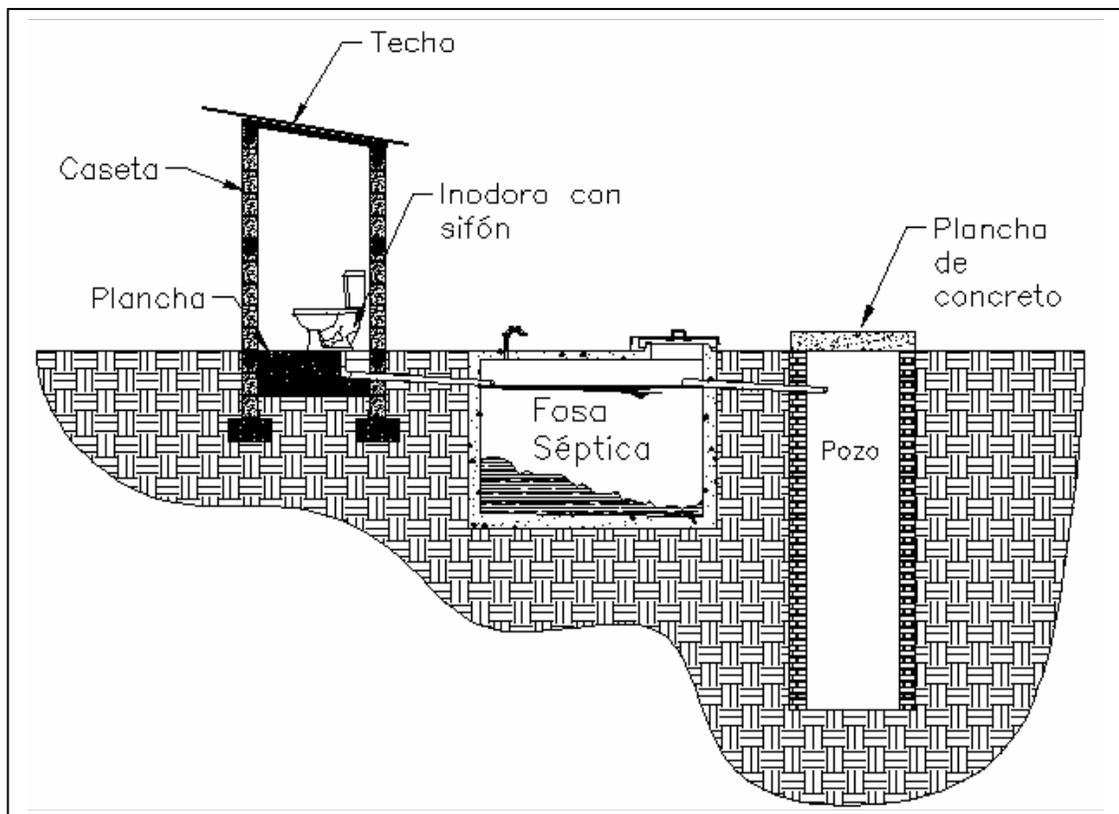


## ANEXO: SISTEMA DE SANEAMIENTO

Con base en el perfil de la comunidad, su nivel económico, social, educativo y sus costumbres, se eligió la siguiente letrina como la más apropiada (se debe tomar en cuenta que la comunidad fue repatriada.) Las condiciones en las que vivían y la infraestructura domiciliar hacen de esta propuesta la más indicada.

### Letrina de sello hidráulico con descarga manual reducida

Figura 5. Letrina



Esta es una tecnología de saneamiento para la disposición adecuada de las excretas, considerada por muchos como una opción para las zonas urbanas de alta densidad poblacional, lo cual no descarta su uso en las áreas rurales.

## **Ventajas**

- Ofrece una solución apropiada a largo plazo para resolver el problema de la disposición de excretas.
- Se emplea una cantidad pequeña de agua para la limpieza de la taza.
- Elimina los malos olores, la reproducción de moscas y otros insectos.
- Es fácil de instalar y mantener.
- Se puede ubicar en el interior de la vivienda.

## **Desventajas**

- Requiere de agua todo el año, por lo menos 4 litros por persona al día.
- Se obstruye o tapa fácilmente si se usan materiales voluminosos para la limpieza anal y se echan dentro de la taza.
- Su construcción es difícil y costosa en áreas con aguas subterráneas superficiales y capas de suelo delgadas sobre rocas duras o suelos impermeables (arcillosos).
- Requiere de una fosa séptica para recolectar las excretas.

## **Partes de la letrina**

### **Taza**

Ha sido elaborada de porcelana, plástico o fibra de vidrio. Esta taza tiene buena aceptación por el acabado y por la facilidad de limpiarla.

### **Plancha**

Es construida de cemento o fibra de vidrio. Debe estar bien unida al suelo para no dejar agujeros que puedan servir de refugio de insectos. Si la letrina es ubicada fuera de la vivienda, la plancha debe quedar elevada en relación al resto del terreno y contar con un terraplén alrededor para protegerla del ingreso del agua de lluvia.

### **Sifón**

Funciona como cierre o sello hidráulico (de agua), evitando el acceso de moscas u otros insectos al pozo negro o fosa séptica, así como también evita la salida de los malos olores por la taza.

### **Tubo de descarga o conexión**

Sirve para trasladar los desechos orgánicos (excretas) de la letrina (taza) al pozo negro o fosa séptica. El tubo debe tener una inclinación de 3.33% o 1.91 por metro, un diámetro mínimo de 3 pulgadas y una longitud mínima de 3.00 mts. Los tubos más fácilmente accesibles y que, además, son resistentes a la corrosión, son los de asbesto cemento (AC) y de PVC. En ausencia de estos materiales pueden construirse canales de cemento, cubriéndolos o tapándolos con pequeñas planchas de cemento o madera resistente a la humedad.

### **Pozo negro o fosa séptica**

Recibe el agua de los enjuagues de la taza y la parte líquida de las excretas que se infiltran en el suelo circundante. La parte sólida de las excretas se degrada en compuestos simples mediante la digestión biológica.

El pozo puede tener las siguientes medidas: 1 metro de ancho si es cuadrado y 1.20 metros de diámetro si es circular, como mínimo, y de 2 a 3 metros de profundidad, recordando que el fondo del pozo debe estar separado del manto freático a 1.50 metros como mínimo.

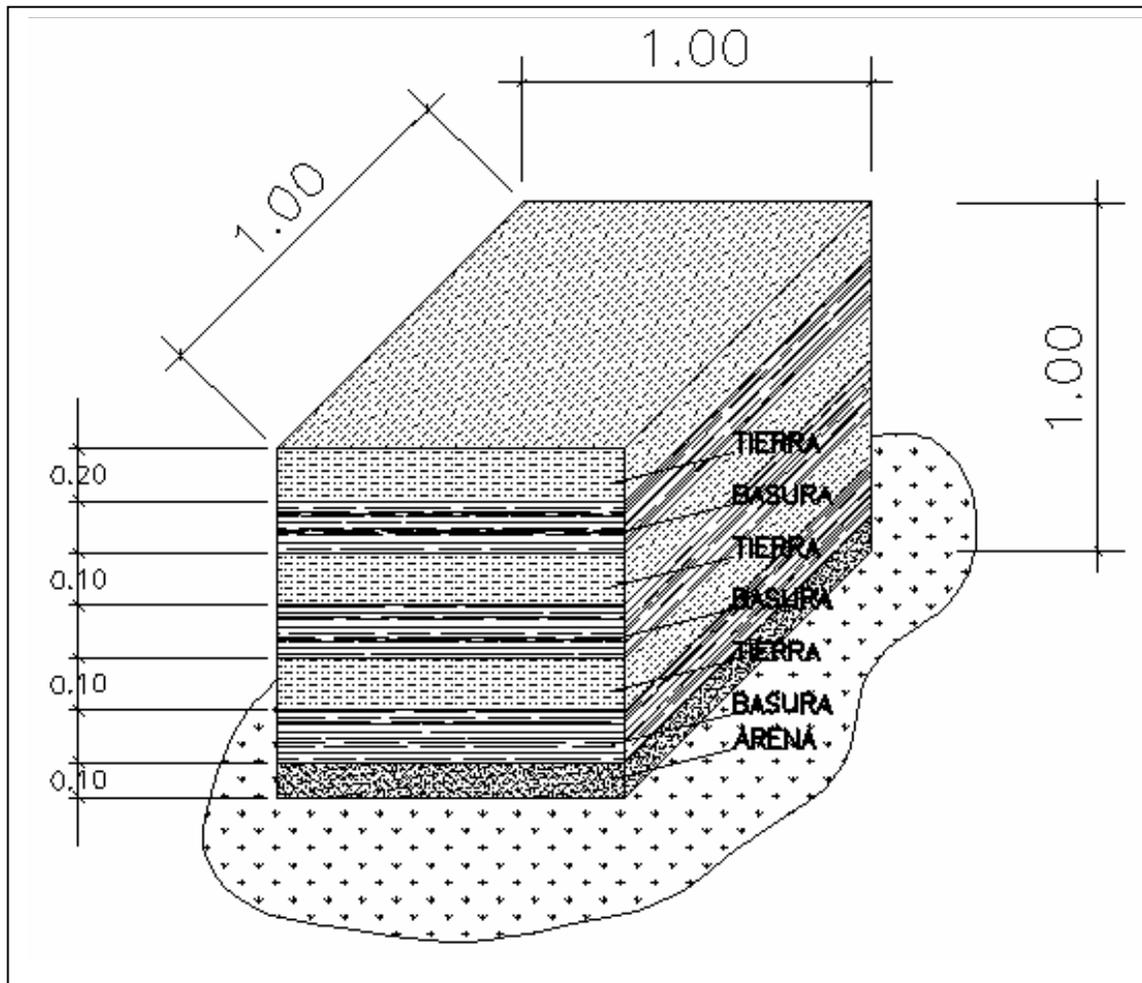
Este pozo debe revestirse en toda su profundidad, debido a la posibilidad que el suelo se derrumbe cuando el pozo se sature de agua. El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas se puede minimizar colocando una capa de arena de 10 pulgadas de espesor alrededor de las paredes e impermeabilizar el fondo del pozo. El revestimiento puede hacerse con ladrillo, block o piedra, pero debe dejarse una separación entre uno y otro material para facilitar la filtración de los líquidos a través de las paredes, excepto el primer metro del pozo, de la superficie hacia abajo, donde el revestimiento debe ser totalmente impermeable para evitar el ingreso de agua de lluvia al pozo.

### **Mantenimiento**

- La taza y el piso se deben lavar regularmente, usando detergente, ceniza o desinfectante.
- No debe echarse en la letrina ninguna agua gris (agua servida) porque se interrumpe el proceso biológico de la descomposición de las excretas y el pozo puede rebalsarse.
- Tampoco deben echarse dentro de la letrina residuos sólidos, ni el material que se usa para la higiene anal si es sólido y voluminoso porque se corre el riesgo de obstruir (tapar) la tubería.
- Si se obstruye la tubería se debe sondear el conducto con un material flexible (alambre).

## Compostera

Figura 6. Compostera



La compostera sirve para aprovechar las basuras biodegradables como abono y se construye de la siguiente manera: se selecciona en el predio de la vivienda, a 15 metros de distancia de la casa, en dirección a los vientos dominantes y en una parte alta, sin riesgo de inundarse en el invierno.

Puede construirse de dos formas, una cavada y otra elevada. Para la compostera cavada, tomando en cuenta las indicaciones de ubicación, se hace un agujero de 1 metro por lado y 1 metro de profundidad. Se deposita la basura que sale de la casa y al final del día se le echa una capa de tierra de 10 centímetros de grueso y así sucesivamente; cuando falten 20 centímetros para llenarse se le echa bastante tierra hasta llegar a la superficie del suelo.

La compostera elevada se construye sobre la superficie del suelo y consiste en un cuadrado de un metro por lado y un metro de alto, cercado o forrado con madera o varas rollizas (de milpa, tañil, caña brava u otra clase de madera). En el fondo se coloca una capa de arena u otro material permeable de 10 cms. de espesor.

Después de esto se coloca la primera capa de basura biodegradable (que se pudre) de 10 cms. de espesor y sobre esta capa una de tierra de 10 cms. de espesor, y así sucesivamente. En tiempo de verano debe echarse agua sobre la compostera para contribuir a que la basura se pudra.

Cuando se llegue a una altura de 80 cms. se coloca una capa de tierra de 20 cms. de espesor. Se espera de 3 a 4 meses para poder usar este compost o material como abono. Durante este período deberá echarse agua a la compostera para mantenerla húmeda y que la basura se pudra completamente.

### **Zanja sanitaria**

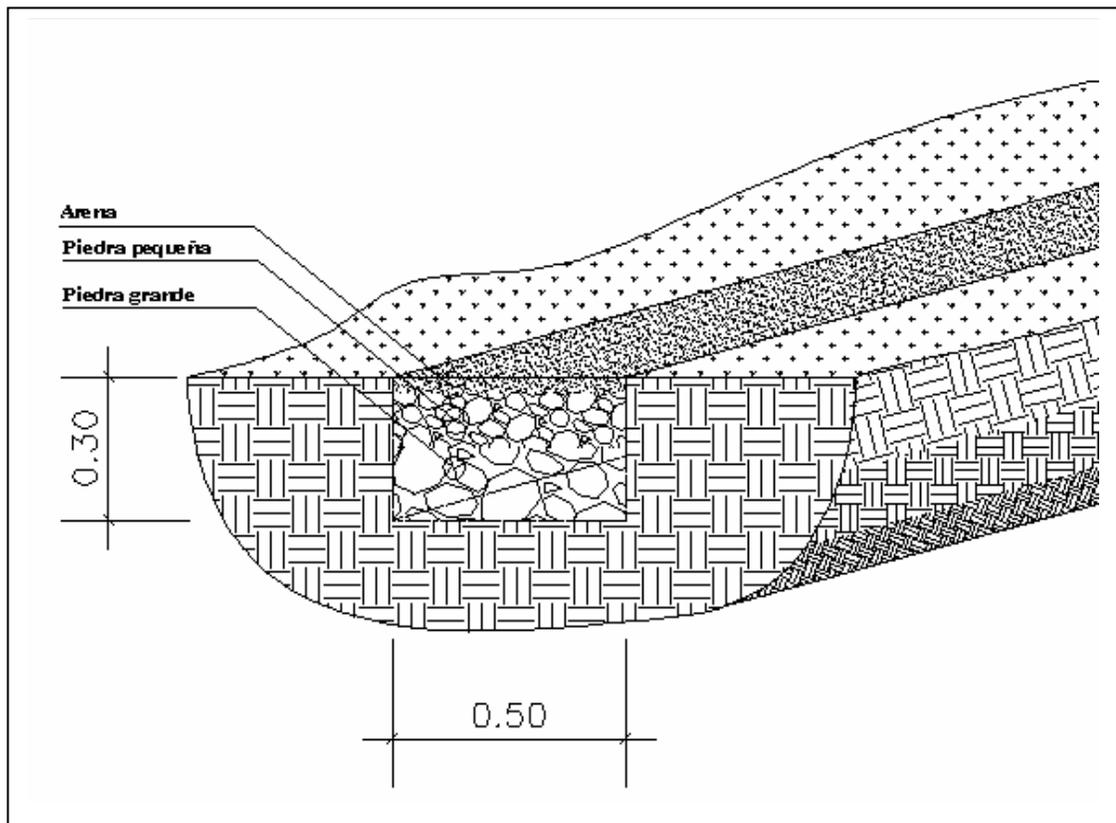
La zanja sanitaria se utiliza para aprovechar las aguas grises para riego. Se construye de la siguiente manera:

Junto al desagüe de la pila o lavadero se abre una zanja de 30 a 50 centímetros de ancho por 30 centímetros de hondo y 5 ó 10 metros de largo, dirigida hacia los árboles frutales.

La zanja sanitaria se rellena con piedras grandes y pequeñas, colocando a nivel de la superficie una capa de arena o de pierdrín para evitar los charcos.

A una distancia de 50 centímetros de la zanja a ambos lados y a todo lo largo, se puede sembrar chile, tomate, rábanos, etc, aprovechando la humedad producida por la filtración de las aguas grises.

**Figura 7. Zanja sanitaria**



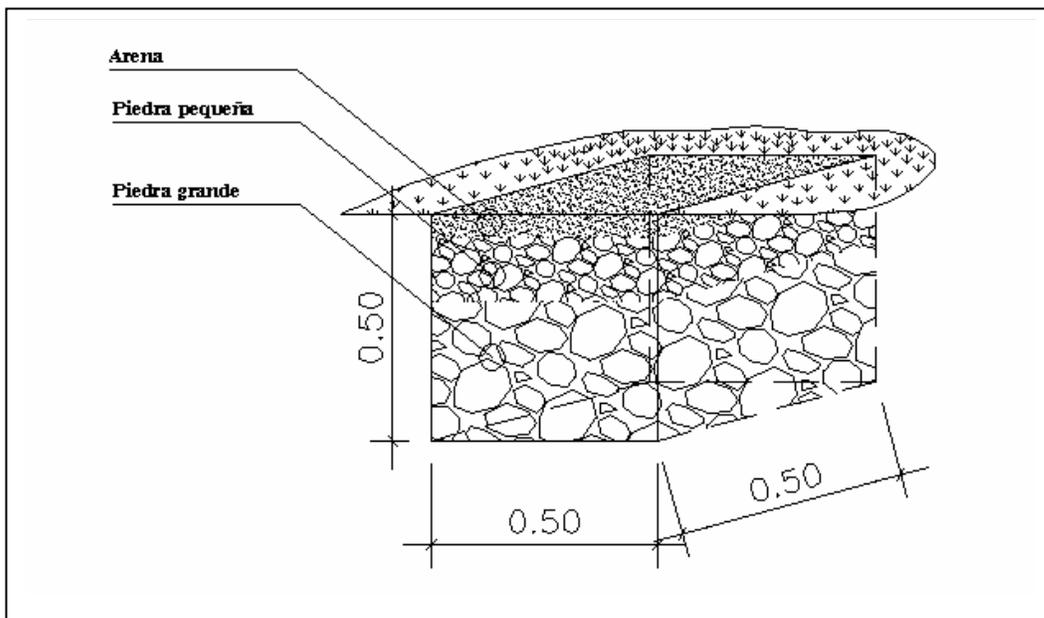
## Sumidero

Su función es filtrar las aguas grises a la tierra para evitar charcos. Se construye en la forma siguiente.

Junto a la pila o lavadero se abre un agujero cuadrado de 50 centímetros por lado, siempre que el terreno sea permeable. Si el terreno es barroso, debe construirse de un metro por lado. Se llena con piedras grandes y pequeñas, procurando que quede espacio suficiente para que el agua se filtre y no se rebalse el pozo u hoyo (sumidero).

Si junto a la pila o lavadero no hay espacio, entonces se conducen las aguas grises hasta el sumidero a través de un tubo de PVC de 3" de diámetro. También puede utilizarse un tubo de cemento o bambú.

**Figura 8. Sumidero**



**Tabla VI. Cuantificación de materiales**

<b>CUANTIFICACION DE MATERIALES/EQUIPO</b>					
Nombre del Comité: _____		Fecha: _____			
Comunidad: <u>15 de Octubre, Escuintla</u>					
Nombre del Proyecto: <u>NUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE</u>					
Señores: _____		Dirección: _____			
Sírvanse presentar cotización de lo siguiente:					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
<b>TUBERÍA PVC</b>					
1	Tubo PVC Ø 4" 80 PSI	1.00	Tubos 6 m.	Q230.22	Q230.22
2	Tubo PVC Ø 3" 125 PSI	40.00	Tubos 6 m.	Q217.05	Q8,681.92
3	Tubo PVC Ø 2" 160 PSI	212.00	Tubos 6 m.	Q150.97	Q32,005.43
4	Tubo PVC Ø 1 1/2" 160 PSI	17.00	Tubos 6 m.	Q79.66	Q1,354.29
5	Tubo PVC Ø 1 1/4" 125 PSI	33.00	Tubos 6 m.	Q56.10	Q1,851.14
6	Tubo PVC Ø 1" 125 PSI	162.00	Tubos 6 m.	Q38.68	Q6,265.35
7	Tubo PVC Ø 3/4" 250 PSI	107.00	Tubos 6 m.	Q35.50	Q3,798.82
<b>ACCESORIOS PVC</b>					
1	Codo 90° 4" cedula 40	1.00	Unidad	Q92.48	Q92.48
2	Codo 90° 3" cedula 40	3.00	Unidad	Q51.78	Q155.34
3	Codo 90° 2" cedula 40	7.00	Unidad	Q14.79	Q103.56
4	Codo 90° 1 1/2" cedula 40	1.00	Unidad	Q9.63	Q9.63
5	Codo 90° 1" cedula 40	4.00	Unidad	Q5.27	Q21.06
6	Codo 90° 3/4" cedula 40	2.00	Unidad	Q2.74	Q5.49
7	Codo 45° 3" cedula 40	5.00	Unidad	Q66.37	Q331.83
8	Codo 45° 2" cedula 40	5.00	Unidad	Q17.42	Q87.10
9	Codo 45° 1 1/2" cedula 40	2.00	Galón	Q13.74	Q27.48
10	Codo 45° 1 1/4" cedula 40	3.00	Unidad	Q10.65	Q31.94
11	Codo 45° 1" cedula 40	3.00	Unidad	Q8.22	Q24.65
12	Codo 45° 3/4" cedula 40	1.00	Unidad	Q6.41	Q6.41
13	Tee 3" cedula 40	1.00	Unidad	Q85.98	Q85.98
14	Tee 2" cedula 40	3.00	Unidad	Q17.32	Q51.95
15	Tee 1 1/2" cedula 40	1.00	Unidad	Q12.66	Q12.66
16	Tee 1" cedula 40	8.00	Unidad	Q6.57	Q52.52
17	Tee reducida 4"X3/4" cedula 40	1.00	Unidad	Q133.89	Q133.89
18	Tee reducida 3"X2" cedula 40	1.00	Unidad	Q98.79	Q98.79
19	Tee reducida 2"X1" cedula 40	4.00	Unidad	Q29.77	Q119.08
20	Tee reducida 1 1/4"X1" cedula 40	1.00	Unidad	Q17.00	Q17.00
21	Cruz 2" cedula 40	2.00	Unidad	Q64.87	Q129.74
22	Cruz 1" cedula 40	1.00	Unidad	Q27.39	Q27.39
23	Reduccion 3"X2" Cedula 40	1.00	Unidad	Q52.25	Q52.25
24	Reduccion 2"X1 1/2" Cedula 40	1.00	Unidad	Q11.05	Q11.05
25	Reduccion 2"X1 1/4" Cedula 40	1.00	Unidad	Q11.05	Q11.05
26	Reduccion 2"X3/4" Cedula 40	5.00	Unidad	Q11.05	Q55.25
27	Reduccion 1 1/2"X1" Cedula 40	1.00	Unidad	Q6.57	Q6.57
28	Reduccion 1 1/2"X3/4" Cedula 40	1.00	Unidad	Q6.57	Q6.57
29	Reduccion 1 1/4"X1" Cedula 40	1.00	Galón	Q6.41	Q6.41
30	Reduccion 1"X3/4" Cedula 40	5.00	Unidad	Q3.80	Q18.98
32	Adaptador macho Ø4" Cedula 40	1.00	Unidad	Q54.51	Q54.51
33	Adaptador macho Ø3" Cedula 40	7.00	Unidad	Q38.60	Q270.18
34	Adaptador macho Ø2" Cedula 40	2.00	Unidad	Q10.23	Q20.46
35	Adaptador macho Ø1 1/2" Cedula 40	3.00	Unidad	Q6.97	Q20.90
36	Adaptador macho Ø1 1/4" Cedula 40	2.00	Unidad	Q5.27	Q10.53
37	Adaptador macho Ø1" Cedula 40	2.00	Unidad	Q5.14	Q10.27
38	Adaptador macho Ø3/4" Cedula 40	9.00	Unidad	Q2.50	Q22.46
39	Pegamento para PVC	3.50	Galón	Q434.64	Q1,521.25
<b>TOTAL</b>					<b>Q57,911.80</b>
Tiempo que necesita para entregar el producto: _____					
Por cuanto tiempo mantiene sus precios: _____					
Tipo de entrega: Bodega:( ) Puesto en obra:( ) Otro cual:( )					
Nota: Nuestra unica forma de pago es con cheque. Indicar si aceptan excension de iva					
<b>Por el Comité</b>			<b>Por el Proveedor</b>		
F.: _____			F.: _____		
Representante			Representante		
Nombre: _____			Nombre: _____		
Cargo: _____			Cargo: _____		
Sello: _____			Sello: _____		
			Teléfono: _____		

QUANTIFICACION DE MATERIALES/EQUIPO					
Nombre del Comité: _____		Fecha: _____			
Comunidad: <u>15 de Octubre, Escuintla.</u>					
Nombre del Proyecto: <u>NUevo SISTEMA DE AGUA POTABLE</u>					
Señores: _____		Dirección: _____			
Sirvanse presentar cotización de lo siguiente:					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
VALVULAS					
1	Valvula de compuerta Ø4" Br.	1.00	Tubos G m.	Q437.70	Q437.70
2	Valvula de compuerta Ø3" Br.	3.00	Tubos G m.	Q249.05	Q747.15
3	Valvula de compuerta Ø2" Br.	1.00	Tubos G m.	Q120.00	Q120.00
4	Valvula de compuerta Ø1 1/2" Br.	1.00	Tubos G m.	Q84.25	Q84.25
5	Valvula de compuerta Ø1 1/4" Br.	1.00	Tubos G m.	Q65.25	Q65.25
6	Valvula de compuerta Ø1" Br.	1.00	Tubos G m.	Q44.35	Q44.35
7	Valvula de compuerta Ø3/4" Br.	2.00	Valvula	Q28.71	Q57.42
8	Valvula de globo Ø3/4" Br.	1.00	Valvula	Q200.00	Q200.00
9	Fichacha Ø3 Br.	1.00	Unidad	Q327.84	Q327.84
FERRETERIA					
1	Cemento Portland 4,000 PSI	224.00	Saco	Q37.00	Q8,288.00
2	Cal Hidratada	10.00	Bolsa	Q16.50	Q165.00
3	Arena de Rio	26.00	m3.	Q110.00	Q2,860.00
4	Piedra 3/4"	15.00	m3.	Q130.00	Q1,950.00
5	Piedra bola Ø8"	11.00	m3.	Q85.00	Q935.00
6	Block pomez 0.14X0.19X0.39	2.00	Unidad	Q2.50	Q5.00
7	Block pomez 0.19X0.19X0.39	55.00	Unidad	Q2.75	Q151.25
8	Vanilla de 1/4" grado 40	15.00	Var.	Q10.00	Q150.00
9	Vanilla de 3/8" grado 40	172.00	Var.	Q23.00	Q3,956.00
10	Vanilla de 1/2" grado 40	6.00	Var.	Q43.00	Q258.00
11	Clavo 2"	12.00	Lbs.	Q2.50	Q30.00
12	Clavo 3"	35.00	Lbs.	Q2.25	Q78.75
13	Clavo 4"	4.00	Lbs.	Q2.15	Q8.60
14	Alambre de amarre	109.00	Lbs.	Q2.50	Q272.50
15	Teflon rollo 1/2"	8.00	Unidad	Q2.00	Q16.00
16	Candado Yale 2 1/2"	4.00	Unidad	Q86.00	Q344.00
17	Poliducto	6.00	metros	Q1.00	Q6.00
18	Pintura anticorrosiva	1/4	Galon	Q85.00	Q85.00
19	Malla de amero	1	Yarda	Q20.00	Q20.00
20	Abrasadera de cincho 3"	1	Unidad	Q5.00	Q5.00
21	Abrasadera de cincho 4"	1	Unidad	Q5.50	Q5.50
TUBERIA HG					
1	Tubos HG Ø4"	3.00	Tubo	Q689.00	Q2,067.00
2	Tubos HG Ø2"	10.00	Tubo	Q345.00	Q3,450.00
3	Copla HG Ø4"	1.00	Unidad	Q14.00	Q14.00
4	Copla HG Ø2"	3.00	Unidad	Q8.00	Q24.00
5	Abrasadera para tubo HG Ø2" con sus tornillos y tuercas	4.00	Unidad	Q17.00	Q68.00
6	Codo 90° HG Ø4"	5.00	Unidad	Q13.25	Q66.25
7	Tee HG Ø4"	2.00	Unidad	Q23.85	Q47.70
8	Tapon hembra HG 4"	1.00	Unidad	Q6.75	Q6.75
				TOTAL	Q27,417.26
Tiempo que necesita para entregar el producto: _____					
Por cuanto tiempo mantiene sus precios: _____					
Tipo de entrega: Bodega:( ) Puesto en obra:( ) Otro cual:( )					
Nota: Nuestra unica forma de pago es con cheque. Indicar si aceptan excension de IVA					
<b>Por el Comité</b>			<b>Por el Proveedor</b>		
F.: _____			F.: _____		
Representante			Representante		
Nombre: _____			Nombre: _____		
Cargo: _____			Cargo: _____		
Sello: _____			Sello: _____		
			Telefono: _____		

CUANTIFICACION DE MATERIALES/EQUIPO					
Nombre del Comité: _____		Fecha: _____			
Comunidad: <u>15 de Octubre, Escuintla</u>					
Nombre del Proyecto: <u>NIUEVO SISTEMA DE AGUA POTABLE</u>					
Señores: _____		Dirección: _____			
Sirvanse presentar cotización de lo siguiente:					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
<b>MADERA</b>					
1	Madera pino cepillado 2"x4"x8'	1.00	Viga	Q32.00	Q32.00
2	Madera pino rustico 2 1/2"x2 1/2"x12'	34.00	Viga	Q22.00	Q748.00
3	Madera pino rustico 1"x12"x10'	61.00	Tabla	Q35.00	Q2,135.00
<b>FORJA</b>					
1	Tapadera de hierro forjado 0.7 X 0.7 con sus visagras y pasador	1.00	Unidad	Q1,460.00	Q1,460.00
<b>CLORADOR</b>					
1	Dosificador de cloro ACCU-TAB marca PPG modelo 3012	1.00	Unidad	Q750.00	Q750.00
2	Tambo de tabletas de 3 1/8"x1 1/4" marca PPG	1.00	Unidad	Q180.00	Q180.00
				TOTAL	Q5,305.00
Tiempo que necesita para entregar el producto: _____					
Por cuanto tiempo mantiene sus precios: _____					
Tipo de entrega: Bodega:( ) Puesto en obra:( ) Otro cual:( )					
Nota: Nuestra unica forma de pago es con cheque. Indicar si aceptan exension de iva					
<b>Por el Comité</b>			<b>Por el Proveedor</b>		
F.: _____			F.: _____		
Representante			Representante		
Nombre: _____			Nombre: _____		
Cargo: _____			Cargo: _____		
Sello: _____			Sello: _____		
			Teléfono: _____		

Figura 9. Topografía

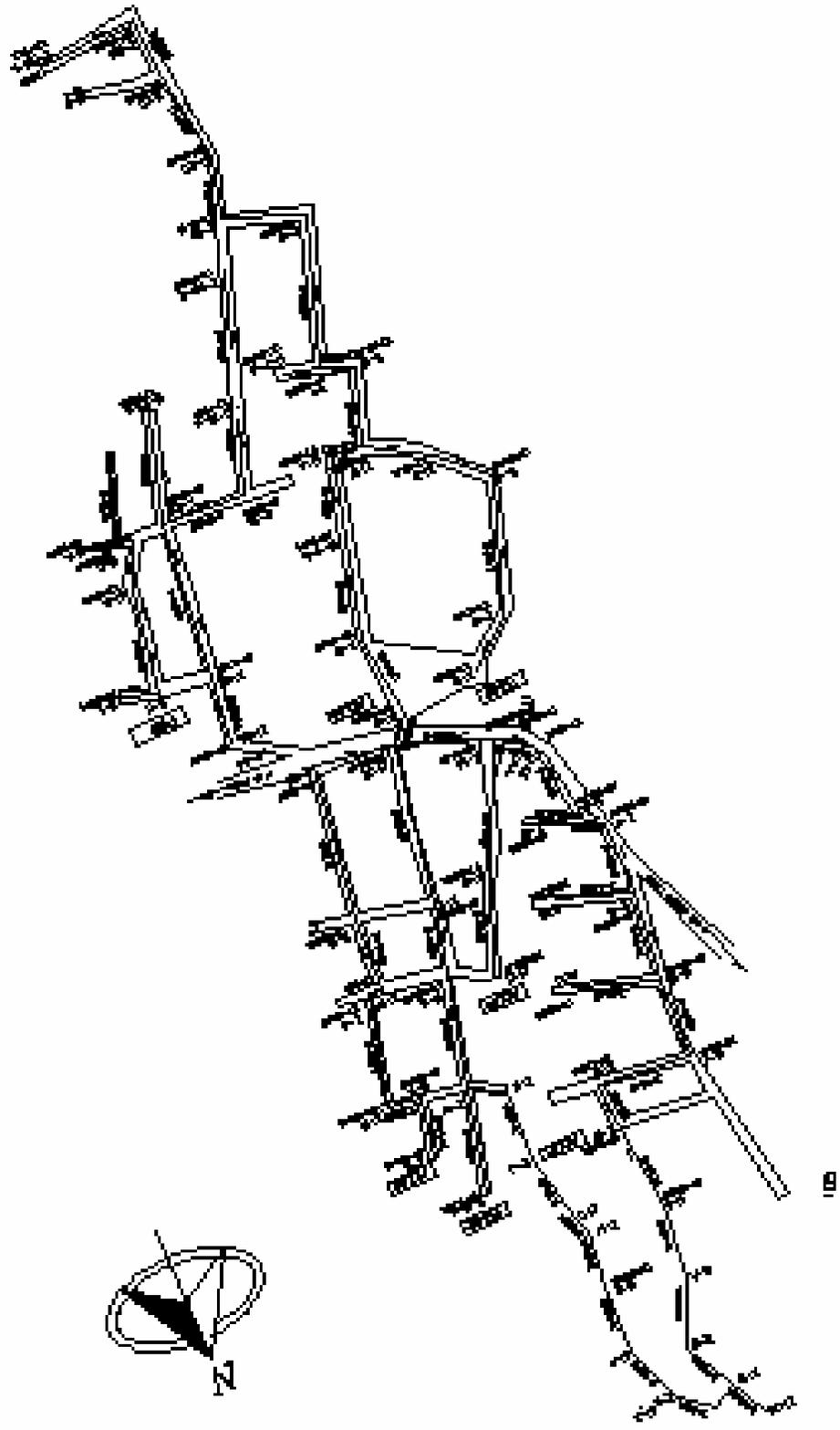


Figura 10. Tuberías y accesorios

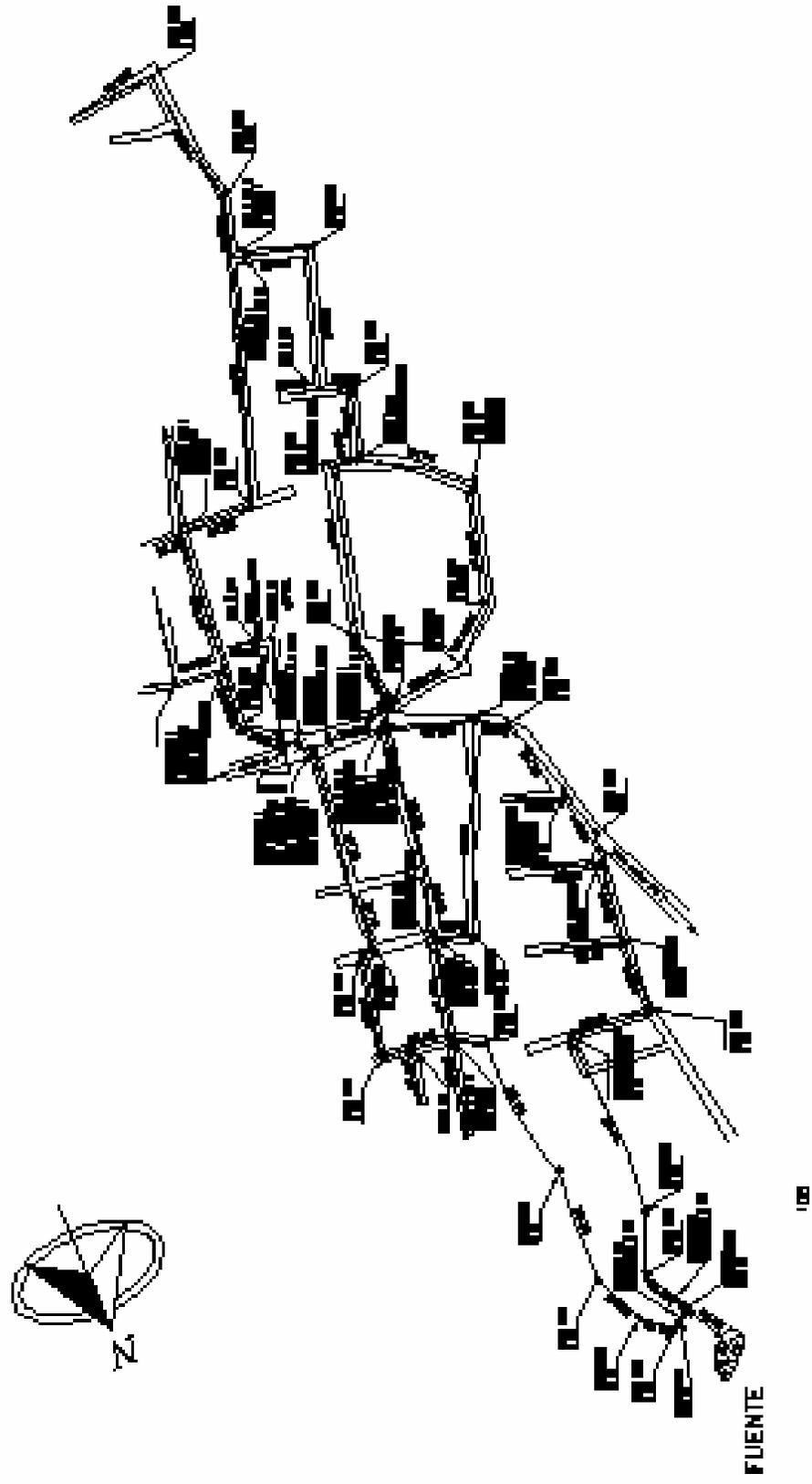


Figura 11. Tarque de distribución

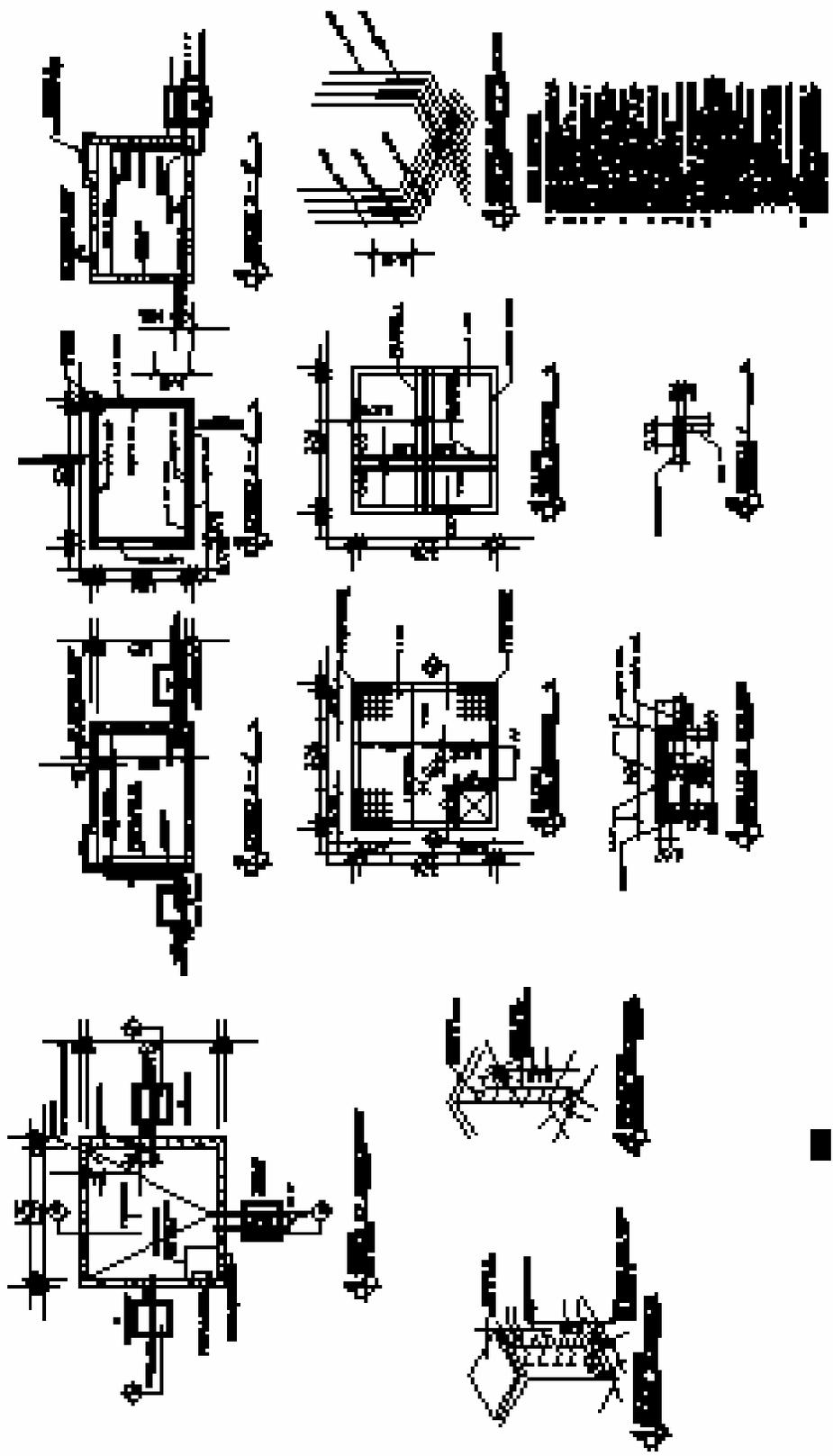


Figura 12. Crep bedón

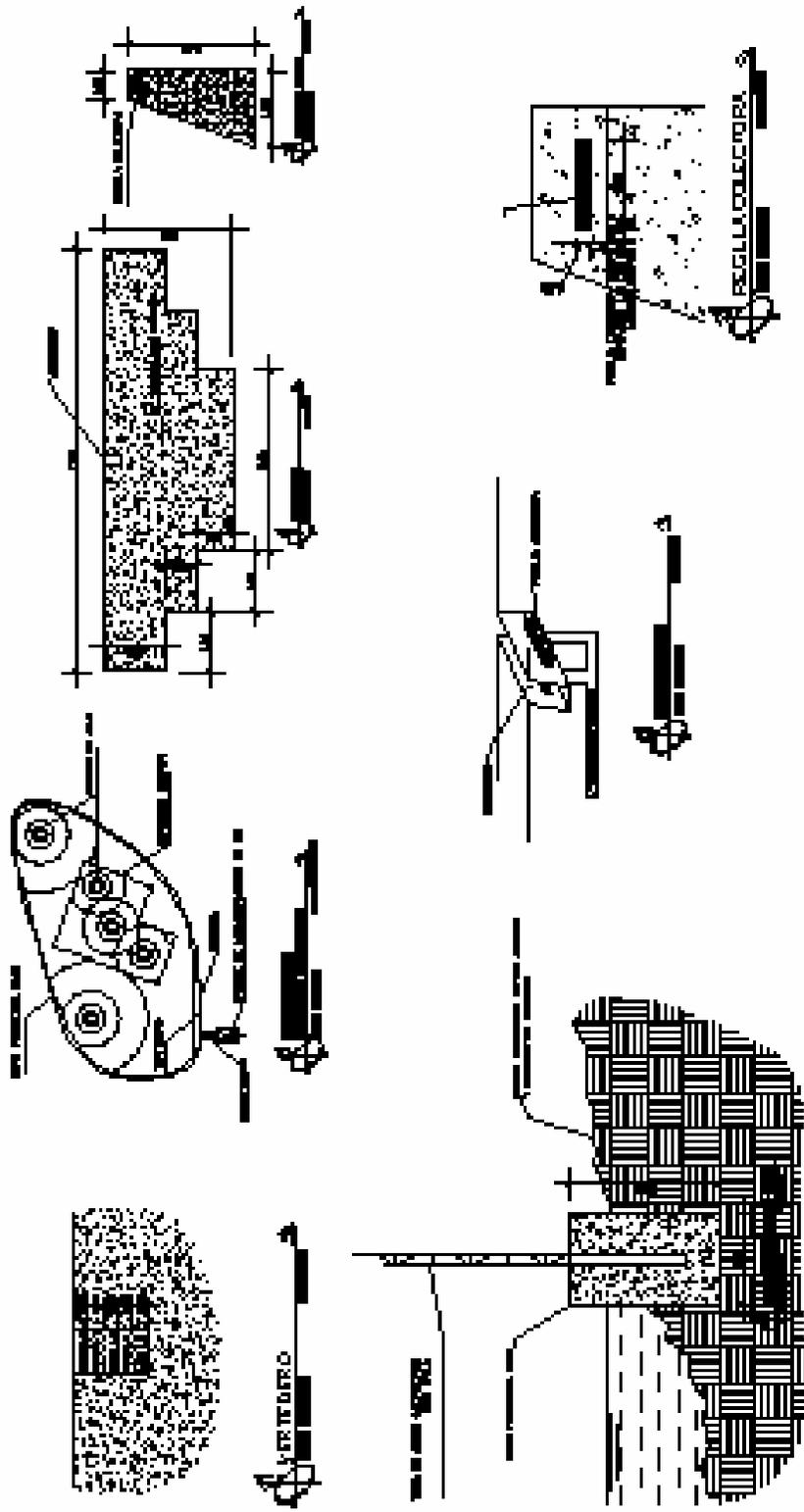


Figura 13. Paso de zambón

