



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO

Emilio Arturo Aragón Meneses

Asesorado por el Ing. Joram Matías Gil Larroj

Guatemala, junio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EMILIO ARTURO ARAGÓN MENESES
ASESORADO POR EL ING. JORAM MATÍAS GIL LAROJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszuck
EXAMINADOR	Ing. Héctor Alfonso Castañeda Samayoa
EXAMINADOR	Ing. Oscar Rolando Majus Fernández
EXAMINADOR	Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de agosto de 2002 y revalidado el 4 de febrero de 2014.



Emilio Arturo Aragon Meneses



Guatemala, 24 de marzo de 2014

Ingeniero
 Pedro Aguilar Polanco
 Jefe Depto. De Hidráulica
 Escuela de Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Aguilar:

En cumplimiento con la: resolución emanada de la Facultad de Ingeniería, donde se me nombra como asesor del trabajo de graduación del estudiante universitario **EMILIO ARTURO ARAGÓN MENESES**, titulado **PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE DISEÑO OPTIMO**. Al respecto me permito hacer de su conocimiento lo siguiente:

Que el estudiante cumplió con los lineamientos metodológicos sugeridos en el proceso de elaboración del trabajo de graduación, ajustándose al rigor científico exigido en el proceso de investigación, cumpliendo con el contenido requerido por el protocolo de graduación aprobado, estructurándose de acuerdo a los objetivos planteados según el problema a resolver en el trabajo.

Considero que el presente trabajo constituye un aporte al conocimiento de la sostenibilidad de proyectos de agua potable rural, que no está tan desarrollado en el ámbito nacional. Por lo que me hago responsable de lo descrito en este trabajo como su asesor.

Por lo tanto no tengo limitación alguna para emitir **DICTAMEN FAVORABLE**, al presente trabajo para que continúe con su trámite correspondiente.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted,

Atentamente;

*MSc. Ing. Joram Gil
 Ingeniero Civil*

*Maestría en Ingeniería Sanitaria & Recursos Hidráulicos
 Maestría en Liderazgo Organizacional
 Director Cátedra UNESCO del Agua
 ERIS-USAC
 Colegiado 2318*

MA. MSc. Ing. Joram Gil
 Ingeniero Civil
 Maestría en Ingeniería Sanitaria
 Maestría en Liderazgo Organizacional
 Colegiado 2318



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
24 de abril de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

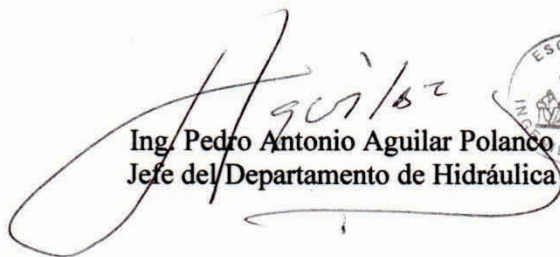
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emilio Arturo Aragón Meneses, quien contó con la asesoría del Ing. Joram Matías Gil Laroj.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para el departamento y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





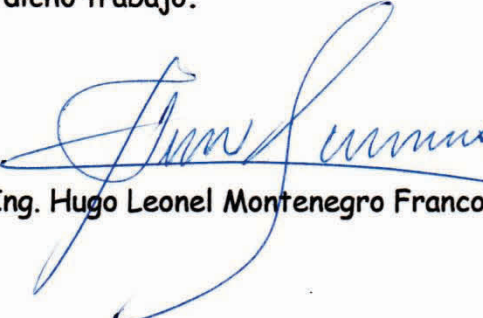
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Joram Matías Gil Laroj y del Jefe del Departamento de Hidráulica, Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Emilio Arturo Aragón Meneses, titulado **PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

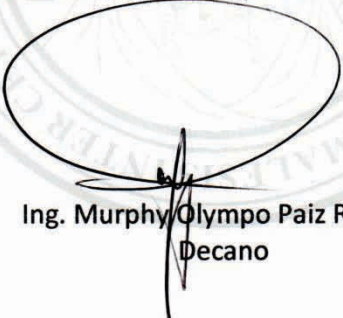


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 286.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO ÓPTIMO**, presentado por el estudiante universitario **Emilio Arturo Aragón Meneses**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 19 de junio de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por su infinita sabiduría y cuidados, ya que sin él no lo hubiera logrado.
Mis padres	Emilio Aragón y Albina Meneses de Aragón. Por su amor, por sus múltiples esfuerzos y por su ejemplo de honestidad y trabajo.
Mi esposa	Frida Orellana de Aragón. Por su amor, su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado en todo momento.
Mis hijos	Favio Renato, Emilio José, Arlyn Daniely y Mariel, con mucho amor y como motivación para su vida profesional.
Mis nietos	Renato Alejandro y Emilio Sebastián, regalos de Dios para mi vida.
Mis hermanos	William Rene, Mirna Aracely, Elma Verena y Mynor Rodrigo, Aragón Meneses por su cariño, apoyo y motivación, para lograr este éxito.
Mis sobrinos y cuñados	Con un amor, especialmente a los que se encuentran fuera de nuestra patria.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Habermé permitido forjar una carrera y poder servir a mi nación, con excelencia.
Facultad de Ingeniería	Fuente fundamental para la formación de profesionales de éxito.
Mis amigos del EXMINDES	Con un fraternal cariño y por ser parte de su gloriosa historia.
Ing. Joram Gil	Con admiración, respeto y por su apoyo incondicional en la culminación de mi carrera.
Ing. Sergio Ixcolin	Por su amistad y su importante aporte para este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. MARCO TEÓRICO	
1.1. Factores técnicos a considerar para la elaboración de proyectos de agua potable.....	1
1.2. Principales aspectos para la evaluación financiera de proyectos	19
2. ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO	
2.1. Monografía de la comunidad.....	33
2.2. Parámetros de diseño	43
2.3. Cálculo hidráulico y presupuesto por período.....	48
3. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO	
3.1. Costos para el funcionamiento del sistema.....	53
3.2. Tarifa.....	55
3.3. Ingresos de tarifa por período.....	57
3.4. Flujo de caja y cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	60
3.5. Análisis de resultados	64

4. PROPUESTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

- 4.1. Resultados globales65
- 4.2. Estructura organizativa.....66
- 4.3. Propuesta para la administración del proyecto.....74
- 4.4. Propuesta para la sostenibilidad financiera.....75

CONCLUSIONES.....79

RECOMENDACIONES.....81

BIBLIOGRAFÍA.....83

ANEXOS.....85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Flujo de fondos gráficos.....	27
2.	Flujo de fondos netos.....	27
3.	Mapas (nacional y departamental).....	34
4.	Ubicación del caserío Naranjales, Colotenango, Huehuetenango.....	35
5.	Estructura por género.....	38
6.	Viviendas con y sin servicio de agua potable.....	39
7.	Disposición de basura.....	40
8.	Forma de quemar la basura.....	40
9.	Planchas ahorradoras de leña.....	41
10.	Valores de VAN por periodo.....	63
11.	Estructura organizativa, sus principales órganos.....	68
12.	Estructura organizativa para la administración del proyecto.....	69
13.	Boleta para reportar el mantenimiento.....	73

TABLAS

I.	Vida útil de los diversos elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable.....	13
II.	Dotación de agua potable (l/hab/día).....	18
III.	Nacimientos de agua disponibles.....	42
IV.	Cuadro resumen de parámetros de diseño.....	47
V.	Cálculo hidráulico para un período de 10 años.....	48
VI.	Cálculo hidráulico para un período de 15 años.....	49
VII.	Cálculo hidráulico para un período de 20 años.....	50

VIII.	Presupuestos para cada período.....	51
IX.	Ingresos por tarifa para un período de 10 años.....	57
X.	Ingresos por tarifa para un período de 15 años.....	58
XI.	Ingresos por tarifa para un período de 20 años.....	59
XII.	Cálculo de VAN, para un período de 10 años.....	60
XIII.	Cálculo de VAN, para un período de 15 años.....	61
XIV.	Cálculo de VAN, para un período de 20 años.....	62
XV.	Cuadro resumen de valores del VAN.....	63
XVI.	Tarifa propuesta.....	77
XVII.	VAN propuesto.....	78

GLOSARIO

Acueducto	Sistema de abastecimiento de agua que acerca el agua de una fuente hacia un centro poblado, un acueducto no necesariamente trae agua potable.
Aforo	Operación de medir un caudal (volumen por unidad de tiempo de una corriente de agua).
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
C	Coeficiente de fricción.
Captación	Volumen de agua por unidad de tiempo, se mide en litros por segundo (l/s) o en metros cúbicos por segundo (m ³ /s)
Contaminación	Modificación del estado natural del agua, generalmente provocado por ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, así como, para los animales y la vida natural.
Costo	Empleo de recursos para obtener un bien, lo que incluye la amortización de la inversión, los gastos de operación y del mantenimiento.

Est.	Estación topográfica.
Eficacia	Lo que produce el efecto deseado.
Eficiencia	Rendimiento, la relación entre el efecto útil y los recursos empleados, es siempre menor de 100 %
Externalidad	Beneficios o perjuicios que un proyecto ocasiona a terceras personas por el proceso productivo que éste desarrolla.
f	Pérdida de carga, por la fricción que provoca el paso del agua en la tubería.
H.G.	Acero galvanizado, tipo de material de la tubería.
i	Tasa de interés.
K'	Valores de pérdida de carga según diámetro del tubo.
l/s	Litros por segundo.
Línea de conducción	Componente de un acueducto que trae el agua de la fuente hacia la planta de tratamiento o al tanque de almacenamiento.
Llena cántaros	Obra pública donde se apoyan los cántaros mientras se ejerce su llenado de agua.

Mts	Metros, unidad de medida.
M/s	Metros por segundo, velocidad del agua.
M³/s	Metros cúbicos por segundo, volumen por unidad de tiempo.
Mantenimiento	Acción de conservar el estado operativo de un sistema.
Mantenimiento preventivo	Conjunto de medidas para corregir los desgastes normales durante la operación.
Mantenimiento correctivo	Reparación del sistema después de una falla o un daño.
PVC	Cloruro de polivinilo, tipo de material de la tubería.
Pérdida	Diferencia entre la entrada y la salida de un sistema; en el contexto de un sistema de agua potable, la pérdida técnica es la diferencia entre los volúmenes de producción de la fuente y los medidos o facturados en las conexiones domiciliarias.
P.O.	Punto observado, utilizado en topografía.
Precio	Valor de una cosa respecto a su venta o compra, no es sinónimo de costo.

Presión dinámica	Depende del caudal que pasa por una tubería y el gasto de energía por fricción y obstáculos del sistema.
Presión hidrostática	Presión en un punto del sistema lleno de agua cuando las válvulas de salida están cerradas y no hay flujo.
Red de distribución	Parte pública de un acueducto por el cual se distribuye el agua a los usuarios.
Q	Caudal
Sostenibilidad	La capacidad adquirida de los usuarios de algún objeto o infraestructura (ejemplo un sistema de agua, bosque) de usar, mantener, operar y sustituir de manera autónoma este objeto o infraestructura.
Tarifa	Precio pagado por los usuarios por la utilización del servicio.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
VAN	Valor Actual Neto.
Vida útil	Lapso de operación de un sistema, depende sobre todo del mantenimiento adecuado.

RESUMEN

La mayoría de las comunidades rurales continuamente están solicitando apoyo financiero y técnico a instituciones públicas, privadas u organismos internacionales para la construcción, rehabilitación, mejoramiento o ampliación de sus sistemas de agua potable. Es común ver los problemas que existen a nivel rural como la falta de caudal, razonamientos del servicio o la mala calidad del agua, llegando al punto de encontrarse sistemas deficientes, abandonados, con las consecuencias de tener una población con problemas de enfermedades gastrointestinales y deficientes hábitos higiénicos en el hogar.

Al analizar este problema se puede encontrar que la mayoría de sistemas a nivel rural no logran alcanzar el período de diseño de una manera eficiente, no son autosostenibles técnica, ni financieramente, es por esta razón que el presente estudio se enfoca en investigar los principales factores que inciden en que se mantenga este círculo vicioso y presentar una alternativa que permita optimizar los recursos, para que las comunidades rurales dispongan de buenos proyectos con calidad de agua, cantidad, continuidad a un precio razonable, pero que cubra todos los costos de administración, operación y mantenimiento, hasta alcanzar su vida útil.

Para sustentar la idea principal de optimizar los recursos, se realizó el estudio técnico de un sistema de agua potable rural en la comunidad de Naranjales, municipio de Colotenango, Huehuetenango, donde se obtuvo toda la información de campo, como el estudio topográfico, censo, estudio socioeconómico de la población, análisis de la calidad de agua de las fuentes.

Con esta información se desarrolló el cálculo y diseño hidráulico del sistema, para diferentes períodos de diseño, 10, 15 y 20 años, obteniendo los costos para cada uno de los períodos, a los cuales se les realizó la evaluación financiera a través del VAN (Valor Actual Neto) con una tasa de interés de oportunidad de 5 %, evaluación que dio como resultado que el período a 20 años, es el que presenta el mayor valor de la inversión.

El estudio realizado indica que para lograr la sostenibilidad del sistema, aparte de utilizar este período de diseño, es necesario adoptar tarifas reales, que cubran todos los costos de operación y que contemple un costo adicional para disponer de recursos al final del tiempo de vida útil, que se utilicen medidores para evitar derroches o desperdicios de agua.

Es necesario fortalecer a los comités encargados de los sistemas para la administración y mantenimiento, firmar contratos de servicio para los usuarios, que contengan sanciones a quienes hacen mal uso del servicio o no pagan sus tarifas.

OBJETIVOS

General

Analizar el período de diseño del proyecto de agua potable del caserío Naranjales, Colotenango, Huehuetenango, desde el punto de vista técnico, económico y financiero, para determinar el período ideal, que genere la mayor rentabilidad.

Específicos

1. Determinar los factores técnicos y financieros a considerar para la elaboración de un sistema de agua potable rural.
2. Realizar un análisis técnico del sistema de agua potable del caserío Naranjales, Colotenango, Huehuetenango, mediante la variación del período de diseño.
3. Evaluar económica y financieramente el proyecto de agua potable que se analiza, mediante la variación del período de diseño, basado en los costos e ingresos.
4. Presentar una propuesta para la sostenibilidad técnica, económica y social del proyecto y que este logre alcanzar el período de diseño proyectado.

INTRODUCCIÓN

El problema del agua como recurso para el abastecimiento humano, en el área rural, no tiene una solución permanente, lamentablemente con frecuencia las obras construidas terminan su vida útil antes de lo esperado. Esto por una serie de factores o deficiencias que entre otros se pueden mencionar: los problemas técnicos; como déficit de la calidad de agua, déficit de caudal, falta de medidores, malos diseños, materiales de baja calidad, etcétera., y los problemas sociales como la incapacidad de los usuarios de mantener los sistemas funcionando adecuadamente, ya sea por falta de personal técnico calificado para realizar las tareas de operación y mantenimiento, reducida capacidad gerencial de los comités encargados, falta de sustento legal de las organizaciones encargadas, tarifas inadecuadas, etcétera.

Estos factores hacen reflexionar la manera de presentar una alternativa que permita optimizar los recursos que cada vez son más limitados, pues las fuentes de financiamiento que cada vez son menos, necesitan asegurar que los recursos invertidos logren sus objetivos, pero que principalmente sean sostenibles, esto sin perder de vista que un buen proyecto es aquel que cumple con entregar diseños técnicamente adecuados, uso de materiales de buena calidad, una buena construcción y lo que no es menos importante, una administración, operación y mantenimiento que garantice la prestación del servicio de agua en forma permanente, a una presión adecuada, así como, agua apta para el consumo humano.

Se presentan inicialmente los principales factores técnicos, económicos y financieros, que deben ser considerados en la preparación de un estudio, haciendo énfasis que la información para un estudio debe ser claro, preciso, verídico, con la información estadística necesaria para la elaboración del proyecto el cuál será seguramente la base para la construcción. Existen muchos manuales y textos que tratan con mayor profundidad estos conceptos; sin embargo, dan la base teórica para entrar posteriormente al ejercicio práctico, que permitirá el análisis de resultados.

Con el apoyo de los datos técnicos y sociales de una comunidad rural de Huehuetenango, se estará realizando el análisis técnico; diseño y cálculo hidráulico, haciendo variar el período de diseño, donde se hace uso de los factores antes mencionados, obteniendo resultados como presupuestos para cada período, considerados como la inversión inicial del proyecto, lo cual permitirá entrar a la evaluación financiera, pues se conocerán los costos de operación, así como, los ingresos por período, tasas de interés y con el apoyo del VAN (Valor Actual Neto), se podrá traer al valor presente la inversión realizada para cada período en particular y poder determinar, que período genera el mayor valor de la inversión o la mejor rentabilidad, que es la idea principal del estudio.

Conociendo los principales factores que afectan el cumplimiento del período de diseño y hacen deficientes los sistemas de agua en al área rural, al final se presenta una propuesta que puede ser considerada como un modelo para buscar la sostenibilidad técnica, económica y financiera, que permita tener sistemas de agua trabajando eficientemente, pues toma en cuenta la capacidad de pago de los usuarios, otros beneficios que traen este tipo de proyectos, como el mejoramiento de la salud y calidad de vida, pero considerando dentro del valor de la tarifa una recuperación parcial de la inversión.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Factores técnicos a considerar para la elaboración de proyectos de agua potable

Inicialmente se analizarán los diferentes puntos que debe contener un estudio para preparar la ejecución de un proyecto, así como, los conceptos básicos utilizados en el diseño hidráulico y algunos conceptos económico-financieros para tener elementos que sustenten la idea principal.

Un estudio debe ser encauzado hacia dos finalidades específicas:

- Realizar un buen proyecto de abastecimiento de agua potable
- Ejecutar económicamente las obras que formarán parte del proyecto

El alcanzar estas metas es algo que depende de las limitaciones que imponga la disponibilidad real de tiempo y el tipo de la localidad que se estudia; de esta manera el proyecto deberá contener los siguientes aspectos:

- La mejor solución del problema
- Ciertas alternativas que se propongan y que servirán para seleccionar
 - Las obras de construcción urgente.
 - Las de construcción inmediata.
 - Las de construcción futura.
 - Las ampliaciones previstas y solicitadas.
 - Las de mejoramiento del sistema.
 - Aquellas obras que por razones económicas y sociales convengan construir en etapas.

- La certeza en el proyecto, apoyado en un estudio completo.
- La seguridad para planear la ejecución de las obras.
- Datos suficientes para señalar en forma legal, apropiada y conveniente, el proceso de los financiamientos.
- Información suficiente para elaborar los programas de construcción de las obras.
- Se conocerá la realidad económica y social de los habitantes de la localidad que se estudia.

Un estudio debe ser completo, procurando que contenga la información técnica y estadística justa, verídica y suficiente para el diseño de un proyecto apropiado, conveniente y económico.

El concepto de un “estudio” es: la información que se adquiere para preparar la ejecución de un proyecto.

En algunos casos la información obtenida puede ser tan insignificante y los datos que se suministren tan escasos, que con ellos no se logrará desarrollar un anteproyecto; en otras situaciones, el estudio puede contener un exceso de datos, al grado de resultar la información abrumadora, con muchísimo material no relevante; que es difícil para decidir cuáles datos son dignos de aceptar y los que forzosamente sea prudente eliminar, para resolver el problema planteado. Por esta razón, un estudio debe ser claro, preciso, verídico; que contenga la información estadística necesaria con los datos técnicos completos para la elaboración del proyecto específico que se pretenda desarrollar y en el que se apoye con seguridad la construcción.

A continuación se detallan las diversas actividades que se sugiere deben seguirse, para lograr un estudio que realmente sea útil y que contenga los datos básicos tanto locales como regionales, divididos en dos aspectos:

- Antecedentes relacionados con el problema que se trata de resolver, en los que se reúnan los datos específicos hasta el momento en que se está procediendo a la investigación.
- Contar con estudios complementarios, que serán encomendados a técnicos especializados en cada materia.

Se sugiere desarrollar el estudio en las cuatro etapas generales siguientes:

- Información previa
- Investigación directa
- Estudios auxiliares complementarios
- Elaboración integral del estudio

Antecedentes

De ser posible, es conveniente saber previamente de quien proviene la iniciativa de promoción para realizar las obras y al mismo tiempo, es indispensable que se conozca con precisión la clase de obra que se ordena estudiar, para ser proyectada y construida.

Información general y datos preliminares obtención de:

- Mapas geográficos de la región
- Plano de la localidad

Datos estadísticos

- Censo de población
- Morbilidad
- Mortalidad
- Climatología
- Hidrología
- Comunicaciones
- Transportes
- Económicos
- Culturales
- Históricos
- Políticos
- Sociales

Datos sobre recursos naturales como

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas

Esta información se puede obtener generalmente antes de proceder a la investigación directa de la población que se pretende estudiar.

Investigación directa

Esta labor de investigación se practica después de la obtención de los datos previos y directamente en la población que se halla en el proceso de estudio.

Se presentan varios aspectos para el desarrollo de esta actividad, los cuales conducirán a la finalidad deseada, en la forma siguiente:

Investigación dentro de la población

Debe realizarse esta actividad precisamente en la localidad propuesta, en las etapas siguientes:

- Comprobación de los datos estadísticos obtenidos con la información previa; ratificación en la misma localidad del número de habitantes y la realidad de los predios urbanos existentes para determinar con exactitud el verdadero número de tomas domiciliarias, industriales o cualquiera otra clasificación.
- Durante este proceso de investigación directa, se recabarán datos de la misma localidad, como edificios, escuelas, industrias, casas, carreteras, clase de pavimentos y áreas futuras de construcción.
- También se obtendrá información económica, costo de la vida, salarios, precio de materiales, tarifas de energía eléctrica y servicios de agua potable, etcétera.

Investigación fuera de la población

- La investigación fuera de la población se refiere a la localización de las fuentes de aprovisionamiento; para lo cual se necesita la calidad, la cantidad y la disponibilidad física del agua; que puede ser de manantial, de río, de lago, de galería filtrante o subterránea extraída por medio de pozo profundo.
- Localizada la fuente de abastecimiento y obtenida la posibilidad de utilizarla, serán determinados los caudales y la calidad del agua; procediéndose a continuación a resolver la forma de conducirla, ya sea por gravedad o por bombeo; para lo cual se necesita explorar la faja de terreno por la que se puede llevar la tubería de conducción, hasta cierto lugar cuya elevación, a inmediaciones de la localidad, permita por su altura de construcción del respectivo tanque de distribución o de una planta potabilizadora, si este fuera el caso.
- Ambas investigaciones tanto dentro como fuera de la población, requieren forzosamente de sus correspondientes levantamientos topográficos, los cuales pueden alcanzar precisiones que deben determinarse de conformidad con el problema que se trata de resolver, de acuerdo con la importancia y magnitud de la futura obra.

Con los datos recabados se construirá un plano con la información suficiente para proyectar las obras de captación, la línea de conducción, el tanque de distribución y por último, la red de distribución de agua. Hasta aquí, el estudio contará con tres elementos valiosísimos.

- Información estadística verídica y datos reales de la localidad, incluyéndose la situación económica de los vecinos de la localidad.
- Un plano topográfico configurado, con estos elementos, el proyectista se orientará para diseñar la obra de una manera más precisa, puesto que se apreciarán los núcleos de las construcciones existentes, las calles, las avenidas, las carreteras, los arroyos, la vegetación, los terrenos de cultivo y en general un conocimiento bastante real de la población.
- Se contará con un plano seguro en su planimetría para determinar en él las distancias con precisión, también se tendrán datos de altitudes en los cruces, suficientemente exactos para proyectar obras de agua potable y alcantarillado.

Estudios auxiliares complementarios

Con este título se designan aquellas actividades que corresponden a técnicos especializados, las cuales son de enorme importancia, al grado de constituir un factor absolutamente indispensable para que el estudio de abastecimiento de agua adquiera un carácter integral, como el análisis de la calidad de agua y otros.

Elaboración integral del estudio

Cuando se cuente con la información previa, con la investigación directa y con los resultados de los estudios complementarios se podrá elaborar verdaderamente el estudio completo de la población. De esta manera, los proyectos que se realicen serán realmente seguros y se podrá dilucidar la construcción más conveniente y económica que deba ejecutarse.

Cualquiera que sea la categoría de la población ya sea aldea, municipio o ciudad, el estudio debe ser fundamentalmente completo.

Indudablemente que las investigaciones pueden ser más sencillas a medida que la localidad sea reducida, pero tiene tanta importancia para el problema humano y social llevar el agua a un núcleo habitado pequeño, como a una gran ciudad. En ambos aspectos, los problemas son idénticos, lo único que varía es la magnitud de la obra o la amplitud del estudio; en consecuencia, en los dos casos el estudio debe ser terminantemente integral y lo más amplio posible.

Conceptos básicos para el diseño hidráulico

A continuación se presentarán una serie de conceptos y definiciones, que servirán de base para comprender de una mejor manera la parte central del estudio.

- Período de diseño

En muchos documentos se encuentran definiciones acerca del período de diseño, algunos lo definen como el número de años para el cual un sistema va a proporcionar agua potable a una comunidad en cantidad adecuada a la población existente al final del período, aunque se conoce que este período está determinado por razones económicas, un período de pocos años implicará que la población se encontrará con la necesidad de hacer ampliaciones al sistema en un plazo muy corto, un período de muchos años hará contribuir a la población actual a cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por esa población futura.

Para determinar este período se deben considerar otros aspectos como: la vida útil de los materiales, las tasas de interés, el comportamiento de la obra durante sus primeros años, la calidad y disponibilidad de agua entre otros.

- Nivel de servicio

Dependiendo del caudal de la o las fuentes disponibles y del nivel económico de una población, así será el nivel de servicio de agua que les pueda proporcionar.

El primer nivel de servicio es una combinación de llena cantaros y conexiones prediales.

El siguiente nivel está constituido por conexiones intradomiciliarias, con opción a varios grifos dentro de cada vivienda, es el sistema más utilizado en la actualidad.

- Vida útil

Los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable se proyectan con una capacidad prevista para dar servicio durante un lapso futuro de tiempo después de su instalación, que se denomina período diseño, este proceder es lógico, ya que no siempre se proyectan sistemas en áreas estáticas, sino que están sujetas a la dinámica del cambio de la población con el transcurso del tiempo.

El período de diseño en general es menor que la vida útil o sea el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos, sin tener gastos de operación y mantenimiento que hagan oneroso su uso o requieran ser eliminados por insuficientes. Rebasado ese período de diseño, la obra continuará funcionando hasta cumplir su vida útil en términos de una eficiencia cada vez menor. La vida útil de las obras depende de múltiples factores; entre los cuales los más importantes son:

- Calidad de la construcción y de los materiales utilizados en la ejecución de la obra

La obra civil dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable juega un papel muy importante, ya que esta es la base para la instalación de equipos y controles, así como, para el almacenamiento del agua; por ello, es muy importante realizar una construcción de buena calidad, asegurando y prolongando de esta manera la vida útil de los equipos que alberga y por ende, la del sistema.

- Calidad de los equipos electromecánicos y de control

Como se mencionó, este equipo es el que conjuntamente con las tuberías definen el período de vida útil de la obra, ya que su costo representa el mayor porcentaje del sistema. Es conveniente aclarar que las tuberías tienen una vida mucho mayor que los equipos, pero no tienen la flexibilidad de estos que se pueden cambiar o modificar resolviendo el problema económico que esto implica, mientras que sustituir la tubería implica rehacer el sistema.

- La calidad del agua a manejar

La calidad del agua es un factor definitivo en la duración de los equipos y materiales. Como ejemplo puede citarse el siguiente: si el agua es dura, las paredes de los tubos se incrustarán, pudiendo reducir su vida útil hasta en un 90 %

Mientras que si es corrosiva reduce su vida en un tiempo que está en función de las características del agua.

- El diseño del sistema

La optimización que se haya realizado en el diseño del sistema, influirá directamente en la calidad del servicio que se prestará y en la duración de este, ya que un mal diseño hará que el sistema trabaje en condiciones desfavorables, lo que requerirá de un esfuerzo adicional para su función.

Este punto es más importante que los anteriores, ya que si el diseño por alguna razón quedo escaso, la vida útil se disminuirá tanto como el mismo error; siendo en ocasiones este período más corto que el de los propios equipos, por lo que queda obsoleto antes de cumplir su cometido.

- La operación y mantenimiento

Este factor es el más importante de todos, ya que dependiendo de la forma como se efectúe la operación y el mantenimiento del sistema, se acortará o prolongará el período de trabajo de cada uno de sus componentes.

En muchos países de la región se vuelve uno de los principales problemas, en el manejo de sus sistemas, pues debido a la escasez de recursos y falta de preparación de los encargados, no se da el mantenimiento preventivo que se requiere, sino que se les da el de tipo correctivo, el cual casi siempre se efectúa en forma provisional; esto aunado a que el personal en general es improvisado, termina por reducir el sistema a su mínima expresión, dejando en operación lo indispensable, nada más para que funcione, lo que hace trabajar el sistema en condiciones desfavorables.

Por lo antes expuesto es necesario tomar en cuenta los imponderables de cada proyecto en particular, para definir en forma realista el período de vida estimado de cada una de las partes que componen en sistema de agua potable.

Con el fin de dar una idea de la vida útil de los diversos elementos, en el tabla 1, se proporcionan algunos valores estimados, partiendo del entendido de que tendrán un mantenimiento adecuado y trabajarán en condiciones bajo las cuales fueron diseñadas.

Tabla I. **Vida útil de los diversos elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable**

Componente Obras	Vida útil (años)	Componente Obras	Vida útil (años)
Tuberías HG	20-50	Válvulas principales	15-25
Tuberías PVC	10-30	Bombas sumergibles	5-12
Obras de concreto	20-50	Medidores (micro)	5-10
Obras de mampostería	20-50	Llaves (usuarios)	5-10
Captación en quebradas o ríos	10-20	Hipoclorador	10-20

Fuente: Secretaría de Salud, Unión Europea Proyecto ALA 86/20, Manual de consultas para agua potable y saneamiento básico, Honduras. 1998 p.16-14.

- Población de diseño

En general el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable se basa en una estimación de la población futura a la que servirá, denominada población de proyecto, este número de habitantes corresponde al que se tendrá que atender al último día del período que se fijó.

Es indiscutible que la mayor o menor aproximación que se logre en la predicción de la población, dependerá que la obra cumpla su cometido futuro y que efectivamente al reducirse el grado de incertidumbre en el diseño, puede ser más económica.

Los factores básicos del cambio en la población son:

- El aumento natural de la población.
- La migración que resulte del movimiento de las familias hacia adentro y hacia afuera de un área determinada.

La interrelación de los factores del cambio en la población puede señalarse diciendo que generalmente, mientras mayor sea la base de la población con que se trabaje, el crecimiento natural tendrá más peso, en el aumento de la población que la migración neta.

Es importante señalar además que las condiciones socioeconómicas tienen una influencia decisiva sobre los factores de crecimiento de la población, tanto en el aumento natural como en la migración neta. De esto se desprende que el análisis de las condiciones socioeconómicas es importante en la mecánica de la predicción del crecimiento de las poblaciones. No importa el área para la cual se haga la estimación, deberán tenerse en cuenta tanto las fuerzas socioeconómicas internas como las externas.

Así como, las condiciones mundiales afectan a la nación, las condiciones de las áreas metropolitanas influyen sobre las comunidades rurales.

Los atractivos de una comunidad (agua, alcantarillado, calles pavimentadas, comercios, zona de recreación, etcétera.), tanto para vivir, como para trabajar, son factores importantes en el crecimiento de una población.

Se debe destacar la importancia de tomar en cuenta determinadas precauciones y considerar algunos factores limitantes para hacer una buena predicción. Por ejemplo, debe hacerse una estimación de la capacidad que puede admitir el terreno disponible, para saber si una predicción determinada resulta o no razonable. Así hay lugares congestionados de construcciones que tienen poco espacio para más personas: en ellos, no importa cuales hayan sido las tendencias del pasado, las personas no pueden habitar por no existir más espacio en ellas; es decir, que estas poblaciones están saturadas y por consiguiente no se puede suponer que tengan crecimiento futuro a la hora de estudiar el espacio disponible.

La mejor base para estimar las tendencias de la población futura de una comunidad es su pasado desarrollo y la fuente de información más importante son los censos levantados por una entidad reconocida oficialmente.

Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como lo son el aritmético, el geométrico, etcétera.

El propósito de este estudio, no es explicar cómo funcionan los métodos de cálculo de poblaciones futuras, sino más bien dar mayores elementos de juicio que permitan hacer una estimación lo más aproximada posible.

- Consumo

Los consumos de agua varían con los países e incluso con las regiones; así, en las ciudades se consume mayor cantidad de agua que en las zonas rurales, en efecto las condiciones climatológicas e hidrológicas de la región considerada, las costumbres locales y el género de actividad de los habitantes tienen una influencia directa en las cantidades de agua consumida.

Específicamente, los factores que determinan el consumo son los que se describen a continuación:

- **Cantidad de agua disponible**
La dificultad para disponer de agua en las fuentes de abastecimiento limita en ocasiones la cantidad a distribuirse.
- **Tamaño de la población**
A medida que una población crece, aumenta sus necesidades de agua destinada principalmente a usos públicos e industriales.
- **Características de la población**
El consumo per cápita dependerá de la actividad básica y costumbres de la población, así como, de las características de dicha actividad.
- **Clima**
Los climas extremos son los que más influencia tienen en el consumo de agua, ya que elevan este cuando el clima es cálido y lo disminuyen cuando es frío.
- **Nivel socioeconómico**
A medida que el nivel económico de una población mejora, aumentan las exigencias en el consumo de agua.
- **Existencia de alcantarillado**
Cuando una población cuenta con redes de alcantarillado a través de las cuales los materiales de desecho son fácilmente eliminables, el consumo de agua es más elevado que en poblaciones donde no se cuenta con tal servicio.

- Clase de abastecimiento

El consumo en poblaciones que cuentan con un sistema público de abastecimiento es mayor que en aquellas que tienen sólo un sistema rudimentario.

- Calidad de agua

El consumo de agua aumenta cuando su calidad es mejor debido a que se diversifican sus usos.

- Presión en la red

La presión en la red afecta el consumo a través de los derroches y pérdidas. Una presión excesiva aumenta la cantidad de agua consumida, debido a las pérdidas en las juntas y los derroches en piezas defectuosas.

- Dotación

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna a cada habitante, expresada en litros por habitante por día (l/hab/día) y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día medio anual, incluyendo pérdidas. Por supuesto que la dotación de agua potable, si el sistema de abastecimiento es eficiente y suficiente, es función del clima, del número de habitantes y sus costumbres, del costo de agua distribuida y de las medidas de control para evitar fugas, desperdicios y hacer uso racional de ella.

Se considera para fines de proyecto ya sea la aplicación de los datos experimentales que se recaben en la población en cuestión, los que se adapten de otras en condiciones similares o a falta de estos, se acaten normas de dotación media en función del número de habitantes y clima.

Tabla II. **Dotación de agua potable (l/hab/día)**

Sistema de distribución de agua potable	Dotación (l/hab/día)
Servicio de llena cantaros exclusivamente	30 – 60
Servicio mixto de llena cantaros y conexiones prediales	60 – 90
Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda	60 – 120
Servicio de conexión intradomiciliar con opción a varios chorros dentro de la vivienda	90 – 170
Servicio de pozo excavado con bomba manual	20
Servicio de agua de lluvia	20

Fuente: Instituto de Fomento Municipal INFOM y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua. Para Consumo Humano, Guatemala. 2011, p. 26.

1.2. Principales aspectos para la evaluación financiera de proyectos

La evaluación de un proyecto consiste en plantear diferentes soluciones a los problemas, para este caso en particular, el abastecimiento actual y futuro de agua potable a una determinada comunidad, poniendo énfasis en la capacidad y seguridad del sistema y seleccionar aquella opción económicamente más rentable, tanto social como privadamente.

El proyecto es entonces, abastecer en forma segura la demanda de agua potable para un período de previsión que sea óptimo desde el punto de vista de rentabilidad. Siendo la evaluación de un proyecto la fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos períodos de tiempo, el problema es identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto y medirlos con el fin de emitir juicio sobre la conveniencia de ejecutarlo.

La evaluación es una tarea supremamente crítica en el ciclo del proyecto, ya que contribuye a las modificaciones del diseño o definición del proyecto, la selección entre diseños alternativos y el proceso en la toma de decisiones sobre la conveniencia de realizar o no el proyecto. En un mundo con escasos fondos de inversión, la evaluación financiera se torna fundamentalmente importante, puesto que la decisión de invertir en el proyecto significa sacrificar la oportunidad de invertir en una gama de alternativas diferentes. La evaluación financiera se realiza a través de la presentación sistemática de los costos y beneficios financieros de un proyecto, los cuales se resumen por medio de un indicador de rentabilidad, que se define con base en un criterio determinado. Así el proyecto podrá compararse con otros, para luego tomar una decisión respecto a la conveniencia de realizarlo.

Al evaluar un proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia, de manera que asegure que resolverá una necesidad humana, eficiente, segura y rentable, en otras palabras se pretende dar la mejor solución al problema económico que se ha planteado y así conseguir que se disponga de los antecedentes y la información necesaria para asignar los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable, frente a una necesidad percibida.

- Criterios para la toma de decisión

En su aplicación más básica, la evaluación financiera mide la rentabilidad de un determinado proyecto, para tomar una decisión sobre la bondad de ejecutarlo. Por supuesto, el proyecto no puede evaluarse aisladamente; su análisis tiene que basarse en una comparación con la cantidad que el dinero a ser invertido habría podido generar en su mejor uso alternativo. Es decir, hay que evaluar la rentabilidad de cualquier inversión a la luz del costo de sacrificar las oportunidades de utilizar el dinero para llevar a cabo otras inversiones o sea, del costo de oportunidad del dinero.

Una adecuada determinación de los costos contribuye a guiar la toma de decisiones sobre la mejor alternativa que se debe ejecutar, permitiendo con ello, optimizar la utilización de los recursos de inversión al comparar los beneficios y los costos asociados a un proyecto durante su ciclo de vida.

- El Valor Presente Neto como criterio para la toma de decisiones

El Valor Presente Neto (VPN o VAN) es un método de evaluación de proyectos de inversión, para determinar una decisión de inversión, una empresa utiliza el Valor Presente Neto (VPN) del ingreso futuro proveniente de la inversión.

Como ya se ha planteado, para tomar una decisión sobre la rentabilidad de un proyecto, hay que compararlo con otras alternativas de inversión: o sea, hay que compararlo con el beneficio que el dinero invertido en el proyecto hubiera podido generar (o ganar) si fuese invertido en el mejor proyecto alternativo. En otras palabras, hay que comparar los beneficios del proyecto con el costo de oportunidad del dinero invertido en él.

El Valor Presente Neto representa la suma presente que es equivalente a los ingresos netos de un proyecto a través de la ecuación:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

donde:

i = tasa de interés

n = número de años

P = capital originalmente invertido

F = suma a recibir en el futuro

La conversión de sumas futuras a sumas presentes, a través de la ecuación anterior, permite compensar por el costo de oportunidad del dinero y sumar los costos y beneficios de diferentes años como si hubiera ocurrido todos en el mismo año. Es importante tener en cuenta que la división por el costo de oportunidad del dinero “corrige” los beneficios y costos futuros por lo que habría generado si se hubieran presentado en años anteriores. Un beneficio recibido en el futuro vale menos que un beneficio recibido en el presente porque ha dejado pasar varias oportunidades de inversión. Un costo que se pagará en el futuro vale menos que un costo se paga en el presente, puesto que si se tiene que pagar dentro de algunos años, se pueden invertir dichos fondos en otra alternativa durante estos mismos años.

El Valor Presente Neto VPN o VAN, representa el valor presente de los beneficios netos por encima del costo de oportunidad del dinero. Por lo tanto, un VPN igual a cero no significa que no hay beneficios, sino que los beneficios alcanzan tan solo a compensar los costos de oportunidad de sacrificar otras alternativas de inversión. Un VPN negativo no necesariamente implica que no hay beneficios, sino que los beneficios no alcanzan a compensar los costos de oportunidad de dejar de lado las alternativas de inversión; en tal caso, será más rentable invertir en las alternativas y optar por no invertir en el proyecto.

Asimismo, un VPN positivo implica que el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir el costo de oportunidad de las alternativas de inversión.

Por consiguiente, se deduce que el VPN puede llevar a la toma de decisiones sobre invertir o no en el proyecto. El criterio para la toma de decisiones es el siguiente:

Si $VPN > 0$, el proyecto es atractivo y debe ser aceptado

Si $VPN < 0$, el proyecto no vale la pena ya que hay alternativas de inversión que arrojan mayor beneficio; (estas son las reflejadas por el costos de oportunidad del dinero).

Si $VPN = 0$, es indiferente entre realizar el proyecto o escoger las alternativas, ya que arrojan el mismo beneficio.

Es importante anotar que el cálculo del Valor Presente Neto se basa en dos supuestos básicos: primero, se asume que los beneficios netos generados (liberados) por el proyecto serán reinvertidos a la tasa de interés de oportunidad, inclusive después de la vida útil del proyecto. El segundo supuesto se refiere a que la diferencia entre la suma invertida en el proyecto y el capital total que se disponga para invertir en general, se invierte a la tasa de interés de oportunidad utilizada en el cálculo.

La fórmula analítica del Valor Presente Neto es:

$$VPN = \sum_{i=1}^n (\Delta Bi - \Delta Ci) / (1 + (r/100))^n$$

Dónde:

n = número de años del proyecto

ΔBi = beneficios brutos del proyecto para el año i

ΔCi = costos brutos del proyecto para el año i

r = tasa de interés de oportunidad (%)

- Flujo de caja

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que se determinen en ella.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones previas a la puesta en marcha, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de operación, el valor de salvamiento del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

El flujo de fondos o flujo de caja se refieren a un flujo del proyecto que ilustra cuáles son sus costos y beneficios y cuándo ocurren; sencillamente es un esquema que presenta en forma sistemática los costos e ingresos, registrados año por año (o período por período).

Estos costos e ingresos se obtienen de los estudios técnicos de mercado administrativo, etcétera. Por lo tanto, el flujo de fondos puede considerarse como una síntesis de todos los estudios realizados como parte de la etapa de preinversión o como parte de la ejecución.

Los cuatro elementos básicos que componen el flujo de fondos son:

- Los beneficios (ingresos) de operación.
- Los costos (egresos) de inversión o montaje, o sea los costos iniciales.
- Los costos (egresos) de operación.
- El valor de desecho o salvamento de los activos del proyecto en el momento final del mismo.

Cada uno de estos elementos tiene que ser caracterizado según:

- Su momento o magnitud
- Su ubicación en el tiempo

Es decir, cada elemento es registrado en el flujo de fondos, especificando su monto y el momento en que se recibe o se desembolsa.

La evaluación financiera de un proyecto antes de que este se realice, requiere la construcción de un flujo de caja con información confiable acerca de las cantidades de bienes o servicios que van a producirse, los insumos que se requieren y sus respectivos precios. Además, exige una proyección razonable que tenga en cuenta el régimen de impuestos, las condiciones financieras y, cuando sea relevante, la tasa de cambio.

La evaluación financiera de un proyecto después de que este se ha realizado, requiere la generación de información de buena calidad acerca de los diferentes eventos que caracterizaron el desarrollo, operación y mantenimiento del mismo.

Suponiendo la ausencia de tendencias inflacionarias, sólo se necesita determinar cuáles son los precios, tasa de interés y la tasa de cambio en el momento de iniciar el proyecto.

Los ingresos y los costos financieros son calculados con base en información confiable sobre condiciones de préstamos y otras transacciones financieras y sobre el valor de la tasa de interés, por lo tanto la recolección de esta información exige consultar con múltiples fuentes. El dinamismo y las condiciones de mercados financieros serán los que determinen las fuentes que deban ser consultadas.

Para la construcción del flujo de fondos se presentan los costos desembolsados y los ingresos (beneficios) recibidos en todos los años del proyecto. De igual manera, se podría utilizar otra unidad de tiempo para el flujo: meses, semestres, etcétera. El período de tiempo utilizado en la evaluación depende de la naturaleza del proyecto y de las características de sus costos y sus ingresos.

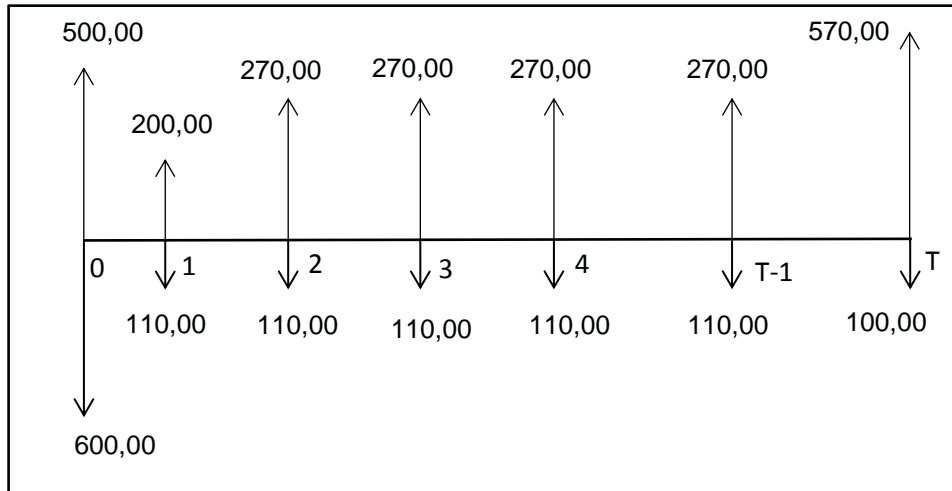
Para su análisis se supone que los costos se desembolsan y los ingresos se reciben al final de cada período. Aunque se sabe que en realidad fluyen durante todo el período hay necesidad de simplificar para realizar los cálculos.

El flujo de fondos se define para toda la vida útil del proyecto o para todo el horizonte de planeación o evaluación. La primera se define como el tiempo durante el cual las inversiones realizadas satisfacen las necesidades que motivaron la definición y la ejecución del mismo.

Convencionalmente al primer año de inversión y montaje se llama “Año 0”. El último año de vida del proyecto o de su período de evaluación se denomina “Año T”.

El flujo de fondos también puede ser presentado en forma gráfica que resume el flujo y reporta costos totales y beneficios (ingresos totales). En esta representación el tiempo se mide a lo largo del eje horizontal, estando este dividido en unidades que representan períodos de tiempo. Sobre el mismo eje, se señalan los beneficios (ingresos con flechas hacia arriba y los costos (o egresos) con flechas hacia abajo, como se muestra a continuación.

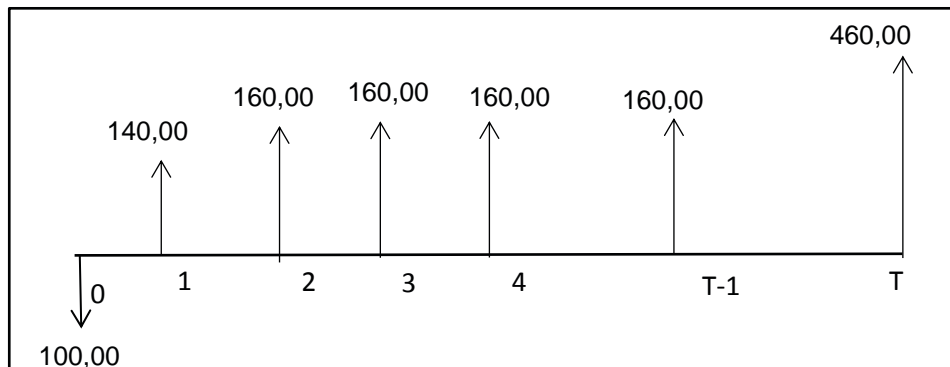
Figura 1. **Flujo de fondos gráfico**



Fuente: Mokate Karen, Evaluación financiera de proyectos de inversión, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes, Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 1994. 35-36.

El mismo flujo se puede convertir en flujo de fondos netos como se muestra a continuación.

Figura 2. **Flujo de fondos netos**



Fuente: Mokate Karen, Evaluación financiera de proyectos de inversión, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes, Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 1994. 35-36.

- Ingresos

Los ingresos que se incluyen en un flujo de fondos son los percibidos por la venta o alquiler de los productos o la prestación de los servicios del proyecto. Deben ser registrados en el año en que se espera recibir, independientemente del momento en que se causan.

- Costos

Los costos del proyecto suelen clasificarse en dos grandes categorías: costos de inversión y costos de operación. Para efectos de una correcta elaboración de un flujo de fondos, será necesario estudiar el manejo que se le debe dar a los costos muertos y a los costos de oportunidad.

- Costos de inversión

Los costos de inversión generalmente consisten en desembolsos de tres clases, a saber: la adquisición de activos fijos; activos nominales y la financiación del capital de trabajo. Los costos por adquisición de activos fijos representan los desembolsos por compra de terrenos y edificios, pago de obras civiles y compra de equipo; maquinaria y obras de instalación de apoyo.

Los costos de inversión típicamente se concentran en los primeros períodos del proyecto y su registro en el flujo de fondos así lo reflejará, sin embargo, puede haber inversiones en capital de trabajo y aumento o reposición en el listado de activos fijos o nominales durante toda la vida del proyecto.

Los costos de operación reflejan los desembolsos por insumos y otros rubros necesarios para el ciclo productivo del proyecto, a lo largo de su funcionamiento. Estos costos se pueden clasificar en costos de producción, costos de ventas, costos administrativos y costos financieros.

- Inversión

La construcción de un acueducto requiere de un capital inicial para pagar mano de obra, los materiales de construcción y los servicios de ingeniería.

Comparando un acueducto con una inversión comercial, se notan diferencias importantes:

- El inversionista comercial trabaja con su propio capital o capital prestado por un banco.
- El inversionista necesita la recuperación del capital como motivación de la inversión o para amortizar el crédito del banco.

- Inflación

Es un hecho que los precios de muchos productos tienen la tendencia de subir, otro hecho es que las monedas de varios países en vía de desarrollo sufren de una devaluación frente a monedas “duras” como el euro o el dólar estadounidense. Las razones de estas tendencias son múltiples; sin embargo, ambos fenómenos tienen efectos directos en la sostenibilidad de un pequeño acueducto rural, porque ciertos productos para la operación y el mantenimiento vienen del mercado internacional y están cotizados en moneda dura.

Esta devaluación afecta también la fabricación nacional porque los precios de materia prima, energía y maquinaria importada se cotizan en moneda dura, lo que afecta al cemento o a los tubos de PVC, como ejemplos.

Al no ajustar la tarifa a los precios del mercado no se puede mantener el acueducto en forma regular, con todas las consecuencias de servicio deficiente en calidad, cantidad y continuidad y una reducción de la calidad de vida en las comunidades afectadas.

Por los efectos inflacionistas, una tarifa en moneda nacional tiene que ser adaptada a los costos reales de la producción para que sea sostenible. En la búsqueda de una solución práctica para manejar este asunto se encuentran varias soluciones:

- Cálculo de los costos y de la tarifa con precios actualizados al mercado, dicho método requiere de un programa de cálculo.
- Ajustar la tarifa mediante índices de los grupos de costo de mayor incidencia.
- Relacionar la tarifa inicial con un artículo indicador, por ejemplo, el precio de un refresco o el salario mínimo, es decir, a la jornada,
- Calcular la tarifa de referencia en moneda estable, tal como el euro o el dólar estadounidense y ajustar la tarifa en moneda local periódicamente; tal procedimiento se aplica muchas veces para energía eléctrica, combustible o telecomunicaciones.

El lapso entre los ajustes depende del ritmo de la inflación. Con el objetivo de garantizar la sostenibilidad, los costos deben ser cubiertos por los ingresos por tarifas.

- Tiempo

Es un factor de mucha importancia, ya que no se puede hablar de ningún tipo de tasa sin mencionar antes del tiempo en el cual dicha tasa tendrá validez. Se puede decir que mientras mayor sea el tiempo, el riesgo se incrementará cada vez más, debido a que el valor actual de la inversión estará más susceptible a los diversos cambios que puedan ocurrir para afectar dicho valor. Es recomendable que la tasa de descuento se haga efectiva a la brevedad posible.

- Costo de oportunidad del dinero

Al establecer el flujo de caja o flujo de fondos para toda la vida de un proyecto se ha logrado la mayor parte del trabajo de evaluación. Lo que verdaderamente presenta dificultades es la proyección de costos e ingresos para los años futuros.

Pero el flujo de caja no conduce directamente a la toma de decisiones sobre la conveniencia o no de realizar el proyecto. Es necesario entonces realizar una comparación del flujo de caja con un flujo que representa el costo de oportunidad de los recursos invertidos y el cálculo de un indicador que permita tomar una decisión, de acuerdo con los criterios pres establecidos.

Por lo tanto, para que sea rentable, el proyecto tiene que generar como mínimo lo que habría ganado la inversión en la alternativa más atractiva. Es decir, tiene que compensar el costo de oportunidad del dinero

Se podría considerar que cualquier proyecto de inversión compite con la alternativa de ubicar los fondos de inversión en el mercado financiero, donde ganaría una tasa de interés. Al invertir en un proyecto, se sacrifica la oportunidad de percibir la tasa de interés i en el mercado financiero.

Por lo tanto, esta tasa representa el costo de oportunidad del dinero invertido en el proyecto

- Análisis de alternativas

El principio y los procedimientos para la toma de decisiones económicas consta de dos fases: primero, generar las alternativas y segundo, evaluarlas y adoptarlas, esto debe ser analizado ampliamente desde el punto de vista de los criterios económicos. Solo si se tienen en cuenta cuidadosamente esos criterios se podrá llevar a cabo una búsqueda inteligente de alternativas y, después, tomar decisiones económicamente correctas.

La toma de decisiones económicas, en sentido absoluto, incluye tanto la generación como la evaluación de las alternativas, puesto que el objeto de la decisión es siempre la elección de alguna alternativa, la toma de decisiones económicas sólo puede tener lugar si se han establecido alternativas. Sin conocimiento de alternativas, se estará simplemente, manteniendo los estándares y aplicando decisiones tomadas en el pasado.

El ingeniero debe generar alternativas. De manera ideal, poner a prueba todas las normas y métodos de su esfera de responsabilidad, buscar alternativas y adoptarlas, de acuerdo con criterios económicos.

2. ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO

A continuación se presenta el estudio técnico desarrollado en una comunidad rural, que servirá de base para los objetivos planteados, para posteriormente realizar su evaluación económica y financiera.

2.1. Monografía de la comunidad

- Nombre de la comunidad

Caserío Naranjales, municipio de Colotenango, Huehuetenango

- Localización

El caserío Naranjales se encuentra localizado en la parte en la sierra de los Cuchumatanes, situado a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Colotenango y a 25 kilómetros de la cabecera departamental de Huehuetenango, el acceso es a través de la carretera CA-1 occidente, transitable en toda época. Se encuentra ubicada a una altitud de 1 650 metros sobre el nivel del mar, una latitud norte de 15° 24,645' y longitud oeste de 91° 42,621'.

- Límites

El caserío Naranjales se encuentra limitado, al norte con Santiago Chimaltenango, al sur con el municipio de Colotenango, al este con San Rafael Petzal y al oeste con el municipio de San Idelfonso Ixtahuacan.

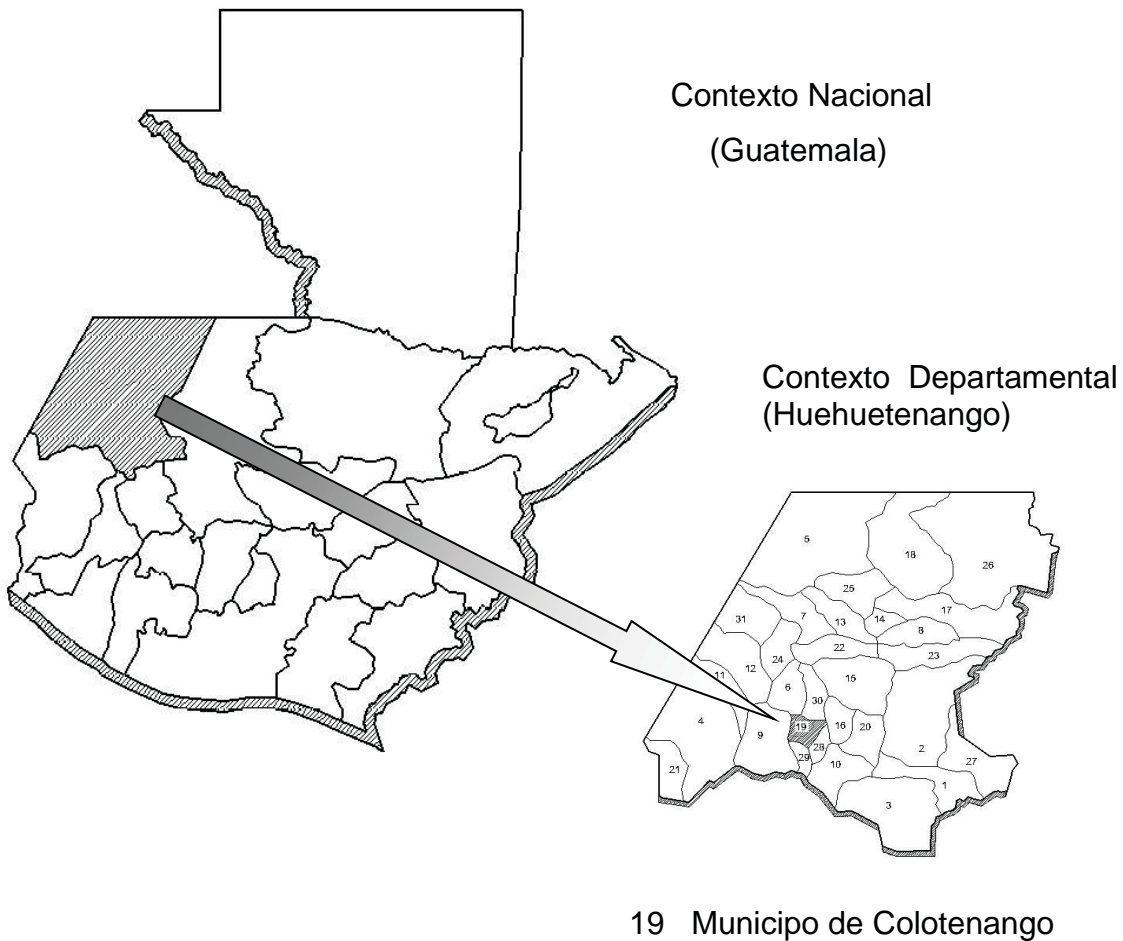
- Clima

El Caserío Naranjales presenta las características de un clima templado, las temperaturas van de 4 a 22 grados Celsius.

- Vías de acceso.

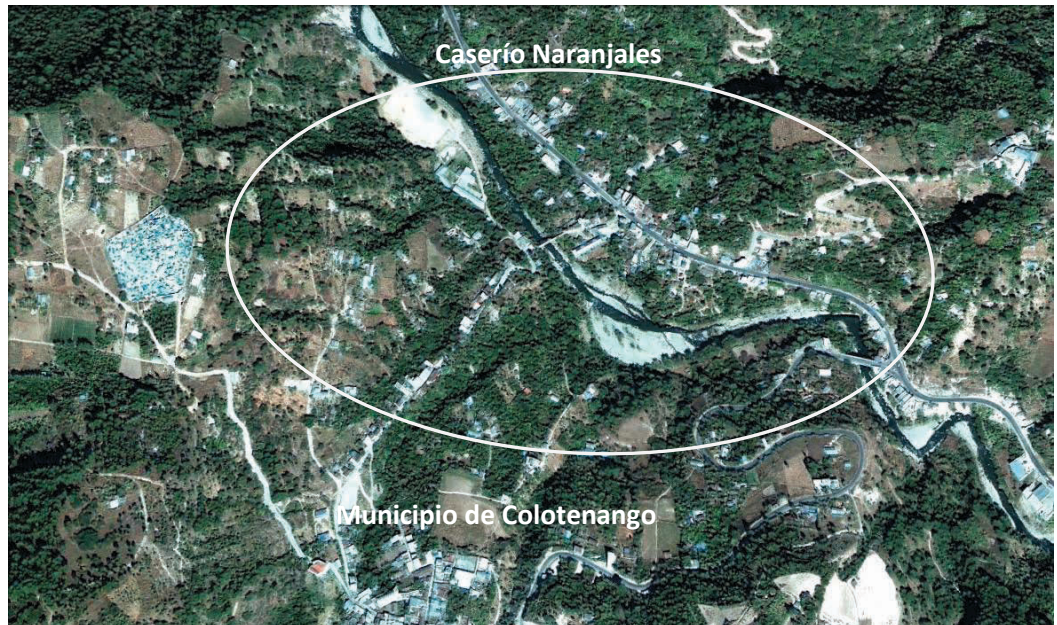
Existe una vía de acceso al caserío Naranjales a través de la carretera que conduce del departamento de Huehuetenango, hacia el municipio de Colotenango, del entronque para Colotenango, se continúa hacia el municipio de la Democracia y a 500 metros aproximadamente se encuentra el caserío.

Figura 3. **Mapas (nacional y departamental)**



Fuente: SEGEPLAN, página web. ide.segeplan.gob.gt. Consulta: enero de 2003.

Figura 4. **Ubicación del caserío Naranjales, Colotenango, Huehuetenango**



Fuente: google eart. Inc, Geo Basis. Consulta: diciembre de 2009.

Las coordenadas de ubicación del área del proyecto son las siguientes:

Coordenadas UTM

Longitud oeste	0638379
Latitud norte	1704173

Coordenadas geográficas

Latitud norte	15° 24,645`
Longitud oeste	91° 42,621`

- Antecedentes

La población del caserío Naranjales está integrada por 166 familias (996 habitantes), de las cuales 49 familias (294 habitantes) no cuentan con el servicio de agua potable. Existe un proyecto que abastece al resto de las familias pero no es capaz de abastecer a la totalidad de la población, pues fue construido hace 26 años, dicho proyecto ya sobrepasó su vida útil y por eso ya no es capaz de abastecer a la totalidad de las viviendas de la comunidad, este sistema cuenta con un tanque de distribución de 100 metros cúbicos, red de distribución y diferentes obras de arte, las cuales están en buenas condiciones.

Las viviendas que no tienen agua se ven en la necesidad de acarrear la misma del río cercano a la comunidad, invirtiendo tiempo y esfuerzo, tarea que realizan principalmente las mujeres y los niños.

Se determinó que el número de beneficiarios en este proyecto es de 49 viviendas de las cuales ninguna cuenta con servicio de agua potable.

El proyecto en su fase operativa desarrollará como actividad más importante abastecer de agua potable a las 49 viviendas que no cuentan con el vital líquido, a través de un sistema por gravedad y conexión predial.

La fuente propuesta para este sistema tiene un caudal de 1,80 litros por segundo.

Las 49 familias que no cuentan con el servicio de agua potable, el cual está compuesto de: 154 mujeres y 140 hombres, y en promedio hay 6 habitantes por familia, el idioma que hablan en la comunidad es el español.

De acuerdo al análisis socioeconómico de los pobladores, se encontró que los ingresos mensuales de la familia oscilan entre Q600,00 y Q1 200,00, que obtienen de las actividades económicas a las que se dedican (comercio y agricultura).

Se pudo determinar que en el caserío existen personas que emigran hacia el lado de México en tiempo de corte de café, pero no es permanente ya que ellos regresan a la aldea al término de uno a dos meses, ya que el pago es mayor en el exterior que en el país.

- Características sociales

Con base en los resultados obtenidos de las viviendas censadas, así como, por la información proporcionada por los miembros de los comités de la aldea, los beneficiarios directos son 294 habitantes agrupadas en 49 familias y los beneficiarios indirectos son 117 familias conformados por 702 habitantes.

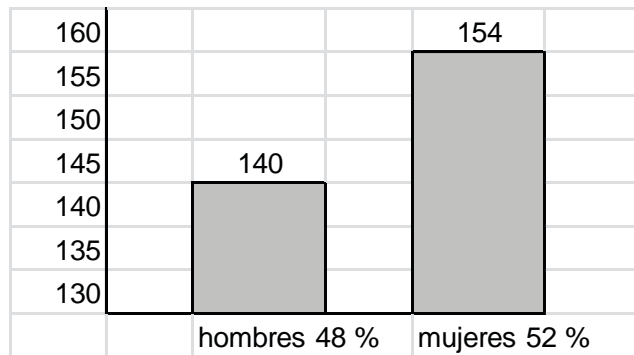
- Número de habitantes por familia

Con base en los resultados obtenidos, a través del censo realizado para el presente estudio; se calculó un promedio de 6 habitantes por familia.

- Estructura por género

La población está formada por el 48 % del género masculino y el 52 % por el género femenino, ver figura 5.

Figura 5. Estructura por género



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en la escuela del caserío Naranjales.

- Organización política y administrativa

Actualmente el caserío Naranjales se encuentra legalizado en la Municipalidad de Colotenango, esto según la investigación realizada en el caserío, para lo cual existe un documento que respalda el registro de dicho caserío.

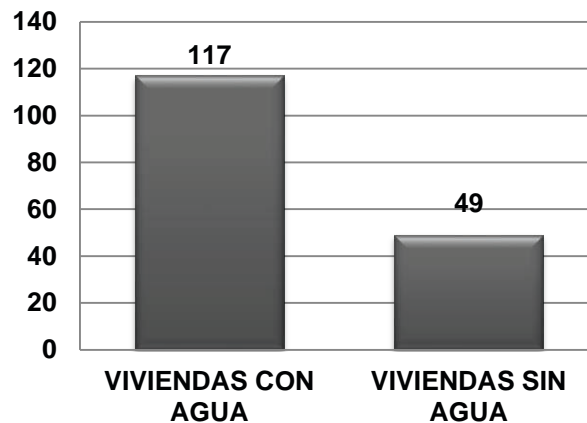
El caserío Naranjales cuenta con los siguientes comités: Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE y una comisión para el cuidado del agua, ambos están integrados por varios miembros, entre ellos, el presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, vocales 1, 2 y 3, quienes son los encargados de convocar a la comunidad para cualquier trabajo que se realice en beneficio de la misma.

Las reuniones para la toma de decisiones se dan de acuerdo con la necesidad que se tenga en asamblea general, donde participan todos los pobladores de la comunidad (hombres y mujeres), dependiendo de las sesiones algunas las preside el presidente del comité y en otros casos los otros miembros de comité.

- Servicio de agua potable

Actualmente en el caserío existe un proyecto que fue construido hace 26 años y abastece a 117 viviendas, debido a que ya llegó al fin del período de vida ya no es capaz de abastecer a la comunidad en su totalidad, es necesario construir un nuevo proyecto que venga a satisfacer la demanda actual de la población del caserío Naranjales, por lo que es necesario ampliar la cobertura a través de un sistema de agua potable para satisfacer a la demanda del vital líquido.

Figura 6. **Viviendas con y sin servicio de agua potable**

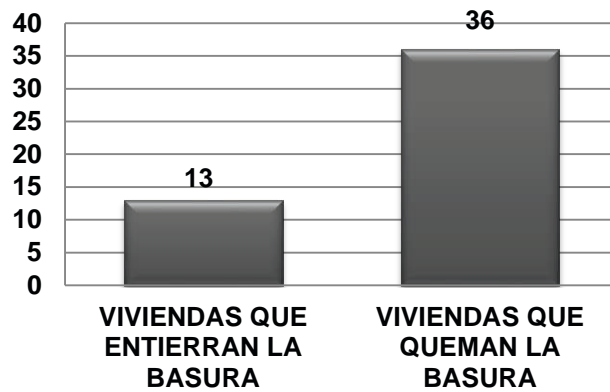


Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en la Municipalidad de Colotenango.

- Servicio actual de disposición excretas y aguas grises

Actualmente el 100 % de la población tiene servicios higiénicos lavables y red de drenajes dentro de sus viviendas para recolectar tanto las aguas provenientes de los servicios higiénicos lavables como las aguas grises provenientes de los lavaderos y estas son conducidas por tubería de PVC hacia la red de drenajes existente en el caserío, la disposición final es hacia el río, sin ningún tipo de tratamiento contaminando el medioambiente.

Figura 7. Disposición de la basura



Fuente: elaboración propia, datos tomados directamente en las viviendas del caserío Naranjales.

Análisis: únicamente 13 viviendas conocen del manejo de la basura, la cual entierra la de tipo orgánico y el resto lo queman y no lo clasifican, por lo que es necesario realizar talleres o implementar un sistema, ya sea radial o por afiches, para que las personas aprendan a clasificar la basura.

Figura 8. Forma de quemar la basura



Fuente: viviendas del caserío Naranjales, municipio de Colotenango

- Forma de cocinar en las viviendas

En el caserío 23 casas cuentan con plancha de leña, el resto (26 casas) cocinan en el suelo, con el mismo sistema de leña.

Figura 9. **Planchas ahorradoras de leña**



Fuente: viviendas del caserío Naranjales, Municipio de Colotenango.

- Otros servicios

Actualmente en la comunidad no existe ningún servicio de salud, por lo que la población tiene que viajar hasta la cabecera municipal, que se encuentra a 1 kilómetro del centro del caserío, no hay iglesia católica ni evangélica, únicamente cuenta con un local para el alcalde auxiliar y la escuela oficial rural mixta caserío Naranjales que consta de 6 aulas y beneficia a aproximadamente 250 alumnos. Actualmente la escuela cuenta con servicio de agua potable.

- Suelo

El suelo predominante en el caserío naranjales en su mayoría es de tipo rocoso y limo arcilloso.

- **Uso actual del suelo**

Actualmente los habitantes del caserío se dedican al cultivo del café y maíz principalmente para el autoconsumo.

- **Áreas con conservación de suelos**

35 % de las tierras están en parte plana. Mientras el resto de las tierras son terrenos con pendientes pronunciadas.

Tabla III. **Nacimientos de agua disponibles**

AFORO DE NACIMIENTOS EXISTENTES		
Nombre del nacimiento	aforo	beneficiarios
Barranca chiquita	2,0 l/s	117
Proyecto propuesto	1,8 l/s	49

Fuente: elaboración propia.

- **Contaminantes**

Los contaminantes más frecuentes es la utilización de fertilizante para la siembra del café y maíz.

- **Fuentes disponibles**

Para ampliar la cobertura de agua en la comunidad, se dispone de un nacimiento el cual produce 1,80 litros por segundo. El aforo fue tomado en época de verano y se asume que dicho caudal es confiable al 100 %, dicho caudal según cálculos realizados indica que al utilizar una dotación de 120 litros por habitante por día alcanza para abastecer a la totalidad del caserío, durante los próximos 20 años.

- **Derechos de pasos y propiedad de las fuentes**

La comunidad cuenta con la documentación legal, de los terrenos en donde están ubicados los nacimientos y donde se ubicará el tanque de distribución, en cuanto al permiso de los derechos de paso, ya cuentan con los permisos respectivos de los dueños de los terrenos donde pasará la tubería, esto a través de actas de la comunidad.

- **Calidad del agua de las fuentes**

Se tomó una muestra en el nacimiento 1. El cual al analizar los resultados bacteriológicos se observa que no contiene coliformes fecales y también cumple con los parámetros físicoquímicos, por lo que se concluye que el agua es apta para consumo humano, únicamente se tiene contemplado el sistema de desinfección a través de hipoclorito de calcio, para garantizarse que el agua sea sanitariamente segura.

2.2. Parámetros de diseño

A continuación se presentan los resultados técnicos de la información de la comunidad, a los cuales se les aplicaron los conceptos hidráulicos y fórmulas, para obtener parámetros de diseño, cálculo hidráulico y presupuestos, que servirán de base para el análisis económico financiero.

Las normas de diseño utilizadas, son las oficiales aprobadas para el país según Acuerdo Ministerial 572-2011, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Artículo 13, Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento para Consumo Humano, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Resumen de fórmulas utilizadas para el calculo hidráulico

- Cálculo de la población futura, fórmula de crecimiento poblacional geométrico

$$Pf = Po (1 + i)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

i = tasa de crecimiento %

n = número de años para el análisis

- Caudal medio diario (Qm)

$$Qm = \frac{Dot \times Pf}{86\ 400}$$

Donde:

Qm = caudal medio diario en l/s

Dot = dotación en l/hab/día

Pf = número de habitantes proyectados

- Caudal máximo diario (QMD)

$$QMD = Qm \times FMD$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario

Qm = caudal medio diario en l/s

FDM = factor máximo diario, factor que va de 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes y 1,2 para mayores de 1 000 habitantes

- Caudal máximo horario (QMH)

$$QMH = Qm \times FHM$$

Donde:

QMH = caudal máximo horario.

Qm = caudal medio diario en l/s

FHM = factor máximo horario, factor que va de 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes y 2,0 para mayores de 1 000 habitantes.

- Caudal de uso simultáneo en redes de distribución.

$$q = k\sqrt{n-1}$$

Donde:

q = caudal de uso simultáneo no menor a 0,20 l/s

K = coeficiente 0,20 predial y 0,15 llena cántaros

n = número de conexiones o llena cántaros futuros

- Tanques de distribución

Se recomienda considerar del 25 al 40 % del volumen medio diario en sistemas por gravedad.

- Conducciones forzadas (tuberías)

Diámetros: dependerán de las razones hidráulicas o económicas del diseño, el diámetro no debe ser menor a $\frac{3}{4}$ de pulgada.

- Velocidades: se considerarán

Mínima: 0,4 metros por segundo

Máxima: 3,0 metros por segundo

- Presiones de servicio en cualquier punto de la red de distribución
Mínimo: 10 metros columna de agua
Máximo: 60 metros columna de agua
- Para el diseño hidráulico de la red de distribución, la velocidad del agua en las tuberías estarán entre el rango de 0,60 y 3,00 m/s, fuera de este rango, el diseñador deberá justificar en su memoria de cálculo.
- Fórmula de pérdida de carga de ERIS/USAC de uso actual de instituciones: derivado de la anterior fórmula de Hazen William, se tiene:

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,852} \times D^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga en metros

Q = caudal den l/s

L = longitud en metros

D = diámetro en pulgadas

C = coeficiente que depende del material de la tubería

Tabla IV. Cuadro resumen de parámetros de diseño

BASES DE DISEÑO					
	PERÍODO EN AÑOS				
	20a	15a	10a	5a	
Tipo de proyecto:					Por gravedad y conexión predial
Viviendas actuales (año 2013):	49	49	49	49	Casas
Densidad de población:	6,0	6,0	6,0	6,0	Habitantes por vivienda
Población actual (año 2013):	294	294	294	294	Habitantes
Período de diseño:	20	15	10	5	Años
Tasa de crecimiento	3,5	3,5	3,5	3,5	%
Viviendas futuras (año 2033):	97	82	69	58	Casas
Población futura (año 2033):	585	493	415	349	Habitantes
Aforo de los nacimientos:	1,8	1,8	1,8	1,8	Litros por segundo
Fecha de aforo:					abril 2013
Dotación:	120	120	120	120	Litros por habitante por día
Caudal medio diario (Qmd):	70,20	59,16	49,80	41,88	Metros cúbicos por día
Factor día máximo (Fdm):	1,5	1,5	1,5	1,5	Factor utilizado para conducción
Factor hora máximo (Fhm):	2,5	2,5	2,5	2,5	Factor utilizado para distribución
Amacenamiento:	30	25	20	15	Metros cúbicos por día
Coeficiente Hazen-Williams:	140	140	140	140	Para tubería PVC
	100	100	100	100	Para tubería HG

Fuente: elaboración propia.

2.3. Cálculo hidráulico y presupuesto por período
 Utilizando una población futura a 10 años
 Esta tabla contiene el cálculo hidráulico para el proyecto
 Para posteriormente calcular el costo de inversión inicial

Tabla V. Cálculo hidráulico para 10 años

LIBRETA DE CÁLCULO HIDRÁULICO PARA 10 AÑOS																
PROYECTO: AMPLIACIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE																
UBICACIÓN: CASERÍO NARANJALES, COLOTENANGO, HUEHUETENANGO																
CÁLCULO: E. ARAGÓN																
EST. P.O.	NOTAS TERRENO	Q(L/S)	DIAM.	#	TUBERÍA UTILIZAR.	C	VEL	K'	HF	C. PIEZOMETRICAS.	PRESIONES	OBSERVA				
	SALIDA	DIST.			TIPO		m/seg			SALIDA	DINÁMICA	ACIONES				
	LLEGADA				LÍNEA DE CONDUCCIÓN					LLEGADA	ESTÁTICA					
0	44	500,00	2,936,55	0,87	2	514	PVC 160 PSI	140	0,4	6,32	14,78	499,00	484,22	63,83	79,61	
44	56	420,39	415,92	0,87	2	118	PVC 250 PSI	140	0,4	6,32	3,39	484,22	480,83	64,91	84,08	
56	70	415,92	421,1	0,87	1,5	90	PVC 250 PSI	140	0,8	25,66	10,53	480,83	470,30	49,20	78,9	
70	77	421,1	465,33	0,87	1,5	32	PVC 160 PSI	140	0,8	25,66	3,72	470,30	466,58	1,25	34,67 T.D.	
					RAMAL PRINCIPAL											
77	79	465,33	449,13	1,97	1,25	9	PVC 160 PSI	140	2,5	62,36	11,08	464,33	453,25	4,12	16,2 CRP 1	
79	82	449,13	423,38	1,97	1,5	15	PVC 160 PSI	140	1,7	25,66	7,70	448,13	440,43	17,04	25,75	
82	83	423,38	422,49	1,09	1,5	2	PVC 160 PSI	140	1,0	25,66	0,40	440,43	440,03	17,54	26,64	
					RAMAL 2											
83	5	422,49	414,23	174,35	0,2	0,75	31	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	6,86	440,03	433,16	18,93	34,9
					CONTINUA RAMAL PRINCIPAL											
83	89	422,49	417,99	145,25	0,89	1,25	25	PVC 160 PSI	140	1,1	62,36	7,52	440,03	432,50	14,51	31,14
					RAMAL 3											
89	3	417,99	410,54	102,75	0,2	0,75	18	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	4,04	432,50	428,46	17,92	38,59
					CONTINUA RAMAL PRINCIPAL											
89	97	417,99	398,01	429,55	0,49	1,25	75	PVC 160 PSI	140	0,6	62,36	7,37	432,50	425,13	27,12	51,12
97	99	398,01	395,65	86,2	0,2	0,75	15	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	3,39	425,13	421,74	26,09	53,48
					RAMAL 1											
82	11	423,38	413,86	302,45	0,88	1,5	53	PVC 160 PSI	140	0,8	25,66	6,31	440,43	434,11	20,25	35,27
					SUB RAMAL 1											
11	11.3	413,86	411,47	140,15	0,24	0,75	25	PVC 250 PSI	140	0,8	750,45	7,73	434,11	426,38	14,91	37,66
					CONTINUA RAMAL 1											
11	13	413,86	415,33	50,6	0,44	1	9	PVC 160 PSI	140	0,9	184,87	2,11	434,11	432,00	16,67	33,8
13	14	415,33	414,31	38,5	0,24	1	7	PVC 160 PSI	140	0,5	184,87	0,52	432,00	431,48	17,17	34,82
14	17	414,31	410,97	115,7	0,2	0,75	20	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	4,55	431,48	426,93	15,96	38,16
					SUB RAMAL 2											
14	14.2	414,31	410,37	54,01	0,2	0,75	9	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	2,13	431,48	429,35	18,99	38,76
					SUB RAMAL 3											
13	13.3	415,33	413,03	266,55	0,2	0,75	47	PVC 250 PSI	140	0,7	750,45	10,49	432,00	421,51	8,48	36,1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Cálculo hidráulico para un período de 15 años

LIBRETA DE CÁLCULO HIDRÁULICO PARA 15 AÑOS														
PROYECTO: AMPLIACIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE														
UBICACIÓN: CASERIO NARANJALES, COLOTENANGO, HUEHUETENANGO														
CALCULÓ: E. ARAGÓN														
EST.	P.O.	COTAS TERRENO.	Q(L/S)	DIST.	DIAM.	#	TUBERÍA UTILIZAR.	C	VEL	K'	HF	C. PIEZOMETRICAS.	PRESIONES	OBSERVA
		SALIDA		LLEGADA			TIPO		m/seg			SALIDA	ESTÁTICA	CIONES
							LÍNEA DE CONDUCCIÓN						DINÁMICA	
0	44	500,00	2,936,55	1,03	2	514	PVC 160 PSI	140	0,50	6,32	20,20	499,00	58,41	79,61
44	56	420,39	673,35	1,03	2	118	PVC 250 PSI	140	0,50	6,32	4,63	478,80	58,25	84,08
56	70	415,92	515,45	1,03	2	90	PVC 250 PSI	140	0,50	6,32	3,55	474,17	49,53	78,90
70	77	421,10	182,10	1,03	2	32	PVC 160 PSI	140	0,50	6,32	1,25	470,63	4,04	34,67 T.D.
							RAMAL PRINCIPAL							
77	79	465,33	49,20	2,17	1,5	9	PVC 160 PSI	140	1,90	25,66	5,45	464,33	9,75	16,20 CRP 1
79	82	449,13	83,15	2,17	1,5	15	PVC 160 PSI	140	1,90	25,66	9,21	448,13	15,54	25,75
82	83	423,38	12,90	2,17	1,5	2	PVC 160 PSI	140	1,90	25,66	1,43	438,92	15,00	26,64
							RAMAL 2							
83	5	422,49	174,35	0,21	0,75	31	PVC 250 PSI	140	0,70	750,45	7,51	437,49	15,75	34,90
							CONTINUA RAMAL PRINCIPAL							
83	89	422,49	145,25	1,0	1,5	25	PVC 160 PSI	140	0,90	25,66	3,84	437,49	15,66	31,14
							RAMAL 3							
89	3	417,99	102,75	0,20	0,75	18	PVC 250 PSI	140	0,70	750,45	4,04	433,65	19,06	38,59
							CONTINUA RAMAL PRINCIPAL							
89	97	417,99	398,01	0,60	1,25	75	PVC 160 PSI	140	0,80	62,36	10,72	433,65	24,91	51,12
97	99	398,01	86,20	0,20	0,75	15	PVC 250 PSI	140	0,70	750,45	3,39	422,92	23,88	53,48
							RAMAL 1							
82	11	423,38	302,45	0,96	1,5	53	PVC 160 PSI	140	0,80	25,66	7,41	438,92	17,64	35,27
							SUB RAMAL 1							
11	11,3	413,86	140,15	0,28	1	25	PVC 160 PSI	140	0,60	184,87	2,53	431,50	17,50	37,66
							CONTINUA RAMAL 1							
11	13	413,86	415,33	0,76	1,25	9	PVC 160 PSI	140	1,0	62,36	1,96	431,50	14,22	33,80
13	14	415,33	414,31	0,28	0,75	7	PVC 250 PSI	140	1,0	750,45	2,82	429,55	12,41	34,82
14	17	414,31	410,97	1,15,70	0,75	20	PVC 250 PSI	140	0,70	750,45	4,55	426,72	11,20	38,16
							SUB-RAMAL 2							
14	14,2	414,31	410,37	54,01	0,75	9	PVC 250 PSI	140	0,70	750,45	2,13	426,72	14,23	38,76
							SUB-RAMAL 3							
13	13,3	415,33	413,03	266,55	0,20	1	PVC 160 PSI	140	0,40	184,87	2,58	429,55	13,93	36,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII.

Cálculo hidráulico para un período de 20 años

LIBRETA DE CÁLCULO HIDRÁULICO PARA 20 AÑOS															
PROYECTO: AMPLIACIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE															
UBICACIÓN: CASERIO NARANJALES, COLOTENANGO, HUEHUETENANGO															
CÁLCULO: E. ARAGÓN															
EST. P.O.	COTAS TERRENO.		DIST.	Q(L/S)	DIAM.	TUBERÍA UTILIZAR.		C	VEL	K'	HF	C. PIEZOMÉTRICAS.		OBSERVACIONES	
	SALIDA	LLEGADA				# tubos	TIPO					SALIDA	LLEGADA		DINÁMICA
0	44	500,00	420,39	2.936,55	1,22	2,5	514	140	0,40	2,13	9,32	499,00	489,68	69,29	79,61
44	56	420,39	415,92	673,35	1,22	2	118	140	0,60	6,32	6,33	489,68	483,35	67,42	84,08
56	70	415,92	421,10	515,45	1,22	2	90	140	0,60	6,32	4,85	483,35	478,50	57,4	78,90
70	77	421,10	465,33	182,10	1,22	1,5	32	140	1,07	25,66	6,95	478,50	471,54	6,21	34,67 T.D.
77	79	465,33	449,13	49,20	2,03	1,5	9	140	1,80	25,66	4,82	464,33	459,51	10,38	16,20 CRP 1
79	82	449,13	423,38	83,15	2,03	2	15	140	1,00	6,32	2,01	448,13	446,12	22,74	25,75
82	83	423,38	422,49	12,90	1,08	1,5	2	140	0,90	25,66	0,39	446,12	44,73	23,24	26,64
83	5	422,49	414,23	174,35	0,50	1	31	140	1,00	184,87	9,21	445,73	436,52	22,29	34,90
83	89	422,49	417,99	145,25	0,83	1,5	25	140	0,70	25,66	2,72	445,73	443,01	25,02	31,14
89	3	417,99	410,54	102,75	0,40	0,75	18	140	1,40	750,45	14,58	443,01	428,43	17,89	38,59
89	97	417,99	398,01	429,55	0,58	1,25	75	140	0,70	62,36	10,07	443,01	432,94	34,92	51,12
97	99	398,01	395,65	86,20	0,20	0,75	15	140	0,70	750,45	3,39	432,94	429,55	33,90	53,48
82	11	423,38	413,86	302,45	0,95	1,5	53	140	0,80	25,66	7,27	446,12	438,85	24,99	35,27
11	11,3	413,86	411,47	140,15	0,58	1	25	140	1,10	184,87	9,74	438,85	429,11	17,64	37,66
11	13	413,86	415,33	50,60	0,40	1	9	140	0,80	184,87	1,77	438,85	437,08	21,75	33,80
13	14	415,33	414,31	38,50	0,58	1	7	140	1,10	184,87	2,68	437,08	434,07	20,10	34,82
14	17	414,31	410,97	115,70	0,20	0,75	20	140	0,70	750,45	4,55	434,41	429,85	18,88	38,16
14	14,2	414,31	410,37	54,01	0,40	0,75	9	140	1,40	750,45	7,66	434,41	426,74	16,37	38,76
13	13,3	415,33	413,03	266,55	0,26	1	47	140	0,50	184,87	4,20	437,08	432,88	19,85	36,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Presupuesto para cada período**

En la tabla se presentan los costos para cada período

Pudiendo apreciar las principales variantes

Estos costos se convierten en la inversión inicial del proyecto

RESUMEN DE PRESUPUESTOS POR PERÍODO						
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
1	ESTUDIOS TÉCNICOS	6 678,00	ML	8 681,40	8 681,40	8 681,40
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	4 524,00	ML			
2	CAPTACIÓN TÍPICA	1	UNIDADES	7 947,00	7 947,00	8 287,00
3	CAJAS Y VÁLVULAS DE AIRE	3	UNIDAD	8 152,00	8 152,00	8 202,00
4	CAJAS Y VÁLVULAS DE LIMPIEZA	2	UNIDADES	5 528,00	5 528,00	5 528,00
5	PASO DE ZANJÓN TIPO "B"	1	UNIDADES	8 225,50	8 225,50	8 225,50
6	TUBERÍA LÍNEA DE CONDUCCIÓN + ACCESORIOS	1	UNIDAD	106 466,3	109 569,00	130 217,9
	RED DE DISTRIBUCIÓN	2 154,00	ML			
7	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	1	UNIDAD	57 991,2	63 242,00	78 759,65
8	SISTEMA DE CLORACIÓN (HIPOCLORADOR)	1	UNIDAD	6 007,55	6 007,55	6 007,55
9	TUBERÍA DE RED DE DISTRIBUCIÓN + ACCESORIOS	1	UNIDAD	29 710,00	32 869,80	33 334,25
10	LEVANTADO Y FUNDIDO DE ACERAS	180	ML	17 100,00	17 100,00	17 100,00
11	CAJAS Y VÁLVULAS DE CONTROL	3	UNIDAD	9 694,50	9 694,50	9 694,50
12	PASO AÉREO SOBRE ASFALTO DE 20 ML	1	UNIDAD	17 238,50	17 238,50	17 518,50
13	CAJA ROMPE PRESIÓN CON V/FLOTE	1	UNIDAD	7 656,50	7 866,50	7 866,5
14	CONEXIÓN PREDIAL	49	UNIDAD	33 547,25	33 547,25	33 547,25
15	CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA	1	UNIDAD	2 500,00	2 500,00	2 500,00
	TOTALES			326 445,69	338 168,99	375 469,99

Fuente: elaboración propia.

Principales Variantes

Para el cálculo de los presupuestos, se utilizaron los planos típicos comúnmente utilizados en las diferentes instituciones del país dedicadas a este tipo de proyectos, principalmente el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), utilizando como principales materiales de construcción el concreto ciclópeo en obras de arte, como captación, cajas rompedoras, tanques de almacenamiento, cajas para válvulas de aire y limpieza, etcétera.

Las principales diferencias que se pueden apreciar al momento de calcular sus costos son; El volumen de los tanques de almacenamiento y distribución, pues estos van en relación a la población a servir y los diámetros de tubería, en las líneas de conducción y distribución.

Se puede analizar que las obras de arte típicas, mantienen sus costos, para los diferentes períodos, ya que estas se mantienen al variar la población de diseño.

Desde el punto de vista económico, la economía entre períodos no es significativa, mientras que desde el punto de vista técnico, se puede analizar que es preferible mantener un periodo mayor, ya que este evitara que se tengan que estar haciendo ampliaciones en poco tiempo.

Sin embargo el espíritu del estudio es considerar también los proyectos de agua como una inversión privada, por lo que más adelante se realiza el análisis y evaluación financiera, objetivo principal de la investigación.

3. ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO

Siempre será posible medir los costos de las distintas alternativas de asignación de recursos a través de un criterio económico que permita, en definitiva, conocer las ventajas y desventajas, cualitativas y cuantitativas que implica la asignación de los recursos a un determinado proyecto de inversión.

Además de los ingresos directos ocasionados por la venta del servicio que genera el proyecto, existe una serie de otros factores que deberán incluirse en el flujo de caja para determinar su rentabilidad de una manera más precisa.

Conociendo la magnitud del proyecto y las diferentes alternativas, se procede a realizar su evaluación financiera, para lo cual es necesario determinar la diferencia entre los ingresos y costos totales asociados con la inversión,

En este sentido la tarifa por cobrar deberá ser la que permita cubrir la totalidad de los costos de operación (fijos, variables, etcétera.), otorgar la rentabilidad exigida por la inversión y recuperar la pérdida de valor de los activos fijos por su uso.

3.1. Costos para el funcionamiento del sistema

A continuación se presentan los cálculos de costos de operación del acueducto estudiado, considerando que es un proyecto por gravedad del área rural y para una población actual de 49 viviendas actuales, al momento de iniciar su operación.

- Costos de administración
Una persona encargada de los cobros y registros, trabajando un día por semana a un costo de Q80/día (jornal), más Q20,00 al mes para compra de papelería.

Costo mensual = Q340,00

Costo anual de mantenimiento = Q4 080,00

- Costos de operación

Compra de cloro, mensual = Q300,00

Costo anual de mantenimiento = Q3 600,00

- Costos de mantenimiento

Para determinar el costo anual de mantenimiento preventivo del sistema, se considera un 0,2 % del costo total de la obra. (Incluye costo de operador y repuestos)

Costo proyecto a 20 años = Q375 470,00

Costo mensual de mantenimiento = Q625,78

Costo anual de mantenimiento = Q7 509,40

- Costo ambiental

Compra de árboles e insumos para reforestación

Costo mensual = Q50,00

Costo anual ambiental = Q600,00

3.2. Tarifa

Como ya se mencionó, para su funcionamiento, los sistemas de agua potable necesitan ingresos de recursos, tal como mano de obra, productos, energía, información y decisión gerencial. La adquisición de estos recursos requiere un flujo continuo de dinero por parte de los usuarios que equivale a los gastos que sufren las instalaciones al prestar dicho servicio.

La tarifa es el precio de venta que pagan los usuarios por el servicio de abastecimiento de agua potable. Para que sea sostenible a largo plazo el precio debe ser como mínimo igual a los costos; en caso contrario, el nivel de servicio tiene que ajustarse a los ingresos, lo que significa una reducción de la calidad del servicio (calidad del agua potable, cantidad suministrada o continuidad del abastecimiento).

La infraestructura física de un acueducto entra en existencia por la inversión en el proyecto, una vez concluido el proyecto, empieza la operación y las instalaciones sufren desgaste por el uso y se descomponen por el clima. Para lograr la sostenibilidad del acueducto, la entidad operadora tiene que mantener las instalaciones, es decir, restituir el desgaste mediante acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.

La operación del acueducto requiere ciertos insumos: un desinfectante (cloro por ejemplo) para potabilizar el agua y en sistemas por bombeo se necesita energía eléctrica o combustibles. Aparte de estos insumos el sistema necesita un flujo constante de mano de obra para la operación, repuestos y ciertos servicios, como análisis del agua, telecomunicaciones y transporte. Para conseguir estos productos y servicios, la empresa de agua, tiene que organizar los suministros; que no son gratuitos y que hay que pagarlos.

Como cada empresa, el acueducto puede funcionar solamente cuando los ingresos van por lo menos a la par con los gastos. En el caso contrario el acueducto no es sostenible como abastecimiento de agua potable. Un acueducto que no suministra agua desinfectada es un vector de enfermedades, un tubo roto o una válvula en mal estado hay que reponerlos para que el sistema sirva a todos los usuarios y esta reparación cuesta por lo menos mano de obra, transporte y la pieza misma.

La tarifa en un abastecimiento de agua potable debe cubrir los costos directos e indirectos del servicio. Para su cálculo, por lo general se considera el período de un año. Durante este lapso se toman todos los costos y se dividen entre el número de abonados del servicio. Los costos pueden ser fijos y variables. Los costos fijos no varían con la producción o el número de abonados; los costos variables dependen de la cantidad del producto. Un ejemplo de costos fijos es el salario del fontanero; la cantidad de cloro aplicado depende del volumen de producción y por lo tanto es un costo variable.

Para sustentar la idea principal del estudio, se estará desarrollando la evaluación económica financiera bajo el modelo de recuperación total de la inversión, en este modelo se calcula la tarifa para cubrir el costo total de la producción que incluye operación, mantenimiento, administración y la amortización de la inversión inicial.

Cálculo de la tarifa

Tarifa = (c. admón. + c. operación + c. mantenimiento + c. ambiental)

Tarifa anual = Q15 789,94 (de toda la comunidad)

Tarifa mensual = Q1 315,78 (de toda la comunidad)

Tarifa mensual por usuario = Q26,85

3.3 Ingresos de tarifa por período

Esta tabla contiene los ingresos por concepto de tarifa del servicio de agua
 Contiene también los costos para mantener el sistema operando y la tarifa
 Propuesta para un período de 10 años

Tabla IX. **Ingresos por tarifa para un período de 10 años**

PERÍODO	10 AÑOS	PERÍODO DE 10 AÑOS (montos en quetzales)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
INVERSIÓN INICIAL	326 445,70																			
TASA INTERÉS	5%																			
COSTO FUTURO	531 745,65																			
COSTOS																				
Amortización	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56	53 174,56
Administración	4 080,00	4 498,2	4 723,11	4 959,26	5 207,22	5 467,59	5 740,96	6 028,01	6 329,41	6 645,89										
Operación	3 600,00	3 969,00	4 167,45	4 375,82	4 594,61	4 824,34	5 065,56	5 318,83	5 584,78	5 864,02										
Mantenimiento	6 528,00	7 198,12	7 558,03	7 935,93	8 332,73	8 749,36	9 186,83	9 646,17	10 128,48	10 634,91										
Ambiental	600,00	661,50	694,58	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33										
Sub Total	67 983,47	69 501,39	70 317,73	71 174,89	72 074,90	73 019,92	74 012,19	75 054,07	76 148,05	77 296,72										
10 % UTILIDADES	6 798,34	6 950,13	7 031,77	7 117,48	7 207,49	7 301,99	7 401,21	7 505,40	7 614,80	7 729,67										
TOTAL	74 781,82	76 451,53	77 349,50	78 292,38	79 282,39	80 321,91	81 413,41	82 559,48	83 762,85	85 026,39										
USUARIOS	51	52	54	56	58	60	62	65	67	69										
TARIFA ANUAL	1 466,31	1 470,22	1 432,39	1 398,07	1 366,93	1 338,69	1 313,11	1 270,14	1 250,19	1 232,26										
TARIFA MENSUAL	122,19	122,51	119,36	116,50	113,91	111,55	109,42	105,84	104,18	102,68										

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Ingresos por tarifa para un periodo de 15 años

PERÍODO	15 AÑOS	PERÍODO DE 15 AÑOS (montos en quetzales)																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
INVERSIÓN INICIAL	338 169,00																											
TASA INTERÉS	5%																											
COSTO FUTURO	703 029,06																											
COSTOS																												
Amortización	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60		
Administración	4 080,00	4 498,20	4 723,11	4 959,26	5 207,22	5 467,59	5 740,96	6 028,01	6 329,41	6 645,89	6 978,18	7 327,09	7 693,44	8 078,12	8 482,02													
Operación	3 600,00	3 969,00	4 167,45	4 375,82	4 594,61	4 824,34	5 065,56	5 318,83	5 584,78	5 864,02	6 157,22	6 465,08	6 788,33	7 127,75	7 484,14													
Mantenimiento	6 763,38	7 456,62	7 829,45	8 220,93	8 631,97	9 063,57	9 516,75	9 992,59	10 492,22	11 016,83	11 567,67	12 146,05	12 753,36	13 391,02	14 060,58													
Ambiental	600,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	1 026,20	1 077,51	1 131,38	1 187,95	1 247,35													
Sub Total	61 911,98	63 453,93	64 283,19	65 153,92	66 068,19	67 028,17	68 036,15	69 094,52	70 205,82	71 372,68	72 597,88	73 884,35	75 235,14	76 653,46	78 142,71													
10% UTILIDADES	6 191,19	6 345,39	6 428,31	6 515,39	6 606,81	6 702,61	6 803,61	6 909,45	7 020,58	7 137,26	7 259,78	7 388,43	7 523,51	7 665,34	7 814,27													
TOTAL	68 103,18	69 799,32	70 711,51	71 669,31	72 675,01	73 730,98	74 839,76	76 003,98	77 226,40	78 509,95	79 857,67	81 272,78	82 758,65	84 318,81	85 966,98													
USUARIOS	51	52	54	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	79	82													
TARIFA ANUAL	1 335,35	1 220,26	1 309,47	1 279,80	1 253,01	1 228,84	1 207,09	1 189,29	1 172,63	1 157,82	1 143,13	1 098,28	1 074,78	1 067,32	1 048,25													
TARIFA MENSUAL	111,27	101,68	109,12	106,65	104,41	102,40	100,59	97,44	96,05	94,61	92,42	91,52	89,56	88,94	87,35													

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Ingresos por tarifa para un periodo de 20 años

PERÍODO	PERÍODO DE 20 AÑOS (monios en quetzales)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
20 AÑOS																					
INVERSIÓN INICIAL Q375,470.00																					
TASA INTERÉS 5%																					
COSTO FUTURO Q996,233.69																					
COSTOS																					
Amortización	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68	4,981.68
Administración	4,080.00	4,488.20	4,723.11	4,959.26	5,207.22	5,467.59	5,746.95	6,028.01	6,329.41	6,645.89	6,978.18	7,327.09	7,683.44	8,078.12	8,462.02	8,906.12	9,351.43	9,819.00	10,309.95	10,809.95	10,825.45
Operación	3,000.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82	4,594.61	4,824.34	5,065.56	5,318.83	5,584.78	5,864.02	6,157.22	6,465.08	6,788.33	7,127.75	7,494.14	7,888.34	8,251.26	8,663.82	9,087.02	9,551.87	9,551.87
Mantenimiento	6,763.38	7,456.62	7,829.45	8,220.93	8,631.97	9,063.57	9,516.75	9,992.59	10,492.22	11,016.83	11,567.87	12,146.05	12,753.36	13,391.02	14,060.38	14,763.61	15,501.79	16,276.88	17,090.72	17,945.26	17,945.26
Arrendamiento	600.00	661.50	694.57	729.30	765.76	804.05	844.26	886.47	930.79	977.33	1,026.20	1,077.51	1,131.38	1,187.95	1,247.35	1,309.72	1,375.21	1,443.97	1,516.17	1,591.97	1,591.97
Sub Total	6,485.06	6,639.70	6,722.62	6,809.70	6,901.12	6,997.12	7,097.92	7,203.76	7,314.89	7,431.57	7,554.09	7,682.74	7,817.82	7,959.65	8,108.57	8,264.94	8,429.13	8,601.53	8,782.55	8,972.62	8,972.62
10% UTILIDADES																					
TOTAL	7,130.57	7,306.71	7,394.90	7,496.70	7,592.40	7,698.37	7,807.15	7,914.36	8,0463.79	8,1747.34	83,085.06	84,510.17	85,996.04	87,556.20	89,194.37	90,914.44	92,720.52	94,616.90	96,608.11	98,689.87	98,689.87
USUARIOS	51	52	54	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	79	82	85	88	91	94	97	97
TARIFA ANUAL	1,398.83	1,404.55	1,399.42	1,337.61	1,308.83	1,282.80	1,255.30	1,219.09	1,200.95	1,184.74	1,154.09	1,142.02	1,116.83	1,108.30	1,087.73	1,069.58	1,053.64	1,039.74	1,027.74	1,017.51	1,017.51
TARIFA MENSUAL	116.56	117.04	114.11	111.46	109.06	106.90	104.42	101.59	100.07	98.72	96.17	95.16	93.06	92.35	90.64	89.13	87.80	86.64	85.64	84.79	84.79

Fuente: elaboración propia.

3.4 Flujo de caja y cálculo de Valor Actual Neto (VAN)

La tabla contiene el flujo de caja actualizado con 5 % de interés, el resultado muestra que el valor de VAN, es positivo por lo que la inversión, se considera rentable

Tabla XII. **Cálculo del VAN para un período de 10 años**

FLUJO DE CAJA	PERÍODO DE 10 AÑOS (montos en quetzales)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PERÍODO											
INGRESOS											
Tarifa usuarios	74 781,82	76 451,53	77 949,50	78 292,38	79 282,39	80 321,91	81 413,41	82 559,48	83 762,85	85 026,39	
Total Ingresos	74 781,82	76 451,53	77 949,50	78 292,38	79 282,39	80 321,91	81 413,41	82 559,48	83 762,85	85 026,39	
EGRESOS											
Inversión inicial											
Administración	4 080,00	4 498,20	4 723,11	4 959,26	5 207,22	5 467,59	5 740,96	6 028,01	6 329,41	6 645,89	
Operación	3 600,00	3 969,00	4 167,45	4 375,82	4 594,61	4 824,34	5 065,56	5 318,83	5 584,78	5 864,02	
Mantenimiento	6 528,91	7 198,12	7 559,03	7 935,93	8 332,73	8 749,36	9 186,83	9 646,17	10 128,48	10 634,91	
Ambiental	600,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	
Total Egresos	14 808,91	16 326,82	17 143,16	18 000,32	18 900,34	19 845,36	2 0837,62	21 879,51	22 973,48	24 122,16	
FLUJOS ACTUALIZADOS	-326 445,70	60 124,70	60 206,33	60 292,05	60 382,05	60 476,55	60 575,78	60 679,97	60 789,36	60 904,23	
TASA INTERÉS											
VAN											
TIR											

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Cálculo de VAN para un período de 15 años

PERÍODO	PERÍODO DE 15 AÑOS (montos en quetzales)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15 AÑOS															
INVERSIÓN INICIAL 338 169,00															
TASA INTERÉS 5%															
COSTO FUTURO 703 029,06															
COSTOS															
Amortización	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60	46 868,60
Administración	4 080,00	4 498,20	4 723,11	4 959,26	5 207,22	5 467,59	5 740,96	6 028,01	6 329,41	6 645,89	6 978,18	7 327,09	7 693,44	8 078,12	8 482,02
Operación	3 600,00	3 969,00	4 167,45	4 375,82	4 594,61	4 824,34	5 065,56	5 318,83	5 584,78	5 864,02	6 157,22	6 465,08	6 788,33	7 127,75	7 484,14
Mantenimiento	6 763,38	7 456,62	7 829,45	8 220,93	8 631,97	9 063,57	9 516,75	9 992,59	10 492,22	11 016,83	11 567,67	12 146,05	12 753,86	13 391,02	14 060,58
Ambiental	600,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	1 026,20	1 077,51	1 131,38	1 187,95	1 247,35
Sub Total	61 911,98	63 453,93	64 283,19	65 153,92	66 068,19	67 028,17	68 036,15	69 094,52	70 205,82	71 372,68	72 597,88	73 884,35	75 235,14	76 653,46	78 142,71
10% UTILIDADES	6 191,19	6 345,39	6 428,31	6 515,39	6 606,81	6 702,81	6 803,61	6 909,45	7 020,58	7 137,26	7 259,78	7 388,43	7 523,51	7 665,34	7 814,27
TOTAL	68 103,18	69 799,32	70 711,51	71 669,31	72 675,01	73 730,98	74 839,76	76 003,98	77 226,40	78 509,95	79 857,67	81 272,78	82 758,65	84 318,81	85 956,98
USUARIOS	51	52	54	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	79	82
TARIFA ANUAL	1 335,35	1 220,26	1 309,47	1 279,80	1 253,01	1 228,84	1 207,09	1 169,29	1 152,63	1 137,82	1 109,13	1 088,28	1 074,78	1 067,32	1 048,25
TARIFA MENSUAL	111,27	101,68	109,12	106,65	104,41	102,40	100,59	97,44	96,05	94,81	92,42	91,52	89,56	88,94	87,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Cálculo de VAN para un período de 20 años**

FLUJO/CAJA	PERÍODO DE 20 AÑOS (montos en quetzales)																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PERÍODO																					
INGRESOS																					
Terminaciones	71.340,57	71.200,28	71.049,90	70.906,70	70.772,40	70.646,37	70.527,15	70.414,36	80.463,79	81.747,24	83.065,06	84.510,17	86.086,14	87.796,20	89.644,57	91.634,44	93.769,52	96.046,90	98.568,11	99.699,87	
Total Ingresos	71.340,57	71.066,71	70.949,90	70.906,70	70.924,40	70.988,37	70.772,15	70.414,36	80.463,79	81.747,24	83.065,06	84.510,17	86.086,14	87.796,20	89.644,57	91.634,44	93.769,52	96.046,90	98.568,11	99.699,87	
EGRESOS																					
Inversión inicial	375.470,00																				
Administración	4.000,00	4.498,20	4.726,11	4.959,26	5.207,22	5.467,39	5.740,96	6.029,01	6.329,41	6.645,93	6.978,18	7.327,09	7.693,44	8.078,02	8.481,02	8.902,12	9.351,43	9.829,00	10.334,95	10.870,45	
Operación	3.600,00	3.980,00	4.167,45	4.375,82	4.594,61	4.824,34	5.065,56	5.318,83	5.584,78	5.864,02	6.157,22	6.465,08	6.788,33	7.127,75	7.494,14	7.888,34	8.291,26	8.703,82	9.070,02	9.551,87	
Mantenimiento	6.763,38	7.456,62	7.829,45	8.220,93	8.631,97	9.063,57	9.516,75	9.992,59	10.492,22	11.016,83	11.567,67	12.146,65	12.756,36	13.391,02	14.053,58	14.736,61	15.439,79	16.176,88	17.000,72	17.946,26	
Almuerzo	600,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	1.026,20	1.077,51	1.131,38	1.187,95	1.247,35	1.309,72	1.375,21	1.443,97	1.516,17	1.591,97	
Total Egresos	375.470,00	15.043,38	16.565,32	17.444,59	18.285,32	19.109,58	20.159,56	21.167,54	22.252,92	23.337,21	24.504,08	25.752,28	26.986,53	28.284,86	31.274,10	32.837,81	34.479,70	36.203,68	38.003,97	39.944,56	
FLUJOS ACTUALIZADO	-375.470,00	56.297,19	58.547,38	56.534,31	56.627,38	56.712,81	56.808,80	56.899,60	57.015,44	57.265,57	57.649,26	57.949,42	57.629,50	57.711,93	57.992,26	59.076,63	59.249,82	59.413,22	59.594,24	59.794,30	
TASA INTERÉS	5%																				
VAN	337.885,18																				
TIR	99,88%																				

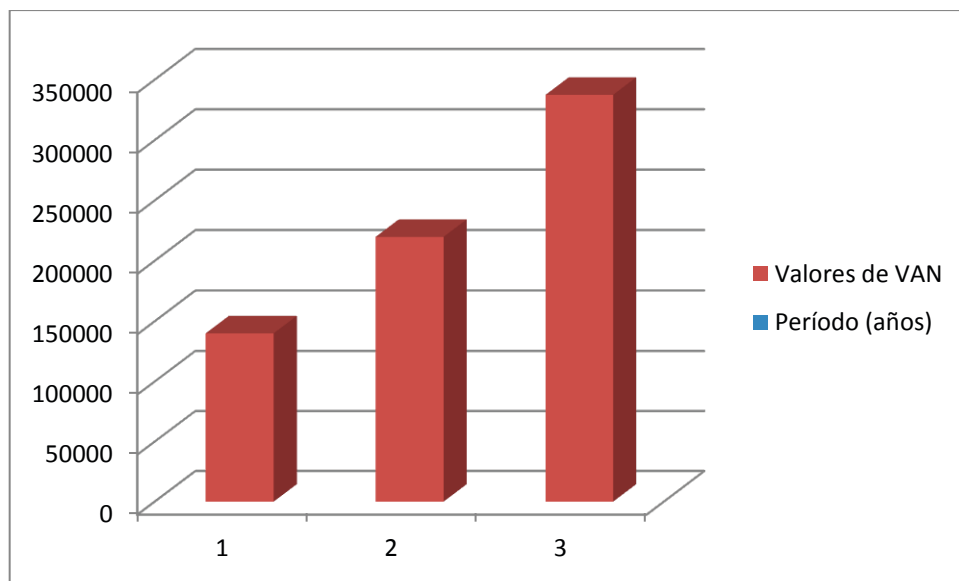
Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Cuadro resumen de valores del VAN

Período (años)	habitantes futuros	viviendas futuras	tarifa mensual por usuario	inversión inicial	ingreso anual	egreso anual	VAN
10	415	69	102,69	326 445,70	85 026,40	24 122,16	139 952,58
15	493	82	87,35	338 169,00	85 956,98	31 274,11	219 828,61
20	585	97	84,79	375 470,00	98 698,88	39 914,57	337 385,18

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Valores de VAN por periodo



Fuente: elaboración propia.

3.5. Análisis de resultados

Los resultados del análisis indican que si es posible evaluar los proyectos de agua potable como una empresa con fines de lucro, estos ya están operando en lugares con otro nivel económico como condominio, colonias privadas, etcétera. Si se puede recuperar la inversión inicial y dar un buen servicio, ya quedó demostrado que lo recomendable es trabajar los sistemas para un período de 20 años, siempre que la población pueda pagarlo.

El trabajar los proyectos para un período de diseño de 20 años, no sólo es rentable financieramente, sí no que además permite que los diámetros de las tuberías sean suficientes para abastecer a la población y las obras con capacidad prevista, para trabajar eficientemente hasta el período esperado.

Los diámetros para los diversos períodos de diseño no se muestra gran diferencia las obras típicas, como captación, cajas rompe presión, cajas de válvulas, etcétera., son las mismas para diferentes períodos, las diferencias encontradas fueron en el volumen del tanque de almacenamiento, lo cual también es una obra cara y no se puede estar cambiando como una válvula.

Desde el punto de vista técnico es posible trabajar buenos proyectos, contemplando todos los aspectos constructivos y de diseño, lo que se debe analizar con mucho cuidado es la parte financiera, principalmente en la recuperación de costos, pues existe en las personas del área rural la creencia de que el agua no se debe pagar y que es obligación del estado proveerla, por lo que siempre existen tarifas inadecuadas que no cubren ni los costos de operación, pero es importante ir cambiando ese pensamiento y ver al proyecto como un servicio esencial mayor al de la electricidad o de la telefonía.

4. PROPUESTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

Dentro de los esfuerzos hechos por el estado para la elaboración de una propuesta de política nacional de agua y saneamiento, se espera que los servicios sean en el futuro autosostenibles, de manera que mediante la aplicación de tarifas adecuadas, se garantice una eficiente operación y mantenimiento de los sistemas que cubra los gastos que estos servicios requieren para operarlos, de manera que con la recuperación de recursos localmente se cubra además un monto para ampliaciones futuras, el pago de deuda o para el financiamiento de nuevos proyectos.

4.1. Resultados globales

- Se ha comprobado que en la mayoría de sistemas de agua rural, la tarifa cubre escasamente los costos de operación, de esta forma se ven obligados los comités encargados, en caso de una avería del sistema a hacer esfuerzos propios para rehabilitar las obras afectadas o, en el caso de que los gastos superen la capacidad de la comunidad, encontrar a un organismo que financie (gubernamental o no gubernamental) tal vez en forma de donación.
- Esta propuesta pretende que el sistema sea sostenible, de manera que el nuevo proyecto cubra todos los aspectos necesarios tanto técnicos como económicos, legales, sociales y ambientales, de manera que pueda ser operado y administrado localmente, hasta alcanzar su vida útil de una forma eficiente.

- Se tiene ahora la certeza que se busca gestionar un proyecto cuyo propósito sea lograr la sostenibilidad para un período de 20 años, teniendo en cuenta la responsabilidad de mantener un proyecto funcionando adecuadamente y que al final de su vida útil no se vuelva a las mismas condiciones iniciales, será necesario entonces desarrollar un plan que le permita a la organización comunitaria tener las herramientas para romper ese ciclo vicioso y lograr el objetivo final, de mejorar la calidad de vida a través de un sistema de agua potable sostenible, manejado por los mismos usuarios organizados.

4.2. Estructura organizativa

Para que el proyecto sea puesto en marcha, es necesario contar con una estructura organizativa a nivel de la comunidad que responda a las responsabilidades que conlleva el funcionamiento del proyecto y para tener sustento legal, se presenta el Acuerdo Gubernativo, que respalda a estas organizaciones comunitarias, para la administración de sus sistemas de agua potable.

Acuerdo Gubernativo 293-82, Capítulo1, Artículo 1º. “Se autoriza a las dependencias especializadas en agua potable y saneamiento rural del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para transferir la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable construidos por ellas o por sus antecesoras y aquellos que en el futuro se construyan por dichas instituciones a los comités de agua potable organizados o, que se organicen conforme a la ley”.

Capítulo II, artículo 4º “El Comité de Agua Potable, es el representante de los vecinos, para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable local y estará formado por cinco (5) vecinos honorables de la comunidad”.

Capítulo II, artículo 6º “El Comité de Agua Potable estará integrado por el presidente, secretario y tesorero, vocal primero y vocal segundo, de los cuales el secretario y tesorero deben saber leer y escribir”.

Capítulo III, artículo 14. Funciones del Comité. “El Comité de Agua Potable debe mantener en buen estado de conservación y funcionamiento las instalaciones del sistema de agua potable, con el fin de garantizar el abastecimiento adecuado del líquido a la comunidad, evitando así la falta de confianza al mismo; por otra parte, velara porque el agua sea utilizada exclusivamente con fines domésticos. Cualquier otro destino se calificara como mal uso del agua”.

Capítulo III, artículo 18. “La administración, operación y mantenimiento del sistema será responsabilidad del comité de agua potable, el que podrá contar con un equipo adiestrado para tal fin”.

El Comité de Agua Potable debe encargarse de realizar todas las actividades necesarias para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y en especial, recaudar y manejar fondos; propiciar la política del cuidado del acueducto y el uso racional del agua; establecer programas de compras de accesorios y repuestos para sistemas por gravedad y además combustibles y lubricantes para los sistemas de bombeo; y en general, todas las labores propias de la administración, operación y mantenimiento del acueducto.

Capítulo IV, Artículo 24. “Las dependencias a que se refiere el Artículo 2º. Del presente reglamento, podrá cobrar una cuota mensual en concepto de recuperación parcial del costo de la obra, de acuerdo a la capacidad de pago de las comunidades. Este pago se efectuará contra entrega de recibos debidamente autorizados por la contraloría de cuentas”.

Desde el inicio de la gestión para la construcción del proyecto de agua, es necesario involucra la participación de los beneficiarios como componente importante para la reducción de costos de inversión especialmente en la fase de ejecución, pero que principalmente conozcan la base legal que los constituye, sus responsabilidades, buscando siempre, que garantice la administración y la preparación de la futura operación y mantenimiento de los sistemas.

Una estructura organizativa, sencilla y funcional apegada a la base legal, donde su jerarquía más alta es la asamblea de usuarios; es decir los vecinos, es la siguiente:

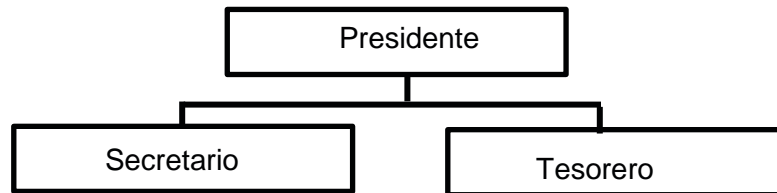
Figura 11. **Estructura organizativa, sus principales órganos**



Fuente: Gestión de abastos de agua, Olintepeque, Servicio para el Desarrollo (SER), 2005.

p.41.

Figura 12. **Estructura organizativa, para la administración, del proyecto**



Fuente: Gestión de abastos de agua, Olintepeque, Servicio para el Desarrollo (SER), 2005. p.43

Además de 2 vocales para las distintas comisiones, como medio ambiente, salud y saneamiento.

Principales funciones del presidente del comité

- Planificar y presidir las reuniones con la asamblea de vecinos para informar el estado del proyecto de agua.
- Aprobar un plan de compras de tuberías y accesorios para el mantenimiento y los pagos que se hagan por reparaciones y mantenimiento.
- Nombrar al encargado (fontanero) para reparar los desperfectos que sean reportados y sus visitas periódicas de mantenimiento.
- Ordenar el cierre o cancelación de las conexiones de agua de los vecinos que no estén autorizados o que lo hagan en forma clandestina.

- Autorizar las nuevas conexiones, siempre que no se sobrepase la capacidad del caudal.
- Mantener una bodega con tubería, accesorios y herramientas para las tareas de mantenimiento.

Atribuciones del tesorero

- Cobrar una cuota mensual a los vecinos, llevando un registro y extendiendo recibos autorizados
- Pagar al fontanero por los trabajos hechos, este pago puede ser mensual o por quincena.
- Comprar los materiales y repuestos que hagan falta, para realizar los trabajos que tiene a su cargo el fontanero.
- Llevar un registro de egresos e ingresos y realizar reportes mensuales.

La comunidad es responsable entre otras cosas de:

- Elegir periódicamente a los integrantes del comité de agua.
- Participar en las reuniones de información y discusión del proyecto.
- Trabajar en la ejecución del proyecto.

- Cuidar y usar correctamente las instalaciones (no desperdiciar el agua, reportar fallas).
- Pagar las cuotas para el funcionamiento del proyecto.

Mientras que las responsabilidades del comité en general como mínimo son:

- Representar a la comunidad en todo lo que concierne al proyecto de agua, saneamiento y protección de fuentes.
- Informar periódicamente a la comunidad de todo lo que concierne al proyecto de agua, saneamiento y protección de fuentes.
- Mantener el sistema de agua: funcionando adecuadamente. (raciones de operación y mantenimiento).
- Vigilar por el cuidado y buen uso de las instalaciones.
- Manejar adecuadamente los fondos para el mantenimiento y reparaciones.
- Recolectar las cuotas por tarifa, informando regularmente a la comunidad sobre sus ingresos y egresos.
- Solucionar cualquier problema que surja en la comunidad relacionado al agua.
- Aplicar el reglamento de uso del agua, principalmente en sanciones y nuevos usuarios.

- Disponer de una bodega exclusiva para el resguardo de materiales y equipos.
- Una cantidad de materiales comunes (tubería diferentes diámetros, pegamento, accesorios).
- Herramientas mínimas (llaves stilson, sierras, azadón, pala machete, aceite, destornilladores, botas de hule, escobas, manguera, etcétera).
- Un plan por escrito, con fechas rutinarias de mantenimiento preventivo.
- Planos del proyecto.
- Llevar un registro de las actividades realizadas, anotando los hallazgos encontrados. Para lo cual se presenta un modelo de reporte.

Figura 13. **Boleta para reportar el mantenimiento**

REPORTE DE TRABAJOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
(Un reporte mensual como mínimo)

1) Datos generales
Fecha: _____
Aldea: _____ municipio: _____
Nombre del encargado (fontanero):

2) Describir los problemas encontrados:

3) Describir los materiales utilizados en los trabajos realizados:

4) Materiales y accesorios utilizados:

Firma: _____
 Presidente comité

Nombre: _____

Fuente: Programa de operación y mantenimiento, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala 1987.

4.3. Propuesta para la administración del proyecto

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 su 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 y en función de la capacidad económica de la comunidad.

Para el logro de los objetivos, desde el punto de vista social, el comité y encargados recibirán la capacitación necesaria cuando se esté ejecutando el proyecto, con el apoyo de la institución que ejecuta el proyecto y del ministerio de salud pública, cuando el proyecto esté en servicio, instruyendo principalmente a miembros seleccionados de la comunidad, a quienes se les asignará la tarea de fontaneros (como mínimo 2 personas) para el mantenimiento del sistema.

Como parte de la administración el Comité de Vecinos vigilará el uso adecuado y racional del sistema y en caso de emergencia racionará el suministro equitativamente. Deberá implementar 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.

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

El comité llevará un registro de cuantos usuarios están conectados al sistema, y otorgará nuevos derechos de conexión sin sobrepasar la capacidad del sistema. Para ello, se elaborará un reglamento interno para cada comunidad. Lo anterior siguiendo los lineamientos del Modelo Básico, elaborado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

4.4. Propuesta para la sostenibilidad financiera

Este aspecto es importantes pues como ya se expuso anteriormente, la mayoría de sistemas de agua potable del área rural, funcionan solo con aportaciones gratuitas o tarifas inadecuadas, bajo este concepto no se tienen considerados costos de: salarios, bodega, control de calidad de agua, gastos de transporte y no logran la sostenibilidad financiera, al momento de alguna avería por causas naturales o humanas, no disponen de los recursos para subsanar el problema e inician la carencias de agua y búsqueda de recursos.

La propuesta está basada también en lo indicado en el Acuerdo Gubernativo 293-82 de la Presidencia de la República, en su Capítulo IV, Artículo 24. Las dependencias a que se refiere el Artículo 2º. Del presente reglamento, podrán cobrar una cuota mensual en concepto de recuperación parcial del costo de la obra, de acuerdo con estudios socioeconómicos que determinen la capacidad de pago de las comunidades.

Por esta razón la propuesta presentada es buscar el financiamiento de la inversión inicial, a través de una agencia de cooperación financiera o del estado y considerar dentro de la tarifa, la recuperación parcial de la inversión inicial, siempre tomando en cuenta la capacidad de pago de los usuarios y haciendo relación del costo que pagan en los centros poblados, para no crear conflictos entre los usuarios.

De esta manera se tendrá mensualmente un remanente de recursos, los cuales deberán ser depositados en una cuenta de ahorros a nombre de la comunidad, con el objetivo de evitar pérdidas por robos y obtener ganancias por intereses generados, con estos fondos se pueden realizar reparaciones al proyecto y al final de la vida útil se puede disponer de fondos para subsidiar al menos una parte de una nueva inversión o realizar mejoras y ampliaciones, como comprar una nueva fuente o construir un nuevo tanque o un tanque más grande, etcétera.

La propuesta económica financiera es incluir la recuperación parcial de la inversión, que para el caso de la comunidad de Naranjales, es del 10 % del costo total del proyecto, en el pago de la tarifa considerando siempre el valor del dinero en el tiempo con una tasa de interés de oportunidad del 5 % para un periodo de 20 años, como se muestra en el siguiente cuadro, con lo cual se espera un ahorro significativo, si el proyecto es operado eficientemente.

Tarifa propuesta (10 % de recuperación)

Esta tabla muestra la tarifa propuesta, para un período de 20 años

Tomando en cuenta la capacidad económica de la población de Naranjales

Y considerando dentro de la misma un 10 % de amortización de la inversión inicial

Tabla XVI. Tarifa propuesta

COSTOS	PERIODO DE 20 AÑOS (monedas en quezales)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Amortización	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16	4981,16
Administración	4080,00	4080,20	4723,11	4989,26	5207,22	5467,59	5740,96	6020,01	6329,41	6646,89	6978,18	7327,09	7693,44	8078,42	8482,02	8906,42	9351,43	9819,00	10309,39	10825,45
Operación	3000,00	3989,00	4467,45	4753,82	4994,61	4924,34	5065,56	5319,83	5594,78	5884,02	6187,22	6495,08	6788,33	7127,75	7494,14	7888,34	8251,26	8663,82	9097,02	9551,87
Mantenimiento	6763,38	7456,62	7829,45	8220,89	8631,97	9063,57	9516,75	9992,39	10492,22	11016,83	11567,67	12146,05	12753,36	13391,02	14060,38	14763,61	15501,79	16276,88	17090,72	17945,26
Ambiental	6000,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	1026,20	1077,51	1131,38	1187,95	1247,35	1309,72	1375,21	1443,97	1516,17	1591,97
Total Anual	20024,54	21566,49	22395,76	23266,49	24180,75	25140,73	26148,71	27207,08	28318,38	29485,24	30710,45	31999,91	33347,70	34766,63	36255,27	37818,98	39460,67	41184,65	42995,04	44895,73
# USUARIOS	51	52	54	56	58	60	62	65	67	69	72	74	77	79	82	85	88	91	94	97
TARIFA ANUAL POR USUARIO	392,63	414,74	414,73	415,47	416,90	419,01	421,75	419,57	422,66	427,32	426,53	432,39	433,08	440,07	442,13	444,92	444,1	452,58	457,30	462,84
TARIFA MENSUAL	32,71	34,56	34,56	34,62	34,74	34,91	35,14	34,88	35,22	35,61	35,54	36,03	36,09	36,67	36,84	37,07	37,36	37,71	38,11	38,57

Fuente: elaboración propia.

CÁLCULO DEL VAN (propuesto para 20 años)
 Tabla XVII. **VAN propuestos**

FLUJO DE CAJA	PERÍODO DE 20 AÑOS (montos en quetzales)																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
INGRESOS																						
Tarifa usuarios	20 024,54	21 586,49	22 395,76	23 266,49	24 180,75	25 140,73	26 148,71	27 207,09	28 318,38	29 485,24	30 710,45	31 996,91	33 347,70	34 766,03	36 255,27	37 818,98	39 460,87	41 184,85	42 995,04	44 895,73		
Total Ingresos	20 024,54	21 586,49	22 395,76	23 266,49	24 180,75	25 140,73	26 148,71	27 207,09	28 318,38	29 485,24	30 710,45	31 996,91	33 347,70	34 766,03	36 255,27	37 818,98	39 460,87	41 184,85	42 995,04	44 895,73		
EGRESOS																						
Inversión inicial	37 547,00																					
Administración	4 080,00	4 498,20	4 723,11	4 959,26	5 207,22	5 467,39	5 740,96	6 028,01	6 329,41	6 645,89	6 978,48	7 327,09	7 693,44	8 078,42	8 482,02	8 906,42	9 351,43	9 819,00	10 309,95	10 825,45		
Operación	3 600,00	3 968,00	4 374,45	4 820,93	5 306,61	5 822,34	6 368,56	6 945,83	7 554,78	8 195,02	8 867,22	9 571,08	10 306,33	11 072,75	11 870,84	12 699,24	13 558,54	14 449,28	15 371,98	16 327,17	17 316,26	18 339,77
Mantenimiento	6 763,38	7 456,62	7 829,45	8 220,93	8 639,97	9 083,57	9 567,75	10 092,39	10 657,22	11 261,83	11 906,83	12 591,85	13 316,66	14 081,02	14 884,68	15 727,31	16 609,56	17 531,10	18 492,58	19 494,56	20 537,60	21 622,30
Arrendamiento	600,00	661,50	694,57	729,30	765,76	804,05	844,26	886,47	930,79	977,33	1026,20	1077,51	1131,26	1188,46	1249,11	1313,30	1381,08	1452,45	1527,41	1606,06	1688,50	1774,83
Total Egresos	37 547,00	40 433,38	42 585,32	44 949,26	47 599,58	50 599,56	53 967,54	57 725,92	61 899,22	66 495,24	71 638,13	77 344,18	83 629,61	90 512,19	98 011,40	106 154,70	115 079,70	124 811,68	135 394,87	146 866,60	159 266,60	172 642,60
FLUJOS ACTUALES	-37 547,00	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16	4 981,16

VAN Q 24 529,37
 Tasa de interés 5 %

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Los resultados del análisis técnico del proyecto de agua potable del caserío Naranjales, mediante la variación del período de diseño, demuestran que no existen grandes diferencias que hagan atractivo variar el período de diseño y después de evaluar desde el punto de vista económico financiero, a través del VAN (Valor Actual Neto) se concluye que el período de diseño ideal que genera la mayor rentabilidad es a 20 años, con una tasa de interés del 5 %, pues permite, a través del pago de la tarifa, recuperar la inversión inicial y mantener operando el sistema eficientemente, generando además un al final del período un remanente que puede ser utilizado en hacer ampliaciones o mejoras al sistema, pagar deudas o buscar nuevas fuentes de agua para mejorar el caudal.
2. Dentro de los factores técnicos utilizados en el diseño del proyecto Naranjales, se buscó la mejor alternativa de solución, un sistema por gravedad, dadas las condiciones topográficas (fuente-comunidad), involucrando a todas las familias beneficiarias, factor determinante para el éxito del proyecto. Para el diseño del acueducto se siguieron todas las normativas oficiales que dicta el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, así como las guías elaboradas y aprobadas para tal efecto.
3. Los principales factores financieros considerados en el estudio técnico de Naranjales, son reducir costos en la inversión inicial, al utilizar mano de obra comunitaria (no calificada), como aporte local, así como, zanjeo y traslado de materiales (bodega-obra) con lo cual se logran reducir los costos.

4. Otro factor determinante es conocer la capacidad de pago, basado en sus actividades económicas, pues esta servirá de base para el pago de la tarifa y maximizar los recursos al colocar sus saldos favorables en una cuenta de ahorros para obtener más fondos por los intereses generados.
5. Económicamente no existen ahorros significativos al reducir el período de diseño, el poco ahorro no compensa el diseñar en menos años ya que se tendría en menor tiempo que estar haciendo ampliaciones al sistema, lo cual significa inyectar más recursos. La diferencia en diámetros de tuberías no es significativa para diferentes períodos y el costo al momento de reemplazo es muy caro, sobre todo con el costo de zanjeo, relleno y traslado de materiales.
6. En los resultados de la evaluación económica financiera, se determinó que es rentable también diseñar a 10 y 15 años, con lo cual se recupera la inversión en menos tiempo, pero aumenta el costo de la tarifa, lo cual es necesario tomar en cuenta, ya que es una comunidad del área rural, con bajos ingresos económicos; es decir, los ingresos esperados por concepto de tarifa del servicio, no cubren los costos de operación más la recuperación de inversión.
7. Para el caso del caserío Naranjales se ha determinado, de acuerdo al estudio socioeconómico, que no es posible cubrir los costos de la inversión inicial del proyecto y debido a que tampoco son sujetos de crédito de algún agente de financiamiento como para gestionar un crédito, será necesario continuar con el Modelo Básico aprobado por el estado, según Acuerdo Gubernativo 441-2000 Artículo 1 y esperar su financiamiento ya sea por el estado a través de sus instituciones o por el apoyo privado o una agencia internacional de cooperación.

RECOMENDACIONES

1. Diseñar los proyectos de agua potable para el área rural, por un período de 20 años, pues se ha demostrado que es más rentable utilizar este período, sobre todo considerando la vida útil de los materiales y equipos.
2. Durante la etapa de preinversión es recomendable realizar junto al estudio técnico, la evaluación económica y social, pues es necesario conocer la rentabilidad del proyecto y los beneficios que este llevará,
3. Se debe poner especial énfasis, al implementar proyectos de agua, el manejo adecuado del ambiente, principalmente en la reforestación del área de recarga hídrica y reforestar conjuntamente con la comunidad, al menos una vez al año, previo al inicio de las lluvias.
4. La tarifa debe contemplar el costo total de la producción que incluye la operación, mantenimiento, administración y la amortización de la inversión inicial, para lo cual es necesario hacer una evaluación socioeconómica, que determine la capacidad de pago de los usuarios.
5. Buscar fuentes de financiamiento para la inversión inicial y asegurar que el pago de la tarifa contemple, la recuperación parcial de la inversión, para disponer de recursos al momento de realizar reparaciones, ampliaciones, etcétera.

6. Se debe implementar, paralelamente a la ejecución física del proyecto, un plan de capacitación a la población, principalmente en el uso adecuado del agua, valorizando los beneficios de disponer de agua de calidad y cantidad, en sus viviendas.
7. Es necesario elaborar conjuntamente con los beneficiarios, un contrato o convenio individual, que contenga un reglamento con sanciones para quienes incurren en hacer mal uso del agua (tareas agrícolas, riego, etcétera) o ignoren el pago de la tarifa, así como, el costo para nuevos usuarios, ya que de este pago depende mantener un proyecto funcionando adecuadamente.
8. Es importante el uso de medidores, pues solo así se podrá tener controlado el uso del agua, lo que permitirá tener una tarifa base y un costo adicional por metro cúbico, para aquellos usuarios que usen mayor cantidad de agua que la asignada.
9. Los comités de agua deben contar como mínimo con documentos como listado de usuarios, mapa de localización, mapa de ubicación, bases de diseño, cálculo topográfico, planos del proyecto; y lo que es más importante, una programación de actividades de mantenimiento.
10. Es recomendable que el comité busque, a través de las instituciones responsables, mantener una vigilancia de la calidad del agua, llevando un registro de mediciones periódicas del cloro residual.
11. Es necesario disponer de una propuesta de sostenibilidad del proyecto, ya que uno de los aspectos fundamentales es buscar un modelo rentable, pero que considere otros aspectos, como la evaluación social, el mejoramiento de la salud, elevar el nivel de vida y desarrollo de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. División de Saneamiento del Medio, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, *Programa de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento del área rural*. Guatemala, 1987. 250 p.
1. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano*. Guatemala, 2011. 60 p.
2. _____.*Modelo Básico para Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento Básico y Educación Sanitaria y Ambiental a Nivel Rural*. Guatemala, 2001. 150 p.
3. MAYORGA ROUGE, Roberto. *Diseño de abastecimientos rurales de agua potable*. Guatemala, 1999. 175 p.
5. MOKATE, Karen. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Santa Fe de Bogotá. 1994. 235 p.
6. NASIR SAPAG, Chain, *Preparación y Evaluación de proyectos*.5a. ed. McGraw Hill, México, 1996. 458 p.

7. Programa Agua Fuente de Paz. *Guía Práctica para el personal de salud*, Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social 1998. 85 p.
8. Proyecto ALA 86/20. Unión Europea, Secretaria de Salud. *Manual de consultas para agua potable y saneamiento básico*. Honduras 1986. 505 p.
9. Secretaria General de Planificación, Ministerio de Finanzas Públicas. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: SEGEPLAN, 1994. 250 p.
10. VALDEZ, Cesar Enrique. *Abastecimiento de agua potable*, Ciudad Universitaria, México DF. 1994. 750 p.

ANEXOS

Anexo 1. Sistema de información para planificación del subsector rural de abastecimiento de agua y saneamiento

SISTEMA DE INFORMACION PARA PLANIFICACION DEL SUB SECTOR RURAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO																										
I. INFORMACION DE LA COMUNIDAD																										
1.1	NOMBRE																									
1.2	CODIGO																									
1.3	TIPO DE LOCALIDAD	ALDEA	<input type="checkbox"/>	CASERIO	<input type="checkbox"/>	CANTON	<input type="checkbox"/>	FINCA	<input type="checkbox"/>	PARAJE	<input type="checkbox"/>															
1.4	MUNICIPIO																									
1.5	DEPARTAMENTO																									
II. POBLACION																										
2.1	NUMERO DE HABITANTES SEGUN ULTIMO CENSO																									
2.2	NUMERO DE HABITANTES EN LA ACTUALIDAD																									
III. VIVIENDA																										
3.1	NUMERO Y ASENTAMIENTO DE LAS VIVIENDAS																									
3.1.1	NUMERO DE VIVIENDAS																									
3.1.2	ASENTAMIENTO DE LAS VIVIENDAS			CONCENTRADAS	<input type="checkbox"/>	DISPERSAS	<input type="checkbox"/>	EN LINEA	<input type="checkbox"/>																	
3.2	TIPO DE CASA PREDOMINANTE																									
	ADOBE	<input type="checkbox"/>	BLOCK	<input type="checkbox"/>	MADERA	<input type="checkbox"/>	RANCHO	<input type="checkbox"/>	OTRO	ESPECIFICAR																
IV. ACCESO																										
4.1	POR VEHICULO TODO EL TIEMPO		SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>																				
4.2	SOLO DURANTE LOS MESES DE		ENE	<input type="checkbox"/>	FEB	<input type="checkbox"/>	MAR	<input type="checkbox"/>	ABR	<input type="checkbox"/>	MAY	<input type="checkbox"/>	JUN	<input type="checkbox"/>	JUL	<input type="checkbox"/>	AGO	<input type="checkbox"/>	SEPT	<input type="checkbox"/>	OCT	<input type="checkbox"/>	NOV	<input type="checkbox"/>	DIC	<input type="checkbox"/>
4.3	SI NO HAY ACCESO POR CARRETERA, EL ACCESO ES POR																									
4.4	DISTANCIA A LA CABECERA MUNICIPAL						KM																			
4.5	DISTANCIA A LA CABECERA DEPARTAMENTAL						KM																			
V. ABASTECIMIENTO ACTUAL DE AGUA																										
5.1	EXISTE ACTUALMENTE ABASTECIMIENTO DE AGUA		SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>																				
5.2	EN CASO NEGATIVO, COMO SE ABASTECEN:		POZO EXCAVADO CON BOMBA	<input type="checkbox"/>	POZO EXCAVADO SIN BOMBA	<input type="checkbox"/>	MANANTIAL	<input type="checkbox"/>	RIO	<input type="checkbox"/>	LAGO	<input type="checkbox"/>	OTRO													
VI. DISPOSICION DE EXCRETAS																										
6.1	VIVIENDAS CON LETRINA																									
6.2	VIVIENDAS SIN LETRINA																									
6.3	NUMERO DE LETRINAS EN BUEN ESTADO																									
6.4	NUMERO DE LETRINAS EN MAL ESTADO																									
VII. OTROS SERVICIOS EXISTENTES																										
	ENERGIA ELECTRICA	<input type="checkbox"/>	ESCUELA	<input type="checkbox"/>	PUESTO DE SALUD	<input type="checkbox"/>	OTROS																			
VIII. FUENTES DE AGUA PROPUESTA																										
8.1	PRIMERA FUENTE																									
8.1.1	POZO PERFORADO	<input type="checkbox"/>	MANANTIAL	<input type="checkbox"/>	RIO	<input type="checkbox"/>	QUEBRADA	<input type="checkbox"/>	LAGO	<input type="checkbox"/>	OTROS	ESPECIFICAR														
8.1.2	NOMBRE DE LA FUENTE																									
8.1.3	ALTURA RESPECTO A LA POBLACION		MAS ALTA		MTS.		MAS BAJA		MTS.																	
8.1.4	DISTANCIA A LA POBLACION				KMS.																					
8.4.5	CALIDAD APARENTE DEL AGUA		CLARA	<input type="checkbox"/>	TURBIA ALGUNAS VECES	<input type="checkbox"/>	TURBIA TODO EL TIEMPO	<input type="checkbox"/>																		

Continuación del anexo 1.

8.1.6	AFORO	ACTUAL		L/S		FECHA									
							MES	ANO							
		ANTERIORES		L/S		FECHA									
							MES	ANO							
8.1.7	NOMBRE DEL PROPIETARIO														
8.1.8	ACCESO A LA FUENTE	FACIL	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	DIFICIL	<input type="checkbox"/>								
8.1.9	ANTIGUEDAD DE LA FUENTE	MAS DE 5 ANOS	<input type="checkbox"/>	MENOS DE 5 ANOS	<input type="checkbox"/>										
8.1.10	PERMANENCIA DE LA FUENTE	CON AGUA TODO EL TIEMPO	<input type="checkbox"/>	SE SECA EN VERANO	<input type="checkbox"/>										
8.1.11	PROBLEMAS LEGALES PARA SU OBTENCION	SIN MAYOR DIFICULTAD	<input type="checkbox"/>												
		CON PROBLEMAS FACILES DE RESOLVER	<input type="checkbox"/>	CON PROBLEMAS DIFICILES DE RESOLVER	<input type="checkbox"/>										
IX ORGANIZACION COMUNITARIA															
9.1	EXSATE COMITE ORGANIZADO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>										
9.2	EN CASO AFIRMATIVO, CON QUE FIN	DE AGUA	<input type="checkbox"/>	DE DESARROLLO	<input type="checkbox"/>	OTRO									
						ESPECIFICAR									
9.3	MIEMBROS DEL COMITE														
		NOMBRE				CARGO									
		1													
		2													
		3													
		4													
		5													
9.4	MESES DEL AÑO EN QUE LA COMUNIDAD PUEDE COLABORAR CON EL ACUEDUCTO														
		ENE	<input type="checkbox"/>	FEB	<input type="checkbox"/>	MAR	<input type="checkbox"/>	ABR	<input type="checkbox"/>	MAY	<input type="checkbox"/>	JUN	<input type="checkbox"/>		
		JUL	<input type="checkbox"/>	AGO	<input type="checkbox"/>	SEPT	<input type="checkbox"/>	OCT	<input type="checkbox"/>	NOV	<input type="checkbox"/>	DIC	<input type="checkbox"/>		
X RECURSOS DISPONIBLES Y APORTE COMUNAL															
10.1	MANO DE OBRA CALIFICADA														
	ALBANILES	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	CARPINTEROS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	PLOMEROS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
10.2	MATERIALES														
	PIEDRA	<input type="checkbox"/>	GRAVA	<input type="checkbox"/>	ARENA	<input type="checkbox"/>	MADERA	<input type="checkbox"/>	OTRO						
									ESPECIFICAR						
10.3	FACILIDAD PARA														
	ALOJAR TRABAJADORES	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	ALIMENTAR TRABAJADORES	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>					
	ALMACENAR HERRAMIENTAS Y MATERIALES			SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>								

Continuación del anexo 1.

10.4 APORTE COMUNITARIO									
MANO DE OBRA CALIFICADA	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
EFFECTIVO	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	EN CASO AFIRMATIVO CUANTO Q	_____			
XI ESTUDIOS REALIZADOS									
11.1 INSTITUCION QUE LOS REALIZO									
11.2 AÑO EN QUE LOS REALIZO									
NOMBRE DEL ENCUESTADOR									
CARGO									
INSTITUCION									
FECHA									
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>						OBSERVACIONES:			
UBICACION DE LA COMUNIDAD									
a) Ubicar el norte									
b) Ubicar por lo menos 3 pueblos conocidos									
c) Ubicar ríos									

Fuente: Asociación de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Guía para el Diseño de Abastecimientos de agua potable a zonas rurales octubre 1993

ANEXO 2

- Informe de análisis fisicoquímico de agua
- Boleta de calidad del agua

Fuente: Dirección de Área de Salud, Laboratorio de Vigilancia de la Calidad del Agua,
Huehuetenango, enero 2013.



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

MUESTRA No. 2-2,013

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: COMISION DE AGUA Y SANEAMIENTO	Fecha de captación: 08-01-2013
Punto de muestreo: EL ORATORIO	Hora de captación: 09:17 a.m
Fuente: NACIMIENTO DE AGUA	Fecha de recepción: 08-01-2013
Comunidad: CASERIO NARANJALES	Hora de recepción: 11:28 a.m
Municipio: COLOTENANGO	
Departamento: HUEHUETENANGO	
Responsable de captación: JUAN PALACIOS, COORDINADOR OMAS	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

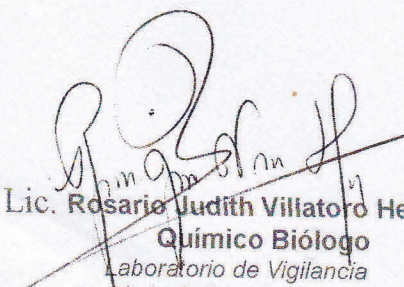
ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	14
2	Hierro	mg/L Fe	0.100	1.000	0.23
3	Manganeso	mg/L Mn	0.050	0.500	0.25
4	Nitratos	mg/L NO ₃	Nsc	50.0	18.4
5	Nitrito	mg/L NO ₂	Nsc	3.0	0.09
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	186
7	Cloruro	mg/L Cl	100.000	250.000	15.4
8	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	150
9	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	44.3
10	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	350
11	Turbiedad**	UNT	5.0	15.0	0.12
12	Conductividad	µS/cm		<1,500	600
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	8.40
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	16.3
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No Rechazable

*LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- **UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD.
- ***NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA NTG 29001,2010-06-18
- ****NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA NTG 29001,2010-06-18
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de cloro residual, temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el agua de la muestra **CUMPLE** con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la **NORMA COGUANOR 29001**, para agua para consumo humano.

ANALISTA
German del Valle Técnico de Laboratorio


Lic. Rosario Judith Villatoro Hernández
 Químico Biólogo
 Laboratorio de Vigilancia
 de la Calidad del Agua
 Dirección Área de Salud

Lic. Rosario J. Villatoro Jt.
 Química Bióloga
 Colegiada No. 3151



BOLETA DE CALIDAD DEL AGUA

Muestra tomada por: Juan Palacios Cargo: Coordinador OMAS
 Fecha de muestreo: 08/01/2013 Hora: 9:00 a. m

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Departamento: HUEHUETENANGO Municipio: COLOTENANGO
 Comunidad: CASERIO NARANJALES Iden. del Sistema: _____

B. CARACTERISTICAS DEL AGUA

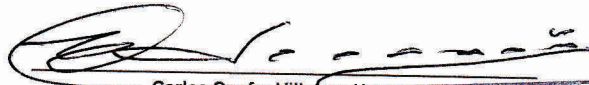
PROYECTO: _____

Lugar donde se efectúa el Muestreo	Nombre del sitio de Muestreo	cloro libre Residual (mg/l)	Coliformes fecales / 100 ml			
			No.*	Volumen (ml)	Contaje (# colonias)	Cantidad **Contaje x 100
1 Fuente superficial:						
Río						
Lago						
Laguna						
Otro (especifique)						
2 Fuentes Subterráneas	El Oratorio		5	100 ml	0	0
Manantial 1:						
Manantial 2:						
Manantial 3:						
Manantial 4:						
Caja de Captación						
Caja Reunidora de Caudales						
Pozo 01						
Pozo 02						
3 Tratamiento						
4 Tanque de almacenamiento						
Algibe						
Caja Distribuidora de caudales						
Tanque de almacenamiento 1						
Tanque de almacenamiento 2						
Tanque de almacenamiento 3						
Tanque de almacenamiento 4						
Cisterna						
5 Red de distribución						
Vivienda 1						
Vivienda 2						
Vivienda 3						
Vivienda 4						
Vivienda 5						
Garrafon agua pura						
6 Camión cisterna						
7 Agua de lluvia						

* Número de muestra

** Cantidad = $\frac{\text{contaje} \times 100}{\text{volumen}}$

ANALISTA	
German del Valle	Técnico
de Laboratorio	


 Carlos Onofre Villatoro Herrera
 Encargado de Laboratorio de Agua

Dirección de Área de Salud
 Laboratorio de Vigilancia
 de la Calidad del Agua
 Huehuetenango

Resultado: SI APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

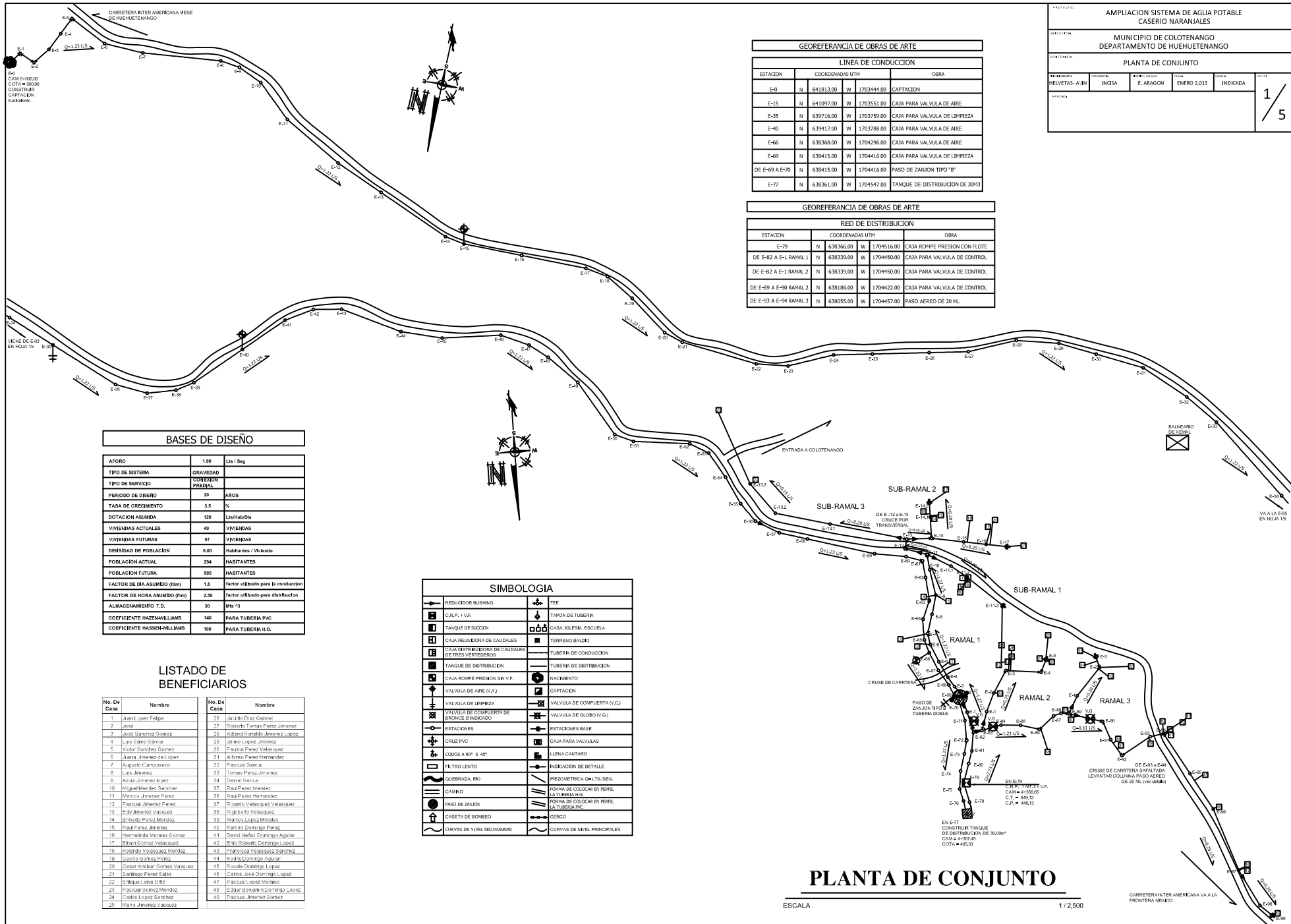
OBSERVACION: Norma Coganor NGO 29991 para agua potable:

5.2 El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia coli en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano

ANEXO 3 Planos Hidráulicos

Hoja 1/5	Plano de conjunto
Hoja 2/5	Planta - perfil línea de conducción (E-0 a E-29)
Hoja 3/5	Planta - perfil línea de conducción (E-29 a E-56)
Hoja 4/5	Planta - perfil línea de conducción (E-56 a E-77) y Red de distribución ramales 1 y 3
Hoja 5/5	Planta – perfil red de distribución ramal 2

Fuente: elaboración propia.



PROYECTO						
AMPLIACION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO NARANJALES						
UBICACION						
MUNICIPIO DE COLOTENANGO DEPARTAMENTO DE HUHUETENANGO						
CONTENIDO						
PLANTA DE CONJUNTO						
HELVETIAS-AJIN	INICIA	SEÑAL DE INICIO	E. AMIGON	FIN	ENERO 2013	HOJA INDICADA
						1/5

GEOREFERENCIA DE OBRAS DE ARTE			
LINEA DE CONDUCCION			
ESTACION	COORDENADAS UTM		OBRA
E-0	N 641813.00	W 1703444.00	CAPTACION
E-15	N 641097.00	W 1703551.00	CAJA PARA VALVULA DE AIRE
E-25	N 639716.00	W 1703759.00	CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA
E-40	N 639417.00	W 1703788.00	CAJA PARA VALVULA DE AIRE
E-66	N 638368.00	W 1704296.00	CAJA PARA VALVULA DE AIRE
E-69	N 638415.00	W 1704616.00	CAJA PARA VALVULA DE LIMPIEZA
DE E-69 A E-70	N 638415.00	W 1704416.00	PASO DE ZANON TIPO "B"
E-77	N 638361.00	W 1704547.00	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 30M3

GEOREFERENCIA DE OBRAS DE ARTE			
RED DE DISTRIBUCION			
ESTACION	COORDENADAS UTM		OBRA
E-79	N 638366.00	W 1704516.00	CAJA ROMPE PRESION CON FLOTE
DE E-82 A E-1 RAMAL 1	N 638339.00	W 1704450.00	CAJA PARA VALVULA DE CONTROL
DE E-82 A E-1 RAMAL 2	N 638339.00	W 1704450.00	CAJA PARA VALVULA DE CONTROL
DE E-89 A E-90 RAMAL 2	N 638186.00	W 1704422.00	CAJA PARA VALVULA DE CONTROL
DE E-93 A E-94 RAMAL 3	N 638055.00	W 1704457.00	PASO AEREO DE 20 ML

BASES DE DISEÑO	
AFORO	1.80 Lts / Seg
TIPO DE SISTEMA	GRAVEDAD
TIPO DE SERVICIO	CONEXION PREDIAL
PERIODO DE DISEÑO	30 AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO	3.5 %
DOTACION ASUMIDA	120 Lts/Hab/Día
VIVIENDAS ACTUALES	49 VIVIENDAS
VIVIENDAS FUTURAS	97 VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACION	6.00 Habitantes / Manzana
POBLACION ACTUAL	294 HABITANTES
POBLACION FUTURA	585 HABITANTES
FACTOR DE DIA ASUMIDO (diem)	1.5 factor utilizado para la conduccion
FACTOR DE HORA ASUMIDO (dihs)	2.50 factor utilizado para distribucion
ALMACENAMIENTO T.D.	30 Mts ³
COEFICIENTE HAZENWILLIAMS	140 PARA TUBERIA PVC
COEFICIENTE HAZENWILLIAMS	100 PARA TUBERIA H.G.

LISTADO DE BENEFICIARIOS			
No. De Casa	Nombre	No. De Casa	Nombre
1	Juan Lopez Felipe	26	Aselito Diaz Gabriel
2	Luis	27	Ricardo Tomas Flores Jimenez
3	José Sanchez Gomez	30	Hildand Donaldo Jimenez Lopez
4	Luis Sales Garcia	28	Jairo Lopez Jimenez
5	Vivian Sanchez Gomez	30	Praxedis Pared Velasco
6	Maria Jimenez Del Pozo	31	Juan Carlos Hernandez
7	Augusto Camposaco	32	Patricio Garcia
8	Luis Jimenez	33	Tomas Perez Jimenez
9	Adrian Jimenez Lopez	34	Diana Torres
10	Miguel Mendez Sanchez	35	Clara Perez Mendez
11	Marcos Jimenez Pineda	36	Luis Perez Hernandez
12	Patricio Jimenez Pineda	37	Ricardo Velazquez Velasco
13	Edu Jimenez Vasquez	38	Ricardo Velazquez
14	Ricardo Pineda Mendez	39	Marcos Lopez Morales
15	Rafael Perez Jimenez	40	Diogenes Domingo Pared
16	Hermelinda Morales Gomez	41	David Rafael Domingo Aguiar
17	Franco Gomez Velasco	42	Edu Rosales Domingo Lopez
18	Rolando Velazquez Mendez	43	Francoisa Velazquez Sanchez
19	Cecilia Gomez Pineda	44	Rodriga Domingo Aguiar
20	Cesar Amador Gomez Vasquez	45	Ricardo Domingo Lopez
21	Carolina Perez Sales	46	Carlos Jose Domingo Lopez
22	Emiliana Leiva Ortiz	47	Patricio Lopez Morales
23	Patricio Gomez Mendez	48	Edgar Benjamin Domingo Lopez
24	Carlos Lopez Sanchez	49	Patricio Amorin Gomez
25	Maria Jimenez Vasquez		

SIMBOLOGIA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	C.R.P. + V.F.		TAPON DE TUBERIA
	TANQUE DE SCCION		CASA IGLESIA ESCUELA
	CAJA REANADORA DE CAUDALES DE TRES VERTEDEROS		TERRENO BALDIO
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE TRES VERTEDEROS		TUBERIA DE CONDUCCION
	TANQUE DE DISTRIBUCION		TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.		NACIMIENTO
	VALVULA DE AIRE (V.A.)		CAPTACION
	VALVULA DE LIMPIEZA		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE ENGRACADO		VALVULA DE GLOBO (V.G.)
	ESTACIONES		ESTACIONES BASE
	CRUZ PVC		CAJA PARA VALVULAS
	CODOS A 90° A 45°		LLENA CANTARERO
	FILTRO LETRADO		INDICACION DE DETALLE
	QUERRADA R/D		PIEZOMETRICA CON TUBERIA
	CAMINO		FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA H.G.
	PASO DE ZANJON		FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
	CASETA DE BOMBEO		CERCOS
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS		CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/2,500

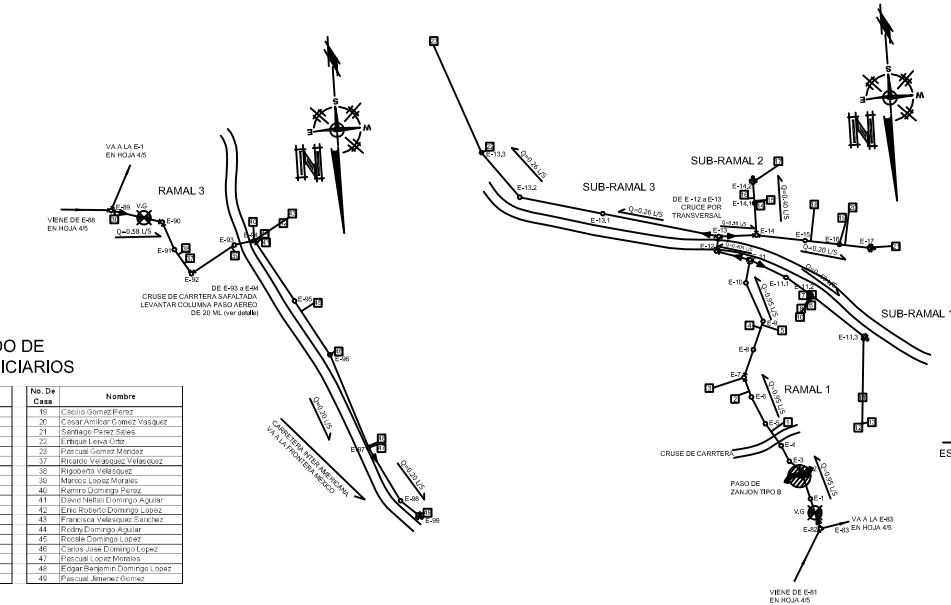
CARRETERA INTER AMERICANA VA A LA FRONTERA MEXICO

PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO NARANJALES				
ENTIDAD: MUNICIPIO DE COLOTENANGO DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO				
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL				
REVISADO POR: HELVETAS-AJIN	INGENIERO: INCSA	NUMERO: E.ABAGON	FECHA: ENERO 2013	HOJA: INDICADA
				5 / 5

SIMBOLOGIA	
	REDUCTOR BUSHING
	TAPON DE TUBERIA
	TANQUE DE SUCCION
	CAJA REPARTIDORA DE CAUDALES
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE TRES VERTICELOS
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA DE PRONUNCIADO
	ESTACIONES
	CODOS A 90° & 45°
	FILTRO LENTO
	QUILBRADA, HJO
	CAMINO
	PASO DE ZANON
	CASITA DE BOMBEO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	TEE
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	TERRENO BALDIO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	ENCHUFAMIENTO
	CAPTACION
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE GLOBO (V.G.)
	ESTACIONES BASICAS
	CAJA PARA VALVULAS
	LLENA CANTARO
	INDICACION DE DETALLE
	PILOZONA TIPO A O L.T.S./S.G.
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA H.C.
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA P.V.C.
	DEIRDO
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

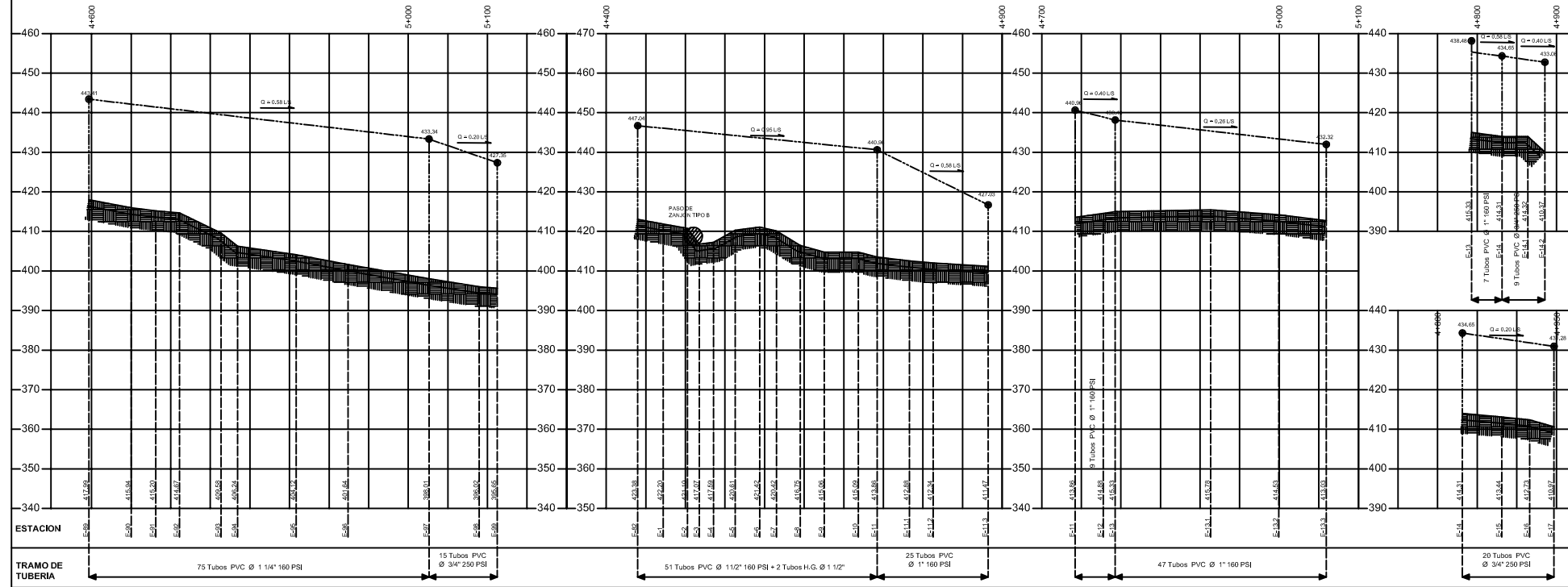
LISTADO DE BENEFICIARIOS

No. De Casa	Nombre	No. De Casa	Nombre
1	JUAN LOPEZ FABRE	19	Cecilio Gomez Perez
2	Jose	20	Cesar Amador Gomez Vasquez
3	Jose Sanchez Gomez	21	Santiago Perez Salas
4	Luis Salas Gendra	22	Edgardo Lopez
5	Vivian Sanchez Gomez	23	Pascual Gomez Mendez
6	Laura Jimenez de Lopez	31	Ricardo Vasquez Velazquez
7	Augusto Carrasosa	36	Rigoberto Velazquez
8	Luis Jimenez	39	Mario Lopez Morales
9	Alfonso Jimenez Lopez	40	Remon Dominguez Perez
10	Miguel Mendez Sanchez	41	David Rafael Domingo Aguilar
11	Miguel Jimenez Jimenez	42	Eduardo Domingo Lopez
12	Pascual Jimenez Pizaro	43	Francisca Vasquez Sanchez
13	Edu Jimenez Vasquez	44	Roddy Domingo Aguilar
14	Edgardo Perez Mendez	45	Ricardo Domingo Lopez
15	Raul Perez Jimenez	46	Carlos Jose Domingo Lopez
16	Herminia de Herrera Gomez	47	Pascual Lopez Morales
17	Edwin Gomez Vasquez	48	Edgar Benjamin Domingo Lopez
18	Rolando Vasquez Mendez	49	Pascual Jimenez Gomez



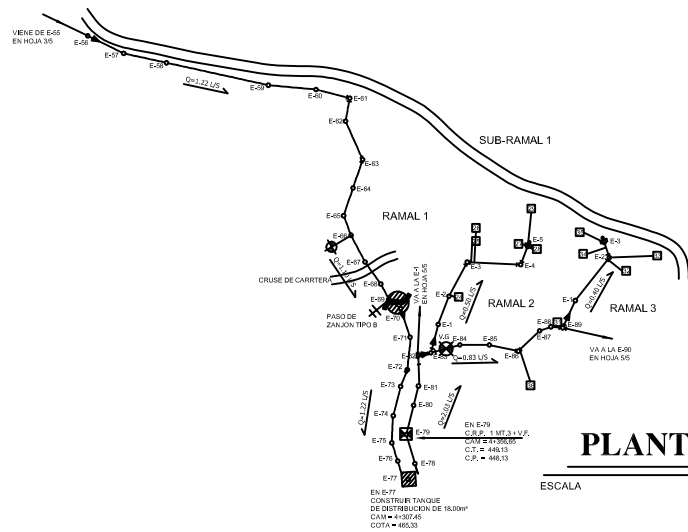
PLANTA-PERFIL

ESCALA: H. 1 / 2,500 V. 1 / 500



PROYECTO	AMPLIACION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO NARANJALES			
ENTIDAD	MUNICIPIO DE COLOTENANGO DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO			
CONTRATO	PLANTA - PERFIL			
REVISIONES	INGENIERO	REVISOR	FECHA	TIPO
HELVETAS-AJIN	INCISA	E. ARAGON	ENERO 2013	INDICADA
				4 / 5

SIMBOLOGIA	
	REDUCTOR BUSHING
	C.R.P. + V.F.
	TANQUE DE SACCCON
	CAJA RELLENA DE CAUDALES
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE TRES VERTEDEROS
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE O INDICADO
	ESTACIONES
	CRUZ PVC
	CODOS A 90° 0-45°
	FILTRO LENTO
	QUEBRADA, RIO
	CAMINO
	PASO DE ZANON
	CASETA DE BOMBEO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	TEE
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	TERRENO BALDIO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	NACIMIENTO
	CAPTACION
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE GLOBO (V.G.)
	ESTACIONES BASE
	CAJA PARA VALVULAS
	LLENA CANTARO
	INDICACION DE DETALLE
	PIEZOMETRICA DE L.T.S./S.I.G.
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL TUBERIA H.G.
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
	CERCOS
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

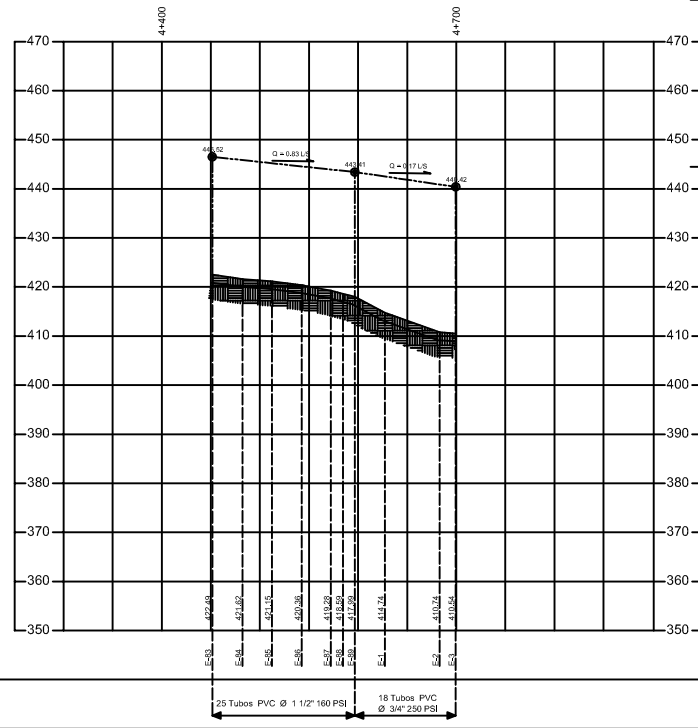
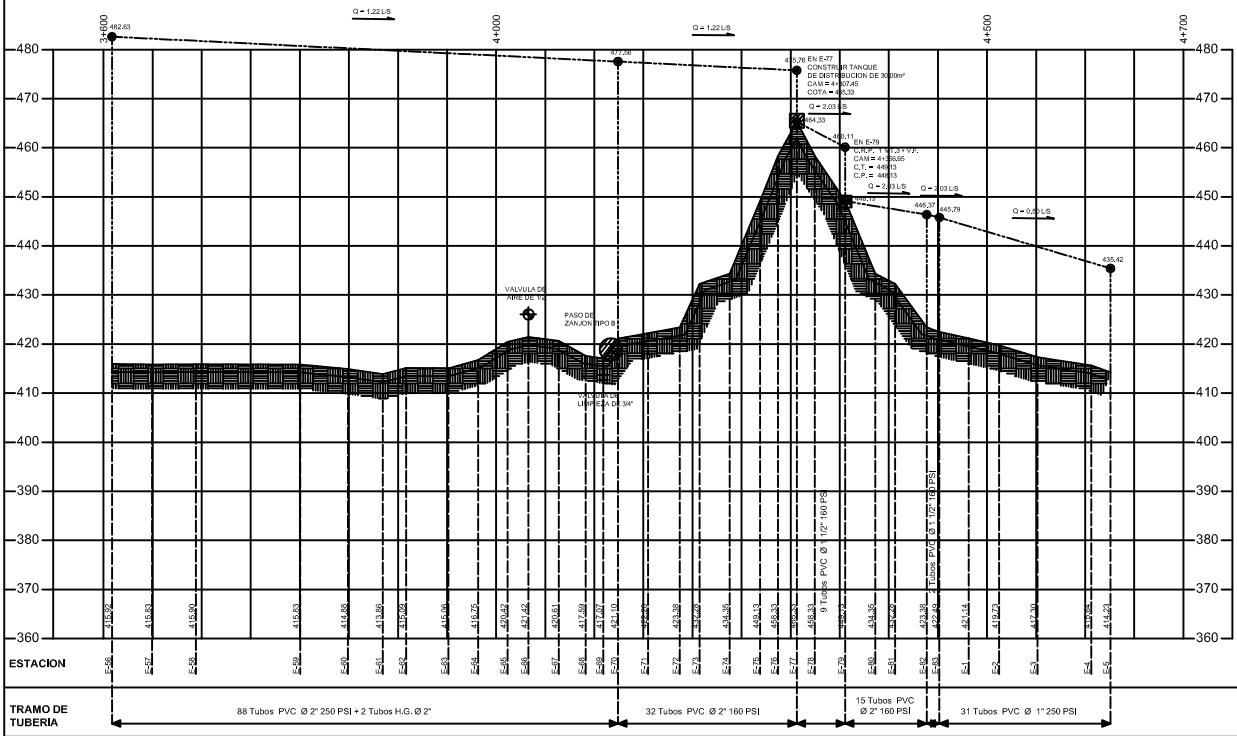


PLANTA-PERFIL

ESCALA H. 1 / 2,500 V. 1 / 500

LISTADO DE BENEFICIARIOS

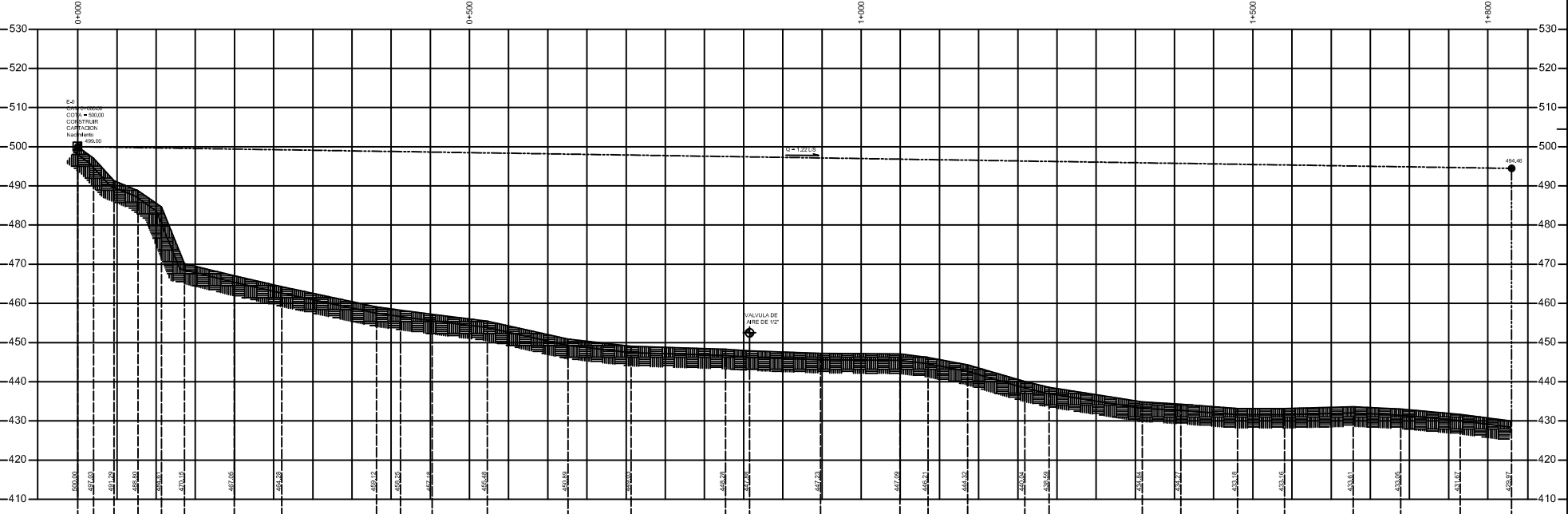
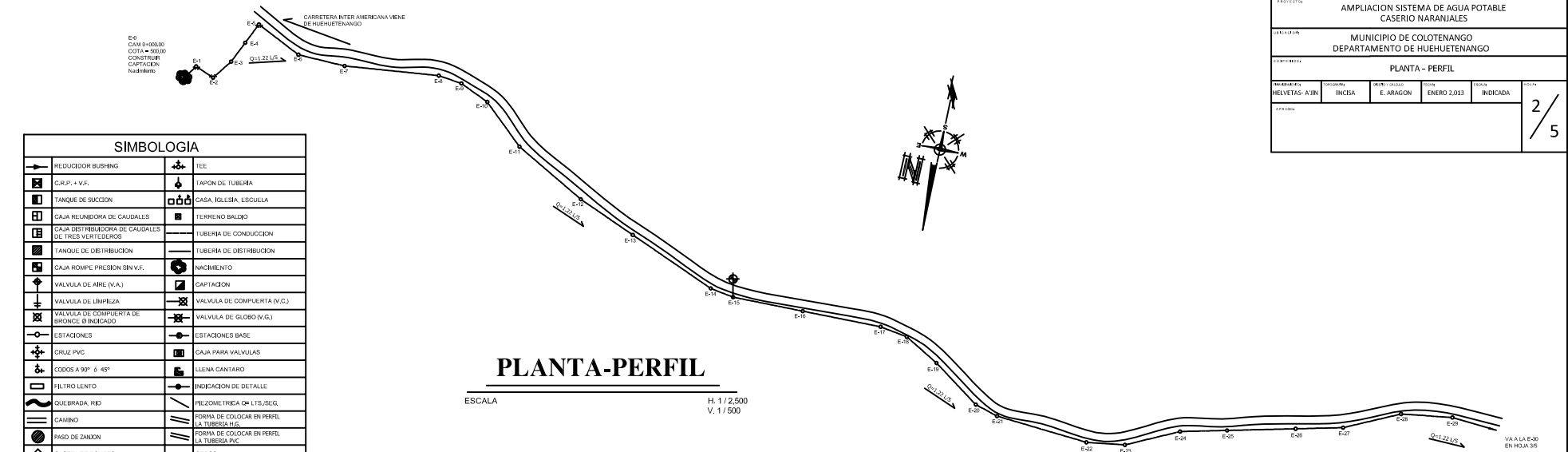
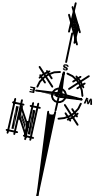
No. De Casa	Nombre
24	Carlos Lopez Sanchez
25	Mario Jimenez Llanquez
26	Jacinto Diaz Gabriel
27	Roberto Tomas Perez Jimenez
28	Audani Romulo Jimenez Lopez
29	Jaime Lopez Jimenez
30	Paulino Perez Velasquez
31	Alonso Perez Hernandez
32	Pascual Garcia
33	Tomas Perez Jimenez
34	Daniel Garcia
35	Raul Perez Mendez
36	Raul Perez Hernandez



SIMBOLOGIA			
	REDUCTOR BUSHING		TEL.
	G.R.P. + V.F.		TAPON DE TUBERIA
	TANQUE DE SUCCION		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA REINJORA DE CAUDALES		TERRENO BALCIO
	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE TRES VERTICEDOS		TUBERIA DE CONDUCCION
	TANQUE DE DISTRIBUCION		TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION SIN V.F.		NACIMIENTO
	VALVULA DE AIRE (V.A.)		CAPTACION
	VALVULA DE LIMPIEZA		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE O INCAICADO		VALVULA DE GLOBO (V.G.)
	ESTACIONES		ESTACIONES BASE
	GRUZ PVC		CAJA PARA VALVULAS
	COGOS A 30° ó 45°		LLENA CANTARO
	FILTRO LENTO		INDICACION DE DETALLE
	QUEBRADA, RIO		PERIZOMETRICA DE 1 TS, SEG.
	CAMINO		FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA H.G.
	PASO DE ZANON		FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC
	CASITA DE BOMBEO		CLERICO
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS		CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES

PLANTA-PERFIL

ESCALA H. 1 / 2,500 V. 1 / 500



TRAMO DE TUBERIA: 307 Tubos PVC Ø 2 1/2" 160 PSI