

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LOS PLATANARES, MUNICIPIO DE GUAZACAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.”

LIC. LEANDRO LÓPEZ PÉREZ

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LOS PLATANARES, MUNICIPIO DE GUZACAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.”

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en el punto séptimo inciso 7.2 del acta 5-2005 de la sesión celebrada el veintidós de febrero de 2005, actualizado y aprobado por Junta Directiva en el numeral 6.1 punto SEXTO del acta 15-2009 de la sesión celebrada 14 de julio de 2009.

ASESOR:

MSc. ING. HUGO ARMANDO MÉRIDA PINEDA

AUTOR:

LIC. LEANDRO LÓPEZ PÉREZ

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Cuarto: P.C. Marlon Geovani Aquino Abdalla
Vocal Quinto: P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

**JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS SEGÚN
EL ACTA CORRESPONDIENTE**

Presidente: MSc. Lic. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Secretario: Dr. Edgar Laureano Juárez Sepúlveda
Vocal I: MSc. Lic. Raúl Ovando Jurado



ACTA No. 46-2016

En la Sala de Reuniones del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **10 de noviembre** de 2016, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Licenciado **Leandro López Pérez**, carné No. **100018859**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.-----

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LOS PLATANARES, MUNICIPIO DE GUAZACAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **75** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas y recomendaciones dentro de un plazo de 3 meses calendario, especialmente debe poner mucho énfasis en cambiar el enfoque del trabajo.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los diez días del mes de noviembre del año dos mil dieciséis.

MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Presidente

Dr. Edgar Laureano Juárez Sepúlveda
Secretario



MSc. Raúl Ovando Jurado
Vocal I

Lic. Leandro López Pérez
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Leandro López Pérez, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 10 de febrero de 2017.

(f)

MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Presidente





**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS,
GUATEMALA, VEINTICUATRO DE ABRIL DE DOS MIL DIECISIETE.**

Con base en el Punto CUARTO, inciso 4.4, subinciso 4.4.3 del Acta 06-2017 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 17 de abril de 2017, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 46-2016 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 10 de noviembre de 2016 y el trabajo de Tesis de la Maestría Formulación y Evaluación de Proyectos: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LOS PLATANARES, MUNICIPIO DE GUAZACAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA", que para su graduación profesional presentó el licenciado LEANDRO LÓPEZ PÉREZ, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN
DECANO

M.CH



ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Lámpara es a mis pies Tu Palabra, y lumbrera a mi camino. (Salmos 119:105). Porque tú permitiste que fuera sembrada en mí la semilla del conocimiento y, luego, fuera regada y cultivada hasta florecer, para que hoy yo pueda cosechar y saborear sus frutos.
A MIS PADRES	Tomás López Ramírez (QEPD) y María Ángela Pérez Hernández, muy especial para mí. Por su paternidad responsable y amorosa que me mostró el camino correcto y me ha enseñado a amar a mis hijos.
A MIS HERMANOS(AS)	Con mucho cariño y amor fraternal.
A MI ESPOSA	Alba Roxana Urrutia Vásquez ¡Gracias por tu incondicional apoyo! Con mucho amor para ti Roxy.
A MIS HIJOS	Roxana Waleska y Esteban Leonardo Para ellos sea siempre un ejemplo de sacrificio, amor, dedicación e inspiración para alcanzar sus metas estudiantiles.
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Mi Alma Mater Tricentenario Casa de Estudios donde se libran las batallas contra la ignorancia.
A MIS COMPAÑEROS(AS) DE PROMOCION	Lucy, Iris, Ana María, Shirley, Henry, Giovanni, et all ... Inolvidables recuerdos de convivencia en las aulas, que no borrarán ni el tiempo ni la distancia.

CONTENIDO

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1. Antecedentes.....	4
CAPÍTULO II	8
2. Marco Metodológico	8
2.1 El Problema	8
2.2 Justificación de la Investigación.....	12
2.3 Objetivos.....	13
2.4 Hipótesis.....	14
2.5 Método Científico	14
2.6 Técnicas de Investigación Aplicadas	14
2.7 Recursos Técnicos	16
CAPÍTULO III	17
3. Marco Teórico Conceptual.....	17
3.1 Componentes de un Sistema de Distribución de Agua Potable.....	17
3.2 Cálculo del Diseño del Proyecto	19
3.3 Especificaciones Técnicas de los Materiales y Accesorios.....	26
3.4 Generalidades para la Ejecución de la Obra Civil.....	30
3.5 Evaluación Financiera del Proyecto.....	38
CAPÍTULO IV	40
4. Análisis y Discusión de Resultados	40
4.1 Estudio de Mercado.....	40
4.2 Estudio Técnico	60
4.3 Estudio Administrativo y Legal.....	92
4.4 Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental	109
4.5 Estudio Financiero	128
4.6 Evaluación Económica y Social del Proyecto	150
5. CONCLUSIONES.....	156
6. RECOMENDACIONES.....	158
7. BIBLIOGRAFIA.....	160
8. ANEXOS.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Comportamiento de las Tarifas por Concepto del Canon Mensual de Agua Potable.....	5
Tabla 1-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Valor en Mora según Cantidad de Viviendas y Meses Atrasados a Diciembre de 2014 (Tarifa: Q1.50).....	7
Tabla 2-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ponderación de las Alternativas de Solución según Factores Cualitativos.....	11
Tabla 4-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Proyección de Población y Demanda de Agua Potable - Periodo: 2015-2035.....	51
Tabla 4-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Aforo de las Vertientes Naturales de Agua según Caudal al Año 2008.....	53
Tabla 4-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Proyección de Demanda y Oferta de Agua Potable - Periodo: 2015 al 2036.....	56
Tabla 4-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Parámetros para Determinar la Capacidad de Diseño del Proyecto.....	60
Tabla 4-5. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Puntuación de Factores Cualitativos para la Localización del Proyecto	66
Tabla 4-6. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo Estimado del Aforo y del Muestreo y Análisis de las Vertientes	74
Tabla 4-7. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo Estimado de Preparación del Terreno y Zanjeo y Acomodo del Suelo	75
Tabla 4-8. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Duración Estimada de las Actividades del Proyecto	77

Tabla 4-9. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Cajas o Tanques de Captación	81
Tabla 4-10. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Tanques de Distribución y/o Almacenamiento	83
Tabla 4-11. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Caja Niveladora de Presión o Rompe-Presión.....	85
Tabla 4-12. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Distribución de Viviendas por Sector de la Aldea Los Platanares	86
Tabla 4-13. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Red de Distribución	87
Tabla 4-14. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Conexiones Domiciliarias.....	88
Tabla 4-15. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cronograma de Actividades para el Proyecto	89
Tabla 4-16. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Programa de Operación y Mantenimiento del Proyecto de Agua Potable por Gravedad.....	91
Tabla 4-17. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Asignación de Sueldos Mensuales y Totales por Ejecución del Proyecto	106
Tabla 4-18. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estimación Anual por Recursos Humanos para Operación del Proyecto	108
Tabla 4-19. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Resultados del Análisis Microbiológico del Agua de las Vertientes del Proyecto.....	116
Tabla 4-20. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Impacto Ambiental en la Etapa de Construcción	118

Tabla 4-21. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Impacto Ambiental en la Etapa de Operación.....	119
Tabla 4-22. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Resumen de Impactos Ambientales y Sociales.....	121
Tabla 4-23. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Medidas de Mitigación de los Impactos Ambientales del Proyecto.....	123
Tabla 4-24. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Resumen de los Costos Estimados para Ejecución del Proyecto	129
Tabla 4-25. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costos Totales Anuales de Operación del Proyecto Estimados a Tarifa de Q1.50	131
Tabla 4-26. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ingresos Netos Anuales Estimados a Tarifa Mensual de Q1.50	133
Tabla 4-27. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ingresos Netos Anuales Estimados a Tarifa Mensual de Q5.00 con Financiamiento	136
Tabla 4-28. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estimación del Monto y Proporción según Fuentes de Financiamiento	138
Tabla 4-29. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de la Tasa de Oportunidad.....	138
Tabla 4-30. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de Intereses sobre Saldos según Fuente Acreedora	139
Tabla 4-31. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de la Cuota Anual de Capital e Intereses sobre Saldos.....	139
Tabla 4-32. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plan de Desembolso para Ejecución del Proyecto (Valores en Q.).....	140

Tabla 4-33. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Flujo Neto de Fondos Actualizados del Proyecto con Préstamos	142
Tabla 4-34. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Flujo Neto de Fondos Actualizados del Proyecto con Donaciones	144
Tabla 4-35. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estado de Resultados Proyectados de los Años 0 al 10	147
Tabla 4-36. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estado de Resultados Proyectado de los Años 11 al 20.....	148
Tabla 4-37. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Balance Inicial Proyectado en Quetzales – Precios Corriente del Mercado	149
Tabla 4-38. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Volumen de Agua Requerida por Persona para Hidratación (Litros/día)	151
Tabla 4-39. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Comparación de Situación sin Proyecto y Situación con Proyecto (Q)	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Árbol de Problemas	9
Figura 2-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Árbol de Objetivos	10
Figura 3-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Componentes Básicos de un Sistema de Distribución de Agua Potable	18
Figura 3-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ejemplo de Estructuras de Mampostería de Piedra	31
Figura 4-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Curva de Crecimiento de la Población de la Aldea Los Platanares - Periodo: 2008-2038	45
Figura 4-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Nivel de Ingreso de los Hogares de la Aldea Los Platanares al Año 2015	46
Figura 4-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ocupación de Jefes de Hogar de la Aldea Los Platanares	48
Figura 4-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Esquema de Macro-Localización del Proyecto	68
Figura 4-5. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Esquema de Micro-Localización del Proyecto	69
Figura 4-6. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Terreno de la Fuente de Agua Potable (Vista de sur a norte)	80
Figura 4-7. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Tanque de Almacenamiento y Distribución de Agua	82
Figura 4-8. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Perfil del Diseño de los Tanques de Almacenamiento y Distribución de Agua	83

Figura 4-9. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Diseño de Caja Rompe-Presión del Sistema de Distribución	84
Figura 4-10. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Elevación de Caja Rompe-Presión del Sistema de Distribución de Agua.....	85
Figura 4-11. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Organigrama del Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares	97
Figura 4-12. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estructura de Funcionamiento del Proyecto.....	100
Figura 4-13. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Organigrama Propuesto para Ejecución del Proyecto.....	102
Figura 4-14. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Mapa Geológico del Departamento de Santa Rosa.....	113
Figura 4-15. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Opinión sobre la Tarifa del Canon Mensual del Servicio de Agua Potable	135
Figura 8-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Red de Distribución Ampliada (Proyecto Agua Potable).....	165
Figura 8-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Distribución de la Población de Aldea Los Platanares.....	166
Figura 8-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Conexión Domiciliar - Proyecto Agua Potable.....	167
Figura 8-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Boleta de Encuesta Socioeconómica a Hogares Usuarios	168

RESUMEN

La idea de la realización del estudio de factibilidad para ampliar la capacidad del sistema de distribución de agua potable de la Aldea Los Platanares, Guazacapán, Santa Rosa, surge como una necesidad de buscar el alivio a la crisis de desabastecimiento de agua potable domiciliar que progresivamente ha sido más notable desde hace aproximadamente quince años. En este contexto, el objetivo general del estudio consiste en determinar una alternativa viable para la ampliación del sistema de captación y de la red de distribución del servicio de agua potable domiciliar para la comunidad.

En el estudio de mercado se reconoce como producto principal la dotación del servicio de agua potable entubada en cada domicilio de la comunidad, funcionando diariamente de manera ininterrumpida. Para determinar la demanda del servicio de agua en el mercado se estimó tanto la población usuaria actual, como la población usuaria futura, a partir de los datos obtenidos por el Comité de Agua Potable de la comunidad en un censo realizado en el año 2008. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, la tasa estimada de crecimiento poblacional de Guatemala, era de 2.3 por ciento y, la cantidad de personas promedio por hogar se estimaba en 5.38, (Instituto Nacional de Estadística, 2014); con estos datos se proyectó la población futura y luego, la cantidad de servicios futuros para el diseño del proyecto.

La oferta del producto se determinó tomando como base el aforo total del caudal de las fuentes de agua en uso y de las fuentes existentes que a la fecha no estaban siendo aprovechadas. Para determinar la viabilidad de la ampliación del servicio de agua, se consideró la tabla de demanda del caudal de agua en cada año de vida útil del proyecto y se comparó con la oferta actual y la oferta potencial para la comunidad.

A través de una encuesta a jefes de hogares de la comunidad se determinó que aproximadamente el 67 por ciento de los hogares encuestados percibían ingresos por debajo de los Q2,500.00. Esto implica que, los hogares de la comunidad no están en condiciones de adquirir bienes y servicios más allá de los incluidos en la canasta básica.

Según el Comité de Agua Potable en turno, a la fecha, los hogares usuarios pagan una tarifa simbólica por concepto de canon mensual del servicio de agua. Bajo esta premisa, lógicamente se percibe que la población está acostumbrada a la aplicación de una tarifa social por el servicio y, por lo tanto, se prevé que habría resistencia si se aplica una tarifa mayor a la establecida. La misma naturaleza social del proyecto no permitiría el aumento de la tarifa del servicio hasta el punto de equilibrio, puesto que no se pretende que el proyecto sea lucrativo y que tenga retorno de utilidades a los administradores en turno.

El estudio técnico del proyecto comprende todos los estudios de ingeniería que se desarrollarían desde el inicio de las actividades del proyecto hasta su finalización. Por ejemplo, el diseño del proyecto involucra toda una serie de análisis de información cuantitativa y cualitativa para hacer los cálculos respectivos, lo que la final contribuiría a la determinación del tamaño del proyecto. La ingeniería del proyecto se aplicó para determinar la localización del proyecto y, por lo consiguiente, la elección del área para su ubicación. Aquí se consideraron tanto los factores geográficos y socioeconómicos, así como también los factores ambientales.

La generación del servicio de agua ampliado requerirá de la atención de expertos desde el punto de vista de ingeniería para sincronizar las actividades de planeación y ejecución de tareas, al mismo tiempo, se deben contemplar los recursos necesarios para el desarrollo de cada etapa. Por ejemplo, en este apartado se consideró el flujo lógico que seguirán las actividades del proceso de producción combinando el tiempo y los recursos materiales y humanos para ejecutar las etapas previstas. También fueron consideradas las obras físicas de infraestructura necesaria que se construiría para el funcionamiento del proyecto durante su operación.

El estudio administrativo y legal contempla una serie de aspectos administrativos y de legislación que estarían relacionados entre sí en cada una de las etapas de la ejecución del proyecto. Dentro de la estructura administrativa se marca el funcionamiento paralelo de la entidad encargada de la dirección del proyecto y el Comité de Agua Potable de la comunidad respaldada por el COCODES. La primera, básicamente estaría organizada de tal manera que provea o ejecute la parte técnica y profesional del proyecto; la segunda, estaría más enfocada en la organización comunitaria para facilitar la labor de la primera.

Las funciones de cada una de las entidades que formarían parte en la ejecución del proyecto estarían claramente definidas para evitar la existencia de desacordos en el funcionamiento o cruces de funciones en las tareas de campo. Asimismo, se definen los perfiles y habilidades de cada uno de los individuos que integran el organigrama de ambas estructuras.

El marco legal incluye los aspectos normativos a revisar o aplicar para la ejecución del proyecto. También se contemplaron las leyes que deberían considerarse para evitar posibles reparos de última hora que prácticamente demorarían el programa de ejecución, y más agravante aún, sería la pérdida potencial de los recursos económicos cedidos por entidades financieras o bien por los donantes.

El estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA) conlleva una serie de aspectos que son fundamentales para el desarrollo del mismo desde su diseño hasta su ejecución. Es necesario conocer la profundidad del nivel de impactos negativos o positivos que potencialmente ocurrirían en

la situación con proyecto para estimar los costos de la atenuación de los mismos según los planes de mitigación de los efectos.

En las matrices de impactos ambientales que se presentan para este proyecto, no se contemplan mayores efectos negativos, puesto que prácticamente el proyecto se construiría en el mismo lugar donde funciona el actual. La incidencia de los efectos ocurriría básicamente en la fase de construcción. La fase de operación del proyecto, es prácticamente sólo de supervisión y mantenimiento, puesto que, la intervención humana en la naturaleza es mínima.

En el estudio financiero se consideraron los rubros importantes para realizar una propuesta viable al momento de la toma de decisiones. Por ejemplo, el análisis de costos incluyó el cálculo de los materiales, mano de obra, estudios de ingeniería y demás rubros incluidos. Cualquier costo no incluido u omitido a propósito, podría cambiar completamente los resultados de los análisis posteriores y, por ende, sería determinante en la toma de decisiones.

El análisis de los ingresos proyectados sirvió para determinar la viabilidad económica del proyecto, aunque en este caso, no se consideró la obtención de utilidades, ni tampoco la recuperación de la inversión por razones de la naturaleza social del mismo. Por lo tanto, se consideraron alternativas de cambio de tarifas del canon mensual por concepto del servicio de agua potable, para mostrar un panorama general de los ingresos netos proyectados que se tendrían si la comunidad aceptaría una tarifa mayor a la que actualmente paga. Si los usuarios del servicio no aceptarían un cambio radical en la tarifa del canon, también se consideraría la alternativa de tramitar un financiamiento no reembolsable en instituciones del Estado centralizadas o autónomas, o bien en entidades de cooperación internacional con presencia en el país.

En conclusión, aunque podría existir viabilidad técnica y social del proyecto, desde el punto de vista financiero, no existiría rentabilidad, lo cual forzaría a los líderes de la Aldea Los Platanares, a conseguir fondos no reembolsables para ejecutar el proyecto y, así, salir de la agobiante crisis de escasez del vital líquido en la comunidad.

INTRODUCCIÓN

En este documento se consideran los aspectos relevantes de la problemática del sistema de distribución de agua potable¹ que padecen los habitantes de la Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa, con la intención de evaluar la viabilidad de la ampliación de dicho sistema.

El tema de la investigación aborda cada uno de los estudios necesarios donde se contemplan las condiciones y recursos disponibles para la ampliación del sistema de distribución de agua potable en la comunidad mencionada. El objetivo principal de estas acciones es plantear una alternativa viable para que se ejecute el proyecto y que contribuya a satisfacer las demandas de agua potable de la comunidad que alivie la crisis de escasez.

Los objetivos específicos descritos buscan determinar aspectos puntuales. Por ejemplo, determinar la oferta y la demanda del servicio de agua potable en la comunidad considerando su situación actual y la futura al término del periodo de diseño del proyecto. Paralelamente con este objetivo, también se busca determinar la capacidad de la fuente de captación que posee la comunidad, la cual podría estar disponible para ejecutar el proyecto. Otro de los objetivos, pretende realizar un estudio de efectos ambientales que la ejecución del proyecto podría ocasionar, ya sean estos positivos o negativos. A la par de estos, también se persigue determinar e identificar los aspectos administrativos y legales de oficio al tomar la decisión de ejecutar el proyecto para la comunidad.

La evaluación de la viabilidad de ampliar el sistema de captación y distribución de agua potable requiere la realización sistemática de los diferentes estudios que componen el proyecto, los cuales se integran en este documento y se describen brevemente en los párrafos subsiguientes.

El estudio de mercado aborda datos y aspectos específicos sobre la oferta y la demanda de agua potable de la comunidad en estudio considerando la situación actual y la proyección de las mismas según el periodo de diseño del proyecto. En este estudio se toma en cuenta el crecimiento natural de la población como dato crítico para el diseño de la vida útil del proyecto.

Según la estructura del estudio de mercado, deben considerarse las variables de consumo de agua per cápita, la oferta teórica y los niveles de crecimiento poblacional, pues el proyecto debe ser

¹ “Potable”, significa: apta para consumo humano. Según la Norma COGUANOR NTG-29001, define como “agua potable” el agua que, por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no presenta ningún riesgo para la salud del consumidor.

analizado teóricamente para un desempeño mínimo de veinte años. Esto implica que el proyecto debe diseñarse para atender la demanda proyectada a lo largo del periodo de diseño.

La sección destinada al estudio técnico o de ingeniería destaca principalmente los elementos relacionados con la ubicación, la capacidad instalada, el cálculo y diseño de las instalaciones, así como la ampliación de las fuentes de captación y distribución de agua potable en la comunidad a partir de los datos obtenidos del estudio de mercado. El estudio técnico demanda conocimiento y mano de obra especializada, así como también la experiencia profesional en proyectos similares del mismo tipo. También se propone un cronograma de trabajo y el costo vinculado a todos los aspectos relacionados con el componente técnico del proyecto.

Tomando en consideración que se busca elevar la capacidad de captación y distribución de agua del sistema actual, el estudio de ingeniería básicamente se centraría en un re-cálculo para el rediseño del proyecto con base a las condiciones originales y la capacidad proyectada para la población futura. Asimismo, se incluyen planos preliminares del diseño del sistema de captación y distribución para que sean sujetos de crítica y estudio o como propuestas para el arranque del proyecto.

En el estudio ambiental se analizan los impactos potenciales que el proyecto pudiera ocasionar al entorno circundante y, por lo tanto, se proponen medidas de mitigación para atenderlos. Se sopesan los beneficios que el proyecto tiene en la salud e higiene de la población y las correspondientes implicaciones ecológicas. Sin embargo, haciendo el análisis con la Matriz de Leopold, se determinó que los impactos ambientales son fácilmente mitigables, puesto que, el proyecto se ampliaría sobre el existente. Esto implica, que habría un reacomodo de las condiciones ambientales luego de terminada la fase de ejecución. En este caso, la preservación de las fuentes de agua es parte fundamental en el tema ecológico para la duración de la vida útil del proyecto.

En el estudio financiero se estiman los costos de los materiales, servicios y obras físicas en las fases de estudio, diseño y ejecución del proyecto. Los proyectos de agua potable en las comunidades rurales, por lo general, no son proyectos lucrativos y, por lo tanto, hay que resaltar que este caso no es la excepción. Sin embargo, para fines de referencia, se calcularon los costos financieros con diferentes tarifas de cobro que podrían servir de guía para plantear un proyecto auto sostenible en caso de carencia de aportes financieros no reembolsables.

La carga de los costos del proyecto elevaría la crisis económica de la comunidad, por lo que no se esperaría que los beneficiarios paguen una cuota única para financiar completamente el proyecto de ampliación. Tampoco se podría depender enteramente de la tarifa mensual que pagan los usuarios del servicio por concepto del canon de agua potable.

La ejecución del proyecto implica la organización comunitaria para hacer arreglos y gestiones ante las instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, organismos internacionales

de ayuda comunitaria o bien de embajadas extranjeras acreditadas en el país para conseguir financiamiento no reembolsable (donaciones).

Al final, se dan las conclusiones y recomendaciones de toda la investigación o estudio con la intención de contribuir a la búsqueda de una solución a la crisis de desabastecimiento del servicio de agua potable domiciliar que la comunidad de la Aldea Los Platanares ha venido padeciendo desde un poco antes del año 2000, a la fecha.

CAPÍTULO I

1. Antecedentes

El planteamiento del proyecto surge a partir de la búsqueda de una solución viable a la problemática del desabastecimiento del suministro de agua potable domiciliar que actualmente padece la población de la Aldea Los Platanares, municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa.

El servicio de agua potable domiciliar del cual se abastecen los habitantes de la Aldea Los Platanares fue diseñado en el año de 1970 por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales – UNEPAR- del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social con una proyección de vida útil de veinte años (Zea Gobern, 2011). A la fecha han transcurrido alrededor de cuarenta y cinco años desde su ejecución y, obviamente, este sistema es insuficiente para abastecer a todos los usuarios del servicio de agua domiciliar de manera continua y fluida.

Históricamente, la comunidad ha contado con un Comité de Agua Potable, el cual es integrado por voluntarios electos por periodos alternos en las asambleas comunitarias. Este Comité ha tenido la responsabilidad principal de velar por la administración y el mantenimiento del servicio de agua potable según el periodo de turno. Normalmente, los directivos del Comité sólo se han dedicado a efectuar tareas relacionadas con el mantenimiento del servicio y, algunas veces, a plantear alternativas de racionamiento, dado que carecen de capacidad económica y técnica para buscar soluciones sostenibles que mejoren el servicio.

Entre los años 2000 y 2005 el Comité de Agua Potable de la comunidad hizo una ampliación parcial del sistema de captación de agua, y asimismo también se ampliaron las tuberías de distribución principal, pero esto sólo resolvió el problema a medias y de manera temporal. Como en esas circunstancias la crisis seguía siendo inminente, principalmente en la época seca, se acordó racionalizar el agua entubada por sectores colocando llaves de paso en los ramales de distribución de cada sector. El resultado de este acuerdo contribuyó, de alguna manera, a que la comunidad fuera más consciente sobre el uso del agua, pero al mismo tiempo, los usuarios del servicio han mostrado descontento por la imposibilidad de que el problema fuera resuelto (Pérez López, 2015).

Al año 2015, los habitantes de la comunidad contaban con un servicio de agua potable domiciliar que en los últimos quince años ha venido presentando problemas de desabastecimiento debido a la obsolescencia del diseño por el incremento en la demanda total de los usuarios, al grado que se ha

acudido al racionamiento del servicio en días y horarios alternos por bloques o sectores de la comunidad² (Pérez López, 2015).

Entre los últimos diez a quince años los miembros de Comité de Agua Potable de la comunidad han dado pasos importantes, como por ejemplo, la adquisición de dos nuevos pozos de captación de agua en el mismo terreno de la fuente, así como también el inicio de gestiones del estudio de ingeniería por parte de Instituto de Fomento Municipal y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, conocidos como INFOM/UNEPAR.³ El siguiente paso sería formalizar y completar cada uno de los componentes del estudio de factibilidad del proyecto para facilitar la gestión financiera ante las instituciones u organismos internacionales que potencialmente pudieran apoyar con la donación de los fondos.

El principal obstáculo que han enfrentado los miembros del Comité en cada turno, ha sido la falta de recursos económicos que permita realizar un estudio profundo del problema y así gestionar ayuda tanto del gobierno municipal como del gobierno central o de organizaciones no gubernamentales - ONG's, o con organizaciones de cooperación internacional.

La razón de que el Comité de Agua Potable en turno no tenga suficientes fondos para realizar un proyecto de diagnóstico o estudio con ideas de mejorar el servicio, estriba principalmente en la tarifa del canon⁴ mensual del servicio de agua potable domiciliar que pagan los usuarios (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1982).

Tabla 1-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Comportamiento de las Tarifas por Concepto del Canon Mensual de Agua Potable

Año	Tarifa (Q)
1970	0.75
1990	1.00
2000	1.50

Fuente: *Elaboración propia con datos suministrados por el Comité de Agua Potable. Abril, 2015.*

² Entrevista directa con el presidente de turno del Comité de Agua Potable de la comunidad.

³ Se usará indistintamente INFOM/UNEPAR para designar a estas entidades gubernamentales.

⁴ Según el Reglamento para la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable, Parte V, Artículo 15º, inciso 15.3, se denomina "canon" a la cuota o derecho mensual de 30,000 litros de agua equivalentes a 30 metros cúbicos. (MSPAS/INFOM, Guatemala).

Según registros históricos del Comité de Agua, la tarifa del canon mensual por el servicio de agua potable se incrementó de Q0.75 a Q1.50 por servicio instalado, hace alrededor de quince años (Pérez López, 2015). La Tabla 1-1 muestra el comportamiento histórico de las tarifas aplicadas al canon mensual por concepto del servicio de agua potable instalado en cada vivienda.

Con la recaudación realizada durante los años anteriores de operación del proyecto, escasamente los fondos fueron suficientes para cubrir el mantenimiento del servicio. Según los estatus de INFOM/UNEPAR, para este tipo de proyectos, los miembros del Comité prestan servicios *ad honorem*, salvo el Tesorero que, por fundamento legal, tendría derecho a disponer para sí, del diez por ciento de lo recaudado en cada periodo. Pero este derecho, no necesariamente lo ha ejercido el Tesorero, por la escasez de fondos.

Es oportuno mencionar que los ingresos reales por pago del servicio de agua potable que ha percibido el Comité de Agua Potable mensualmente, son afectados drásticamente por la morosidad en dichos pagos. El tema de la morosidad ha trascendido a lo largo de las gestiones de Comités anteriores sin encontrar una solución que motive a los usuarios a ponerse al día. Esta situación obviamente crea una discrepancia entre la cifra teórica que debería ser recaudada y la cifra real recaudada y, por lo tanto, repercute negativamente en los ingresos económicos del Comité de Agua Potable en turno.

Según registros del Comité de Agua actual, al final del año 2014, un total de 387 viviendas, que correspondían al 75 por ciento de los servicios instalados, presentaban algún grado de morosidad en el pago del canon mensual por el suministro del servicio de agua potable. Según la Tabla 1-2, esta mora variaba desde 12 hasta 240 meses (veinte años) de deuda acumulada. El monto de los pagos en mora calculados al mes de diciembre de 2014, ascendía a Q49,554.00, suponiendo que pagarían la tarifa de Q1.50 mensual por concepto del canon de agua potable instalado en cada vivienda. En este contexto, es sorprendente la falta de conciencia social de los hogares en mora para realizar el pago del servicio, que prácticamente es simbólico para satisfacer una necesidad básica.

La morosidad en el pago del servicio, sería uno de los factores que ocasionaría escasez de fondos para mantenimiento del proyecto en el futuro, y obviamente no habría capacidad económica para realizar estudios de mejora o ampliación del sistema de distribución de agua potable para resolver crisis potenciales.

Cabe resaltar asimismo que, en años anteriores, el Comité de Agua Potable solicitó contribuciones o aportes extraordinarios a los hogares usuarios. Por ejemplo, en una ocasión el aporte serviría para comprar un manantial adicional y, otra, para realizar un estudio de ampliación del sistema de distribución del servicio.

Tabla 1-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Valor en Mora según Cantidad de Viviendas y Meses Atrasados a Diciembre de 2014 (Tarifa: Q1.50)

Meses en Mora	Cantidad de Viviendas	Valor en Mora (Q)
12	44	792.00
24	33	1,188.00
36	33	1,782.00
48	19	1,368.00
60	24	2,160.00
72	34	3,672.00
84	36	4,536.00
96	33	4,752.00
108	30	4,860.00
120	16	2,880.00
132	15	2,970.00
144	11	2,376.00
156	12	2,808.00
168	9	2,268.00
180	16	4,320.00
192	8	2,304.00
204	6	1,836.00
216	4	1,296.00
228	3	1,026.00
240	1	360.00
Totales	387	49,554.00

Fuente: *Elaboración propia con datos proporcionados por el Comité de Agua Potable. Abril 2015.*

En ambos casos donde se solicitó contribución voluntaria, la recaudación fue significativamente baja. Según registros del Comité, en el primer caso cuando se solicitó una colaboración de Q75.00 por cada servicio instalado, pero sólo el 54 por ciento hizo efectiva la contribución. En el segundo caso, se solicitó un aporte de Q40.00 por cada servicio instalado, pero sólo se obtuvo la contribución del 39 por ciento. Está claro que no todos los hogares usuarios pagarían las cuotas extraordinarias por servicio instalado, puesto que como es de naturaleza voluntaria, no existe ningún medio coercitivo para obligarlos a dar las contribuciones.

CAPÍTULO II

2. Marco Metodológico

Como parte de esta sección se plantea el objetivo general de la investigación acompañado de los objetivos específicos que se derivan del alcance que tendrá cada uno de los estudios a desarrollar durante la investigación. Asimismo, se incluye la hipótesis planteada, el método científico y las principales técnicas utilizadas para la realización del presente trabajo. Además, se da una descripción breve de la forma de cálculo de la muestra utilizada para la realización de la encuesta de opinión de jefes de hogar de hogares usuarios.

La descripción de los principales ítems contemplados en la encuesta de campo, se incluyen en la parte final de este capítulo.

2.1 El Problema

La obsolescencia del diseño del sistema repercute en una escasez aguda del vital líquido en los hogares, al grado que algunos habitantes se exponen a beber agua de los ríos u otras fuentes naturales que probablemente tendrían cierto grado de contaminación. Los hogares que tienen capacidad económica optan por almacenar agua en cisternas, tanques aéreos o depósitos a flor de tierra, lo que a su vez repercute en la reducción del caudal para los hogares menos favorecidos durante las horas pico del servicio.

En época seca la crisis de escasez se agrava debido a la disminución del caudal de la fuente de captación por efectos de la sequía. En esta época, por acuerdos de racionamiento, los usuarios reciben el servicio en días alternos por períodos cortos de tiempo, exponiendo así a los habitantes a padecer los efectos de la falta del vital líquido.

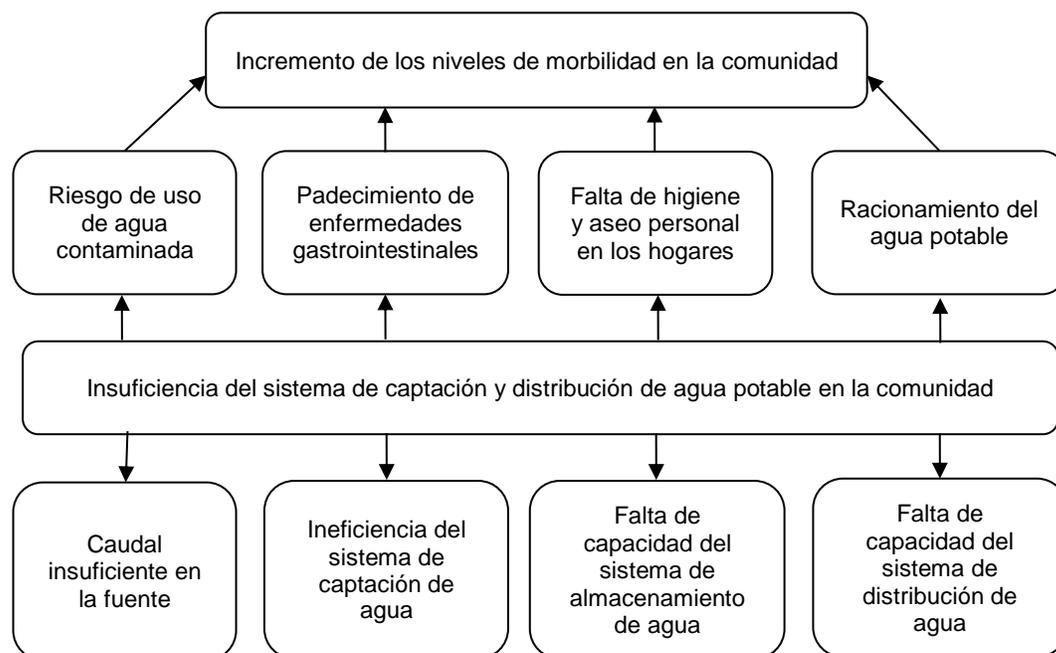
El problema se agrava a medida que pasa el tiempo, puesto que la cantidad de los servicios instalados se incrementa debido al crecimiento natural de la población. Por otro lado, los fondos que se recaudan por concepto del pago mensual del canon de agua potable, pierden su valor real derivado del efecto inflacionario que sufren los precios de los bienes y servicios nacionales. Esta situación agudiza la crisis de escasez de agua potable puesto que, se convierte en un círculo vicioso cuando la comunidad no dispone de los fondos necesarios para resolver el problema desde la raíz.

2.1.1 *Árbol de Problemas*

La Figura 2-1 describe el árbol de problemas que origina la necesidad de ejecutar el proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución de agua potable entubada para la Aldea Los Platanares. Como descrito, el problema principal estriba en que el diseño caduco del sistema de

captación y distribución de agua potable entubada provoca un desabastecimiento del vital líquido en la comunidad, al grado que ocasiona una crisis sanitaria generalizada en los hogares usuarios.

Figura 2-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Árbol de Problemas

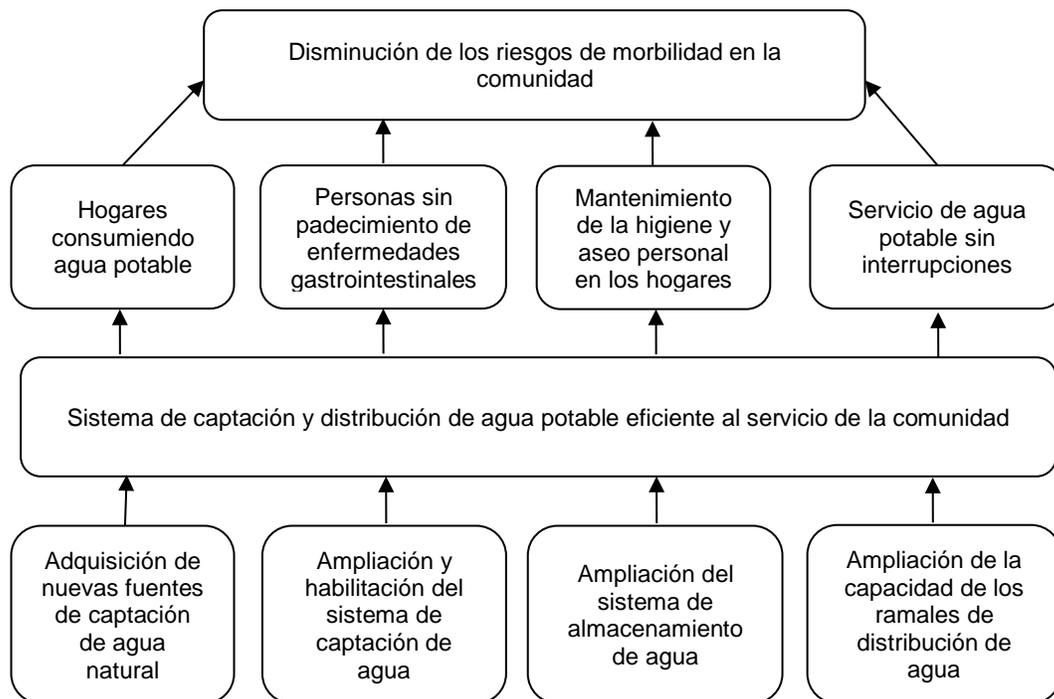


Fuente: Elaboración propia mediante análisis de causas: caudal insuficiente, incremento natural de la población, deficiencia de mantenimiento y uso inapropiado del agua de consumo domiciliar.

2.1.2 Árbol de Objetivos

La Figura 2-2 ilustra el árbol de objetivos planteados, los cuales se pretendería alcanzar con la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de agua potable en la comunidad para resolver el problema de la escasez en los hogares de la Aldea Los Platanares. Al lograr la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua potable para la comunidad, se conseguiría que el servicio domiciliar fuese suficiente e ininterrumpido, lo que en consecuencia mejoraría la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Figura 2-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Árbol de Objetivos



Fuente: Elaboración propia con aplicando la técnica de planteamiento de objetivos mediante el análisis de los problemas.

2.1.3 Análisis de Alternativas de Solución

Con la intención de resolver la crisis de escasez de agua potable que padece la comunidad de la Aldea Los Platanares, se plantean algunas alternativas que podrían ser o no viables. En la Tabla 2-1 se enlistan algunas alternativas encontradas, las cuales están ponderadas de 0 a 10 puntos según el criterio de afección o incidencia en los factores cualitativos que se muestran en las columnas.

Para la puntuación de los factores cualitativos de cada alternativa planteada se consideró un valor entre 0 y 10 según el grado de afección o incidencia de cada factor. Por ejemplo, "0" sería que no afectaría en absoluto y "10" sería que afectaría totalmente la alternativa, puesto que es necesario tomar en cuenta los recursos materiales, humanos y financieros con que actualmente cuenta la comunidad afectada y, asimismo, el factor ambiental. Probablemente, la peor alternativa sería no buscarle solución al problema como comunidad, puesto que la pasividad ante el problema podría agravar la crisis sanitaria principalmente en las familias con escasos recursos económicos.

Tabla 2-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ponderación de las Alternativas de Solución según Factores Cualitativos

No.	Alternativa	Factores Cualitativos (Punteo según Grado de Afección: 0 - 10)						Punteo Total
		Salud	Técnico	Financiero	Ambiental	Individual	Colectivo	
1	Construir un nuevo sistema de captación y distribución de agua potable domiciliar para abastecer a la comunidad durante un periodo no menor a veinte años.	10	5	1	1	8	8	33
2	Permitir que el programa de racionamiento de agua por sectores siga su curso hasta agotar la fuente de agua.	1	4	8	8	1	1	23
3	Seguir con el sistema de abastecimiento de agua potable hasta que se convierta completamente inoperante (no hacer nada).	1	2	8	8	0	0	19
4	Decidir que cada usuario(a) estime conveniente adquirir agua embotellada para satisfacer sus necesidades de agua potable por cuenta propia.	10	5	1	1	1	1	19
5	Perforar pozos artesanales en las viviendas para satisfacer las necesidades de agua potable familiar.	6	4	2	4	1	1	18
6	Procurar el abastecimiento de agua de los ríos potabilizándola por medio de ebullición o cloración doméstica.	4	1	5	4	1	1	16
7	Perforar un pozo comunitario en el terreno donde se ubica la fuente de captación actual para aumentar el caudal de agua disponible para la comunidad.	5	4	4	4	3	3	23
8	Perforar pozos por cada sector para que la responsabilidad del servicio sea compartida y adecuada a la necesidad de las viviendas afectadas.	5	5	4	4	3	3	24
9	Ampliar el sistema de captación para aprovechar los yacimientos de agua disponibles en el terreno donde se ubica la fuente actual para habilitar nuevos pozos.	10	6	5	3	10	10	44
10	Rediseñar la red de distribución ajustándola a la demanda proyectada a lo largo del periodo de diseño.	10	6	5	6	10	10	47
11	Elevar la capacidad de almacenamiento de agua (construcción de dos tanques de almacenamiento de agua adicionales), para satisfacer la demanda actual y la futura.	10	6	5	5	10	10	46
12	Actualizar el reglamento tarifario de tal manera que pueda contribuir a la autosostenibilidad del proyecto.	2	3	8	1	2	2	18

Fuente: *Elaboración propia aplicando criterios básicos.*

La alternativa de ejecutar un proyecto totalmente nuevo comparativamente resultaría demasiada onerosa en términos económicos y de tiempo para su desarrollo. Asimismo, las alternativas de delegar la responsabilidad a la Municipalidad de Guazacapán, Santa Rosa, no parecería ser la mejor, puesto que el plan de acción podría durar varios años para intervenir y buscar una solución al problema de la comunidad.

Por otro lado, las alternativas de sectorizar la responsabilidad del sistema de distribución de agua potable sería como pasar el problema a otras manos, y peor aún, los problemas de la comunidad se multiplicarían según el número de sectores. En consecuencia, la comunidad perdería la fuerza de representación legal al estar segmentada.

Según la Tabla 2-1, de los 60 puntos posibles de cada alternativa, las posiciones 9, 10 y 11 presentan la mayor puntuación según la incidencia de los factores cualitativos, con 44, 47 y 46 puntos respectivamente. Este resultado conlleva a razonar que una sola alternativa enunciada no tendría el alcance suficiente para plantear una solución al problema que afecta a la comunidad, sino más bien habría que combinar las que presenten las soluciones más viables.

Con este precedente, la alternativa más viable que se replantea para este proyecto sería la de rediseñar el sistema de captación y distribución de agua potable utilizando la infraestructura y recursos comunitarios del proyecto actual dado que en lugar de la fuente existe capacidad potencial de captación de agua. Esta acción daría como resultado una salida a la crisis de escasez de agua potable con costos y recursos más viables para la comunidad.

Específicamente la alternativa planteada conlleva a evaluar la factibilidad de la ampliación del sistema de captación y la red de distribución del servicio de agua potable para uso domiciliario en la Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa, tomando en consideración la demanda actual y la demanda futura del vital líquido según la población de diseño.

El propósito es básicamente proporcionar a la comunidad un estudio general de los aspectos técnicos, físicos, económicos, financieros, sociales y legales que pudieran tomarse en cuenta para buscar una alternativa viable para el alivio de la crisis del racionamiento de agua potable que actualmente están padeciendo los habitantes.

2.2 Justificación de la Investigación

Según los antecedentes del problema, los vecinos de la Aldea Los Platanares se abastecen del servicio de agua potable de un sistema de captación y distribución de agua que prácticamente está colapsado, puesto que, según los registros del Comité de Agua Potable, se diseñó en el año 1970 con una expectativa de operación de veinte años.

Según lo anterior, al año 2015, este sistema de distribución de agua tendría aproximadamente cuarenta y cinco años de estar operando. Aunque la fuente de captación, según exploraciones realizadas, tendría un caudal de agua suficiente para el abastecimiento de la comunidad, el sistema de distribución instalado es insuficiente para proveer el servicio a la población total. La tasa promedio de incremento poblacional estimada es del 2.3 por ciento (Instituto Nacional de Estadística, 2014), según recomendaciones del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.

Actualmente, la comunidad se encuentra inmersa en una crisis de escasez de agua potable que provoca no sólo un racionamiento del servicio por sectores geográficos, sino prácticamente expone a los habitantes a riesgos de salud e higiene personal al buscar ríos y riachuelos con aguas contaminadas para paliar su necesidad del vital líquido.

La decisión de no ejecutar el proyecto de ampliación del servicio de agua potable para la comunidad en mención, expondría a los vecinos a una crisis mucho más grave de escasez de agua potable en los años venideros y, en consecuencia, se elevarían los riesgos de morbilidad principalmente en la población más vulnerable.

El proyecto de ampliación de la red del servicio de distribución de agua potable de la comunidad permitiría no sólo el mejoramiento y aprovechamiento de la fuente de captación de agua actual, sino también la renovación y actualización de la infraestructura de distribución del agua potable que a la fecha se encuentra ya caduca⁵. Asimismo, con la ejecución del proyecto de ampliación, se proyectaría la capacidad de abastecimiento y distribución del vital líquido a un tiempo determinado conforme la tasa de crecimiento de la población de la comunidad usuaria y el tiempo de vida útil de los materiales utilizados en la red de distribución del agua.

2.3 Objetivos

A continuación, se describe el objetivo general que se persigue en el presente trabajo de tesis. Así también se describen los objetivos específicos que corresponden a cada uno de los estudios que se desarrollarán en este mismo documento según la naturaleza del proyecto.

2.3.1 Objetivo General

Plantear una alternativa factible que contribuya a la ampliación del sistema de captación y de la red de distribución del servicio de agua potable domiciliar para los habitantes de la Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa.

2.3.2 Objetivos Específicos

- a. Cuantificar la oferta y la demanda actual del servicio de agua potable de los habitantes de la Aldea Los Platanares.
- b. Determinar la capacidad de la fuente de captación de agua potable que actualmente se encuentra disponible para abastecer a la comunidad.
- c. Identificar los rubros principales relacionados con los costos de materiales y mano de obra necesario para la ampliación de la red del servicio de agua potable según la demanda actual y proyectada.
- d. Evidenciar los factores ambientales colaterales que podrían alterar el caudal de captación de la fuente destinada para el servicio de abastecimiento a la comunidad.

⁵ Hay que considerar que la vida útil de la tubería de PVC oscila entre 15 y 100 años según su exposición a la presión de uso y al medio ambiente.

- e. Identificar los principales aspectos legales y jurídicos relacionados con el proyecto de ampliación del servicio de agua potable de la comunidad.
- f. Integrar la información financiera y económica del proyecto de tal manera que se analice la conveniencia de asignación de recursos para su implementación.

2.4 Hipótesis

Para la realización de la investigación de este estudio, la hipótesis nula (H0) y la hipótesis alternativa (H1), se plantearon de la siguiente manera:

H0: Es factible la ampliación del sistema de distribución del suministro del servicio de agua potable domiciliar en la Aldea Los Platanares, Guazacapán, Santa Rosa.

H1: No es factible la ampliación del sistema de distribución del suministro del servicio de agua potable domiciliar en la Aldea Los Platanares, Guazacapán, Santa Rosa.

La evaluación de la factibilidad financiera del proyecto dará como resultado la aceptabilidad de una u otra de las hipótesis planteadas, aunque también hay que tomar las ventajas que representan los beneficios sociales si el proyecto se realiza.

2.5 Método Científico

Se aplicó el método científico auxiliado por el método inductivo. Es decir, que la información recolectada se analizó, partiendo de lo particular hasta llegar a lo general en el recorrido de la investigación para obtener las conclusiones del estudio.

2.6 Técnicas de Investigación Aplicadas

Para esta investigación se aplicaron las siguientes técnicas:

2.6.1 Muestra Estadística:

Para la obtención de información socioeconómica del universo de la población objetivo, se escogió aleatoriamente una porción de la población en estudio, utilizando las tablas aleatorias con la intención de generar posteriormente las inferencias estadísticas o proyecciones matemáticas según periodo de tiempo a considerar.

La cantidad de hogares registrados por el Comité de Agua Potable (Pérez López, 2015) como usuarios del servicio de agua potable, a principios del año 2015 se calculaba en 444 hogares (presentando una variación del 4 por ciento) con un promedio teórico de 5.38 integrantes (Instituto

Nacional de Estadística, 2014). Con la cantidad total de hogares registrados (equivalente al universo de la población “N”), se procedió a efectuar el cálculo del tamaño de la muestra estadística.

Tomando como base las sugerencias citadas en el libro Metodología de la Investigación (Hernández Sampieri, 1997), para el cálculo de una muestra de esta especie, se consideró aplicar las fórmulas siguientes:

$$n' = S^2 / V \quad \text{y} \quad n' = n' / \{ 1 + (n' / N) \}$$

Para la aplicación de estas fórmulas fue necesario estimar un error estándar (Se), que para este caso sería de 0.01, considerando que con ello se tendría un nivel de confianza del 99 por ciento de que la ocurrencia de cada dato de la muestra estuviere dentro de los datos de la población. Asimismo, esta relación estadística, de muestra y población citada por los expertos, indica que el cuadrado del error estándar (Se)² será igual a la varianza (V) de la población N; entonces el valor de “V” sería igual a 0.01².

La otra variable estadística relacionada con este cálculo, es la varianza (S²) de la muestra, dada por la fórmula: $S^2 = p(1 - p)$; en donde “p”, es la probabilidad de ocurrencia de los valores de la muestra “n” dentro de la población “N”. Para este caso se requiere que esta probabilidad de ocurrencia sea del 99 por ciento.

Con estas referencias, los valores para el cálculo del tamaño de la muestra de hogares para el estudio estadístico quedarían de la siguiente manera:

$$S^2 = 0.99 (1 - 0.99) = 0.0099$$

$$n' = 0.0099 / (0.01)^2 = 99$$

$$n' = 99 / \{ 1 + (99 / 444) \} = 80.95 \approx 81 \text{ (sería el tamaño de la muestra de hogares/viviendas)}$$

De acuerdo a los cálculos efectuados, el tamaño de la muestra para la investigación sería de 81 viviendas u hogares, los cuales fueron seleccionados aleatoriamente del universo de los hogares estimados en la comunidad y que estaban registrados como usuarios del servicio de agua potable.⁶

Con la aplicación de las tablas aleatorias, moviendo el puntero horizontal y verticalmente, se eligieron uno a uno los hogares de la muestra a partir de un listado de los 444 que componían el universo de los hogares usuarios. Para reemplazar los hogares donde no se pudo obtener información, ya sea

⁶ Se utilizaron las Tablas de Números Aleatorios de la Random Tables Corporation.

por ausencia o por falta de interés de las personas a encuestar, se siguió el mismo procedimiento para seleccionar otro sujeto de muestra.

2.6.2 Encuesta Directa

Se abordó directamente a personas involucradas (jefes de hogar) para obtener la información de primera mano, por medio de preguntas directas utilizando el formato de encuesta de diez preguntas de selección múltiple, en algunos casos y, dicotómicas en otros. Las preguntas se relacionaron con información socioeconómica, percepción del servicio, distribución etaria, tarifas, entre otras opiniones. El formato de encuesta utilizado para este trabajo, se encuentra en el anexo.

2.6.3 Entrevista de Campo

Se realizaron entrevistas abiertas a profesionales del ramo, empresas realizadoras de estudios similares, funcionarios de instituciones gubernamentales involucradas, miembros y ex miembros del comité de agua potable, líderes comunitarios y personas usuarias del servicio de agua potable.

2.6.4 Investigación Documental

Se consultó una serie de documentos con información relacionada sobre el tema, incluyendo documentos de archivo del proyecto (INFOM/UNEPAR), SEGEPLAN, registros del Ministerio de Salud en la localidad, libros de texto, compilaciones, revistas, periódicos, folletos, panfletos, mimeografiados, sitios y publicaciones en internet, etc.

En el caso del estudio técnico se utilizó la técnica de investigación documental de los registros de las instituciones que han realizado los diferentes estudios y, asimismo, se utilizó la técnica de la entrevista directa a profesionales del ramo que, de alguna manera tuvieron injerencia o participación en el diseño, planificación o supervisión de proyectos similares.

En el caso del estudio de mercado se realizó un análisis comparativo de la oferta teórica actual y la oferta potencial del caudal de agua con la demanda teórica tomando como base la cantidad de servicios instalados y pendientes de instalación en la comunidad. Los datos se obtuvieron mediante una investigación documental de los registros que posee el Comité de Agua Potable de la localidad.

2.7 Recursos Técnicos

La tabulación de los datos, gráficas, proyecciones y análisis, se utilizaron métodos cuantitativos convencionales con ayuda de hojas electrónicas del programa Microsoft Excel 2010 y 2013. Asimismo, se utilizó los programas convencionales de los procesadores de palabras para facilitar la redacción de los documentos.

CAPÍTULO III

3. Marco Teórico Conceptual

La problemática sobre el tema del abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales de Guatemala en la actualidad es un tema de atención permanente dado que el crecimiento geográfico de la población y la expansión de las barreras agrícolas, entre otros factores, inciden directamente en la escasez de agua.

Existen instituciones estatales pertenecientes al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social – MSPAS- que se dedican a dar apoyo a las comunidades rurales para resolver la problemática de la escasez del agua para consumo humano. Cuando dentro de la población no existe un concepto de sostenibilidad aplicado al suministro de agua potable, el tema de la crisis se repite cíclicamente.

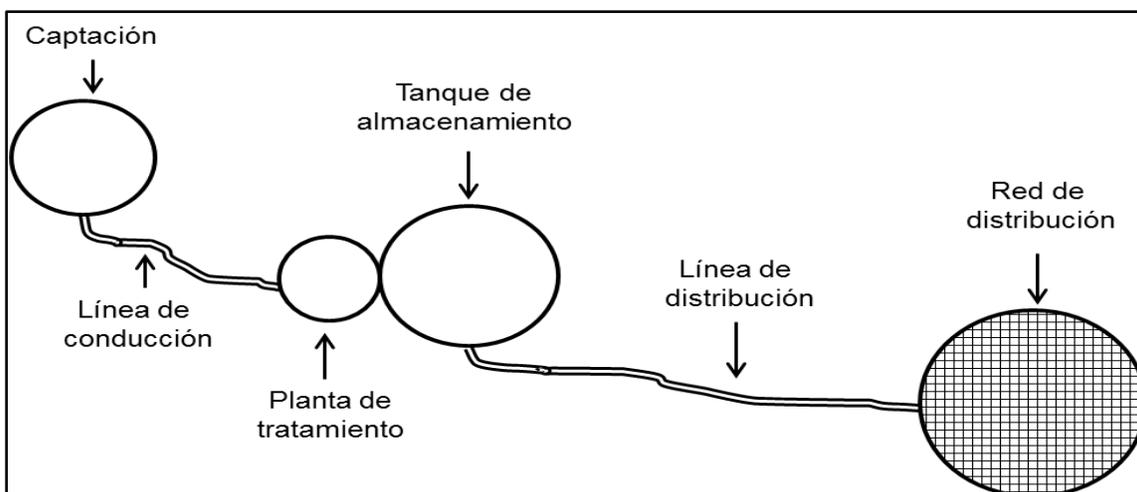
Debido a la inversión de recursos en la gestión, planificación y ejecución de estos proyectos, su diseño no debería ser menor a veinte años (INFOM/MSPAS, 2011). Al caducar la vida útil del proyecto de agua potable, teóricamente la demanda empezaría a ser mayor que la oferta disponible y en consecuencia la comunidad empezaría a sufrir de escasez gradualmente.

Por lo tanto, es indispensable considerar los estudios de ingeniería que tienen la finalidad de calcular el diseño apropiado tomando en cuenta todas las variables que indican los instructivos y manuales de las instituciones públicas creados para tal efecto como, por ejemplo, SEGEPLAN, INFOM, UNEPAR, MSPAS, para mencionar las principales.

3.1 Componentes de un Sistema de Distribución de Agua Potable

Los componentes básicos de un sistema de agua potable para una comunidad determinada son similares en todos los sistemas; prácticamente la diferencia estriba en el uso de tecnología en las diferentes partes del mismo. Por ejemplo, los sistemas de distribución por gravedad aprovechan la topografía (diferencia de niveles) del terreno para impulsar el fluido, mientras que en otros usan sistemas mecánicos de bombeo del fluido para la distribución. El uso de tecnología que se incorpora en el sistema dependerá de los recursos económicos que dispongan tanto oferentes como demandantes (tipo de mercado) o del fin social del proyecto para satisfacción de necesidades básicas. A continuación, se describen las partes básicas de un sistema de distribución de agua potable (INFOM/MSPAS, 2011), los cuales también se esquematizan en la Figura 3-1.

Figura 3-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Componentes Básicos de un Sistema de Distribución de Agua Potable



Fuente: Elaborado según esquema de un sistema de distribución de agua potable (Nimatuj Gómez, 2012).

3.1.1 Fuente de Agua

Se refiere al punto o lugares desde donde se extraerá el agua para abastecer al sistema de distribución cuidando que ésta cumpla con la cantidad demandada y la calidad requerida. La fuente puede ser un pozo artificial, lago, río, riachuelo, agua subterránea o bien un yacimiento o brote (manantial) de agua natural en la superficie del suelo. Inclusive hasta el agua de lluvia captada y tratada apropiadamente puede ser una fuente de abastecimiento de agua (SEGEPLAN, 2007).

3.1.2 Sistema de Captación

Se refiere a los diferentes tipos de estructuras o mecanismos que se utilizan para acopiar o capturar el agua desde una fuente para abastecer un sistema de distribución. Por ejemplo, podrían ser bombas extractoras instaladas en los pozos o bien cajas colectoras con filtros construidas en los yacimientos naturales. También la captación podría realizarse a través de compuertas con filtros, canales, entre otros (SEGEPLAN, 2007).

3.1.3 Planta de Tratamiento

Consiste en la infraestructura que se utiliza para dar algún tipo de tratamiento físico o químico al agua captada de la fuente para la eliminación de agentes contaminantes. El tratamiento del agua puede ser físico cuando se eliminan sedimentos por decantación (precipitación) o a través de filtros.

La eliminación de microorganismos a través de la cloración del agua es un método químico comúnmente utilizado para la purificación del agua para consumo humano (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.1.4 Líneas de Conducción

Generalmente se refieren a las tuberías y accesorios de PVC⁷ que se utilizan para transportar el agua desde el punto de captación hacia los tanques de almacenamiento. Para la conducción del agua de un punto a otro también pueden utilizarse otros mecanismos, como por ejemplo canales terrestres o aéreos. Para impulsar el transporte de agua de un punto a otro, puede utilizarse un sistema de bombeo o bien utilizando un sistema de transporte por gravedad aprovechando la topografía del terreno (SEGEPLAN, 2007).

3.1.5 Tanque de Almacenamiento

Se refiere a cada uno de los reservorios que se utilizan para almacenar el agua luego de ser tratada para consumo humano. En estos tanques se acumula transitoriamente el agua potable para alimentar el sistema de distribución durante los horarios de demanda (SEGEPLAN, 2007).

3.1.6 Línea o Red de Distribución

Se considera así al conjunto de tuberías que transportan el agua desde el tanque de almacenamiento o de distribución, pasando por las tuberías principales hasta llegar a las líneas de donde se conecta cada toma domiciliar. Para estas líneas de distribución se utiliza normalmente tubería de PVC de diferentes diámetros (SEGEPLAN, 2007).

3.2 Cálculo del Diseño del Proyecto

El cálculo del diseño hidráulico de los proyectos de abastecimiento de agua potable implica la obtención de la información completa que servirá de base para diseñar el sistema según disponibilidad de la fuente y la población a servir durante determinado periodo de tiempo (INFOM/UNEPAR, 1997).

Para el diseño de sistemas de suministro de agua potable a comunidades rurales, se utilizan las guías de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable que dicta INFOM/UNEPAR y

⁷ PVC, es el acrónimo de Polyvinyl Chloride, que se traduce como Cloruro de Polivinilo. Este es un material que se clasifica dentro de los termoplásticos, y es comúnmente utilizado en la fabricación de las tuberías para conducción de agua. Este es un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloro etileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo e incluyen cloro, hidrógeno y carbono.

SEGEPLAN. La información necesaria para efectuar los cálculos de diseño del proyecto involucra el conocimiento del aforo de la fuente, la calidad del agua, la topografía del terreno, el tipo de sistema (por gravedad o bombeo), el tipo de tratamiento del agua, el periodo de diseño, la población a servir y la población futura al término del periodo de diseño (INFOM/MSPAS, 2011) y (SEGEPLAN, 2007).

3.2.1 Aforo de la Fuente

El aforo consiste en medir el volumen o caudal de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo. Para el caso de los fluidos, se aplica la dimensional de litros por segundo (L/s). El aforo de las fuentes de agua es parte de las evaluaciones preliminares que se deben realizar tanto en época seca como en época lluviosa para determinar la disponibilidad de agua a utilizar en el proyecto de abastecimiento (INFOM/MSPAS, 2011).

Para verificar la manera adecuada de realizar el aforo de las fuentes el experto deberá referirse a las disposiciones generales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, dictadas en el Acuerdo Gubernativo 113-2009 (MSPAS, 2009) y su guía técnica.

3.2.2 Calidad del Agua

La calidad del agua que se obtiene de la fuente debe cumplir con las variables y atributos para ser considerada como potable para los humanos. Es importante conocer la calidad de dicha agua para el diseño del proyecto, puesto que, si no cumple con los parámetros físico-químicos y bacteriológicos establecidos para consumo humano, debe ser sometida a tratamiento para hacerla potable (INFOM/MSPAS, 2011).

Para determinar si el agua es apropiada para beber o para usos domésticos sin riesgos a la salud humana, es necesario realizar análisis de laboratorio a las muestras de agua de la fuente o de las fuentes de abastecimiento del sistema. Según los resultados del análisis de las muestras, se determinará el tipo de tratamiento que debe utilizarse o si no se requiere ninguno. La referencia a utilizar en este caso es la norma de Agua Potable, COGUANOR NG0 29001 (COGUANOR, Norma Técnica Guatemalteca, 2007) y el Acuerdo Gubernativo 178-2009 (MSPAS, "Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento", 2009).

3.2.3 Topografía del Terreno

La información del diseño debe incluir las posibles rutas donde se asentará la tubería de todo el sistema de agua potable. Esto es imperativo realizarlo debido a que de estas rutas se debe escoger la que resulte ser más eficiente para el diseño a través de un estudio de topografía preliminar cuyo nivel quedará a criterio de los técnicos e ingenieros del proyecto. Para el levantamiento topográfico

preliminar debe aprovecharse el uso de las tecnologías disponibles para facilitar la tarea; por ejemplo, la revisión de mapas aerofotográficos,⁸ imágenes digitales, imágenes satelitales, GPS,⁹ así como también la utilización de otros instrumentos de precisión (INFOM/MSPAS, 2011).

3.2.4 Periodo de Diseño

El periodo de diseño es el tiempo durante el cual se considera que el sistema de distribución de agua potable o acueducto será funcional para satisfacer eficientemente la demanda de una comunidad determinada. El diseño toma en consideración el abastecimiento de la demanda inicial hasta la demanda futura proyectada al final del periodo conforme la tasa de crecimiento de la población (SEGEPLAN, 2007). Los factores que inciden para estimar el periodo de diseño son los siguientes:

- a. La vida útil de los materiales a utilizar
- b. La calidad de las construcciones (obras civiles).
- c. Los costos de ejecución y las tasas de interés del capital para la inversión.
- d. Las futuras ampliaciones que el sistema podría sufrir.
- e. La población de diseño (inicial y futura).
- f. La disponibilidad del caudal.
- g. El comportamiento del sistema en sus primeros años.

La normativa de diseño para los sistemas de distribución de agua potable, estima una duración de vida útil de veinte años para las obras civiles y de cinco a diez años para los equipos mecánicos utilizados (INFOM/MSPAS, 2011).

3.2.5 Determinación de la Población Inicial

Para el diseño del proyecto de suministro de agua potable, es necesario establecer el dato muy cercano de la población actual, del número de viviendas y del promedio de habitantes por vivienda a servir. Asimismo, este dato servirá para establecer la población proyectada a servir en el futuro con la intención de establecer la demanda a lo largo del periodo de diseño (INFOM/MSPAS, 2011).

En caso que el censo sea muy trabajoso o muy costoso, es importante tomar en cuenta los datos teóricos de la población a servir acudiendo a registros censales de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Educación, municipalidad local o bien, a otras instituciones que hayan realizado levantamientos de población confiables a la comunidad. Cabe destacar que los Puestos de Salud que dan servicio a

⁸ Mapas trazados utilizando fotografía aérea.

⁹ Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés.

las comunidades administran información de muy buena calidad que podrían servir para establecer datos etarios por cada hogar de una población determinada.

3.2.6 Cálculo de la Población Futura

La proyección de la población futura es determinante en el diseño del proyecto de suministro de agua potable, puesto que este dato servirá de base para establecer la demanda del caudal de agua al final del periodo de diseño.

Aunque podrían existir otras formas de cálculo de la población futura, con el uso del método geométrico se puede obtener una proyección confiable que podría ser bastante apegada a la realidad. En este caso, deberá fundamentarse la tasa de crecimiento y la población inicial que adopten para dicho cálculo (INFOM/UNEPAR, 1997).

La proyección de la población futura podría ser más certera si se cuenta también con los datos de la tasa de mortalidad, las tendencias de emigración a centros urbanos, la población flotante (temporal o estacionaria) por cosechas o por crecimiento industrial o de cualquier índole que pudiera afectar significativamente la demanda del servicio de agua potable (INFOM/UNEPAR, 1997).

Un estudio sobre la Caracterización de la Población Guatemalteca publicado en el año 2014 por el Instituto Nacional de Estadística, señala que la tasa de crecimiento proyectada para el año 2015 sería de 2.3 por ciento para la población guatemalteca (Instituto Nacional de Estadística, 2014). Este documento también resalta que este dato, es la tasa o ritmo de crecimiento que debe utilizarse oficialmente para los procesos de planificación de demanda actual y futura de los servicios básicos dentro del territorio nacional.

La fórmula que utiliza el método geométrico para el cálculo de la población futura es: $P_f = P_o (1 + r)^n$. En donde, "P_f" es la población futura; "P_o" es la población inicial del año de referencia; "r" es la tasa o ritmo de incremento anual de la población; y, "n" es el número de años transcurridos a partir del año de referencia (INFOM/MSPAS, 2011).

3.2.7 Caudales de Diseño

Para el diseño del proyecto de agua potable es necesario establecer los consumos estimados para determinar las especificaciones de las tuberías y las obras hidráulicas de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua. Los caudales de diseño son los consumos o demandas teóricas que ocurren a diferentes horas durante la etapa de operación del proyecto, basados en el aforo de la fuente y en el estudio poblacional, los cuales establecen la dotación de la demanda (SEGEPLAN, 2007).

La dotación se refiere a la cantidad de agua diaria asignada a cada individuo expresada en litros por habitante por día (L/hab/día). Para la determinar la dotación más adecuada a la población demandante debe considerarse los factores como el clima, el tipo de área (rural o urbana), el nivel de vida de los habitantes, las actividades productivas principales, el abastecimiento privado, los servicios comunales o públicos, la facilidad de drenaje, la calidad y cantidad del agua de la fuente, la medición del consumo, la administración del servicio y las diferentes presiones del sistema (SEGEPLAN, 2007).

La disponibilidad de los datos o estudios de cada uno de los factores que inciden en la dotación de agua para la población facilitará el cálculo de los caudales de diseño. Si no existen datos disponibles, podría tomarse como referencia estudios de demanda de poblaciones similares (INFOM/MSPAS, 2011).

Cuando no existe información de referencia, debe aplicarse los criterios proporcionados por la Unidad de Ejecutora de Acueductos Rurales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala (INFOM/MSPAS, 2011), los cuales se indican a continuación:

- a. Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 L/hab/día.
- b. Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 L/hab/día.
- c. Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 L/hab/día.
- d. Servicio de conexiones intradomiciliares¹⁰ con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 L/hab/día.
- e. Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 L/hab/día.
- f. Servicio de aljibes¹¹ : 20 L/hab/día.

Asimismo, en la Guía Metodológica para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento de UNEPAR, específicamente se indica que para el área rural la dotación de agua potable por habitante por día se calcula entre 60 y 150 litros; y para el área rural sería entre 150 y 300 litros (SEGEPLAN, 2007).

Utilizando los datos del aforo de la fuente de agua, la población a servir y la dotación necesaria del servicio se calculan los caudales de diseño que se describen en los siguientes párrafos.

¹⁰ Según definiciones de INFOM/UNEPAR, se entiende por conexión intradomiciliar el servicio de agua potable que permite la instalación de uno o más grifos o unidades dentro y fuera de una vivienda.

¹¹ El aljibe es un recurso arquitectónico para almacenar agua, por lo general, potable. El modelo tradicional árabe es un recipiente total o parcialmente subterráneo, construido o labrado y cubierto por una bóveda de cañón o ligeramente apuntada o en cúpula de casquete, hecha de ladrillo.

Caudal medio diario (Qm): Se refiere a la cantidad de agua requerida por una población determinada durante un día cualquiera. Es el promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se calcula multiplicando la dotación por la población futura, y luego dividiendo el resultado entre la cantidad de segundos que contiene un día completo (86,400 segundos). Por definición, la fórmula es la siguiente:

$$Qm = \frac{(Dot * Pf)}{86,400}$$

En donde “Qm”, es el caudal medio diario en litros por segundo (L/s); “Dot”, es la dotación en litros por habitante por día (L/hab/día); “Pf”, es el número de habitantes proyectados a futuro o población final al término del periodo de diseño; y 86,400, es el factor para convertir las horas de un día en segundos (INFOM/MSPAS, 2011).

Caudal máximo diario (QMD): Es el máximo consumo de agua durante las 24 horas del día observado en el período de un año. Si existen registros confiables del consumo diario de la población demandante a lo largo de un año, el caudal máximo diario debería determinarse a través del registro histórico de este parámetro. Si no hay registros, deberá calcularse su valor, multiplicando el caudal medio diario por el Factor Máximo Diario (FMD). El valor del FMD puede ser de 1.2 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y, de 1.5 para poblaciones futuras mayores a 1,000 habitantes (INFOM/MSPAS, 2011).

Como el consumo de agua en un día de verano no es igual al consumo en un día de invierno, entonces naturalmente el FMD aumenta el QMD en un 20 a 50 por ciento si se considera el posible aumento del caudal (variación) en un día promedio cualquiera. Para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$QMD = Qm * FMD$$

En donde “QMD”, es el caudal máximo diario en litros por segundo (L/s); “Qm”, es el caudal medio diario en litros por segundo (L/s); y “FMD”, es el factor máximo diario.

Caudal máximo horario (QMH): Es el máximo consumo observado durante una hora del día en el período de un año. El valor del caudal máximo horario se obtiene multiplicando el caudal medio diario (Qm) por un factor que puede ser de 2.0 a 3.0 para poblaciones menores de 1,000 habitantes y, de 2.0 para poblaciones futuras mayores a 1,000 habitantes. Lo peculiar acá es que la selección del factor es inversa a la cantidad de habitantes a servir (INFOM/MSPAS, 2011).

El consumo de agua puede variar significativamente dependiendo de la hora del día. Por ejemplo, la demanda de caudal será mínima a medianoche, pero ésta será máxima a las primeras horas de la

mañana. El cálculo del FMH toma en cuenta estas variaciones que pueden ocurrir en las horas de consumo del agua. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$QMH = Qm * FMH$$

En donde “QMH”, es el caudal máximo horario expresado en litros por segundo (L/s); “Qm”, es el caudal medio diario en litros por segundo (L/s); y, “FMH”, es el factor máximo horario correspondiente.

3.2.8 Capacidades de Diseño en las Diferentes partes del Sistema

El sistema de abastecimiento de agua potable requiere de un diseño de ingeniería capaz de soportar los requerimientos de la demanda de la población a servir a lo largo del periodo de diseño del mismo. A continuación, se describen los diferentes puntos o partes del sistema en donde se debe establecer la capacidad del diseño.

Fuentes y captación: El diseño de la obra civil de captación debe realizarse tomando en cuenta el caudal medio diario -Qm. La fuente o las fuentes deben garantizar la fluidez constante del agua a toda hora del día. Se debe tomar en cuenta para el análisis los caudales de estiaje¹² así como los estudios hidrológicos correspondientes. Cuando se utilicen las fuentes, debe garantizarse las actividades relacionadas con la recarga hídrica en los alrededores de las mismas, así también asegurarse que su utilización no comprometa el recurso hídrico a corto, mediano y largo plazos. En lo posible, también debe evitarse la creación de conflictos originados entre comunidades por el uso de las fuentes aledañas. La sostenibilidad de los recursos hídricos debería ser la primera preocupación de los pobladores de una región determinada (INFOM/MSPAS, 2011).

Líneas de conducción: Las líneas de conducción por gravedad deben diseñarse con la referencia del caudal máximo diario -QMD.

Tanques de almacenamiento o distribución: Se deben utilizar los datos del consumo total real de la comunidad para establecer el aforo del tanque o tanques de distribución. Si no se tiene este dato, debe considerarse su diseño entre 25 a 40 por ciento del caudal medio diario -Qm- para sistemas por gravedad y, de 40 a 65 por ciento para sistemas por bombeo, entre los tanques de succión y distribución, haciendo la justificación a través de un diagrama de masas (INFOM/MSPAS, 2011).

Redes de distribución: El diseño de las redes de distribución se hará tomando en cuenta el cálculo del caudal máximo horario -QMH.

¹² Se refiere al nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente durante una época del año determinada.

Planta de tratamiento o de purificación: El funcionamiento de la planta de tratamiento o potabilización del agua debe ser continuo y su diseño debe ser conforme el caudal máximo diario - QMD. La ubicación de la planta de tratamiento normalmente debe ser antes de los tanques de almacenamiento previo a la distribución. Las instrucciones sobre este tema, están dadas en el Acuerdo Ministerial 1148-2009: Manual de Normas Sanitarias, que establece los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano en los artículos 6 al 22 (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009). El agua de las fuentes que no cumpla con los requisitos establecidos en las normas COGUANOR NG0 29001, deberán ser tratados con procedimientos adecuados para restablecer su potabilidad.

3.3 Especificaciones Técnicas de los Materiales y Accesorios

En lo que se refiere al diseño estructural, los procedimientos de construcción, las recomendaciones sobre los materiales a usar, la calidad y resistencia de los mismos, se basarán en las especificaciones técnicas dadas por el reglamento ACI-318-77 (Balcárcel Cuéllar, 1983), y las especificaciones generales para la construcción de acueductos rurales contemplados por la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala.

3.3.1 Tubería y Accesorios de PVC

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) debe cumplir con las normas técnicas que indique el plano de ingeniería según el diseño. La presión de trabajo requerida para la tubería y accesorios debe ser como mínimo de 315 PSI¹³ para diámetros de ½ pulgada, de 250 PSI para diámetros de ¾ pulgada, y la que se indique en las especificaciones especiales o en los planos para diámetros iguales o mayores a 1 pulgada. Las uniones deben ser empalmadas por medio de campana y espiga aplicando pegamento para PVC conforme las recomendaciones del fabricante (Organización Panamericana de la Salud, y otras, 2005). Para fines de potabilidad del agua, la tubería y los accesorios deben cumplir con las normas de la National Sanitation Foundation –NSF¹⁴, o de otra institución competente.

Los materiales deben almacenarse bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol para garantizar la preservación de su calidad, y que al mismo tiempo se permita una fácil inspección sin caminar sobre ellos.

¹³ PSI: Significa “libra-fuerza por pulgada cuadrada”, más conocida como PSI (del inglés *pounds-force per square inch*) que es una unidad de presión en el sistema inglés de medidas.

¹⁴ Fundación Nacional de Saneamiento, por sus siglas en inglés.

3.3.2 Tubería y Accesorios de Hierro Galvanizado (HG)

La tubería de hierro galvanizado (HG) debe ser sin costura, con soldadura eléctrica y galvanizada en caliente tipo mediano para 900 PSI de presión de trabajo, salvo que en los planos se indique una presión mayor, y también debe cumplir con todas las especificaciones o normas que indiquen los planos de ingeniería.

Los accesorios de hierro galvanizado (HG) deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 PSI, con refuerzos planos y roscas según normas de la American Society for Testing and Materials –ASTM- según indiquen los planos. Para los empalmes o acoples de todas las uniones roscadas debe utilizarse material adhesivo (teflón, por ejemplo) de buena calidad para garantizar el sellado.

3.3.3 Válvulas de Compuerta

Las válvulas de compuerta de hasta 4 pulgadas deben ser de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y que soporten una presión de 250 PSI, excepto que se indique otra presión en los planos. Estas válvulas deberán ser de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce cuando los diámetros son mayores a 4 pulgadas. Para el acoplamiento a las tuberías deben utilizarse bridas planas roscadas aseguradas con pernos o con los extremos roscados.

3.3.4 Tanque de Almacenamiento o Distribución

Según INFOM/UNEPAR, el tanque de almacenamiento o distribución debe diseñarse para las siguientes funciones:

- a. Almacenar agua en horas de poco consumo como reserva para contingencias.
- b. Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- c. Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- d. Reservar suficiente líquido por interrupción eventual o planeada en la fuente de abastecimiento.

Además, el tanque de almacenamiento debe tener los siguientes dispositivos:

- a. Dispositivo de rebalse con diámetro mínimo de 3 pulgadas o que sea igual al diámetro de la tubería de entrada al tanque.
- b. Válvula de flote para cierre automático que funciona cuando el depósito ha alcanzado su nivel de máxima capacidad.
- c. Cubierta hermética que impida la penetración de agua, polvo u otros materiales del exterior, con su respectiva escotilla de vista para la inspección y/o mantenimiento.

- d. Tubo de ventilación para evacuación del aire durante el llenado. Esta ventila debe tener un diámetro no menor a 2 pulgadas y con rejilla para impedir la entrada de insectos,
- e. Escaleras interiores y exteriores, si es necesario.
- f. Tubo de desagüe con diámetro mínimo de 2 pulgadas.

El tanque de almacenamiento o distribución funciona como un depósito para abastecer la demanda de agua en las horas de mayor consumo, siendo su volumen igual al 25 por ciento del caudal medio diario (INFOM/UNEPAR, 1997), y se compone de las siguientes partes:

- a. Depósito principal: Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo.
- b. Caja de válvulas de entrada: Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Los muros, la losa y la tapadera son de concreto reforzado con un espesor de 0.15 metros. La válvula es de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
- c. Caja de válvula de salida: Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de salida del depósito principal. Los muros, la losa y la tapadera, son de concreto reforzado con un espesor de 0.15 metros. La válvula es de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
- d. Tubo de Rebalse: Este dispositivo tiene el objetivo de no permitir que se sobrepase el volumen de almacenamiento del tanque. Puede ser de tubería y accesorios de HG con diámetro mínimo de 2 pulgadas o igual al diámetro de salida cuando sea mayor de 2 pulgadas.
- e. Desagüe: Este dispositivo sirve para facilitar la limpieza del depósito cuando se da mantenimiento. El desagüe puede ser de tubería y accesorios de HG con diámetro mínimo de 2 pulgadas.
- f. Purificador: Es un dispositivo opcional que se coloca con la intención de purificar el agua. Por diseño, este debe colocarse a la entrada del tanque. Puede ser un filtro o un dispositivo para cloración del agua.

3.3.5 Tanque Compensador o Nivelador de Presión

El tanque rompe presión en un sistema de abastecimiento de agua por gravedad tiene como función compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población para cubrir la demanda cuando exista interrupción del servicio en la línea de conducción (INFOM/UNEPAR, 1997). Este mecanismo regula las presiones en la línea de distribución por gravedad para evitar sobrecarga de presión en el sistema. Para su diseño se considera las siguientes características:

- a. Tapa con cierre seguro para evitar riesgos de vandalismo.

- b. Barrera para que no ingrese luz al interior y evitar el crecimiento de algas.
- c. Sistema de mantenimiento fácil y seguro.
- d. Escotilla o dispositivo de inspección.

3.3.6 Red de Distribución

Estas son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos principales de las tomas, que pueden ser chorros públicos o conexiones domiciliarias según se especifique (INFOM/UNEPAR, 1997). Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de circuitos cerrados que tiene los siguientes componentes:

Tuberías de salida: Las tuberías deben ser de PVC en su mayoría. Estas deben enterrarse en zanjas de 0.40m de ancho a una profundidad de 0.80m, o la que se indique en las bases especiales. En casos de suelos duros se entierran hasta a 0.60m y en suelos pedregosos se reviste con mampostería de piedra. Para casos donde el PVC no soporte altas presiones se utiliza tubería de HG o donde el diseño hidráulico lo indique.

Cajas de válvulas de paso para regular caudal: Esta estructura sirve para la protección de la válvula de globo, la cual regula el caudal de entrada a un ramal. Los muros, la losa y la tapadera son de concreto reforzado con un espesor de 0.15m. La válvula es de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

Cajas de válvulas de compuerta: Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal. Los muros, la losa y la tapadera, son de concreto reforzado con un espesor de 0.15m. La válvula es de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

3.3.7 Conexiones Domiciliarias

Es la acometida de la tubería que conecta la línea de distribución con la línea domiciliar. (INFOM/UNEPAR, 1997). Generalmente se utiliza tubería y accesorios de PVC de ½ pulgada, incluyendo una "T" reductora de 2 x ½ pulgadas para ajustarse a la línea domiciliar. Dentro de los accesorios que podrían utilizarse para la conexión domiciliar se listan los siguientes:

- a. Llave de paso de ½ pulgada.
- b. Llave cheque de ½ pulgada.
- c. Contador de agua de ½ pulgada (opcional).
- d. Codos de hierro galvanizado de ½" a 90° (dos unidades).
- e. Copla de hierro galvanizado de ½".

- f. Niple¹⁵ de hierro galvanizado de ½" x 0.30m.
- g. Niple de hierro galvanizado de ½" x 1.50m.
- h. Niple de hierro galvanizado de ½" x 1.00m.
- i. Adaptadores machos PVC de ½" para las válvulas.
- j. Caja para contador individual.
- k. Caja para válvulas.
- l. Un soporte de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.30 metros fundido en sitio.

La tubería y los accesorios de PVC deben cumplir con todas las especificaciones de acuerdo a su función y con una presión mínima de trabajo de 315 PSI. Las llaves de paso y cheque deben ser de bronce para una presión de trabajo de 315 PSI. El tipo de unión con la tubería debe ser con rosca hembra.

Para conexiones domiciliarias o prediales deben realizarse las instalaciones necesarias para unir la tubería de la red de distribución a las tomas de agua potable domiciliarias. La llave de chorro preferentemente será de bronce, con rosca ½ pulgada para manguera en el extremo de salida, tomando como referencia la presión mínima de 70 PSI.

La conexión de la acometida domiciliar debe hacerse según los planos y en el lugar ideal para los usuarios del servicio. Esta labor incluye el zanjeo para realizar la conexión y la instalación de las cajas y llaves respectivas. El rellenado de las zanjas debe hacerse cuidadosamente compactando en capas no mayores de 0.15 metros para evitar el daño a los accesorios instalados.

La caja de la llave de paso, se construirá en el lugar según el plano de tal manera que proteja las llaves instaladas en la acometida.

3.4 Generalidades para la Ejecución de la Obra Civil

Para la ejecución de la obra civil dentro de la construcción del sistema de distribución de agua potable, deben tomarse en cuenta las instrucciones básicas en cada uno de los componentes.

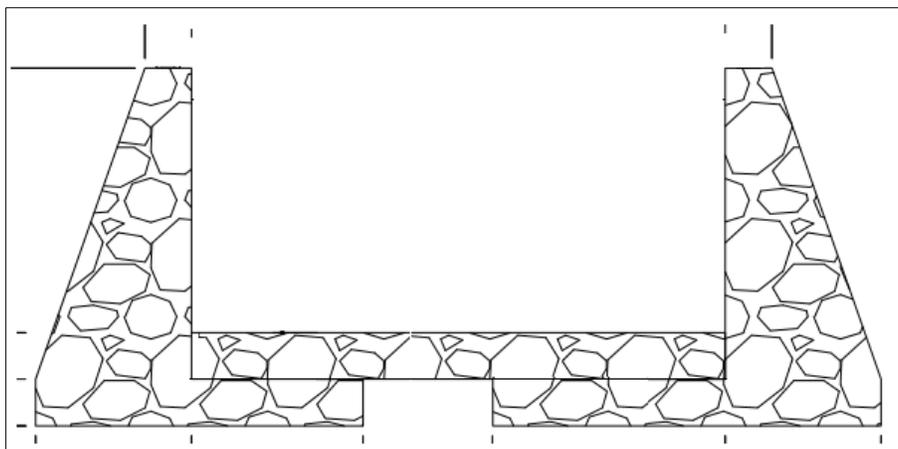
3.4.1 La Mampostería

En la construcción de las obras de hormigón o concreto debe contemplarse la utilización de mampostería de piedra. Esta consiste en las estructuras formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero de cemento y arena de río que se utilizan para construir tanques de concreto y otras obras similares como: cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y

¹⁵ "Niple": Este es una porción o pedazo de tubería de tamaño menor que la de fabricación.

retención, pilas y estribos de puentes, entre otras (American Concrete Institute, 2005). Estas estructuras son indispensables para el soporte y la durabilidad de las construcciones expuestas a la intemperie.

Figura 3-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ejemplo de Estructuras de Mampostería de Piedra



Fuente: Esquemas según INFOM/UNEPAR y en documentos relacionados (Nimatuj Gómez, 2012).

Las cotas¹⁶ de cimentación, las dimensiones, los tipos y las formas de las estructuras de mampostería de piedra, deben ser las indicadas en los planos. El tipo y forma de colocación en cada caso debe ser determinado en el campo por el ingeniero experto o supervisor del proyecto.

La piedra es el material más común que se usa para la construcción de estructuras de hormigón o concreto. Esta piedra podría ser de canto rodado proveniente de los ríos o bien piedra de cantera labrada o no labrada. Las características físicas de la piedra es que sean duras, sanas, sin grietas, libres de trozos inestables y otros defectos estructurales que tengan tendencia a reducir su resistencia a la presión e intemperie. La densidad neta mínima de la piedra según el Método LNV 68, es de 2.500 kg/m³. Las superficies de las piedras deben estar libres de cualquier material extraño que impida la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar: la menor de 0.10 a 0.20 metros y la mayor de 0.20 a 0.30 metros.

El mortero debe estar formado por una parte de cemento portland y por tres partes de agregados finos, proporción en peso (1:3). El cemento hidráulico deberá cumplir con lo dispuesto en NCh 148¹⁷,

¹⁶ Se refiere a la altura respecto a un plano horizontal.

¹⁷ NCh148 (Norma Chilena oficial): Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.

el agua con lo establecido en la Especificación LNV 101 y la arena con lo señalado en la Especificación LNV 63.¹⁸

Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas para quitar la tierra, arcilla o cualquier material extraño. Las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo deben ser rechazadas. Las piedras limpias se deben colocar cuidadosamente en su lugar para formar hiladas regulares en lo posible. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menores de 1.5 centímetros ni mayor de 3 centímetros.

Las piedras de mayores dimensiones deben colocarse en la base o parte inferior y una selección de ellas en las esquinas de cualquier estructura. Desde la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayores dimensiones queden en un plano horizontal. Los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que los planos de estratificación queden en lo posible normales a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero.

Las piedras deben manipularse de tal forma que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Para la colocación de piedras grandes, las cuales no puedan manejarse por medios manuales, se debe usar el equipo adecuado. No se debe permitir rodar o dar vueltas a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo.

El mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales como se indica en los planos, utilizando agua limpia y exenta de sales perjudiciales al cemento y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones. Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero, el cemento y agregados finos, se deben mezclar en seco en un recipiente sin fugas hasta que la mixtura tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el tiempo máximo para emplearlo. En ningún caso, se debe permitir el retemple del mortero.

Las separaciones entre piedra y piedra que tengan espacios mayores de las dimensiones indicadas anteriormente, deben ser llenadas con fragmentos o astillas de piedra y mortero. No se permiten

¹⁸ El Laboratorio Nacional de Vialidad (LNV), es el organismo técnico que desde hace más de 75 años ha liderado y respaldado técnicamente todo el quehacer del control de la calidad en la ejecución de las obras viales. Existe una especificación LNV para cada uno de los materiales de construcción utilizados en las obras.

porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras de mampostería de piedra. Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

3.4.2 Obra Civil en los Tanques de Concreto

Las paredes internas de los tanques deben ser revestidas con una capa de cemento mezclado con un aditivo sellador para impermeabilizar toda el área que estará en contacto con el agua cuando el tanque esté lleno. La superficie de las paredes externas de los tanques puede llevar un revestimiento de cemento, aunque no con el mismo acabado de las paredes internas.

La mampostería se debe mantener húmeda durante tres días después de haber sido terminada. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante catorce días después de haber terminado la obra. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra no deben repellarse, salvo que los planos indiquen lo contrario (American Concrete Institute, 2005).

Para la construcción de las estructuras de hormigón o concreto deben considerarse los siguientes términos:

- a. Concreto ciclópeo: Material compuesto de piedra bola en un 67 por ciento con un 33 por ciento de mortero. El mortero es una mezcla compuesta de cemento, arena de río y piedrín en una proporción volumétrica 1:2:3.
- b. Concreto: Material compuesto de cemento, arena y piedrín en una proporción volumétrica 1:2:2.5 o con una proporción que garantice una resistencia igual a 210 kilogramos por centímetro cuadrado (3,000 PSI).
- c. Mampostería de piedra: Material compuesto de piedra bola en un 67 por ciento con un 33 por ciento de mortero. El mortero¹⁹ será de cemento y arena de río en una proporción 1:2.
- d. Alisado: Material que se coloca en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utiliza es de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.

¹⁹ El mortero o sabieta es un conglomerado compuesto de cemento y arena de río que varía en la relación de sus proporciones dependiendo del uso de la pieza que se construye o reviste. A mayor proporción de cemento, mayor resistencia o sellado.

- e. Repello: Revestimiento que se coloca en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realiza con un mortero de sabieta en proporción de 1:2 de cemento y arena de río cernida.
- f. Refuerzo: Consiste en la armadura que llevan todas las obras de concreto armado y que se hace con el hierro de diámetro especificado en planos y con una resistencia no menor a 2,100 kilogramos por centímetro cuadrado (30,000 PSI) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.
- g. Seguridad: Consiste en colocar mecanismos que impidan el sabotaje de las estructuras construidas. Por ejemplo, en todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de hierro de ½ pulgada de tal forma que puedan cerrarse con candado.

3.4.3 Descripción de Actividades para Instalación de las Tuberías

Para la instalación de las tuberías de distribución principales, así como los ramales secundarios y terciarios se identifican las tareas siguientes:

3.4.3.1 Preparación del Terreno

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanqueo colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos y descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación. Antes de iniciar la obra se debe localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Debe colocarse indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones. Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes como: teléfonos, desagües, electricidad, etc., deben ser reparados a la brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ellos compensación adicional (INFOM/UNEPAR, 1997). Por ejemplo, cualquier pavimento que sea necesario romper para instalar la tubería, debe reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación, desechando los escombros del material sobrante.

3.4.3.2 Limpieza del Terreno

La línea o área del terreno para instalación de la tubería debe estar libre de árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros para abrir la zanja al centro del eje de instalación de la tubería. El supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desherbado deberá ser convenientemente desechado donde no ocasione daño a las propiedades vecinas, o bien podría ser incinerado (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.3 Zanjeo

Se debe cavar zanjas simétricas al eje de instalación de la tubería dejando el recubrimiento de tierra sobre el diámetro del tubo (a menos que las bases especiales indiquen algo distinto) a profundidad según lo siguiente:

- a. En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano: 0.80 metros.
- b. En caminos de tránsito pesado: 1.0 metro.
- c. Donde no exista posibilidades de tránsito o cultivo: 0.60 metros.
- d. El fondo de la zanja debe recortarse cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería.
- e. En los casos de suelo que contengan piedras y pedruscos²⁰, se deben remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto (selecto) compactado para nivelar el fondo de la zanja.
- f. En los suelos con poca estabilidad, se debe apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes. Además, se deben tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o según convenga para mantenerla seca hasta que se rellene. Para los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, debe excavarse la roca por lo menos 0.15 metros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material suelto compactado para formar apoyo uniforme.

3.4.3.4 Soportes para Tuberías

Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre el nivel, se debe hacer sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique lo contrario, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección. El espaciamiento de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soportes, el contratista deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos soportes por cada tubo distribuyéndolos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el supervisor (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.5 Anclajes de Tuberías

En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deben hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño, de tal manera que absorban el empuje producido por la presión interna en el punto

²⁰ Trozos de piedra de gran tamaño.

de inflexión. Los anclajes deben ser de mampostería o de concreto y deben estar en firme contacto con la tubería o accesorio en el punto de inflexión. La fricción del tubo contra la tierra es calculada a 1,900.00 Kg/m² de área exterior del tubo. En los casos que el empuje sea mayor que la fricción, los anclajes deben ser diseñados sólo para absorber la diferencia. Se podrán omitir los anclajes, siempre que no se indique lo contrario en los planos (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.6 Instalación de Tubería de PVC

La tubería se corta a escuadra utilizando guías. Debe eliminarse la rebaba o viruta del corte tanto de la parte interior como la exterior. El extremo del tubo debe de penetrar en el accesorio o campana del otro tubo sin forzarlo por lo menos a un tercio de la longitud de la copla; si no es posible, debe afiliarse o lijarse la punta del tubo de modo que el empalme pueda realizarse sin complicaciones. Ambas superficies a empalmar deben estar secas y libres de grasa. El solvente adhesivo debe estar completamente fluido; si el pegamento empieza a endurecerse, no está apto para usarse. El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Esta operación deberá hacerse rápidamente ya que el cemento se seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del cemento, sino que sólo debe untarse un revestimiento uniforme a las dos piezas a unir. Para el ensamble se debe hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ de vuelta, presionando el tubo cuando la superficie todavía esté húmeda, debiendo fijar la unión al menos por 30 minutos (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.7 Instalación de Tubería de Hierro Galvanizado (HG)

El corte de la tubería se hace con cortador de disco para lograr cortes perfectamente a escuadra. Las roscas se hacen con tarraja para que sean cónicas. Si se usan niples prefabricados, éstos deberán tener rosca cónica. Las tarrajas²¹ deben tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin desportillamientos. Las roscas de fábrica que traen los tubos deben revisarse y si es necesario rehacerse, puesto que por el manipuleo pueden dañarse los bordes o también pueden perder la forma circular. Al efectuar los empalmes o uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de cinco hilos de la rosca y no dejar más de tres hilos expuestos. El tramo de la rosca que quede fuera del accesorio se pinta con anticorrosivo a base de Cromato de Zinc. El adhesivo debe colocarse en la rosca macho. La tubería y las uniones entre tubos y accesorios deben ser en línea recta. Los accesorios torcidos deben ser sustituidos. La tubería se apoya en toda su longitud en el fondo de la zanja y si es necesario se hacen los cortes y rellenos en el fondo de ella para que esté perfectamente apoyada antes de iniciar el relleno. Se colocan uniones universales junto a las válvulas, T's, cruces o puntos donde sea necesario separar la tubería por

²¹ Es una herramienta manual que normalmente se utiliza para hacer roscas externas a las tuberías.

ramales; en tramos largos se coloca una unión por lo menos a cada 100 metros (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.8 Prueba de Tuberías

Toda instalación de tubería debe ser probada para resistencia y firmeza, sometiéndola a presión interna por agua después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deben ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar debe ser tal que se consiga 99 PSI o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20 por ciento) según la que sea mayor y por un período mínimo de dos horas, no debiendo fallar ninguna de las partes (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.9 Rellenado de Zanjas

Las zanjas de instalación de tuberías, deben ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobada y aceptada la instalación. El material para rellenar las zanjas debe ser cuidadosamente escogido para que esté libre de piedras y permita una buena compactación desde el fondo hasta 0.30 metros cubriendo la tubería. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 0.30 metros sobre el tubo hasta el nivel del relleno total, se hacen en capas no mayores a 0.30 metros y el material podrá contener piedras hasta de 0.20 metros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario. En los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada a sobre el terreno, debe construirse un muro de retención del relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.4.3.10 Lavado y Desinfección del Interior de la Tubería

Previo a poner en servicio las tuberías instaladas debe procederse a lavarlas y desinfectarlas en su interior. Para el lavado se hace circular agua a velocidad no menos de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor. Para la desinfección, de manera opcional, se comienza por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos/litro de cloro en polvo, la que se debe mantener por 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, para la desinfección se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada. Después de las 24 horas, se deben vaciar las tuberías o se lavan haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la que fue utilizada. El agua a emplearse para el lavado final debe ser de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal (INFOM/UNEPAR, 1997).

3.5 Evaluación Financiera del Proyecto

Según el Reglamento para la Administración, Operación y Mantenimiento del Servicio de Agua Potable, Parte V, inciso 15.3, del Instituto de Fomento Municipal -INFOM, establece que la administración del proyecto deberá cobrar la tasa por servicio mensual del suministro de agua. Esto sería en caso que el servicio fuese administrado por la Municipalidad local.

Sin embargo, cuando se considera que un proyecto de abastecimiento de agua potable sea administrado por una organización privada o bien se diseñe para ser auto sostenible y administrado por la comunidad usuaria, es necesario realizar una evaluación financiera para calcular los ingresos y los gastos de tal manera que pueda someterse a prueba su factibilidad.

Desde el punto de vista financiero, el proyecto se puede someter a evaluación financiera calculando indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) y la Relación Beneficio-Costo (RBC). La combinación de estos indicadores proyectados podría dar una mejor estimación del resultado de la inversión en el tiempo futuro.

En el caso que se considere el proyecto como privado para fines lucrativos, habría que realizar una evaluación privada del mismo. Cohen, E., considera una unidad económica concreta (individuo, firma o empresa) donde los costos y beneficios serían valorados como fenómenos de mercado. La evaluación privada a su vez, tiene dos enfoques: la evaluación económica (sin financiamiento), que asume que todo el proyecto se lleva a cabo con capital propio y, por lo tanto, no toma en cuenta el problema financiero; y la evaluación financiera, que diferencia el capital propio del prestado y permite determinar la rentabilidad del primero. El préstamo se considera como ingreso y los intereses y amortizaciones como costos financieros. La corriente de costos e ingresos que el proyecto genera es valorada a precios de mercado, o sea, sin ningún ajuste o corrección en el tiempo (Cohen, 1992).

3.5.1 Valor Actual Neto (VAN)

También se le llama Valor Presente Neto. Esta figura resulta de la diferencia del valor actual de una inversión menos el valor de la recuperación de fondos en el futuro aplicando una tasa de interés que se considera aceptable para medir su rendimiento. Es el valor de hoy (el valor actual) de un flujo de efectivo o una serie de flujos de efectivo en el futuro (Brigham, 2008). Es el cálculo del valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer periodo de operación y luego se les resta la inversión total expresada en el momento cero (Sapag Chain, 2000). Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I + \frac{C^1}{(1+r)^1} + \frac{C^2}{(1+r)^2} + \frac{C^3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C^n}{(1+r)^n}$$

En donde “ I ”, es la inversión inicial con signo negativo; “ C ”, es igual a los flujos netos de fondos de cada año (ingresos menos egresos), desde el año uno hasta el último año que dure el proyecto; y “ r ”, es la tasa de descuento o tasa de rendimiento que se podría ganar en otra inversión en los mercados financieros o proyectos con un riesgo similar.

La regla de interpretación que se aplica a la figura obtenida como VAN es: a) Si es positivo, la inversión sería rentable; b) Si es negativo, entonces la inversión no sería rentable y posiblemente generaría pérdidas; y, c) Si es cero, entonces habría que evaluar otras variables para comprobar si producen algún efecto positivo o negativo.

3.5.2 Relación Beneficio-Costo (RBC)

Es el cociente que resulta de dividir la sumatoria de los ingresos actualizados dentro de la sumatoria de los egresos actualizados. La RBC compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión inicial (Sapag Chain, 2000). Por definición la fórmula sería:

$$RBC = \text{Ingresos Actualizados} - \text{Egresos Actualizados}$$

La regla de interpretación de la RBC indica que: a) Si el resultado es menor que uno, entonces el proyecto generaría pérdidas desde el punto de vista financiero; b) Si el resultado es mayor que uno, entonces el proyecto podría generar ganancias a medida que aumenta el valor; y, c) Si el resultado es igual a uno, entonces no habría pérdidas ni ganancias, y sería indiferente realizar o no la inversión, pues prácticamente sería como un proyecto de beneficio social donde se recuperan los costos.

3.5.3 Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF)

Es la máxima tasa de interés que convierte a cero el valor del VAN obtenido (Sapag Chain, 2000). Es decir que, es la máxima tasa de interés que soporta el proyecto para que éste no genere pérdidas ni ganancias. Por definición, la fórmula de la TIRF sería así:

$$0 = -I + \frac{C^1}{(1+r)^1} + \frac{C^2}{(1+r)^2} + \frac{C^3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C^n}{(1+r)^n}$$

En donde “ I ”, es la inversión inicial con signo negativo; “ C ”, es igual a los flujos netos de fondos de cada año (ingresos menos egresos), desde el año uno hasta el último año que dure el proyecto; y “ r ”, es la tasa de descuento, que al despejarla sería la tasa que convertiría a cero el valor del VAN, cuando estos se aplican a los valores del flujo neto de fondos actualizados.

El cálculo de estos indicadores para medir la rentabilidad económica del proyecto y tomar decisiones para su ejecución quedará a criterio del equipo de diseño.

CAPÍTULO IV

4. Análisis y Discusión de Resultados

En esta sección, se describe el análisis detallado de cada uno de los estudios realizados: estudio de mercado, estudio técnico, estudio administrativo y legal, estudio de evaluación de impacto ambiental, estudio financiero y la evaluación económica y social del proyecto. Cada uno de estos estudios contiene los resultados encontrados en relación a la factibilidad del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar en la Aldea Los Platanares.

4.1 Estudio de Mercado

La investigación de los factores principales que influyen en el comportamiento de la oferta y la demanda de la prestación del servicio de agua potable en la Aldea Los Platanares se aborda en el estudio de mercado. Acá se analizan los componentes principales del estudio tales como la definición del servicio de agua, la oferta actual y futura del suministro de agua, la demanda actual y futura de la población consumidora, el precio de la tarifa del canon mensual, los aspectos socioeconómicos de la población en la comunidad afectada, los productos complementarios, sustitutos o alternativos que tienen relación con el servicio, y también el comportamiento histórico del precio del servicio de agua potable para cada servicio domiciliar desde que inició el proyecto hasta la actualidad.

4.1.1 Definición del Servicio

El servicio consiste en el suministro de agua potable entubada de manera continua en cada uno de los hogares dentro de la jurisdicción de la Aldea Los Platanares, Guazacapán, Santa Rosa, sin interrupciones durante todo el día. Se entiende que las interrupciones del servicio de agua potable en la comunidad, ocurrirían por mantenimientos preventivos programados o de manera fortuita por mantenimientos correctivos derivado de contingencias.

El agua potable entubada procede de las vertientes de agua natural que abastecen los pozos de captación ubicados en la parte más alta de la comunidad. El agua potable llega a los consumidores a través de tuberías de PVC del sistema de distribución, cuyas terminales o puntos de entrega fluyen el vital líquido al abrir las llaves o grifos instalados en los domicilios en el momento en que los usuarios se dispongan a satisfacer sus necesidades básicas que tienen que ver con la satisfacción de la sed, preparación de alimentos, aseo personal o, en general, la higiene del hogar. Hasta esta instancia, no se identifica ningún subproducto u otro servicio secundario que esté ligado al servicio principal.

En relación a la identificación de servicios sustitutos, actualmente no se identifican servicios similares en la comunidad que sean entregados de la misma manera (cantidad y costo) que el servicio de agua potable existente. Sin embargo, se puede mencionar que en el mercado de agua potable²² se encuentra a disposición de los demandantes el agua pura envasada o empacada en sus diferentes presentaciones, la cual se ofrece en las tiendas locales. Aunque esta “agua pura” empacada podría ser un producto sustituto bajo determinadas circunstancias, su costo sería oneroso si se adquiere en las cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de cada uno de los miembros del hogar. Bajo estas condiciones de demanda, prácticamente este producto sustituto resultaría ser inaccesible por su alto costo, si se plantea como una alternativa para satisfacer las necesidades de agua potable en cada hogar. Por lo tanto, al relacionar la cantidad y el costo del agua pura empacada, este producto no podría competir con el agua potable entubada que se ofrece a través del sistema de distribución actual.

4.1.2 Análisis de Demanda

El suministro del servicio de agua potable domiciliar con que actualmente cuentan los habitantes de la Aldea Los Platanares fue diseñado en el año 1970 por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Este proyecto, al inicio fue diseñado con una vida útil de operación de veinte años²³, estimando una demanda de consumo de agua domiciliar para 1,160 habitantes con una dotación teórica de 60 litros diarios cada uno (Zea Gobern, 2011). Se proyectaron 205 viviendas para abastecer utilizando un caudal de demanda de 0.81 litros por segundo.

Para finales del año 2015, después de transcurridos cuarenta y cinco años desde su inauguración, la población demandante, aplicando una tasa de crecimiento poblacional de 2.3 por ciento (Instituto Nacional de Estadística, 2014), se estimó en 2,492 habitantes²⁴. Lógicamente, la comunidad ha venido padeciendo una crisis progresiva de escasez de agua potable desde el año 1990, la cual se

²² Potable, es un adjetivo cuyo origen etimológico se halla en el latín “potabilis”. El término se refiere a aquello que está en condiciones de ser bebido sin que se produzcan consecuencias dañinas para la salud humana.

²³ Según consta en el expediente 1129 del proyecto: Sistema de Abastecimiento de Agua “Aldea Los Platanares”, Departamento de Santa Rosa, en el Centro de Documentación de INFOM-UNEPAR, Ciudad de Guatemala. El expediente indica que la población inicial en 1970 era de 680 habitantes y se diseñó para veinte años, estimando una población de 1,160 habitantes para el año 1990, considerando por lo tanto una tasa de crecimiento poblacional de 0.0271. Actualmente este último dato se ha modificado.

²⁴ Dato calculado tomando como referencia la población estimada de 2,125 habitantes al año 2008 según fuente citada.

ha hecho más evidente en los últimos quince años. La escasez de agua potable no sólo exige un racionamiento sectorial del suministro del servicio, sino prácticamente expone a los habitantes a riesgos de salud al buscar fuentes alternas para satisfacer sus necesidades de agua. Algunos buscan las aguas de los ríos aledaños, pero el riesgo es que éstas aguas estén contaminadas.

En los registros del Comité de Agua Potable de la comunidad, consta que hace aproximadamente diez años se hicieron gestiones para impulsar una ampliación del sistema de captación y distribución de agua: se adquirió una fuente de agua natural aledaña para incrementar el caudal hacia el tanque de captación y, también se ampliaron las tuberías principales de la red de distribución. Pero estas acciones sólo resolvieron el problema de manera parcial y temporal.

En ese tiempo, debido a que la crisis de escasez de agua potable en la comunidad seguía siendo inminente, principalmente en la época seca, se acordó racionar el abastecimiento de agua por sectores. En los ramales de distribución de cada sector se colocaron llaves de paso manuales para controlar el fluido. Igual que el caso anterior, esta última acción no resolvió el problema a fondo; únicamente, se trató de buscar un mecanismo para controlar la crisis.

Tomando la situación de una manera positiva, los resultados de estas acciones ayudaron a que la población fuera más consciente sobre el uso racional del agua, pero al mismo tiempo los usuarios manifestaron su descontento por la imposibilidad de los directivos para resolver el problema.

Asimismo, cabe resaltar que día a día la población usuaria del servicio de agua potable en la comunidad sigue creciendo y obviamente, la demanda del vital líquido seguirá incrementándose al mismo ritmo. Con esto, la crisis de escasez de agua potable seguirá en aumento si no se toman acciones para aumentar la oferta presente y futura para abastecer el servicio.

A continuación, se describen puntos importantes que deberían considerarse para analizar la demanda del suministro de agua potable dentro de la comunidad afectada, que como todo bien económico, éste también resulta ser escaso cuando su oferta se mantiene estática ante una demanda creciente.

4.1.2.1 El Mercado Objetivo

El mercado lo constituye la jurisdicción geográfica de la Aldea Los Platanares, en donde al año 2015 se registraban alrededor de 444 viviendas, obviamente consumidoras del servicio de agua potable entubada. Según el cálculo de la población, en esta Aldea habían alrededor de 2,492 habitantes. En esta jurisdicción, al igual que en todo asentamiento humano viviendo en comunidad, el servicio de agua potable domiciliar es imprescindible para la preservación de la vida, la higiene y la salud de los vecinos.

4.1.2.2 Población Actual Consumidora

La población actual consumidora de agua potable entubada se refiere a la totalidad de los habitantes de la Aldea Los Platanares, en cuyos hogares se encuentra instalado un servicio domiciliario. Según los registros actualizados del Comité de Agua Potable de turno, al año 2015 existía un total de 519 servicios instalados en la comunidad, los cuales corresponden a 444 hogares o viviendas titulares inscritas como usuarias del servicio.²⁵ La inconsistencia de los números es explicable por la razón que existen titulares de viviendas que aparecen registrados con más de un servicio. Esta cantidad de hogares representa un dato “real” desde el punto de vista de los registros del Comité de Agua Potable, por lo tanto, será importante tenerlo presente cuando se establezca un cálculo teórico utilizando los indicadores aplicables a la zona geográfica en estudio.

Según investigaciones sobre datos de la comunidad, se conoce que al año 2008²⁶ había 2,125 habitantes (Serval, 2009); este dato servirá para determinar la población consumidora actual teórica, y asimismo para estimar la cantidad de hogares o viviendas. Según la publicación sobre la Caracterización de la República de Guatemala, (Instituto Nacional de Estadística, 2014) la tasa de crecimiento proyectada para el año 2015 sería de 2.3 por ciento para la población guatemalteca.²⁷

Utilizando los datos de la población y su ritmo de crecimiento según la validez de las referencias indicadas, se procedió a realizar el cálculo matemático para encontrar la población teórica actual de la comunidad en estudio sustituyendo los datos en la fórmula $Pf = Po (1 + r)^n$. Donde, “Pf” es la población futura; “Po” es la población inicial al año 2008; “r” es la tasa o ritmo de incremento anual de la población; y, “n” es el número de años, que para este caso se determina por simple diferencia, que son siete años transcurridos del año 2008 al año 2015. Sustituyendo los valores conocidos se obtuvo la población estimada al año 2015 así:

$$\text{Población}_{2015} = 2,125 * (1 + 0.023)^7 = 2,492 \text{ habitantes}$$

Según los cálculos efectuados, la población consumidora de agua potable estimada al año 2015 sería de 2,492 habitantes en la Aldea Los Platanares, incluyendo los recién nacidos, la cual sería la población actual demandante en la comunidad que tendría que ser satisfecha con el suministro del servicio.

Los servicios de agua potable domiciliarios se instalarían en cada hogar o vivienda, entonces es necesario calcular la cantidad teórica de hogares estimados en la comunidad en estudio. Para este

²⁵ Datos proporcionados por el Comité de Agua Potable según registros al mes de marzo 2015.

²⁶ Se revisaron estudios preliminares realizados por miembros del Comité de Agua durante periodos pasados.

²⁷ Consultar: Caracterización de la República de Guatemala. Instituto Nacional de Estadística –INE-. Guatemala 26 de febrero de 2014. Cuadro 2, página 6.

cálculo se utiliza el factor de 5.38 habitantes como promedio por vivienda (Instituto Nacional de Estadística, 2014), tomando en cuenta que dicho dato es válido para la población guatemalteca según el Instituto Nacional de Estadística (INE).²⁸ Utilizando estos datos se ejecuta la siguiente operación:

$$\text{Cantidad Estimada de Hogares o Viviendas}_{2015} = 2,492 / 5.38 = 463.19 \approx 463$$

El resultado anterior refleja que la población consumidora en la comunidad, estaría integrada por 463 hogares o viviendas²⁹, lo cual implicaría que se necesita esta misma cantidad de servicios domiciliarios de agua potable instalados para satisfacer la demanda total en el año de referencia.

Comparando la cantidad de viviendas estimadas (463) mediante la operación descrita, con la cantidad de hogares o servicios registrados (444) por el Comité de Agua Potable, se puede percibir que la diferencia es de diecinueve, lo que representa apenas el 4 por ciento de variación. Aunque a criterio propio se podría utilizar indistintamente uno u otro dato para hacer estimaciones o inferencias relativas a la población en estudio, para este caso, se utilizará la cantidad de 463 viviendas.

4.1.2.3 Población Futura Consumidora

Según los expertos en la materia, el criterio técnico para el diseño de un proyecto de suministro de agua potable para una comunidad determinada, es prever una vida útil no menor a veinte años³⁰ (INFOM/MSPAS, 2011) para que la inversión en los estudios técnicos, gestiones institucionales y esfuerzos físicos tengan mayor rentabilidad social.

En este caso en particular, para la estimación de la población futura se utilizó la misma fórmula de cálculo que se indica en las secciones 2.2.6 y 4.1.2.2 de este documento, partiendo de las variables conocidas (población inicial y tasa de crecimiento de la población), y se aplicó año con año, hasta el último año (n) donde se deseaba proyectar la población demandante.

En la Figura 4-1 el trazo de la curva muestra la tendencia del crecimiento de la población de la comunidad en un periodo de treinta años tomando como referencia el registro poblacional al año

²⁸ Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares –ENIGFAM- 2009-2010. Instituto Nacional de Estadística –INE-

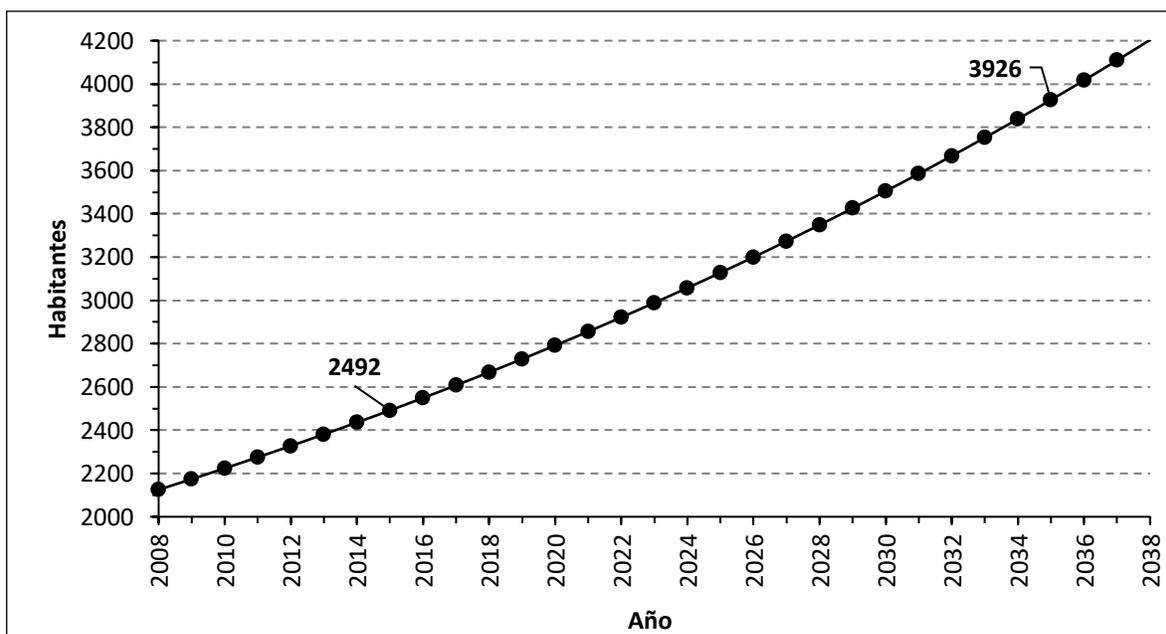
²⁹ Según los datos del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, publicados por el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, el número de habitantes por vivienda, era de 5 personas.

³⁰ Periodo de Diseño. Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. INFOM, Guatemala.

2008 y la tasa de crecimiento proyectándolos hasta el año 2038. Este periodo incluye más allá de la estimación teórica de veinte años para la duración de la vida útil del proyecto. De acuerdo a la tendencia natural del crecimiento demográfico de la población a un ritmo anual de 2.3 por ciento, la demanda del servicio de agua potable entubada seguirá creciendo al mismo ritmo y, por lo tanto, se hace indispensable pensar en un periodo de vida útil del proyecto más allá de los veinte años.

La tendencia de la curva ilustrada en la Figura 4-1, muestra que la población de la comunidad en estudio casi se duplicaría, *ceteris paribus*³¹, en un periodo de treinta años. Esta condición, obliga a diseñar un proyecto que solucione el problema de desabastecimiento de agua potable entubada por un periodo de tiempo mucho más largo.

Figura 4-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Curva de Crecimiento de la Población de la Aldea Los Platanares - Periodo: 2008-2038



Fuente: Elaboración propia con datos proyectados a partir de la información documentada.

Considerando el periodo comprendido entre los años 2015 al 2038, el trazo de la curva proyecta la tendencia de la población durante un periodo de veinticuatro años. Esta tendencia sería suficiente como herramienta para el diseño del proyecto de ampliación con una vida útil razonable. Por ejemplo,

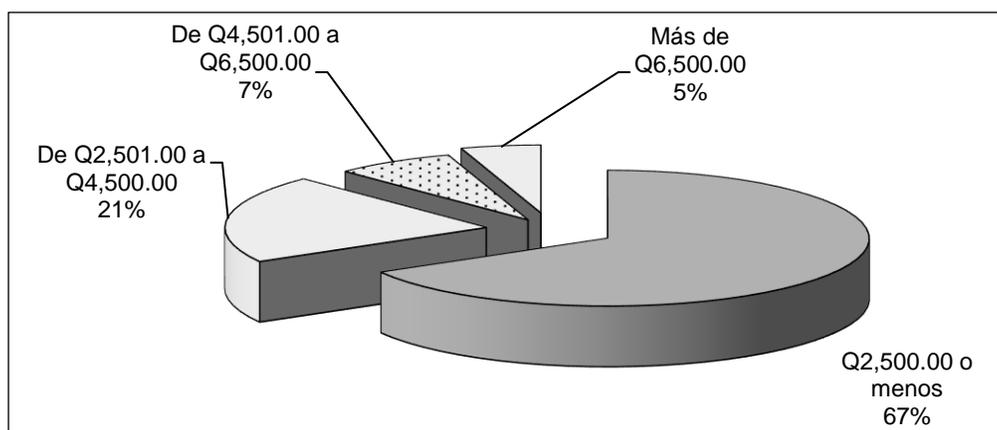
³¹ Según la Enciclopedia de Economía y Finanzas, *Ceteris Paribus* es una expresión en latín que se podría traducir como "mantener el resto constante" o "mientras el resto se mantenga constante". En economía y finanzas, el término *Ceteris Paribus* se utiliza como una abreviatura para indicar el efecto de una variable económica en otra, manteniendo constantes todas las demás variables que pudieran afectarle.

la población al año 2015 de 2,492 habitantes, se proyecta al año 2035 (periodo de veinte años) como una población de 3,926 que tendría en el futuro la Aldea Los Platanares.

4.1.2.4 Ingresos de la Población

La estimación de los ingresos de la población en la comunidad, se realizó mediante el muestreo para la encuesta de opinión a los jefes de hogar. La idea central fue justamente determinar el nivel de ingresos promedio por cada hogar usuario del servicio, puesto que lógicamente estos hogares serían los “clientes o consumidores” demandantes del servicio de agua potable.

Figura 4-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Nivel de Ingreso de los Hogares de la Aldea Los Platanares al Año 2015



Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta realizada en el mes de abril 2015.

Los datos ilustrados en la Figura 4-2 reflejan que el segmento mayoritario, el cual correspondió al 67 por ciento de los hogares encuestados, afirmó que tenía ingresos familiares menores a los Q2,500.00 mensuales. Este resultado tiene mucho sentido cuando se considera que la población pertenece a una comunidad rural, donde la mayoría de los habitantes se dedican a labores productivas relacionadas con la economía familiar de autoconsumo. Se infiere entonces que, el primer segmento compuesto aproximadamente por el 67 por ciento de los hogares que integran la comunidad en estudio, estarían percibiendo ingresos por debajo del salario mensual mínimo aprobado para el año

2015, considerando que el Acuerdo Gubernativo No. 470-2014, (MINTRAB, 2014) estableció que el salario mínimo para actividades agrícolas era de Q2,644.40 mensuales.³²

En el segundo segmento, en el rango de ingresos familiares de Q2,501.00 a Q4,500.00 mensuales, el 21 por ciento de jefes de hogares encuestados, afirmaron que percibían ingresos familiares dentro de este rango. Este resultado refleja de alguna manera que, la población de la comunidad tendría integrantes de los hogares dedicados a ocupaciones diferentes a la economía de autoconsumo.

Prosiguiendo con la descripción de la Figura 4-2, esta reflejó que el tercer segmento, compuesto por el 7 por ciento de los hogares encuestados, afirmó que percibía ingresos entre Q4,501.00 y Q6,500.00. Obviamente, este segmento estaría en mejores condiciones económicas que los anteriores.

Y, el cuarto segmento compuesto por el 5 por ciento restante de los hogares encuestados, afirmó que percibía ingresos por arriba de los Q6,500.00 mensuales. Teóricamente, el tercer y cuarto segmentos de los hogares, tendrían mayor posibilidad de satisfacer sus necesidades básicas comparado con los primeros.

Aunque los hogares ubicados en los tres segmentos con ingresos mayores a los Q2,500.00 afirmaron estar dentro de este rango, esto no necesariamente significa que una buena porción de los habitantes de la comunidad pueda vivir con necesidades básicas satisfechas.

La condición socioeconómica de los habitantes de la Aldea Los Platanares, se marca en que el 67 por ciento de los hogares, no tendría la capacidad teórica de cubrir el costo de la Canasta Básica Alimentaria -CBA, cuyo costo mensual según el Instituto Nacional de Estadística a principios del año 2015 era de Q3,247.20 para Guatemala (INE, 2015).

Considerando que hay una estrecha relación entre el nivel de ingresos de los hogares con la ocupación de los jefes de hogar, se procedió a revisar lo ilustrado por la Figura 4-3 según los resultados de la información obtenida en la encuesta a jefes de hogares usuarios.

Si se agregan las proporciones de los jefes de hogar cuyas ocupaciones reflejan que el 24 por ciento son jornaleros, el 22 por ciento son agricultores, y el 12 por ciento son amas de casa, se obtiene un total del 58 por ciento que se dedican a actividades productivas que pueden categorizarse dentro de

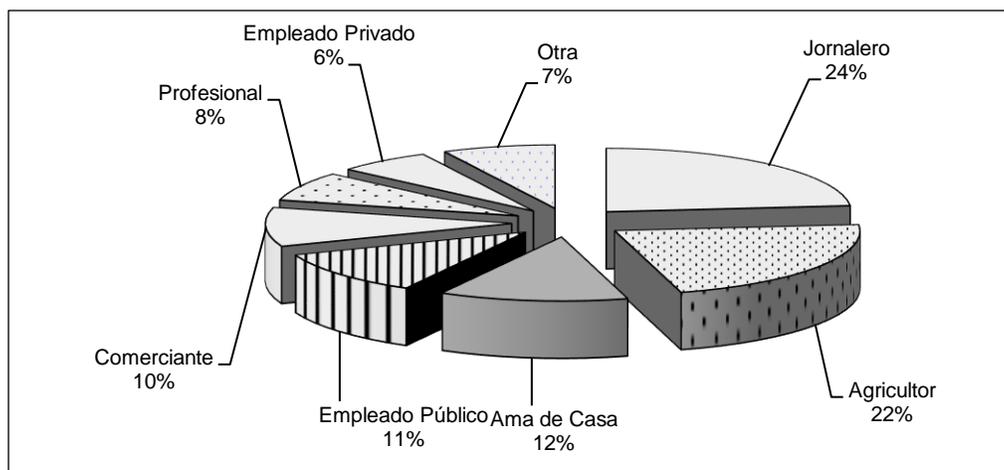
³² El Acuerdo Gubernativo No. 470-2014 fue publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de diciembre de 2014, y estará vigente hasta que exista otra disposición del Gobierno de Guatemala. Para este caso se considera los salarios agrícolas porque la Aldea Los Platanares, pertenece al área rural.

la economía familiar de autoconsumo. Como dicho en párrafos anteriores, este hecho es característico de las comunidades rurales de Guatemala.

En la Aldea Los Platanares, la población en su mayoría se dedica a labores agrícolas relacionadas con el cultivo de granos básicos (maíz y sorgo) para autoconsumo y a la cosecha de frutas tropicales que se comercian en la zona. Apenas un segmento pequeño de los agricultores obtiene ingresos por la venta de excedentes de los granos que cultiva, aunque a veces no consideran los costos reales de producción al aportar su propia mano de obra.

En la Figura 4-3, asimismo, se muestra que el 11 por ciento de jefes de hogar encuestados trabajan como empleados públicos, el 10 por ciento se dedican al comercio, el 8 por ciento son profesionales, el 6 por ciento trabajan como empleados del sector privado, y el 7 por ciento restante afirmó dedicarse a otras actividades productivas.

Figura 4-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ocupación de Jefes de Hogar de la Aldea Los Platanares



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta realizada en el mes de abril 2015.

En relación al ingreso de los hogares con la ocupación de los jefes de hogar, se refleja que muy probablemente quienes trabajan como profesionales perciben ingresos arriba de los Q6,500.00 por hogar. Pero estos apenas componen el 5 por ciento de los 81 hogares encuestados.

Tomando en consideración los gastos necesarios para la sobrevivencia de cada hogar (costo de Q3,247.20 para la CBA) percibiendo un ingreso mensual abajo del salario mínimo (Q2,644.40), se justifica que la mayoría de hogares (67 por ciento) no podría costear los gastos de inversión para el proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución de agua potable en la comunidad si se considera una opción diferente a la gratuidad del servicio.

4.1.2.5 Situación Actual de la Demanda

El resultado obtenido según la encuesta de opinión a los jefes de hogares usuarios del servicio durante el año 2015, indicó que los habitantes de la comunidad demandan un servicio continuo para satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, los encuestados afirmaron que además del chorro instalado en los hogares, también poseen otros accesorios como: inodoro lavable, tanque cisterna, regadera (ducha), tinaco, lavadora y lavamos; citados en orden de importancia según frecuencia.

Asimismo, el 74 por ciento afirmó que sí tiene padecimiento de escasez de agua potable, mientras que el 26 por ciento restante contestó negativamente. Esto indica que la demanda actual de agua potable por parte de los usuarios, no satisface sus necesidades a plenitud.

Según los criterios básicos de INFOM/UNEPAR, para el diseño de servicios de conexiones de agua potable para poblaciones rurales, como la que habita en la Aldea Los Platanares, se estima una dotación de 90 a 170 litros de agua por habitante por día.³³ Otras publicaciones relacionadas con la formulación y evaluación de proyectos de agua potable (SEGEPLAN, 2007) indican que según UNEPAR, considera que la dotación en litros por habitante por día (L/hab/día), para el área rural se calcula entre 60 y 150 litros.

Considerando el clima predominante en la zona geográfica donde se localiza la comunidad en estudio y tomando como referencia el rango de la dotación diaria de agua potable promedio por habitante estimada por UNEPAR, se sugiere para este caso una demanda de 125 litros por habitante por día. Con este valor, se procede a convertir las variables en litros por segundo para estandarizar las mediciones normalmente utilizadas para flujos de líquidos. La conversión del caudal quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Caudal por persona} &= (125 \text{ litros} / 1 \text{ día}) * (1 \text{ día} / 24 \text{ horas}) * (1 \text{ hora} / 60 \text{ min}) * (1 \text{ min} / 60 \text{ seg}) \\ &= 0.00144676 \text{ litros} / \text{segundo (L/s)} \end{aligned}$$

De acuerdo a la operación por eliminación de variables, la conversión de la dotación diaria de agua por persona requeriría un caudal de aproximadamente 0.00144676 litros por segundo (L/s) para la comunidad localizada en la zona de referencia.

Al año 2015, según el reporte del Comité de Agua Potable de la comunidad, no había servicios pendientes de instalación, puesto que las solicitudes de servicio se habrían ido realizando conforme su ingreso. El reporte indica que habría algunos servicios pendientes de ser regularizados puesto

³³ Caudales de Diseño. Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. INFOM, Guatemala.

que todavía aparecían como clandestinos debido a que los dueños no habrían cumplido con el procedimiento formal de solicitud del servicio ante el Comité de Agua Potable.

Para el cálculo teórico de la demanda actual del servicio de agua, se optó por tomar la referencia de los cálculos de la demanda proyectada al año 2015, basándose en la población consumidora que fue calculada en la sección 4.1.2.2.

Los datos de la población al año 2015 proyectan que sería de 2,492 habitantes demandantes del servicio de agua potable y, por lo tanto, conociendo asimismo que el caudal requerido para abastecer a una persona sería de 0.00144676 litros por segundo (L/s), se multiplicó este dato por la cantidad de habitantes (h) a servir y esto dio como resultado el caudal que satisface la demanda total actual, así:

$$\text{Caudal de la Demanda Total Actual} = 2,492 \text{ h} * 0.00144676 \text{ (L/s*h)} = 3.60 \text{ L/s}$$

Prosiguiendo con el análisis de los datos calculados, la demanda total actual estaría en función del caudal requerido para abastecer del suministro de agua potable a las 463 viviendas proyectadas con un promedio de 5.38 habitantes cada una.

Se conoce que al año 2015 los servicios instalados, que están activos, experimentan una brecha considerable de insatisfacción del suministro puesto que el agua potable entubada no es constante durante todos los días en las diferentes épocas del año. Naturalmente la demanda de agua potable se incrementa durante los días más calurosos del año, y esta, aunada a la depresión del nivel que sufren los mantos freáticos en las fuentes de captación, ocasiona una escasez significativa que redundando en una crisis de abastecimiento, y consecuentemente esto provoca que se opte por un racionamiento del servicio.

En la encuesta realizada, del total de los 81 hogares que fueron escogidos en la muestra, el 76 por ciento afirmó que padecía problemas de escasez de agua potable³⁴. El 24 por ciento restante paradójicamente opinó que no tenía problemas de abastecimiento del servicio. La respuesta de estos últimos pudiera explicarse que no padecen escasez de agua porque sus viviendas estarían localizadas en la parte más baja de la red de distribución, y esto permitiría que el fluido siempre se acumule en el nivel más bajo y, por lo tanto, no sufriría interrupciones. Sin embargo, la crisis de escasez es perceptible por el grueso de la población usuaria.

³⁴ Para este estudio, se realizó una encuesta de opinión a 81 jefes de hogares de la Aldea Los Platanares, utilizando cálculos estadísticos para determinar su tamaño.

4.1.2.6 Situación Futura de la Demanda

La estimación de la demanda futura, implica que se deben ligar los cálculos de la demanda actual a la población futura de la comunidad a lo largo de la vida útil del proyecto (mínimo de veinte años). Por lo tanto, para esto también se utilizó el cálculo del método geométrico anual de la población (fórmula $Pf = Po \{ 1 + r \}^n$), basado en la tasa o ritmo de crecimiento demográfico (2.3 por ciento), tal como se explica en la sección 4.1.2.2, para establecer la demanda anual en los años futuros.

Según el Instituto Nacional de Estadística, para la zona geográfica del departamento de Santa Rosa se estima un promedio de 5.38 habitantes por vivienda. Conociendo este dato y los valores estimados de la población anual futura, también se procedió a calcular por simple división la cantidad de servicios domiciliarios activos que tendrían que ser instalados año con año, así sea el diseño del proyecto. Por ejemplo, la cantidad de servicios estimados para el año 2035, sería aproximadamente de 730 ($3,926/5.38 = 729.74$).

Tabla 4-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Proyección de Población y Demanda de Agua Potable - Periodo: 2015-2035

No. de Años (n)	Año de Servicio	Tasa de Incremento Anual (r)	Población Proyectada (Hab)	Demanda Proyectada (L/s)
0	2015	0.023	2492	3.60
1	2016	0.023	2549	3.69
2	2017	0.023	2608	3.77
3	2018	0.023	2668	3.86
4	2019	0.023	2729	3.95
5	2020	0.023	2792	4.04
6	2021	0.023	2856	4.13
7	2022	0.023	2922	4.23
8	2023	0.023	2929	4.32
9	2024	0.023	3058	4.42
10	2025	0.023	3128	4.53
11	2026	0.023	3200	4.63
12	2027	0.023	3273	4.74
13	2028	0.023	3349	4.84
14	2029	0.023	3426	4.96
15	2030	0.023	3504	5.07
16	2031	0.023	3585	5.19
17	2032	0.023	3668	5.31
18	2033	0.023	3752	5.43
19	2034	0.023	3838	5.55
20	2035	0.023	3926	5.68

Fuente: Elaboración propia con datos teóricos proyectados.

Por otro lado, los datos de la Tabla 4-1, muestran las proyecciones de la población futura y del caudal de agua demandado por el total de la población de la comunidad a lo largo de cada uno de los años del periodo referido a una tasa de crecimiento demográfico constante. Al final del periodo de veinte años (año 2035), la tabla ilustra que la demanda del suministro diario para abastecer a todos los habitantes de la comunidad, requeriría un caudal de agua constante aproximadamente de 5.68 litros por segundo.

4.1.2.7 Condicionantes de la Demanda Futura

El crecimiento de la demanda futura del servicio de agua potable podría estar condicionado a que la población de la comunidad se mantenga con su ritmo de crecimiento natural; es decir, que no existan factores externos que ocasionen un desequilibrio o modificación en su tasa de crecimiento poblacional que distorsionen la vida útil del proyecto.

Un factor que podría ocasionar una modificación en la demanda de agua potable de la población de la Aldea Los Platanares, sería por ejemplo la inmigración de residentes de las poblaciones aledañas (más lejanas a la carretera principal) en búsqueda de mejorar sus niveles de vida relacionados principalmente con el acceso a la salud y la educación. Asimismo, otro factor sería el establecimiento de proyectos inmobiliarios (lotificaciones) en la zona. Por ejemplo, podría ser que en el futuro exista un proyecto residencial adyacente a la comunidad que suscite la afluencia de otros colonizadores como integrantes de la comunidad y que a la vez se agreguen como demandantes del servicio de agua potable domiciliar que actualmente posee la Aldea.

Cualquiera de estos factores mencionados, ocasionaría que la vida útil del proyecto sea alterada y, por lo tanto, habría que pensar en una solución alternativa para evitar que el servicio colapse en un tiempo relativamente menor al que se planea diseñar.

4.1.3 Análisis de la Oferta

Para el estudio del comportamiento de la oferta dentro del mercado del agua potable de la comunidad, se tomó en cuenta la estimación de la oferta actual y futura dentro de los parámetros estimados por el proyecto.

4.1.4 Situación Actual de la Oferta

Actualmente, el servicio de agua potable entubada que se suministra a la comunidad de la Aldea Los Platanares, se hace a través de un sistema de distribución por gravedad proveniente de dos tanques de captación de vertientes de agua natural. Debido al crecimiento natural de la población, el servicio se suministra de manera racionada por sectores de la comunidad. En época seca baja el caudal de la fuente de captación y, por lo tanto, el racionamiento del agua potable provoca un servicio de

abastecimiento más espaciado, llegando incluso a tener una “caída de agua” cada dos días por tres horas.

4.1.4.1 Estimación de la Oferta Actual

Se estima que en el lugar donde se ubica el complejo de la fuente de captación de agua del sistema actual que abastece a los habitantes de la Aldea Los Platanares, existen cuatro vertientes o fuentes naturales de agua, cuyo caudal total no se utiliza completamente y que podría ser aprovechable si se construye la infraestructura apropiada para mejorar la eficiencia de captación.

La Tabla 4-2, muestra el aforo del caudal de las vertientes naturales de agua según exploraciones realizadas por los miembros del Comité de Agua y los técnicos de la UNEPAR/INFOM durante el año 2008.³⁵

Tabla 4-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Aforo de las Vertientes Naturales de Agua según Caudal al Año 2008

Vertiente	Caudal (Litros/segundo)
1	0.43
2	6.35
3	0.36
4	2.39
Aforo Total:	9.53

Fuente: Información proporcionada por UNEPAR/INFOM, 2008 con datos del estudio.

Las estimaciones del aforo realizadas por los expertos de UNEPAR, indicaron que del caudal total aproximadamente un tercio era capturado por los filtros del complejo de captación actual; el resto de agua (dos terceras partes), servía como afluente al río contiguo.

Hay que tomar en cuenta que el diseño original del proyecto existente (hace alrededor de cuarenta y cinco años), no tenía necesidad de utilizar el caudal de agua completo proveniente de las vertientes naturales debido al tamaño de la población de ese entonces y que otrora sería suficiente para abastecer a la comunidad durante los siguientes veinte años.

Ahora bien, relacionando los datos del caudal demandado (3.60 L/s) para satisfacer al total de la población de la comunidad al año 2015, según se ilustra en la Tabla 4-1, con los cálculos del caudal

³⁵ Según registros del Comité de Agua, durante el año 2008 se hicieron estudios técnicos supervisados por INFOM/UNEPAR en colaboración con profesionales del ramo y la Municipalidad local, con la intención de plantear soluciones al problema de escasez de agua potable.

de agua (9.53 L/s) que potencialmente puede ofrecerse según la Tabla 4-2, se puede deducir con facilidad que el sistema de captación no está siendo eficiente para capturar, ni siquiera, un tercio del caudal potencialmente disponible, puesto que hay problemas de abastecimiento desde hace alrededor de quince años.

El caudal que se escurre hacia el río, sería la oferta potencial de agua que se tomaría en cuenta para el proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución del agua para la comunidad.

Si los tanques del complejo de captación del agua para el abastecimiento de la comunidad captarían dicho caudal y se direccionaría hacia la red de distribución, *a grosso modo*, la población no tendría problemas de racionamiento del servicio hasta el año 2035 (vida útil de veinte años). Esto se deduce porque el consumo total proyectado sería satisfecho con un caudal de 5.68 L/s, y las fuentes de agua aforadas muestran que se puede disponer hasta de un caudal bruto de 9.53 L/s.

Prosiguiendo con la oferta de agua disponible para la población como fuentes alternativas, se ubican tres ríos que recorren la comunidad de norte a sur. En la parte central se encuentra el Río Huipeo que normalmente se mantiene con un caudal muy regular y es accesible para los vecinos, pero sus aguas visiblemente están contaminadas con heces de ganado vacuno debido a que atraviesa áreas de pasturaje. Se recomienda que sus aguas sean utilizadas nada más para el lavado de ropa y/o regadío.

El Río Las Pilas, al oeste de la Aldea, prácticamente sólo mantiene un caudal regular durante la época lluviosa, puesto que durante la época seca su caudal se reduce al grado que es insuficiente para el lavado de la ropa. Este río también atraviesa potreros de ganado vacuno y, por lo tanto, su agua no es potable.

El Río Barranca Honda, al oriente de la comunidad, mantiene un caudal muy irregular por ser utilizado para aguas de regadío. Este río también atraviesa pastizales de ganado por lo que sus aguas no son potables. El uso doméstico recomendado de sus aguas es sólo para lavado de ropa, salvo que el agua pase por un proceso de purificación (filtración y cloración).

En la zona también existe una toma de agua derivada del Río Huipeo la cual atraviesa la comunidad, pero al igual que los ríos contiguos, sus aguas no son potables porque visiblemente se percibe que están contaminadas con heces de ganado vacuno, frutas podridas, espuma de jabón, desechos varios, etc.

Un hecho interesante acá es que la comunidad no posee pozos de agua domiciliar, salvo en algunas fincas aledañas. Se deduce que la razón es porque antes de la existencia del sistema de distribución de agua potable, la población se abastecía del agua proveniente de los ríos contiguos, puesto que en ese entonces no estaban tan contaminados como en la actualidad.

4.1.4.2 Situación Futura de la Oferta

Con la información actual del aforo del caudal total proveniente de las fuentes de captación de agua descrito en la sección anterior y estimando que dicho caudal se mantenga constante, la oferta futura, por lo menos durante los próximos veinte años, no tendría problemas de recortes, a no ser que ocurra algo completamente imprevisible que altere la armonía del funcionamiento del proyecto.

Además de las fuentes naturales de agua en el área de captación, también el Comité en turno a futuro podría explorar la posibilidad que existan otras fuentes naturales o bien la apertura de pozos artificiales en la propiedad del terreno actual o en las áreas adyacentes. Además, el mantenimiento de la vegetación o reforestación en la zona podría permitir que las fuentes actuales no se vean agotadas en la estación seca y que por lo tanto el caudal de captación no disminuya. Esto podría asegurar que la oferta de agua se mantenga disponible en el futuro para abastecer a la comunidad.

4.1.5 Proyección de Oferta y Demanda Futuras

Según la estimación de la oferta actual de agua potable descrita en el inciso 2.3.2 ilustrada en la Tabla 2-2, el aforo de las vertientes disponibles en el área de captación al año 2008 totalizaba un caudal bruto de 9.53 litros por segundo (L/s). Este caudal podría ser aprovechable a través de la construcción de la infraestructura de captación apropiada.

Con los datos del aforo de las vertientes o brotes en el área de la fuente de captación, los técnicos de INFOM/UNEPAR en el año 2008³⁶ estimaron que el caudal de agua que se captaba de la fuente era alrededor de 3.2 litros por segundo. Comparando este último dato con el aforo total, la diferencia entre ambos caudales sería la oferta potencial de agua potable que se tendría disponible para actualizar el sistema de captación y distribución del agua para el proyecto de ampliación.

$$\text{Caudal Bruto Disponible No Captado (Oferta Potencial): } 9.53 \text{ L/s} - 3.2 \text{ L/s} = 6.33 \text{ L/s}$$

Según el cálculo anterior, el caudal no captado es casi el doble del caudal captado actualmente. Sin embargo, hay que considerar que la disponibilidad del caudal de agua estaría también sujeta, entre otros factores, a la eficiencia del complejo de captación y a la disminución o depresión del manto freático durante la época seca anual.

Si se considera una pérdida del 40 por ciento del caudal total aforado proveniente de las fuentes naturales por efectos de deficiencia del sistema de captación y pérdida del nivel del manto freático (por época seca prolongada o por daños colaterales que afectarían el entorno de la fuente). En un supuesto, esto dejaría un 60 por ciento del caudal bruto disponible equivalente a 5.718 L/s (9.53 *

³⁶ Estudio realizado en el año 2008 por los técnicos de INFOM/UNEPAR.

60% = 5.718) que pasaría a los tanques de distribución para suministro del servicio a la comunidad.³⁷ Este dato servirá como referencia de oferta disponible en las tablas de cálculo posteriores.

Tabla 4-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Proyección de Demanda y Oferta de Agua Potable - Periodo: 2015 al 2036

No. de Años (n)	Año de Operación	Tasa de Incremento Anual (r)	Población Estimada (Habitantes)	Consumo Per Cápita (L/s)	Demanda Total (L/s)	Oferta Total (L/s)	Diferencia D - O ³⁸ (L/s)
0	2015	0.023	2492	0.0014467	3.6047	5.718	-2.1133
1	2016	0.023	2549	0.0014467	3.6876	5.718	-2.0304
2	2017	0.023	2608	0.0014467	3.7724	5.718	-1.9456
3	2018	0.023	2668	0.0014467	3.8592	5.718	-1.8588
4	2019	0.023	2729	0.0014467	3.9479	5.718	-1.7701
5	2020	0.023	2792	0.0014467	4.0387	5.718	-1.6793
6	2021	0.023	2856	0.0014467	4.1316	5.718	-1.5864
7	2022	0.023	2922	0.0014467	4.2267	5.718	-1.4913
8	2023	0.023	2989	0.0014467	4.3239	5.718	-1.3941
9	2024	0.023	3058	0.0014467	4.4233	5.718	-1.2947
10	2025	0.023	3128	0.0014467	4.5250	5.718	-1.1930
11	2026	0.023	3200	0.0014467	4.6291	5.718	-1.0889
12	2027	0.023	3273	0.0014467	4.7356	5.718	-0.9824
13	2028	0.023	3349	0.0014467	4.8445	5.718	-0.8735
14	2029	0.023	3426	0.0014467	4.9559	5.718	-0.7621
15	2030	0.023	3504	0.0014467	5.0699	5.718	-0.6481
16	2031	0.023	3585	0.0014467	5.1865	5.718	-0.5315
17	2032	0.023	3668	0.0014467	5.3058	5.718	-0.4122
18	2033	0.023	3752	0.0014467	5.4279	5.718	-0.2901
19	2034	0.023	3838	0.0014467	5.5527	5.718	-0.1653
20	2035	0.023	3926	0.0014467	5.6804	5.718	-0.0376
21	2036	0.023	4017	0.0014467	5.8111	5.718	0.0931

Fuente: Elaboración propia con datos proyectados.

Para que el proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución de agua potable sea funcional tanto en costo como en esfuerzo y capacidad de diseño, se debe estimar una vida útil no menor a veinte años (INFOM/UNEPAR, 1997), tal como se diseñó el proyecto ya caduco. Su tamaño

³⁷ El proyectista podría tomar un porcentaje diferente de pérdida del caudal bruto para efectuar sus cálculos.

³⁸ La referencia D – O, significa: Demanda menos Oferta.

ideal dependerá del volumen del caudal estimado disponible para cada uno de los años de operación del proyecto.

Tomando el dato del caudal de consumo per cápita de 0.00144676 L/s para la zona geográfica donde se ubica la Aldea Los Platanares (inciso 4.1.2.5), y los datos de tasa de crecimiento poblacional, cantidad de habitantes al año 2015 y el caudal de oferta disponible, se construyó la Tabla 4-3. Analizando los datos ilustrados en la última columna (Diferencia D-O), según la población total proyectada, el consumo per cápita y la oferta del caudal disponible se estableció que los valores negativos indican que la oferta será mayor hasta el año 2035. Esto quiere decir que el proyecto será funcional bajo estas condiciones contando veinte años a partir del año 2015. A partir del año 2036, la demanda pasa a ser mayor que la oferta de agua potencialmente captada y, por lo tanto, habría que elevar la capacidad instalada para seguir operando.

4.1.6 Comportamiento de la Tarifa

Relacionado con el servicio de agua de la Aldea Los Platanares, por ser un proyecto de naturaleza social, el tema del comportamiento de la tarifa³⁹ del canon mensual por servicio de agua potable resulta no ser relevante. Esto ocurre debido a que la tarifa que actualmente se paga es simbólica y no ha tenido cambios significativos desde que se inauguró por primera vez el proyecto. Sin embargo, en este apartado se destacan algunos puntos importantes relacionados con el análisis y el comportamiento de este precio dentro del proyecto.

4.1.6.1 Análisis Histórico de la Tarifa

Desde que se inauguró el servicio de agua potable en la comunidad hace aproximadamente cuarenta y cinco años, el pago por el canon mensual del suministro del servicio ha sido simbólico. Por ejemplo, los registros indican que, al inicio del proyecto, los usuarios pagaban Q0.75 mensuales por cada servicio domiciliario instalado. Esta tarifa no fue revisada por muchos años sino hasta que los costos de mantenimiento básico empezaron a exigir una revisión del mismo, y la tarifa subió a Q1.00 en los años noventa. Aproximadamente a principios del año 2000, se acordó que la tarifa se incrementara a Q1.50, la cual es también simbólica comparado con el servicio recibido.⁴⁰

Aunque en algunas ocasiones se pidieron colaboraciones extraordinarias a los usuarios con la finalidad de realizar estudios o ampliaciones para paliar la escasez de agua, las recaudaciones no

³⁹ La tarifa es el precio que pagan los usuarios o consumidores de un servicio público al Estado o al concesionario a cambio de la prestación del servicio (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

⁴⁰ Ver Tabla 1-1 en el Capítulo I.

fluyeron como debieran y, por lo tanto, la capacidad económica del fondo que administra el Comité de Agua Potable ha sido muy escasa.

Al año 2015, los habitantes de la comunidad de la Aldea Los Platanares siguen pagando Q1.50 mensualmente por concepto de canon de agua potable por cada servicio domiciliario instalado. Este pago sigue siendo prácticamente simbólico ya que, a esta tarifa, ningún servicio de agua potable podría ser auto sostenible, ni mucho menos eficiente.

El dinero que se recauda mensualmente cobrando la tarifa de Q1.50 se destina para la compra de insumos para el mantenimiento correctivo de la red del servicio. Hasta esta instancia, no se visualiza capacidad alguna de recaudación para invertir en bienes de capital (equipo de bombeo, por ejemplo) que podrían utilizarse para afianzar la continuidad del servicio en el futuro.

Los miembros del Comité de Agua Potable trabajan *ad honorem*, a excepción del Tesorero quien tendría derecho legal (según los estatutos establecidos por UNEPAR) de tomar un porcentaje de los cobros realizados mensualmente; lo cual no necesariamente sucede por falta de fondos. Parece increíble que aún con la comodidad de la tarifa mensual de Q1.50 por cada servicio, se experimenta una morosidad que, según registros del Comité, puede ir de meses hasta varios años, de un número considerable de viviendas que no han pagado el servicio de agua potable.⁴¹

Suponiendo que para la ejecución y operación del proyecto no se considere incrementar la tarifa mensual del servicio, la propuesta sugiere financiar el proyecto a través de contribuciones del gobierno, ONG's y/o donaciones de organizaciones extranjeras. Esto es precisamente, porque se avizora que la mayoría de usuarios se resistirían a pagar una contribución extraordinaria única para la ejecución del proyecto y, probablemente, no estarían anuentes a aceptar un incremento en la tarifa del canon mensual para cubrir los gastos de mantenimiento y operación del proyecto en los años venideros.

4.1.6.2 Estimación de la Evolución Futura de la Tarifa

Por la naturaleza social del proyecto, regir el canon del servicio de agua a la dinámica del mercado de bienes y servicios, tal vez resultaría en una situación complicada dado que las reacciones de la comunidad serían impredecibles ante un aumento de la tarifa del servicio.

Ante esta situación, la propuesta sería elevar la tarifa del canon mensual del servicio para que éste fondo recaudado sea utilizado como una previsión de la operación y de mantenimiento del proyecto

⁴¹ Ver Tabla 1-2 en el Capítulo I.

durante su periodo de vida útil y, asimismo, para que el Comité de Agua Potable que esté en turno tenga incentivos económicos por su dedicación al servicio voluntario.

De la misma manera, este fondo podría servir para ir creando una provisión económica para buscar alternativas a la solución desde la raíz del problema (exploraciones, estudios, etc.) cuando el proyecto sea caduco y, obviamente, no se exponga a las crisis de escasez del servicio como actualmente está sucediendo.

Por la naturaleza social del proyecto, la tarifa del canon mensual del servicio de agua potable no va a depender de la dinámica del mercado de bienes y servicios, ni del ingreso de los usuarios; por lo tanto, ésta no va a incidir en la demanda del servicio. Siendo el agua potable entubada un servicio esencial para la vida de los habitantes de la Aldea Los Platanares, no puede manejarse como un bien con fines de lucro para generar utilidades que beneficien a los dirigentes en turno, pero en cambio, la recaudación podría servir para aprovisionar recursos económicos que se utilizarían para prevenir crisis futuras.

Partiendo de que la demanda del agua potable no se modificaría al incrementar o disminuir la tarifa (comportamiento inelástico de la demanda por ser un bien vital) puesto que siendo un bien natural⁴² al existir cualquier cambio en la tarifa (precio) del servicio, se demandaría la misma cantidad de este bien. En este caso, el agua potable no se comportaría como un “bien normal”⁴³ dado que, por su naturaleza de uso, se demandaría la misma cantidad sin importar la tarifa. Así que, bajo este principio se podría incrementar significativamente la tarifa del canon mensual del servicio domiciliario de agua potable (tal vez al doble), sin afectar abruptamente la economía familiar de la comunidad considerando que a la fecha la tarifa que se paga es prácticamente simbólica.

⁴² El agua es un bien natural, puesto que se encuentra presente en la naturaleza; pero en este caso necesita ser acopiado, tratado y distribuido a través de tuberías hacia los hogares de la comunidad para que se pueda consumir sin mayores alteraciones de su esencia.

⁴³ Los bienes denominados como “normales” son aquellos que, ante un aumento del ingreso del consumidor, la demanda de dicho individuo hacia ese bien también aumenta. Al contrario, cuando el ingreso del individuo desciende, también desciende el consumo de ese bien, es decir el consumo de ese bien varía en el mismo sentido que el ingreso del individuo.

4.2 Estudio Técnico

El estudio técnico se realizó con la intención de optimizar el uso de los recursos disponibles, tanto materiales como humanos, para el diseño o rediseño del proyecto en la Aldea Los Platanares. La propuesta de ampliación del sistema de captación y de la red de distribución del servicio de agua potable de la Aldea Los Platanares, considerando la oferta y la demanda de dicho servicio durante el periodo de su vida útil, requiere un estudio de ingeniería especializado en el ramo. Este estudio permite determinar las características del diseño del proyecto que se relacionan con el tamaño, la localización, el proceso de generación del servicio, las obras físicas y la programación de actividades que conlleva su ejecución.

4.2.1 Tamaño y Capacidad del Proyecto

El tamaño del proyecto está relacionado principalmente con la capacidad de funcionamiento durante el tiempo de operación (vida útil), los cálculos del diseño según el ritmo de crecimiento de la población de la comunidad a satisfacer, los diversos factores condicionantes de su alcance y los aspectos que justifican su magnitud.

La capacidad del proyecto está en función de la cantidad de la población estimada que se pretende satisfacer durante el tiempo de vida útil o periodo de diseño del mismo. Según los cálculos efectuados en los incisos 4.1.2.2, 4.1.2.3 y 4.1.5 del Estudio de Mercado, los parámetros para estimar la capacidad actual y futura que debe tener el proyecto se ilustra en la Tabla 4-4 que se presenta a continuación.

Tabla 4-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Parámetros para Determinar la Capacidad de Diseño del Proyecto

Parámetro	Año	
	2015	2035
Población Estimada	2,492	3,926
Viviendas Estimadas	463	730
Promedio de Habitantes por Vivienda	5.38	5.38
Caudal de consumo diario per cápita (L/s)	0.00144676	0.00144676
Caudal de Demanda (L/s)	3.6047	5.6804

Fuente: *Elaboración propia con datos recabados y calculados durante la investigación. Abril, 2015*

4.2.1.1 Cálculo de la población futura

Para el cálculo de la población futura (Pf) se tomó la tasa de crecimiento geométrico (factor multiplicador) y se proyectó a veinte años, aplicando la fórmula $Pf = Po (1 + r)^n$ a partir del año de referencia poblacional (Po).

En donde “Po” es la población inicial (en este caso se utilizó la del año 2008); “r” es la tasa de incremento anual de la población; y “n” es el número de años. Sustituyendo los valores conocidos se obtuvo la población futura para cada año como se muestra en los datos de la Tabla 4-1 del Estudio de Mercado. La duración del proyecto se estimó de veinte años a partir del año 2015, por lo tanto, la población al 2035 se calculó en 3,926 habitantes. Para esta población, el caudal de demanda futura total se calculó en 5.6804 L/s (ver Tabla 4-1).

4.2.1.2 Cálculo del caudal medio diario

El caudal medio diario (Qm) se define como la cantidad de agua que requeriría una población en un día cualquiera. Otra definición se refiere al consumo de agua durante un día (24h = 86,400 segundos), el cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el periodo de un año. Sin embargo, cuando no se conocen registros reales, podrá aceptarse la fórmula que se despliega a continuación tomando en cuenta el diseño mínimo del proyecto a veinte años a partir del año 2015, para el caso en estudio (INFOM/UNEPAR, 1997). Entonces, con los datos conocidos se realizaron los cálculos siguientes:

Población proyectada al año 2035: 3,926 habitantes

Dotación diaria por habitante: 125 litros (L)

Conversión de día a segundos: $24 * 60 * 60 = 86,400$ segundos (s)

$Qm = \text{Población futura} * (\text{Dotación diaria por habitante en litros} / 86,400 \text{ segundos})$

$Qm = 3,926 \text{ habitantes} * [125 \text{ L/hab/día} / (86,400\text{seg})] = 5.6799 \text{ L/s}$

4.2.1.3 Cálculo del caudal máximo diario

El caudal máximo diario (QMD) se refiere al flujo de agua que se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Este caudal se define como el máximo consumo de agua durante las 24 horas, observado en el período de un año.

Si no existen registros de los caudales diarios reales para obtener los picos de consumo en las estaciones del año más concurrentes, entonces se aplican las tablas de referencia proporcionadas

por UNEPAR. Las tablas indican que valor del factor “k1” de día máximo (FDM) que se utiliza en el área rural sería entre 1.2 y 1.5. En este proyecto se utilizará el factor de 1.5 porque la Aldea Los Platanares se localiza en una zona geográfica donde predomina el clima cálido y, porque naturalmente, existen variaciones o desviaciones de consumo durante los días más calurosos del año por efectos del incremento de la temperatura del ambiente (INFOM/UNEPAR, 1997). Entonces, este cálculo sería así:

$$QMD = k1 * Qm$$

$$QMD = \text{Factor de día máximo (FDM)} * Qm$$

$$QMD = 1.5 * 5.6799 = 8.5199 \text{ L/s}$$

El caudal máximo diario (QMD) es el caudal de conducción. Este debe ser menor que el aforo total del caudal de las vertientes que se encuentran en la fuente de captación de agua potable en la Aldea Los Platanares. En este caso el criterio se cumple porque el resultado del cálculo del QMD es menor a 9.53 L/s.

4.2.1.4 Cálculo del caudal máximo horario

El caudal máximo horario (QMH) se utiliza para diseñar la red de distribución. El QMH se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año. Según las normas generalmente aceptadas por los expertos del ramo, para servicios nuevos el factor de hora máxima (FHM), “k2” en el área rural varía de 1.30 a 1.70.⁴⁴ Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentará variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo (INFOM/UNEPAR, 1997). Como en el caso del proyecto en estudio no existe bitácora de registro, el valor de k2 (factor de horas máximas) a utilizarse en este diseño será de 1.70; por lo tanto, el cálculo del caudal máximo horario quedaría de la siguiente manera:

$$QMH = k2 * Qm$$

$$QMH = \text{Factor de hora máxima (FHM)} * Qm$$

$$QMH = 1.70 * 5.6799$$

$$QMH = 9.65583 \text{ L/s}$$

⁴⁴ El cálculo de este factor se originó de un diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora). Tablas de referencia UNEPAR/INFOM.

El caudal máximo horario (QMH) es el caudal de distribución y debe ser menor que el aforo total de las vertientes (INFOM/UNEPAR, 1997). Para este caso no se cumple este criterio por escaso margen, puesto que las vertientes o brotes totalizan un caudal de 9.53 L/s. Este criterio se cumpliría fácilmente si se mejora o aplica un factor mayor de eficiencia de captación de agua.

4.2.1.5 Cálculo del volumen del tanque de distribución

Para el caso del diseño del tanque de distribución, se toma el criterio de que el volumen del tanque sea el 40 por ciento del caudal máximo diario requerido por la población demandante (caudal de conducción), expresado en litros o metros cúbicos (INFOM/UNEPAR, 1997). Se considera como población demandante, la población de diseño o la que se proyecta al término de la vida útil del proyecto.

$$\text{Volumen a almacenar (V)} = 0.40 * \text{QMD}$$

$$V = 0.40 * 8.5199 \text{ L/s} * (86,400 \text{ s} / 1000 \text{ L})$$

$$V = 3.35852 \text{ L/s} * \{ 86,400 \text{ s} * (1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}) \}$$

$$V = 294.4477 \text{ m}^3 \approx 300.00 \text{ m}^3$$

Considerando en exceso la magnitud del volumen de almacenamiento de agua en un sólo tanque de distribución (300 m³), se propone construir dos tanques con capacidad aproximada de 150 metros cúbicos (m³) cada uno y, entonces, las dimensiones internas serían:

$$V = 8.00\text{m} * 6.25\text{m} * 3.00\text{m}$$

$$V = 150.00 \text{ m}^3$$

La red de distribución de agua potable comprende las tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias en cada una de las viviendas de la Aldea Los Platanares. La red de distribución cuenta con una red principal que según el diseño tendrían tuberías con diámetros de 1-½ a 2 pulgadas, y luego se completará con los ramales abiertos debido a las características del plano topográfico de la comunidad (INFOM/UNEPAR, 1997).

4.2.2 Factores Condicionantes del Tamaño

Dentro de los factores que podrían condicionar el tamaño del proyecto, se pueden identificar los siguientes: el crecimiento demográfico de la población, la distorsión del mercado del servicio de agua potable, la capacidad financiera del proyecto, la capacidad administrativa de los actores involucrados, la disponibilidad de recursos alternativos (materiales y humanos) y el soporte

institucional. A continuación, se describen los aspectos principales que afectan a cada uno de los factores mencionados.

4.2.2.1 Crecimiento Demográfico de la Población

- a. Inmigraciones hacia la comunidad por efectos de urbanización de áreas cercanas a la carretera principal.
- b. Crecimiento desmedido de la población al no contar con orientación de planificación familiar.

4.2.2.2 Distorsión del Mercado del Servicio de Agua Potable

- a. Comercialización del servicio de agua potable por demanda de usuarios de otras comunidades aledañas.
- b. Utilización de agua potable para riego de siembras familiares (huertos, jardines y otros regadíos) o para actividades pecuarias a diferentes escalas (aves de corral, ganado menor, granjas pecuarias familiares o fincas, etc.).
- c. Aumento de la demanda del consumo familiar por adopción de prácticas urbanas (instalación de accesorios o electrodomésticos que utilizan agua para su funcionamiento).
- d. Construcción de balnearios turísticos con servicios de agua conectados a la red de distribución de la comunidad.

4.2.2.3 Capacidad Financiera del Proyecto

- a. Negativa del gobierno central, donantes o instituciones financieras para dar crédito al proyecto.
- b. Resistencia del gobierno municipal para destinar recursos económicos que financien el proyecto.
- c. Negativa de los habitantes de la comunidad para aportar el pago mínimo del canon mensual por servicio de agua potable domiciliar.

4.2.2.4 Capacidad Administrativa de los Actores Involucrados

- a. Negativa del Comité de Agua Potable para aceptar el proyecto de ampliación.
- b. Incapacidad de los representantes del Comité de Agua Potable para coordinar el proyecto.
- c. Negativa del gobierno municipal para liderar el proyecto.

4.2.2.5 Disponibilidad de Recursos Alternativos (Materiales y Humanos)

- a. Negativa de la comunidad a trabajar voluntariamente *ad honorem* durante la ejecución del proyecto.
- b. Falta de consenso entre los miembros de la comunidad para apoyar el proyecto.

4.2.2.6 Soporte Institucional

- a. Falta de apoyo de instituciones gubernamentales competentes para asesorar el diseño y la ejecución del proyecto.
- b. Falta de involucramiento de instituciones sociales o grupos organizados de la comunidad para apoyar el proyecto.

4.2.3 Justificación del Tamaño

Según la proyección de la población al año 2015 y el promedio de integrantes por hogar, se calculó que la comunidad debería tener instalados 463 ($2,492/5.38=463$) servicios domiciliarios para abastecer a igual número de viviendas de la comunidad. Aunque estos servicios estuvieran instalados a la fecha, el sistema de distribución de agua potable sería insuficiente para satisfacer la demanda de la comunidad. Por lo tanto, la ejecución del proyecto debería realizarse en el corto plazo.

Proyectando la población al año 2035, que sería el último año propuesto para el periodo de diseño del proyecto, según la información contenida en la Tabla 4-4, se estimó que los servicios domiciliarios ascenderán aproximadamente a 730; o sea que teóricamente se incrementarían en un 36 por ciento. Esto implicaría que la magnitud de la crisis de escasez de agua se agudizaría en ese porcentaje si no se realiza el proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable. En este sentido, valdría la pena concentrar esfuerzos para aprovechar el beneficio que conlleva la realización del proyecto, dada la envergadura del impacto social que tendría al aliviar crisis futuras por escasez de agua en la Aldea Los Platanares.

Al año 2015 el sistema de distribución de agua potable carece de un mecanismo de control del consumo de agua potable por cada servicio domiciliar instalado. La instalación de contadores de agua en cada domicilio, además de tarifar y concientizar el consumo, tendría la intención de obtener datos de consumo real por vivienda y monitorear el comportamiento de la funcionalidad del proyecto durante los años del periodo de operación.

Con la información de los consumos reales por vivienda, también podrían establecerse tendencias estacionarias de la demanda de agua que ayudarían a tomar decisiones al Comité de Agua Potable de la comunidad para proponer normas o condiciones de uso del agua entubada apoyándose con el cobro de cuotas por sobreconsumo.

Considerando la ubicación geográfica del terreno donde se encuentra la fuente de agua y las bondades de la topografía en relación a la comunidad, el sistema de distribución por gravedad es funcional, justamente como está diseñado el proyecto caduco.

Dada la distribución de las viviendas dentro de la Aldea Los Platanares, la cual se caracteriza por estar en grupos dispersos y tener tres calles definidas, la distribución adecuada sería por ramales abiertos, permitiendo con ello la instalación de los servicios domiciliarios en todos los sectores poblados, aunque se encuentren muy retirados del centro de la comunidad. Los ramales de distribución podrían instalarse de norte a sur y se abrirían de este a oeste según la dispersión de las viviendas contempladas dentro del alcance de cada uno de los ramales.

4.2.4 Localización

El proyecto contempla la ampliación o aumento de la capacidad instalada para el suministro de agua potable para la Aldea Los Platanares para aprovechar el terreno actual donde se encuentra la fuente y, asimismo, toda la infraestructura ya existente en el mismo lugar. Sin embargo, se propone el aprovechamiento de otros brotes o vertientes de agua que se encuentran fuera del terreno de la represa actual y que pertenecen a la Finca “El Recuerdo” (Pérez López, 2015).

Estas vertientes o brotes de agua natural podrían ser adquiridas por la comunidad para aumentar la capacidad de la captación actual contando que se encuentran ubicadas al norte del terreno. Sin embargo, esto representaría un incremento significativo en los costos de inversión para la ampliación del proyecto que habría que someter a evaluación.

Tabla 4-5. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Puntuación de Factores Cualitativos para la Localización del Proyecto

Factor	Ponderación	El Recuerdo I		El Recuerdo II	
		Nota	Puntos	Nota	Puntos
Terreno propio	0.20	10.00	2.00	0.00	0.00
Fuente de agua disponible	0.20	10.00	2.00	10.00	2.00
Obra civil existente	0.10	8.00	0.80	0.00	0.00
Accesibilidad	0.10	8.00	0.80	8.00	0.80
Topografía apropiada	0.05	8.50	0.43	8.00	0.40
Distancia	0.03	7.00	0.21	5.00	0.15
Ubicación geográfica	0.02	8.00	0.16	8.00	0.16
Protección natural	0.10	6.00	0.60	6.00	0.60
Traslado de materiales (-)	0.10	6.00	0.60	5.00	0.50
Menor costo de energía	0.10	10.00	1.00	8.00	0.80
Sumatoria de Puntos	1.00	--	8.60	--	5.41

Fuente: Elaboración propia aplicando el método de calificación cualitativa por puntos.

Derivado de esta inquietud, se presenta la Tabla 4-5, la cual considera los factores principales que podrían compararse a través del método cualitativo de ponderación por puntos para tomar una decisión de reubicar o no la represa para aumentar la capacidad potencial del proyecto.

Para este caso, se llamará “El Recuerdo I” al área del proyecto actual que se propone ampliar, y “El Recuerdo II” al área aledaña donde existen otras vertientes de agua natural que podrían anexarse al sistema de captación.

Considerando los resultados obtenidos de los puntos⁴⁵ cualitativos de cada lugar de ubicación del proyecto, se puede ver claramente que la mayor nota ponderada la obtuvo el lugar donde actualmente se encuentra ubicada la represa del proyecto existente, “El Recuerdo I”. El hecho que exista suficiente caudal disponible para la demanda proyectada dentro del terreno propio de la comunidad y la infraestructura construida, resulta más ventajoso desde el punto de vista económico, legal y tiempo ejecutar el proyecto de ampliación.

4.2.4.1 Macro-Localización

La Aldea Los Platanares pertenece al municipio de Guazacapán, el cual se localiza en la parte sur del departamento de Santa Rosa, al sur-orienté de la República de Guatemala. Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Aldea Los Platanares se encuentra localizada en las siguientes coordenadas:

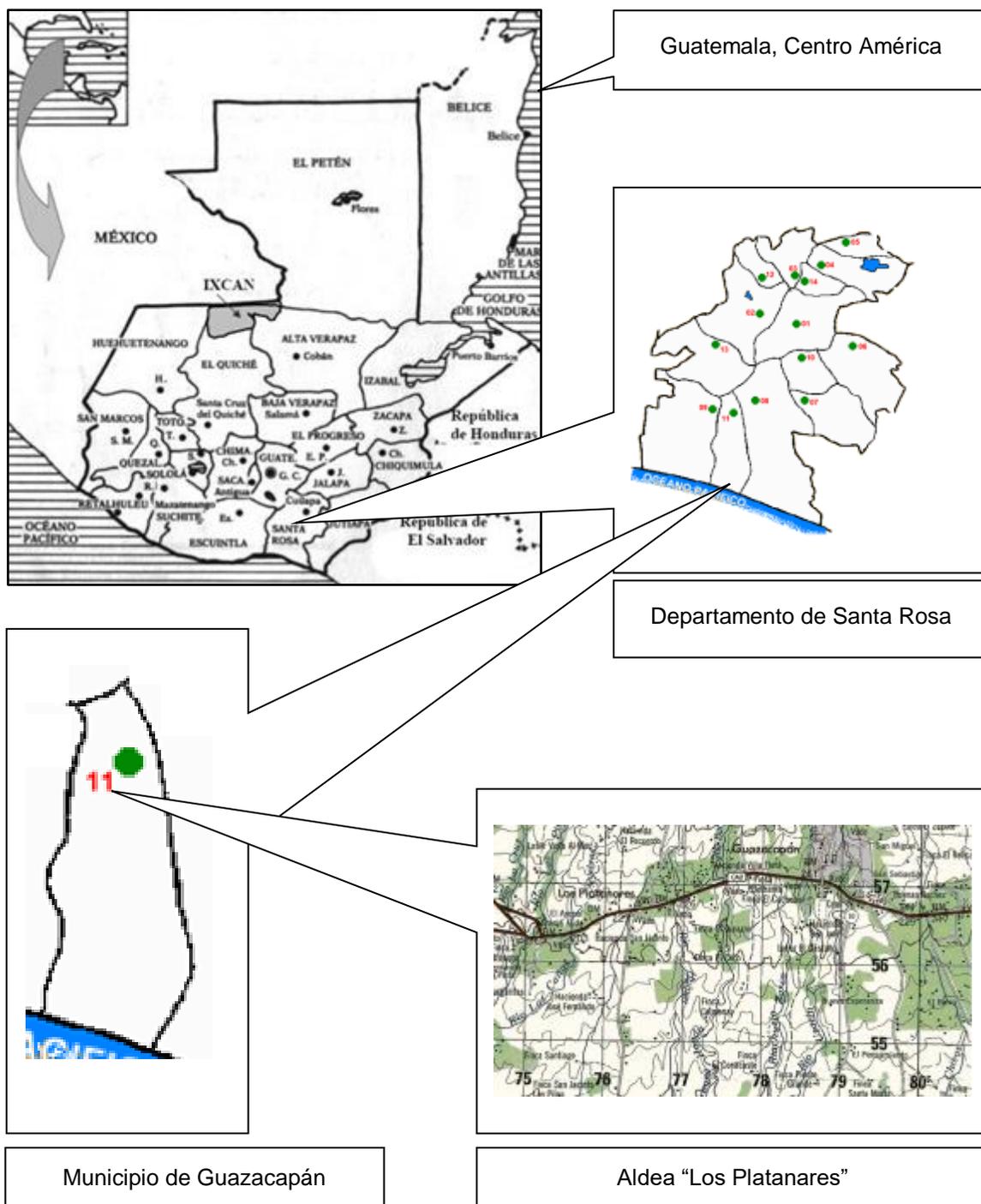
Latitud: 14 grados, 04 minutos, 04 segundos, Norte

Longitud: 90 grados, 24 minutos, 59 segundos, Oeste

La Figura 4-4 muestra el contexto general geográfico de la macro-localización del lugar donde se realizará el proyecto dentro del mapa del territorio nacional de la República de Guatemala; luego, se ubica el municipio de Guazacapán dentro del departamento de Santa Rosa.

⁴⁵ Los puntos se calculan multiplicando la nota por la ponderación.

Figura 4-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Esquema de Macro-Localización del Proyecto



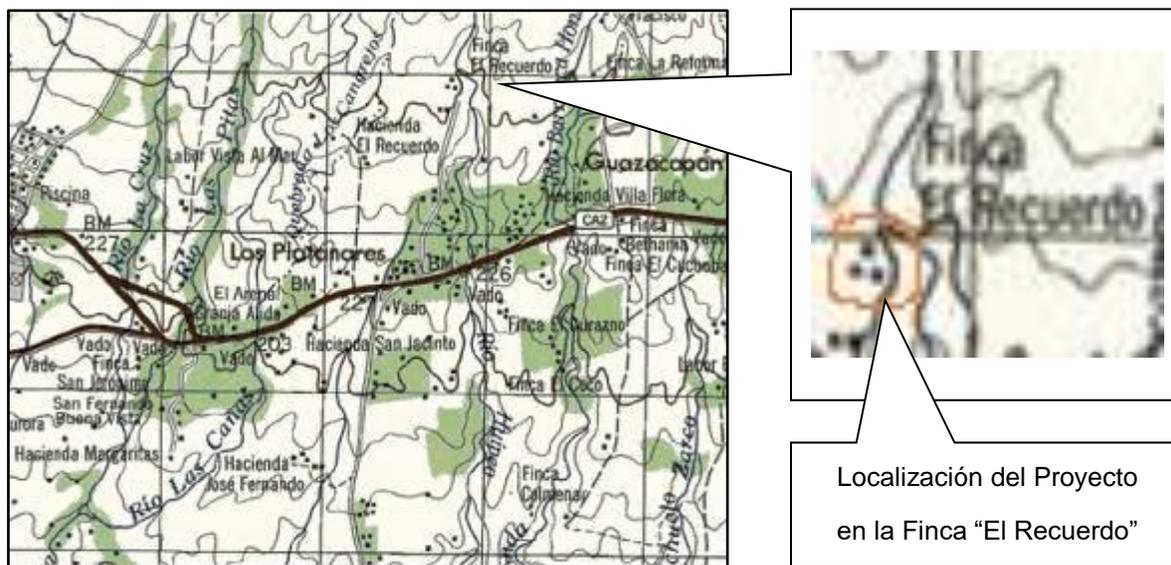
Fuente: Elaboración propia con mapas y datos del IGN.

4.2.4.2 Micro-Localización

El proyecto de agua potable existente está localizado al norte de la Aldea Los Platanares, cuya fuente de agua se encuentra en un terreno comunitario de la Finca El Recuerdo de la misma jurisdicción. Debido a la ubicación natural de la fuente de agua y la topografía del terreno de la comunidad, el sistema de distribución de agua entubada funciona por gravedad, lo cual lo hace muy económico para su operación.

La Aldea Los Platanares se encuentra localizada entre los kilómetros 109 y 110 muy cerca de las cabeceras municipales de Taxisco y Guazacapán del Departamento de Santa Rosa; la carretera CA-2 (Ruta Panamericana) atraviesa la comunidad de oeste a este. Esta localización permite el acceso a la comunidad desde la ciudad Capital por dos rutas: La primera es por la CA-9 y luego la CA-2, pasando por la ciudad de Escuintla y siguiendo la ruta a Ciudad Pedro de Alvarado, Jutiapa; la segunda es por la CA-1, pasando por Barberena y luego hacia Cuilapa, del Departamento de Santa Rosa hasta llegar a la cabecera municipal de Chiquimulilla, de donde dista aproximadamente seis kilómetros hacia el oeste (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

Figura 4-5. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Esquema de Micro-Localización del Proyecto



Fuente: Elaboración propia con mapas y datos del IGN.

La Figura 4-5 muestra el lugar específico del mapa de la comunidad donde se encuentra la Finca El Recuerdo, en cuya propiedad se encuentran los nacimientos (brotes) de las fuentes de agua natural y también los tanques de captación y distribución del proyecto actual. Es en este mismo lugar donde se planea ampliar el sistema de captación y distribución de agua potable para la comunidad optimizando así la eficiencia en la captura del agua natural.

4.2.4.3 Integración en el Entorno Físico y Socioeconómico

Las características principales relacionadas con el entorno físico y socioeconómico que giran alrededor del sitio donde se ejecutará el proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución del agua potable domiciliar se describen en los párrafos subsiguientes.

4.2.4.3.1 Condiciones Climáticas

Debido a la altitud de 240 MSNM (metros sobre el nivel del mar), en donde se ubica geográficamente la Aldea Los Platanares el clima es cálido. Así también la comunidad se ubica dentro de la zona de vida de bosque sub-tropical húmedo, lo que la hace propicia para el cultivo de granos básicos (maíz, sorgo, ajonjolí, entre otros) y frutas de origen tropical (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

4.2.4.3.2 Servicios Públicos

Actualmente existe un sistema de abastecimiento de agua potable a través de una red de distribución por gravedad, que ya sobrepasó su periodo de diseño y, por lo tanto, se encuentra colapsado por el crecimiento natural de la población. Además, la comunidad cuenta con fluido eléctrico, dos escuelas de educación primaria, un instituto de educación básica, un instituto de diversificado y un puesto de salud pública. Las calles principales se encuentran pavimentadas y algunos caminos o callejones han sido empedrados por iniciativa de los mismos vecinos (COCODES, 2011).

4.2.4.3.3 Topografía y Tipo de Suelos

En la parte norte de la comunidad los terrenos son predominantemente de topografía quebrada con una pendiente promedio del 5 por ciento y los suelos son francos con materiales de origen volcánico. En la parte sur de la comunidad los terrenos son relativamente planos con pendiente menor al 5 por ciento (Simons, 1959).

4.2.4.3.4 Características de la Población y sus Viviendas

La población es ladina en su mayoría, producto del mestizaje entre conquistadores y los nativos Pipiles y Xinkas que habitaron en la región. Las viviendas están construidas mayormente de materiales mixtos (block y cemento), algunas son de adobe con techos de lámina metálica o palma. Los pisos de algunas viviendas son de tierra, y en buena proporción, tienen piso de torta de cemento o bien de ladrillo de granito (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

4.2.4.3.5 Características Económicas y Productivas

Los habitantes de la Aldea Los Platanares se dedican principalmente a cultivos agrícolas limpios (granos básicos), algunos a la cosecha de frutas anuales, un pequeño grupo se dedica al comercio y otros son empleados públicos o privados (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

4.2.4.3.6 Relaciones con Instituciones Públicas

La comunidad recibe apoyo del gobierno municipal mediante proyectos de mejora de infraestructura y el mantenimiento de los servicios públicos que ya están en funcionamiento. No hay relación directa con instituciones no gubernamentales, privadas o extranjeras que financien proyectos de inversión social (COCODES, 2011).

4.2.4.4 Localización en Relación con las Características Físicas del Lugar

El lugar donde se localiza la fuente de agua que abastece el proyecto de agua potable actual, cumple con las características físicas requeridas por el proyecto, debido a que allí es donde existen las vertientes o brotes naturales de agua cristalina y, además, forma parte del área ecológica de la zona. Este lugar está situado aproximadamente a cinco kilómetros de la carretera hacia el norte, afuera de la comunidad, lo que permite aislar las fuentes de agua del contacto humano. Por las características de la vegetación, el área de la represa es una cuenca protegida que funciona como pulmón natural en la zona.

Es importante resaltar que la mejor ventaja del lugar donde se construirían los tanques del complejo de captación y distribución de agua, se encuentra situado en la zona topográfica más alta en relación a la comunidad y, por lo tanto, esto contribuiría a que el agua que se capte no estaría expuesta a contaminación humana por efectos de la escorrentía pluvial en la superficie (Serval, 2009).

Los alrededores del terreno son zonas medio montañosas que ayudan a mantener la pureza de las vertientes naturales; por lo tanto, el proceso de captación de agua no requeriría tratamientos especiales y onerosos para garantizar la potabilidad de la misma. Aunque el análisis microbiológico del agua sería siempre recomendable (Serval, 2009).

Asimismo, el área del lugar donde se encuentra la represa actual es suficientemente espaciosa para ampliar la infraestructura de captación de agua, por lo que no se requerirá inversión inmobiliaria cuando se decida mejorar la capacidad instalada del proyecto (Serval, 2009).

4.2.4.5 Distancias y Costos de Transporte

El terreno de la represa de captación de agua se encuentra localizado aproximadamente a cinco kilómetros de la Carretera Panamericana (CA-9). El acceso a la represa es a través de una calle

empedrada con rieleras que cubre aproximadamente un tercio de la distancia, luego el resto es transitable en vehículo de doble tracción, a caballo o a pie, a través de potreros que llegan a las colindancias del terreno (Serval, 2009).

El área de cobertura de la red de distribución del servicio desde el punto central de la comunidad estima distancias de cinco kilómetros hacia la represa, dos kilómetros hacia el este, un kilómetro hacia el oeste y cinco kilómetros hacia el sur. De este punto de referencia, es fácil la comunicación y el transporte de insumos provenientes de las cabeceras municipales aledañas de: Guazacapán, a dos kilómetros; Taxisco, a dos kilómetros; y Chiquimulilla, a siete kilómetros vía carretera internacional (Serval, 2009).

Para el traslado de los insumos hacia el lugar o lugares de construcción de la infraestructura del proyecto se puede utilizar vehículo de doble tracción, puesto que los terrenos en algunas áreas tienen pendientes irregulares y, en algunos casos, desprovistas de vegetación.

4.2.4.6 Justificación de la Localización

Las condiciones de ubicación geográfica, topográfica y ecológica donde se encuentra el terreno de la represa de agua potable del proyecto actual, permiten que sea el lugar ideal para el proyecto de ampliación del suministro de agua potable para la Aldea Los Platanares. Además, el hecho que exista el terreno propio de la comunidad con infraestructura de acceso y obra civil evitarán un rubro significativo de costos a considerar para montar la actualización del proyecto. Otro punto importante que destaca es que, derivado de la ubicación topográfica del terreno en relación a la comunidad, podría permitir que la distribución del agua potable sea por gravedad, y con esto, se evitarían los costos de equipo y energía para el bombeo del agua hacia la red de distribución.

4.2.5 Proceso de Producción del Servicio

El proceso productivo para prestar el servicio de abastecimiento de agua potable domiciliario contemplado dentro del proyecto conlleva una serie de aspectos importantes para su funcionamiento. A continuación, se incluye una descripción de los insumos, las etapas de producción del servicio, el flujograma del proceso, las instalaciones, la capacidad instalada, los equipos y el personal que formará parte de dicho proceso.

4.2.5.1 Descripción del Proceso de Generación del Servicio

La generación del servicio de agua potable para la distribución en cada vivienda de la comunidad consiste en captar el agua de las vertientes naturales ubicadas en el terreno de la represa para luego pasar por un tanque de distribución hacia las tuberías principales de los ramales de distribución. El resultado de este proceso consiste en la transformación del agua vertida naturalmente de la tierra

para luego ser entregada como agua potable entubada en cada uno de los servicios domiciliarios de la Aldea Los Platanares.

La producción de agua potable es puramente un trabajo de la naturaleza y su pureza dependerá del mantenimiento y resguardo del hábitat donde se ubican las vertientes. Asimismo, los tanques de captación y distribución requerirán un proceso de asepsia⁴⁶ periódica para mantener la pureza del agua, especialmente durante la época lluviosa.

4.2.5.2 Insumos y Producto Principal

Los insumos principales que requerirá el proceso de generación del servicio de agua potable entubada serán, por ejemplo: accesorios de PVC para las conexiones de distribución y domiciliarios, los materiales de construcción para los tanques de captación, distribución y rompe-presión, los materiales filtrantes y purificantes del agua, entre otros.

Asimismo, para la construcción del proyecto se requerirá mano de obra calificada para los diferentes estudios de ingeniería, estudios ambientales, asesoría administrativa y financiera, supervisión durante la ejecución del proyecto y, de mano de obra no calificada para las tareas no especializadas.

Se identifica como producto principal la entrega del servicio de agua potable entubada en cada uno de los hogares de la Aldea Los Platanares durante las veinticuatro horas del día. No se identifican subproductos ni productos intermedios en el proceso de producción del servicio.

Los residuos generados serían aquellos materiales de PVC que se desechen por obsolescencia o bien materiales dañados durante el montaje del proyecto. Asimismo, se consideran otros residuos como ripio, maleza y tierra removida durante las excavaciones para enterrar las tuberías.

4.2.5.3 Etapas de Producción

Dentro del desarrollo del proyecto se identifican cuatro etapas que involucran una serie de actividades que tendrían que estar completas para pasar a la siguiente. Estas etapas se describen a continuación.

4.2.5.3.1 Etapa de Preparación

Los miembros del Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, quienes poseen el voto de confianza de la comunidad y el reconocimiento legal de la Municipalidad de Guazacapán, deben

⁴⁶ Método o procedimiento para evitar que los gérmenes infecten una cosa o un lugar.

revisar y analizar toda la documentación escrita, los estados financieros y las actividades pendientes relacionadas con el proyecto de ampliación de la capacidad del suministro de agua potable.

Después de analizada la información, el Comité debe convocar a la comunidad para informarles sobre la situación actual del proyecto de suministro de agua potable domiciliar. El Comité debe hacer propuestas concretas sobre el tema y establecer compromisos bilaterales con los líderes comunitarios para retomar el proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua.

Asimismo, el liderazgo de la comunidad conjuntamente con el Comité de Agua debe identificar organizaciones gubernamentales, ONG's, instituciones extranjeras de cooperación social, clubes sociales, embajadas acreditadas en el país, etcétera, como posibles donantes para financiar el proyecto.

El Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, debe tener la información básica relativa al proyecto. Es importante, por ejemplo, conocer los datos del aforo estimado de las fuentes y la calidad del agua de las mismas. La Tabla 4-6 describe los costos estimados de la actividad del aforo de las vertientes y del muestreo y análisis del agua. Se propone la toma de dos lecturas de aforo y dos muestras en cada una de las vertientes.

Tabla 4-6. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo Estimado del Aforo y del Muestreo y Análisis de las Vertientes

Descripción	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Aforo de Vertientes	U	10	250.00	2,500.00
Muestreo y Análisis de Agua	U	10	450.00	4,500.00
TOTAL (Q)				7,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio realizado por Serval durante el año 2009.

4.2.5.3.2 Etapa de Pre-Operación

El Comité debe solicitar a INFOM/UNEPAR la elaboración de un presupuesto para llevar a cabo los estudios correspondientes del proyecto, conseguir información relevante sobre el costo de los estudios, materiales e insumos y presentar la solicitud de financiamiento a las instituciones identificadas como donantes.

Una vez identificadas las fuentes de financiamiento para el proyecto, el Comité juntamente con los representantes de INFOM/UNEPAR debe establecer un plan de ejecución del proyecto para programar la necesidad de recursos materiales y humanos para solicitar los desembolsos económicos respectivos de las fuentes de financiamiento.

4.2.5.3.3 Etapa de Ejecución

Los estudios de factibilidad del proyecto serán desarrollados por INFOM/UNEPAR, quien proporcionará el recurso calificado para el efecto. Una vez concluido el diseño del proyecto, se debe empezar con las actividades del trazo y nivelación de las diferentes áreas donde se construirán las estructuras de la obra civil, por ejemplo, las cajas o tanques de captación del agua de la fuente natural, los tanques de almacenamiento y distribución adicionales, las cajas niveladoras de presión, entre otras.

El zanjeo para el acomodo de las tuberías principales se realizará en el mismo lugar donde yace la tubería del proyecto actual, cuidando de mantener íntegra esta última para no suspender el servicio de agua potable para la comunidad durante la ejecución de las tareas de ampliación.

La Tabla 4-7 describe los costos estimados de la mano de obra de las actividades del trazo y nivelación del terreno, así como también del zanjeo y reacomodo del suelo. Para esta última, se calcula la remoción de 11,415 metros cúbicos de tierra para la colocación de las tuberías de los ramales de distribución principales y secundarios (Serval, 2009).

Tabla 4-7. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo Estimado de Preparación del Terreno y Zanjeo y Acomodo del Suelo

Descripción	Unidad	Cantidad	PxU (Q)	Total (Q)
Trazo y nivelación	Jornal	100	200.00	20,000.00
Zanjeo y reacomodo del suelo	mt3	11,415	50.00	570,750.00
TOTAL (Q)				590,750.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio realizado por Serval durante el año 2009.

Paralelamente al zanjeo, también se acomodará la tubería de distribución para aprovechar los recursos de mano de obra, tanto en la apertura, como en el rellenado de la zanja. Las cajas que funcionan como rompe-presión serán construidas en los lugares según el plano de la red durante el acomodo de las tuberías principales de distribución.

Asimismo, se podrá efectuar el zanjeo para la conexión de las tuberías de los ramales domiciliarios desde la toma principal hasta el punto del suministro del servicio con su respectiva llave de paso.

Las tuberías de los ramales principales de distribución serán reemplazadas por tuberías de mayor capacidad puesto que la tubería actual quedaría obsoleta debido al aumento de la carga del flujo de agua y consecuentemente de la presión.

Al habilitar la nueva infraestructura de captación y distribución de agua, cada dueño de servicio domiciliar podrá enlazar la conexión existente a la nueva acometida de agua, lo cual reducirá el tiempo de suspensión del servicio.

4.2.5.3.4 Etapa de Operación y Mantenimiento

El proyecto empezará a operar con el nuevo diseño utilizando la nueva infraestructura construida, cumpliendo el objetivo de suministrar el servicio de agua potable de manera continua en cada una de las viviendas conectadas.

Se establecerá una frecuencia de mantenimiento preventivo periódica para evitar acumulaciones de sólidos en las cajas de captación que tiendan a bloquear el paso del agua hacia los tanques de distribución. El mantenimiento correctivo será manejado por los miembros del Comité de Agua Potable y se hará conforme se requiera.

4.2.5.4 Tiempo Estimado de Duración del Proceso de Ejecución

Para la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de agua de la Aldea Los Plataneros indicada se tiene previsto seguir el programa de actividades en orden lógico para lograr un mayor ordenamiento, control y avance de cada una de ellas. Los detalles de las actividades del proceso se ilustran en la Tabla 4-8. El tiempo de duración para la realización de cada una de las actividades es estimado, por lo que el mismo podría variar según la fluidez de los recursos (materiales y económicos) disponibles en cada una de las etapas de la ejecución del proyecto.

La persona nombrada para el rol de Director de Proyecto juntamente con su equipo técnico deberá velar de manera proactiva por la disponibilidad de los recursos materiales y humanos para que no existan retrasos en el cumplimiento de cada una de las fases o etapas del proyecto hasta la entrega a la comunidad.

4.2.5.5 Descripción de las Instalaciones, Equipo y Personal

Los tanques de captación serán construidos a la intemperie, justamente en el lugar donde deriva la vertiente de los nacimientos de agua potable. Estos tanques tendrán sus respectivas trampas y filtros para mantener el agua libre de basura, insectos y otras partículas contaminantes. Los materiales de construcción que se usarán será el hormigón (concreto) armado con revestimiento liso de cemento en su interior para facilitar su limpieza. También se colocará un techo para protección de los fuertes impactos de la lluvia del lugar.

Tabla 4-8. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Duración Estimada de las Actividades del Proyecto

No.	Actividad	Duración (días)
1	Inicio	1
2	Organización y consolidación del comité	2
3	Definición de roles y responsabilidades del comité	1
4	Revisión de situación financiera, tareas y proyectos pendientes	1
5	Revisión de avances de estudios previos del agua potable	2
6	Establecimiento de enlaces con Municipalidad e Instituciones Gubernamentales (INFOM/UNEPAR)	2
7	Identificación de instituciones y/u organizaciones patrocinadoras de proyectos sociales	15
8	Elaboración de presupuesto del proyecto	10
9	Gestión de solicitudes de financiamiento para el proyecto	15
10	Recepción de visto bueno de financiamiento de instituciones patrocinadoras	5
11	Formación e integración de equipos de trabajo y distribución de roles	2
12	Realización de estudios de factibilidad del proyecto (ingeniería, ambiental, administrativo-legal y financiero)	15
13	Adquisición de materiales, insumos y accesorios	6
14	Almacenamiento de materiales, insumos y accesorios	2
15	Construcción de infraestructura de captación de agua	20
16	Construcción de tanques de distribución de agua	20
17	Zanjeo y colocación de tuberías de distribución principal	20
18	Construcción de cajas rompe-presión	10
19	Revisión de avances del proyecto	2
20	Zanjeo y colocación de tubería para conexiones domiciliarias	10
21	Ejecución de pruebas de sistema de captación de agua	2
22	Ejecución de pruebas en tanques de distribución de agua	2
23	Ejecución de pruebas al sistema de nivelación de presión	2
24	Conexión de servicios domiciliarios	10
25	Ejecución de pruebas del sistema de distribución de agua en conjunto.	2
26	Entrega de proyecto a la comunidad	1
Días Totales de Duración:		180

Fuente: Elaboración propia con criterio de la información del proceso productivo de INFOM/UNEPAR.

Los tanques de almacenamiento y/o distribución de agua serán construidos de concreto armado, y a un nivel más bajo dentro del terreno de la represa para que el agua sea trasladada por gravedad desde los tanques de captación. Estos tanques tendrán tapadera con seguro y su sistema de visor y alivio. El aislamiento del agua de la luz permitirá que no crezcan algas dentro del interior de los tanques y esto hará más fácil la inspección, el mantenimiento y el tratamiento periódico de los mismos (Serval, 2009).

Los tanques de nivelación de presión, serán construidos en los puntos intermedios del sistema de distribución para que cumplan su función. Se usará hormigón armado de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada uno. Dichos tanques también serán cerrados con seguridad para evitar sabotaje y de la misma manera tendrán su respectivo visor y sistema de alivio (Serval, 2009).

Los ramales de distribución principal serán de PVC de mayor diámetro (3", 2") en relación a las tuberías de toma de agua conectadas hacia los diferentes sectores de la comunidad (1-1/2", 1" y 3/4"). Las conexiones domiciliarias serán de tubería de PVC de 1/2", las cuales tendrán su respectiva llave de paso y llave de chorro (Serval, 2009).

El sistema de bombeo para distribuir el agua será por gravedad aprovechando la ubicación topográfica de la fuente de captación y tanque de distribución respecto a los ramales de distribución principal. Los equipos que se utilizarán durante la ejecución del proyecto serán los necesarios para el trazo de la ruta de las tuberías de distribución principales, por ejemplo, teodolitos, estadales, plomadas y jalones. Además, se utilizarán las herramientas de albañilería y fontanería para la construcción de los tanques y las conexiones de las tuberías (Serval, 2009).

El personal calificado se encargará de elaborar los estudios de ingeniería respectivos, el diseño y la supervisión del proyecto. El trabajo operativo requerirá de personal no calificado para las diversas tareas en su mayor parte, y otros, con conocimientos básicos de albañilería y fontanería.

4.2.5.6 Capacidad Instalada

El proyecto tendrá un diseño (vida útil) para veinte años de operación de tomando en cuenta la demanda actual y la demanda proyectada. Durante los primeros años de operación el proyecto tendrá una capacidad instalada ociosa debido a que la demanda del servicio será menor a la demanda estimada al término de su vida útil.

Los tanques de distribución podrían mantenerse en su línea de rebalse incluso durante los horarios de consumo promedio. Sin embargo, esta capacidad ociosa irá disminuyendo conforme el paso de los años de operación del proyecto, hasta llegar a su agotamiento al tiempo previsto si las condiciones de oferta y demanda proyectadas no se alteran.

La capacidad de expansión del sistema de distribución de agua potable dependerá de la disponibilidad e integración de vertientes de agua natural adyacentes al sistema de captación actual. El nivel de los tanques de distribución de agua bajará conforme el paso de los años por el incremento de la demanda total. Sin embargo, una vez cumplido el tiempo de vida del proyecto lo recomendable sería realizar un nuevo estudio de ingeniería debido a que, tanto las condiciones de densidad demográfica como climáticas, puedan ser muy diferentes a las previstas.

El diseño del sistema de distribución de agua potable no se verá afectado directamente por los cambios tecnológicos debido a que su funcionamiento seguirá siendo por la gravedad. Sin embargo, la integración de tecnología podría ayudar a mejorar la eficiencia del sistema de captación y distribución actual utilizando mecanismos de filtración y bombeo. Si se planea integrar tecnología al sistema, habría que realizar un estudio específico y evaluar su viabilidad.

4.2.6 Obras Físicas

La obra física del proyecto comprende prácticamente toda la infraestructura existente o la que se construirá para su ejecución. Aquí se hace un recuento del inventario físico y las especificaciones de la obra haciendo al mismo tiempo una estimación de los materiales con sus respectivas especificaciones técnicas.

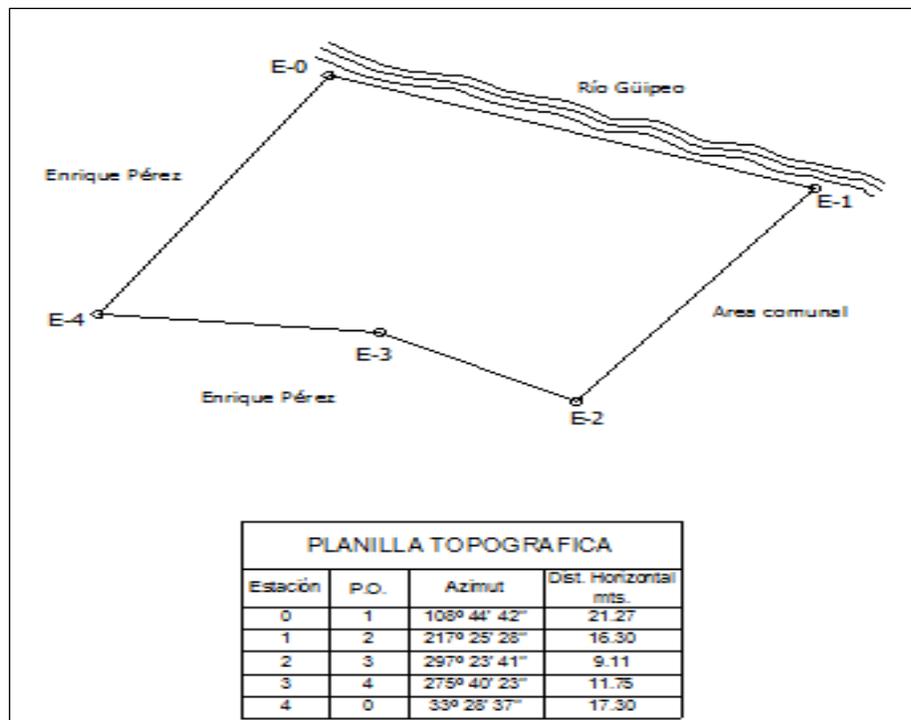
4.2.6.1 Inventario, Especificaciones y Costo de las Obras

El inventario consiste en la descripción y recuento de cada una de las obras existentes o a ser construidas durante la ejecución del proyecto. Asimismo, se incluyen planos y tablas para describir características, especificaciones, materiales y mano de obra según se considere pertinente.

4.2.6.1.1 Terreno

El sistema de distribución de agua potable de la Aldea Los Platanares, actualmente cuenta con un terreno donde se ubican las fuentes de agua y los tanques de distribución. Este terreno consta de un área de 312.17 metros cuadrados, con las acotaciones indicadas en la Figura 4-6. El terreno es propiedad de la comunidad, por lo tanto, no se estima un costo extra por adquisición de terrenos adicionales que implicaría, de alguna manera, un estimado por inversión en activos fijos.

Figura 4-6. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Terreno de la Fuente de Agua Potable (Vista de sur a norte)



Fuente: Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, elaborado por ingeniero contratista.

4.2.6.1.2 Fuentes o Vertientes de Agua

Se identifican cinco vertientes de agua natural en el terreno: dos funcionando y tres sin aprovechar. El proyecto existente en la actualidad tiene dos vertientes (brotes) de agua natural cuyo caudal está siendo captado y luego direccionado hacia el tanque de distribución. El plan de ampliación contempla la habilitación de tres vertientes adicionales, las cuales ya fueron adquiridas en propiedad por gestiones de los Comités de Agua Potable anteriores bajo consentimiento de los vecinos de la Aldea Los Platanares. Las tres vertientes adicionales se encuentran en la misma área del terreno de la represa actual. Con esta ventaja, básicamente es cuestión de construir el sistema de captación para realizar la incorporación del flujo de las vertientes al caudal ya existente (Serval, 2009).

En relación a los costos de inversión en la adquisición de nuevas fuentes de agua, no se estima ninguno en este caso, puesto que las fuentes existentes fueron adquiridas por gestiones anteriores de la comunidad.

4.2.6.1.3 Cajas de Captación o Cajas Recolectoras de Agua

Hay dos cajas de captación existentes y tres en proyecto. De estas últimas, hay una construida que no está funcionando a plenitud. Las cajas de captación que se encuentran construidas en los brotes

o nacimientos de agua del sistema actual son de concreto armado y tienen dimensiones internas de un metro cúbico (1m*1m*1m) con una pared o espesor no menor a 4 pulgadas. Con la ampliación se habilitarán tres nuevas cajas colectoras, las cuales tendrán la función de captar el agua procedente de las nuevas vertientes o brotes naturales para luego direccionarla hacia los tanques de distribución por medio de las líneas (tuberías) de conducción (Serval, 2009).

El proyecto de ampliación contempla la habilitación de tres nuevas cajas colectoras de agua, para totalizar cinco. Es decir que, habrá una caja por cada brote para aprovechar al máximo la recolección del caudal de agua. Las cajas colectoras tendrán su respectivo tubo de captación y estarían protegidas con tapaderas y candados de seguridad para evitar el sabotaje o exposición a la contaminación natural.

El incremento de la capacidad del sistema de captación implica la inversión en la construcción de cajas colectoras o de captación de agua en las nuevas vertientes adquiridas para satisfacer la demanda actualizada del proyecto. Según se describe en la Tabla 4-9, los costos de inversión en materiales y mano de obra en la construcción de las cajas o de captación, se estiman en un monto de Q34,975.00 cada una. Se construirán dos unidades a un costo de Q69,950.

Tabla 4-9. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Cajas o Tanques de Captación

Material	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Piedra bola lisa	m3	30	180.00	5,400.00
Cemento	Quintal	40	68.00	2,720.00
Tubería PVC 160 PSI de 3"	6m	25	225.00	5,625.00
Tubería PVC 160 PSI de 2"	6m	25	160.00	4,000.00
Llave de paso de bronce de 3"	U	1	100.00	100.00
Llave de paso de bronce de 2"	U	2	85.00	170.00
Adaptador macho con rosca 3"	U	4	40.00	160.00
Adaptador macho con rosca 2"	U	4	35.00	140.00
Hierro	Quintal	15	300.00	4,500.00
Arena de río	m3	12	180.00	2,160.00
Mano de Obra	Jornal	50	200.00	10,000.00
Total (Q)				34,975.00

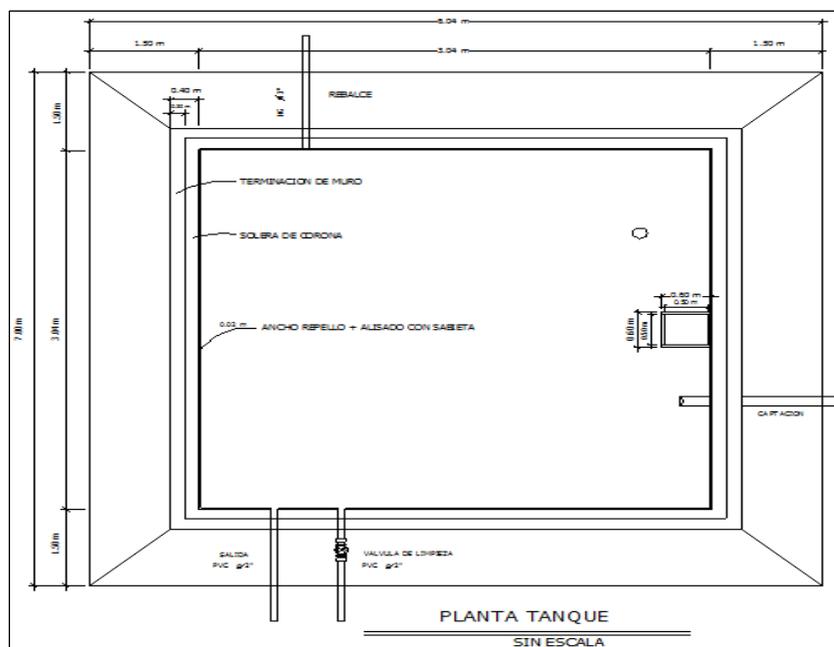
Fuente: Elaboración con datos estimados por INFOM/UNEPAR y aplicando precios corrientes al año 2015.

4.2.6.1.4 Tanques de Almacenamiento y/o Distribución de Agua

La Figura 4-7 muestra el plano (vista de arriba) de los tanques de almacenamiento y distribución de agua potable. Existen dos tanques de distribución de agua, pero por deficiencia en la operación

actualmente se encuentra funcionando únicamente uno. El proyecto de ampliación contempla la habilitación del tanque que no está en funcionamiento y, asimismo, la construcción de dos nuevos tanques con mayor capacidad de almacenamiento de agua. Los tanques existentes podrían servir como respaldo cuando existan labores de mantenimiento preventivo en los tanques principales (Serval, 2009).

Figura 4-7. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Tanque de Almacenamiento y Distribución de Agua⁴⁷



Fuente: Comité de Agua Potable de la Comunidad en estudio. Elaborado por ingeniero contratista.

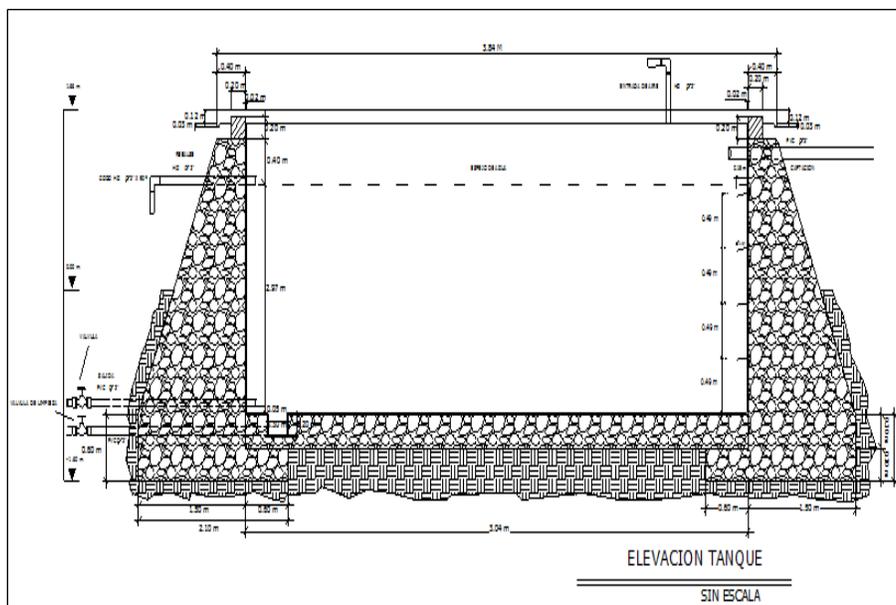
Debido a que las fuentes o vertientes de agua totalizan un caudal bruto estimado en 9.53 L/s y, considerando una eficiencia del sistema de captación del 60 por ciento, se proyecta la construcción de dos nuevos tanques de distribución con una capacidad de almacenamiento de 150 metros cúbicos cada uno con dimensiones de 8.00m*6.25m*3.00m. Estos tanques se construirían en el terreno donde se ubican los brotes o nacimientos de agua natural con su sistema de captación respectivo, y de allí, se distribuiría el agua a través de las tuberías del sistema de distribución por efectos de la gravedad.

La Figura 4-8 muestra el plano de perfil del diseño de los tanques de almacenamiento y distribución de agua. El diseño de los tanques incluye su respectiva tapadera con candados de seguridad para evitar el sabotaje y la contaminación deliberada. El sistema de cobertura de los tanques evitaría que

⁴⁷ Las dimensiones de largo, ancho y alto, podrían variar según el volumen de agua a almacenar.

la luz o reflejo natural entre en contacto con el agua para que no haya crecimiento de algas dentro de los tanques, y por lo consiguiente, el mantenimiento sea más fácil.

Figura 4-8. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Perfil del Diseño de los Tanques de Almacenamiento y Distribución de Agua



Fuente: Comité de Agua Potable de la comunidad en estudio elaborado por empresa contratista.

Según se describe en la Tabla 4-10, el cálculo del costo de materiales y mano de obra para la construcción de los tanques de almacenamiento y distribución de agua, se estima en un monto de Q51,220.00 cada uno tomando como referencia los precios de corrientes de mercado del año 2015.

Tabla 4-10. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Tanques de Distribución y/o Almacenamiento

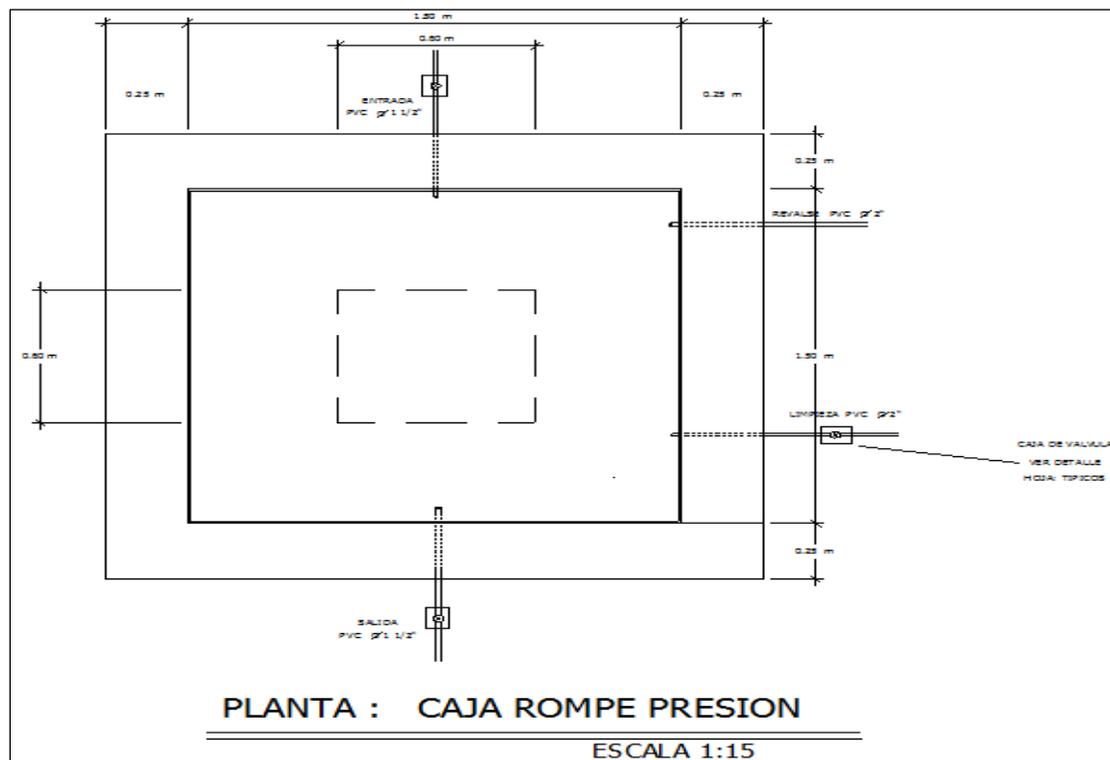
Material	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Piedra bola lisa	m3	50	180.00	9,000.00
Cemento	quintal	120	68.00	8,160.00
Arena de río	m3	60	180.00	10,800.00
Hierro	quintal	20	300.00	6,000.00
Llave de paso de bronce de 2"	U	6	85.00	510.00
Niple Hg 1.50 mts x 2"	U	6	25.00	150.00
Codo Hg 2" x 90	U	3	25.00	75.00
Adaptador hembra c/rosca 2" PVC	U	3	35.00	105.00
Adaptador macho c/rosca 2" PVC	U	12	35.00	420.00
Mano de Obra	Jornal	80	200.00	16,000.00
Total (Q)				51,220.00

Fuente: Elaboración con datos estimados por INFOM/UNEPAR y aplicando precios corrientes al año 2015.

4.2.6.1.5 Tanques Niveladores de Presión o Cajas Rompe-Presión

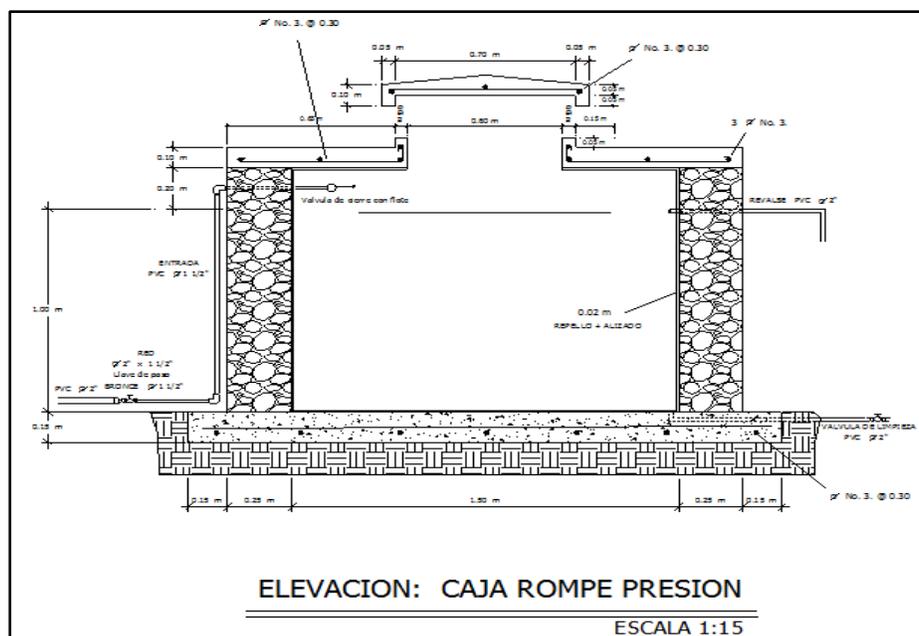
Las Figuras 4-9 y 4-10 muestran el plano de las cajas rompe presión que se utilizarían en el sistema de distribución de agua. Los tanques niveladores de presión o rompe-presión tendrán dos objetivos principales: romper la presión del fluido en los ramales ubicados en áreas de mayor pendiente y, servir de almacenamiento y distribución de agua. Actualmente el sistema posee dos tanques o cajas rompe-presión. El proyecto de ampliación contempla la construcción de dos cajas adicionales en puntos estratégicos del sistema.

Figura 4-9. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano del Diseño de Caja Rompe-Presión del Sistema de Distribución



Fuente: Comité de Agua Potable de la comunidad en estudio elaborado por ingeniero contratista, 2009.

Figura 4-10. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Elevación de Caja Rompe-Presión del Sistema de Distribución de Agua



Fuente: Comité de Agua Potable de la comunidad en estudio elaborado por ingeniero contratista, 2009.

En relación a los costos de construcción de las cajas o tanques niveladores de presión, según se ilustra en la Tabla 4-11, la inversión en materiales y mano de obra sería de Q23,415.00, aplicando precios corrientes de mercado al año 2015. El proyecto de ampliación del sistema, contempla la construcción de una sola caja rompe-presión adicional.

Tabla 4-11. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Caja Niveladora de Presión o Rompe-Presión

Material	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Piedra bola lisa	m3	30	180.00	5,400.00
Cemento	Quintal	55	68.00	3,700.00
Arena de río	m3	15	180.00	12,700.00
Hierro	Quintal	10	300.00	3000.00
Llave de paso de bronce de 2"	U	3	85.00	255.00
Llave de paso de bronce de 1-1/2"	U	1	50.00	50.00
Adaptador macho c/rosca 2" PVC	U	6	35.00	210.00
Adaptador macho c/rosca 1-1/2" PVC	U	2	30.00	60.00
Mano de Obra	Jornal	40	200.00	8,000.00
Total (Q)				23,415.00

Fuente: Elaboración con datos estimados por INFOM/UNEPAR, aplicando precios corrientes al año 2015.

4.2.6.1.6 *Ramales de Distribución Principales y Secundarios*

El proyecto actual tiene dos ramales de distribución principal, los cuales se direccionan hacia los puntos de mayor concentración de viviendas. El diseño del proyecto de ampliación contemplaría los mismos ramales, pero definitivamente al aumentarse el caudal en tránsito, también se aumentaría el diámetro de las tuberías principales.

Se mantendría asimismo el diseño de ocho ramales secundarios los cuales tendrían cobertura para abastecer al número de viviendas identificadas por nudo o sector, como se muestra en la Tabla 4-12. Acá se incluye también la demanda del caudal por sector tomando como base el consumo per cápita por día, el cual identifica donde debería de centrarse la mayor atención, tal es el caso del sector 1 y el sector 5. En comparación, el resto de sectores tienen la menor demanda de caudal, pero esto no los convierte en menos importantes dentro de la comunidad.

Tabla 4-12. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Distribución de Viviendas por Sector de la Aldea Los Platanares

	Sectores o Nudos de Viviendas							Totales
	1	2	3	4	5	6	7	
Viviendas	253	85	15	34	139	18	30	574
Hab/Vivienda	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	n/a
Total Hab.	1,392	468	83	187	765	99	165	3,157
L/hab/día	125	125	125	125	125	125	125	n/a
L/s	2.0132	0.6764	0.1194	0.2705	1.1060	0.1432	0.2387	4.57

Fuente: *Elaboración con datos de población de la comunidad* (Serval, 2009).

La estimación de la inversión económica en materiales y mano de obra, tanto en ramales de distribución principal como secundarios, se describe en la Tabla 4-13. Dicha inversión se calcula en Q494,220.00 a precios corrientes de mercado al año 2015. Este monto incluye el costo de la adquisición de toda la tubería, accesorios requeridos y la mano de obra respectiva para su instalación.

Tabla 4-13. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Red de Distribución

Material	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Tubería PVC 160 PSI de 2"	6m	696	160.00	111,360.00
Tubería PVC 160 PSI de 1-1/2"	6m	234	130.00	30,420.00
Tubería PVC 160 PSI de 1"	6m	164	110.00	18,040.00
Tubería PVC 160 PSI de 3/4"	6m	650	95.00	61,750.00
Tubería PVC 160 PSI de 1/2"	6m	2,869	75.00	215,175.00
Te 2" 160 PSI PVC	U	12	45.00	540.00
Te 1-1/2" 160 PSI PVC	U	5	35.00	175.00
Te 1" 160 PSI PVC	U	1	25.00	25.00
Reductor 2" x 1" PVC	U	5	30.00	150.00
Reductor 2" x 3/4" PVC	U	6	30.00	180.00
Reductor 1" x 3/4" PVC	U	1	25.00	25.00
Reductor 2" x 1/2" PVC	U	1	30.00	30.00
Reductor 1- 1/2" x 1/2" PVC	U	2	25.00	50.00
Reductor 1-1/2" x 3/4" PVC	U	4	25.00	100.00
Reductor 3/4" x 1/2" PVC	U	2	20.00	40.00
Codo 1-1/2" x 90 PVC	U	1	25.00	25.00
Codo 2" x 90 PVC	U	2	40.00	80.00
Codo 3/4" x 90 PVC	U	3	25.00	75.00
Codo 1" x 90 PVC	U	1	20.00	20.00
Tapón hembra liso 1" PVC	U	3	15.00	45.00
Tapón hembra liso 3/4" PVC	U	10	15.00	150.00
Tapón hembra liso 1/2" PVC	U	2	15.00	30.00
Llave de paso de bronce 1"	U	1	60.00	60.00
Llave de paso de bronce 2"	U	1	85.00	85.00
Adaptador hembra c/rosca 1" PVC	U	2	45.00	90.00
Válvula de aire 1" Bronce	U	2	6,500.00	13,000.00
Cemento solvente para PVC	Galón	10	150.00	1,500.00
Guaípe	Libra	50	20.00	1,000.00
Mano de Obra	Jornal	200	200.00	40,000.00
Total (Q)				494,220.00

Fuente: Elaboración con datos estimados por INFOM/UNEPAR, aplicando precios corrientes al año 2015.

4.2.6.1.7 Ramales de Distribución Domiciliar

Las tuberías de distribución domiciliar existentes podrían ser reemplazadas por nuevas tuberías colocadas paralelamente desde los ramales principales hasta las acometidas de los servicios domiciliarios. En la Tabla 4-14, se muestra el cálculo estimado de los costos de materiales y mano de obra que se requieren para las acometidas de tubería y accesorios a instalar en cada domicilio. Aunque los usuarios del servicio de agua de la Aldea Los Platanares, no estén de acuerdo con la instalación de contadores de agua, en esta tabla, se contempla dicho rubro. En total, la inversión alcanza el monto de Q229,355.00 que se debe estimar para las conexiones domiciliarias del servicio.

Tabla 4-14. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costo de Materiales y Mano de Obra para Conexiones Domiciliarias

Material	Unidad	Cantidad	P*U (Q)	Total (Q)
Te 2" PVC	U	146	45.00	6,570.00
Te 1-1/2" PVC	U	43	35.00	1,505.00
Te 1" PVC	U	59	25.00	1,475.00
Te 3/4" PVC	U	131	20.00	2,620.00
Te 1/2" PVC	U	9	15.00	135.00
Reductor de 2" x 1/2" PVC	U	146	30.00	4,380.00
Reductor de 1-1/2" x 1/2" PVC	U	43	25.00	1,075.00
Reductor de 1" x 1/2" PVC	U	59	25.00	1,475.00
Reductor de 3/4" x 1/2" PVC	U	131	20.00	2,620.00
Llaves de paso bronce de 1/2"	U	425	40.00	17,000.00
Llaves de chorro de 1/2"	U	425	40.00	17,000.00
Contadores de bronce 1/2"	U	425	300.00	127,500.00
Adaptadores machos PVC 1/2" c/rosca	U	800	20.00	16,000.00
Mano de Obra	Jornal	150	200.00	30,000.00
Total (Q)				229,355.00

Fuente: Elaboración con datos estimados por INFOM/UNEPAR, aplicando precios corrientes al año 2015.

4.2.7 Cronograma de Actividades

Según el cronograma de actividades que se ilustra en la Tabla 4-15, todas las actividades previstas en el proyecto están programadas para ejecutarse en una base semanal. Las actividades se consideran desde el inicio de la organización del equipo que gestionará el proyecto, pasando por su ejecución, hasta llegar al momento de entrega o inauguración del mismo.

Para el aseguramiento de la calidad del proyecto, podrían programarse actividades de inspección y revisión en cada una de las etapas críticas. Estas actividades las deben realizar los expertos según su especialidad o requerimientos específicos de los trabajos.

Tabla 4-15. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cronograma de Actividades para el Proyecto

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Organización, asuntos legales y revisiones.	■	■	■																					
2	Elaboración de diagnóstico de situación actual.			■																					
3	Gestiones institucionales para apoyo económico.			■	■																				
4	Elaboración de estudios de ingeniería y ambientales.			■																					
5	Formación de equipos de trabajo y determinación de roles.			■																					
6	Compra y recepción de materiales e insumos.				■					■					■							■			
7	Revisión de avances y necesidades.					■					■				■				■				■		
8	Inicio de tareas preliminares en sitio del proyecto.						■	■	■																
9	Ejecución de trazos y estaqueado.						■	■	■	■															
10	Construcción de cajas de captación.									■	■	■	■												
11	Construcción de tanques de distribución.									■	■	■	■												
12	Zanjeo y colocación de tuberías principales y secundarias.									■	■	■	■												
13	Construcción de cajas rompe-presión.													■	■										
14	Zanjeo y colocación de tuberías domiciliarias.													■	■	■									
15	Ejecución de pruebas en sistema de captación y almacenamiento.													■	■	■									
16	Ejecución de conexiones domiciliarias.																	■	■	■	■				
17	Ejecución de pruebas de arranque.																					■	■		
18	Revisión de resultados y rectificaciones de fallas del sistema.																					■	■		
19	Arranque de la operación del proyecto.																							■	
20	Entrega del proyecto.																								■

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tomar en cuenta que el funcionamiento del proyecto debe ser sometido a pruebas de calidad en su operación antes de entregarlo a la comunidad. De esta manera, se garantizará que los habitantes de la Aldea Los Platanares podrán tener la certeza que la entrega del servicio de agua potable en sus domicilios, se hará conforme lo esperado.

4.2.8 Operación y Mantenimiento

En este apartado se describe quien será encargado(a) de la operación y el mantenimiento del proyecto, y asimismo el programa de mantenimiento periódico.

4.2.8.1 Institución Encargada de la Operación y Mantenimiento

El Comité de Agua Potable de la comunidad que esté en turno, será el ente encargado de coordinar la operación y el mantenimiento del proyecto a lo largo de su vida útil. La ejecución de las tareas de operación y mantenimiento podría delegarse a un comité de voluntarios que asuma el compromiso de las tareas, o bien al Comité Comunitario de Desarrollo (COCODES) para que organice grupos alternos de la comunidad por sectores para involucrar a todos los usuarios del servicio. Otra alternativa, sería contratar a un grupo de jornaleros que estén de manera temporal o permanente ejerciendo dichas funciones tomando en cuenta que los costos los asumiría la comunidad entera.

Por formalidad de la delegación de las responsabilidades de operación y mantenimiento del proyecto, sería indispensable que exista un documento o reglamento legal para el grupo que asuma el compromiso durante un tiempo determinado. Este instrumento garantizaría que el servicio mantenga su continuidad bajo un esquema de trabajo ordenado y confiable para preservar la infraestructura existente y las reparaciones que sean necesarias.

4.2.8.2 Programa de Mantenimiento

Para que tanto el ente encargado de coordinar y, el grupo encargado de ejecutar la operación y el mantenimiento del proyecto, tengan claridad de las tareas a desarrollar, es necesario que exista un esquema o plan de trabajo donde se visualice la frecuencia y el tipo de trabajos preventivos a realizar. Mientras más se apege el programa a la realización de tareas de mantenimiento preventivo, menor será la cantidad de intervenciones de mantenimiento correctivo que ocurriría en un periodo determinado.

La Tabla 4-16 describe un programa de operación y mantenimiento para el proyecto de agua potable de la comunidad de la Aldea Los Platanares, el cual se sugiere para la coordinación y control de las tareas que son necesarias para su funcionamiento y, por lo tanto, cada grupo o entidad que se encargue de la ejecución deberá tomarlo en consideración.

Tabla 4-16. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Programa de Operación y Mantenimiento del Proyecto de Agua Potable por Gravedad

Frecuencia	Tipo de Tarea		Ejecutor	Actividad
	Operación	Mantenimiento		
Fuentes o Pozos de Captación				
Semanal		X	Cuadrilla	Vigilancia y limpieza de área de las fuentes y líneas de captación.
Anual		X	Contratista	Limpieza y aforo de fuentes o pozos de captación.
Anual	X		Operador	Toma de muestras para monitoreo de la calidad del agua.
Tanques de Almacenamiento y Distribución				
Semanal	X		Cuadrilla	Cloración de agua en tanque de almacenamiento y distribución.
Trimestral		X	Cuadrilla	Limpieza externa de tanques para eliminar malezas y musgos.
Semestral		X	Cuadrilla	Lavado interno de tanques para eliminar suciedad, sedimentos y limpieza de áreas secas.
Semestral		X	Cuadrilla	Revisión de estructuras de los tanques, válvulas y cajas para detectar posibles daños.
Líneas de Distribución				
Quincenal		X	Cuadrilla	Revisión de tuberías y válvulas para detectar posibles fugas.
Mensual		X	Cuadrilla	Revisión de muros y anclajes de tuberías aéreas
Mensual		X	Cuadrilla	Revisión y limpieza de cajas rompe-presión.
Eventual	X		Operador	Operación válvulas de paso cuando sea necesario.
Eventual		X	Operador	Atención a llamadas de emergencia para mantenimiento correctivo.
Anual	X		Operador	Toma de muestras para monitoreo de la calidad del agua.
Mensual	X		Operador	Toma de muestras en puntos más alejados para determinar cloro residual.
Semestral	X		Operador	Toma de muestras en puntos estratégicos para determinar posibles fuentes de contaminación.
Mensual	X		Cuadrilla	Recorrido de rutas de tuberías para detectar posibles fugas.
Mensual	X	X	Operador	Lectura de contadores (si fuera el caso) y detección de conexiones clandestinas.
Mensual	X	X	Operador	Reporte de contadores en mal estado (si fuera el caso).

Fuente: Elaboración propia con referencias de Guía Metodológica de Formulación y Evaluación de Proyectos de Agua Potable (SEGEPLAN, 2007).

4.3 Estudio Administrativo y Legal

Para llevar a cabo la ejecución del Proyecto de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, se requerirá de una estructura administrativa u organización que se encargue de coordinar todas las actividades del proyecto desde su diseño hasta llevarlo a la etapa de operación. En este apartado se contemplan algunos aspectos que son importantes para establecer las formalidades o requisitos legales que podrían considerarse para llevar a cabo el proyecto desde su gestión inicial hasta su entrega. Entre otros aspectos, este estudio considera los requisitos legales mínimos a cumplir, la descripción de funciones de cada rol, el perfil de puestos, y en general, la descripción de la organización administrativa que propone.

4.3.1 Figura Legal del Proyecto

La comunidad de la Aldea Los Platanares está sujeta al régimen de gobierno municipal de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa. El Comité de Agua Potable es una figura autónoma y, por lo tanto, no está ligado a ningún sistema de gobierno municipal ni a comités de desarrollo organizados bajo iniciativas municipales y/o del gobierno central.

El Comité de Agua Potable de la comunidad está integrado por seis miembros, quienes son electos a través de asambleas comunitarias, donde se decide por mayoría simple de votos a un presidente, un secretario, un tesorero y tres vocales.

Los miembros del Comité de Agua Potable, una vez electos, tendrán bajo su responsabilidad velar por la administración y el mantenimiento de la infraestructura del sistema de captación y distribución de agua potable domiciliar de la comunidad, así como también ejecutar las tareas de cobro y control del cumplimiento de las normas convencionales establecidas en los estatutos del Comité.

Al año 2015, el Comité de Agua Potable carecía de personalidad jurídica y nada más estaba reconocido como un cuerpo de representatividad local para administrar el servicio de agua potable de la comunidad. Para que dicho Comité de Agua Potable sea reconocido legalmente como ente gestor del proyecto deberá contar con personería jurídica propia o bien adherirse al Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- de la localidad, de tal manera que los miembros del Comité sean facultados para tomar decisiones y contraer obligaciones en nombre de la comunidad.

4.3.2 Marco Legal del Proyecto

Los procedimientos de contratación de mano de obra, compra de materiales, insumos y servicios se haría de acuerdo a lo estipulado por las entidades donantes del financiamiento del proyecto o según la Ley de Compras y Contrataciones del Estado en vigencia, si el caso lo amerita.

Asimismo, dentro de este marco se deben considerar todos los documentos, normas, leyes o, en fin, todos los requisitos que figuran dentro del cumplimiento normativo legal de las instituciones u organizaciones participantes en la ejecución del proyecto.

La legislación aplicable al tipo de proyecto podría abarcar en orden jerárquico las vigentes en el ámbito nacional: la Constitución Política de la República de Guatemala, las leyes ordinarias y sus reglamentos, así como aquellas normativas aplicables exclusivamente al municipio de Guazacapán, que incluye reglamentos, ordenanzas y otras disposiciones. En cuanto a las leyes ordinarias del país y reglamentos que aplican directamente a la ejecución de proyectos de esta especie, son relevantes las que se describen a continuación en los cuadros.

<p>Constitución Política de la República de Guatemala. (Guatemala, 1985)</p>	<p>Artículo 2: Es deber del Estado garantizarles a los habitantes de la República, la vida, la libertad, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona.</p> <p>Artículo No. 43. Se establece la libertad de industria, comercio y trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes. Además, la misma Constitución establece que dicha libertad puede ser limitada por motivos sociales o de interés nacional; por lo que deberá entenderse que, cuando aquella libertad afecte el Medio Ambiente en que se desenvuelve la población y consecuentemente afecte la salud y la calidad de vida de los habitantes, dicha libertad deberá restringirse.</p> <p>Artículo No. 64. Patrimonio Natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del Patrimonio natural de la nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una Ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.</p> <p>Artículo No. 93. Derecho a la salud. El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna.</p> <p>Artículo No. 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización</p>
--	---

	<p>y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.</p>
<p>Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Reformado por el decreto del Congreso No.1-93</p>	<p>Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Reformado por el decreto del Congreso No.1-93</p>
<p>Decreto No. 90-2000 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p>	<p>Artículo No. 9. Cualquier disposición legal y administrativa que se refiere a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA y a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARN, deberá entenderse que se refiere al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN. Como consecuencia de ello, la aprobación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental corresponde ahora al MARN.</p>
<p>Decreto 90-97. Código de Salud</p>	<p>Artículo 1. Todos los habitantes de la República de Guatemala tienen derecho a la conservación, protección y recuperación de la salud; pero está asimismo obligado a procurar, mejorar, conservar las condiciones de salubridad del medio en que viva, desarrollar sus actividades y a contribuir a la conservación higiénica del medio ambiente en general.</p> <p>Artículo 41. Afluentes residenciales. Se prohíbe arrojar al medio ambiente, suelo, agua, aire, los desechos nocivos a la salud. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por medio de la Dirección General de Servicios de Salud, autorizará que puedan ser arrojados, previo tratamiento, en forma que determine el reglamento respectivo.</p> <p>Artículo 43. Queda terminantemente prohibido a todos los habitantes causar molestias públicas, tal como ruido, vibraciones, malos olores o pestilencias, gases de cualquier naturaleza, polvos, en general emanaciones que puedan afectar a la salud o al bienestar de la población, el reglamento de esta ley normará lo relacionado a esta materia.</p>

	<p>Artículo 68. Ambiente Saludable. El Ministerio de Salud en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familiares y comunidades.</p>
Código Civil	<p>Artículo 465. Abuso del derecho. El propietario, en ejercicio de su derecho, no puede realizar actos que causen perjuicio a otras personas y especialmente en sus trabajos de explotación industrial, está obligado a abstenerse de todo exceso lesivo a la propiedad del vecino.</p> <p>Artículo 466. Derecho del Perjudicado. El que sufre o está amenazado con un daño porque otro se exceda o abuso en el ejercicio de su derecho de propiedad, puede exigir que se restituya al estado anterior, o que se adopten las medidas del caso, sin perjuicio de la indemnización del daño sufrido.</p>
Código Penal	<p>Artículo No. 347 "A". Contaminación. Será sancionado con prisión de uno a dos años y multa de trescientos a cinco mil quetzales, quien contaminare el aire, el suelo o las aguas mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechos y productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, a los bosques o a las plantaciones. Si la contaminación se produce en forma culposa, se impondrá multa de doscientos a un mil quinientos quetzales.</p> <p>Artículo No. 347 "B". Contaminación Industrial. Se impondrá prisión de dos a diez años y multa de tres a diez mil quetzales, al Director, Administrador, Gerente, Titular o Beneficiario de una explotación industrial, la contaminación del aire, el suelo o las aguas mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a personas, animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación fuera realizada en una población o en sus inmediaciones, o afectare plantaciones o agua destinada al servicio público, se aumentará el doble del mínimo y un tercio del máximo de la pena de la prisión.</p>

Instituto de Fomento Municipal –INFOM	<p>REGLAMENTO PARA LA ADMINISTRACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE. Artículo 15º.</p> <p>De conformidad con los estudios técnicos, la Corporación Municipal establece el monto de las siguientes tasas por la prestación del servicio de agua potable, las cuales incluyen el IVA, de conformidad con el Decreto No. 27-92 del Congreso de la República.</p> <p>15.3 Tasa por Servicio: Corresponde al pago mensual que hace el usuario por el consumo de 30,000 litros de agua al mes equivalentes a 30 metros cúbicos; se denomina "Canon" y deberá pagarse aun cuando no se consuma el caudal contratado; su valor es de Q.</p> <p>GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. (INFOM/MSPAS, 2011).</p>
Código Municipal	Desarrolla los principios constitucionales referentes a la organización, gobierno, administración y funcionamiento de los municipios.
Código Trabajo	Regula los derechos y obligaciones de patronos y trabajadores, y crea instituciones para resolver sus conflictos.
Ley del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social	Indica que se crea el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social para aplicar beneficios a la población de Guatemala.

4.3.3 Estructura Administrativa del Comité de Agua Potable⁴⁸

Para la ejecución del proyecto se necesitaría una estructura administrativa que planee, dirija y evalúe las funciones de cada participante para definir los roles y responsabilidades que coadyuven a optimizar resultados. El administrador o gerente del proyecto debe tener una visión estratégica de tal manera que dirija el proyecto como se hace en una empresa privada, desde el planteamiento de una visión hasta la definición de los objetivos y las metas. Los miembros del Comité de Agua Potable actualmente poseen una organización administrativa definida, pero la misma no trasciende más allá

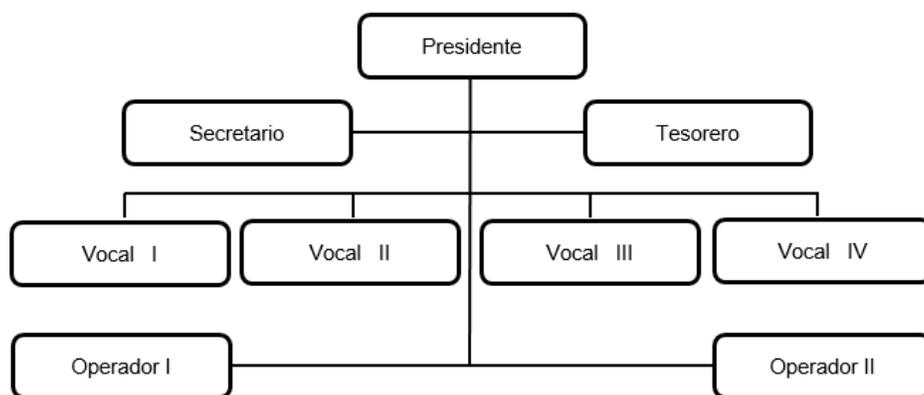
⁴⁸ A principios del año 2015 la comunidad no tenía establecida una estructura administrativa diferente a la del Comité de Agua Potable para la administración del servicio de agua potable domiciliario. En esta sección se incluyen propuestas que podrían adoptarse para administrar el proyecto de ampliación.

de su liderazgo y funciones básicas; por esta razón es necesario que definan sus principios éticos y morales, así como sus objetivos generales y específicos para lograr el impacto deseado.

4.3.3.1 Organigrama del Comité de Agua Potable

La Figura 4-11 muestra el organigrama del Comité de Agua Potable tal como actualmente se encuentra definido, a excepción de los últimos dos puestos (operadores) que serían contrataciones nuevas para el funcionamiento del proyecto ya ampliado.⁴⁹ La descripción de las tareas de cada rol está descrita en el inciso donde se mencionan los perfiles y las tareas respectivas.

Figura 4-11. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Organigrama del Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares



Fuente: Elaboración propia con datos del Comité de Agua Potable de la comunidad.

En la etapa de operación del proyecto, cuando el sistema de distribución de agua haya sido ampliado y exista sobrecarga de trabajo para los miembros voluntarios del Comité, se plantea la opción de contratar permanentemente a dos personas que ejerzan tareas técnico-administrativas (Operador I y Operador II). Estos operadores reportarían a la Directiva del Comité y estarían contratados conforme las normas laborales vigentes en Guatemala.

Las tareas o funciones de cada puesto dentro del organigrama actual de los prospectos ideales a integrar el Comité de Agua Potable de la comunidad se describen de manera general, aunque pudieran existir otras tareas o actividades que deriven de las circunstancias y que sean inherentes a cada rol.

⁴⁹ El organigrama actual de funcionamiento del Comité de Agua Potable, no incluye los operadores técnicos.

- a. **Presidente:** Es la persona que está facultada para convocar a reuniones de la directiva, presidir las reuniones, coordinar las iniciativas y tomar decisiones del grupo. Se requiere para el cargo que sea una persona mayor de edad, honrada, disciplinada, madura, hombre o mujer, con estudios mínimos a nivel diversificado, con don de mando, con capacidad de liderazgo, con mucha voluntad de servicio y preferentemente con experiencia en dirección y/o gestión de proyectos a nivel comunitario.
- b. **Secretario(a):** Es la persona que se encarga del registro y mantenimiento de lo concerniente a las bases de datos de los servicios de agua potable, redacción de actas, cartas, solicitudes, memoranda e informes escritos del Comité. Esta persona debe ser mayor de edad, hombre o mujer, ordenada, capaz de manejar registros y documentación, con estudios a nivel diversificado, con facilidad de palabra y redacción, y preferentemente con habilidades de negociación.
- c. **Tesorero(a):** Es la persona que maneja el registro de los cobros, cuentas y libros de registros de ingresos y egresos del Comité. Se requiere una persona mayor de edad de reconocida honorabilidad, madura, hombre o mujer, con educación mínima a nivel diversificado preferentemente en ciencias contables, con habilidad numérica, capaz de manejar libros de cuentas corrientes y de rendir informes contables de balance entre ingresos y egresos.
- d. **Vocales I, II, III y IV:** Estas personas son las que cumplen funciones de apoyo al Comité y están facultados de voz y voto para aprobar las propuestas del mismo Comité. Para el rol de Vocal se requiere una persona mayor de edad, madura, hombre o mujer de reconocida honorabilidad y liderazgo, de preferencia con estudios mínimos a nivel de educación primaria, con mucha voluntad de servicio, con capacidad multifuncional para apoyar al Comité en las tareas de control, cobros y operativas que se requiera.
- e. **Operador I y II:** Estas personas ejercerán tareas técnico-administrativas relacionadas directamente con la operación del proyecto, por ejemplo: control de archivos físicos, atención a emergencias de mantenimiento, etc. El operador técnico-administrativo deberá ser un hombre mayor de edad, con educación básica completa, con alto sentido de responsabilidad, con voluntad de servicio, sin limitaciones de horario y con capacidad multifuncional para realizar tareas de fontanería relativas al mantenimiento preventivo y correctivo.

4.3.3.2 Visión

Actualmente el Comité de Agua Potable de la comunidad visualiza una salida del problema de escasez de agua potable que enfrentan y, sin duda, los esfuerzos realizados por la directiva actual se podrían plasmar en una visión como, por ejemplo: “ser una comunidad organizada y en armonía con un servicio de agua potable domiciliar funcionando eficientemente, y siendo modelo para otras comunidades rurales de Guatemala.”

4.3.3.3 Misión

La misión del Comité está determinada a satisfacer la demanda de la comunidad en lo que concierne a la prestación de un servicio de agua potable domiciliar sin interrupciones. La misión se podría definir como: “proveer a la comunidad de un servicio de agua potable domiciliar que funcione eficientemente las veinticuatro horas del día durante todos los días del año.”

4.3.3.4 Objetivos Específicos del Comité de Agua Potable

Los objetivos específicos del Comité de Agua Potable en relación a la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable, se pueden formular de la siguiente manera:

- a. Lograr el establecimiento y operación de un proyecto de agua potable que resuelva la crisis actual de escasez del vital líquido.
- b. Buscar fuentes de financiamiento para ejecutar el proyecto de ampliación.
- c. Organizar a la comunidad usuaria para proveer servicios de mano de obra no calificada para la ejecución del proyecto de ampliación.
- d. Facilitar el enlace de la comunidad con los ejecutores del proyecto.
- e. Gestionar la búsqueda y compra de nuevas fuentes de agua para abastecer la demanda del proyecto.

4.3.3.5 Actividades a Realizar

Derivado del plan de ejecución del proyecto, se identifican algunas actividades que son básicas y muy importantes para iniciar los trabajos preliminares y los que se consideren en la marcha.

- a. Convocatoria de la comunidad para plantear la propuesta del proyecto.
- b. Formación de grupos comunitarios para la ejecución del proyecto.
- c. Colaboración con las tareas de gestión de permisos locales, municipales y licencias ambientales.
- d. Búsqueda de patrocinadores (financistas) para la ejecución del proyecto.
- e. Participación y apoyo en el desarrollo de encuestas y otros estudios inherentes al proyecto de ampliación.
- f. Participación como guías para los expertos en la planeación y ejecución del proyecto.
- g. Colaboración en el acomodamiento y mantenimiento de los ingenieros del proyecto durante su permanencia en la comunidad.

4.3.3.6 Funciones Durante la Ejecución del Proyecto

Para definir la estructura de funcionamiento del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable de la Aldea Los Platanares, se tomaría en cuenta que, aunque el Comité de Agua Potable de la comunidad y la Municipalidad de Guazacapán, Santa Rosa, estén al mismo nivel en dicha estructura, INFOM/UNEPAR sería la entidad que se encargaría de diseñar, planificar, coordinar y supervisar la ejecución del proyecto. Por lo tanto, INFOM/UNEPAR requeriría de la experiencia y disposición de personal técnico y profesional calificado para llevar a cabo todas las tareas relacionadas con la ejecución del proyecto desde su diseño hasta su entrega.

En la Figura 4-12, se plantea una propuesta del organigrama de funcionamiento del proyecto para su ejecución. Los representantes de cada institución tendrían la responsabilidad de articular las funciones y tareas con sus contrapartes en paralelo para el desarrollo del proyecto. El Consejo Comunitario de Desarrollo – COCODES, tendría la facultad de representar legalmente al Comité de Agua Potable para la realización de todas las gestiones institucionales que sean necesarias antes, durante y posteriores a la realización del proyecto.

Figura 4-12. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estructura de Funcionamiento del Proyecto



Fuente: Elaboración propia según propuesta de funcionamiento.

Una de las funciones principales del COCODES de la comunidad sería la de apoyar al Comité de Agua Potable a realizar la gestión financiera para realizar el proyecto y asimismo servir como cuentadante para la rendición de cuentas. El Comité de Agua Potable sería responsable de realizar las gestiones de compras de los materiales e insumos, la logística del traslado, así como también en la organización comunitaria para la ejecución de tareas donde se requiera mano de obra no calificada.

La Municipalidad de Guazacapán, Santa Rosa daría el apoyo logístico y financiero para el proyecto, así como también facilitaría la gestión de autorizaciones de licencias necesarias que sean pertinentes a su competencia para la ejecución del proyecto en la comunidad.

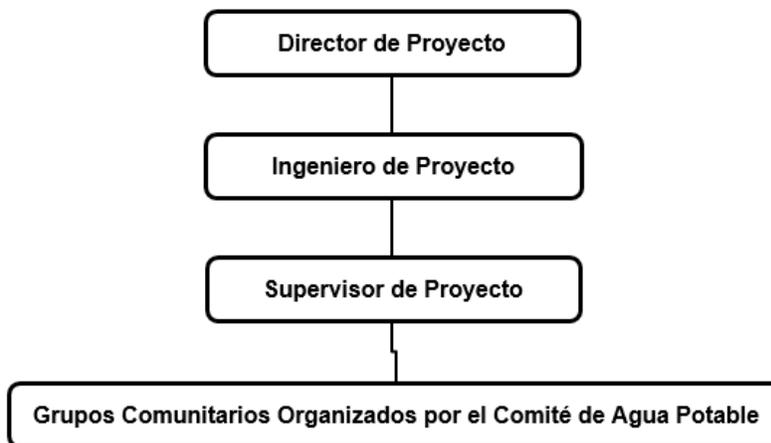
Para la ejecución del proyecto se planea un trabajo en conjunto de las entidades ya descritas en las columnas tituladas en la Figura 4-12.

4.3.4 Estructura Administrativa para Ejecución del Proyecto

La ejecución del proyecto necesitará una organización administrativa que sea capaz de liderar a las organizaciones involucradas en el proyecto, con mucha mayor influencia y autoridad de la que actualmente posee el Comité de Agua Potable actual. El Consejo Comunitario de Desarrollo - COCODES local, sería la alternativa indicada, puesto que no sólo ejerce la representatividad comunitaria, sino también posee la personalidad jurídica que se necesita. Esta estructura estaría basada en dos componentes para la realización del trabajo en armonía entre la dirección del proyecto y la organización comunitaria. La primera sería específicamente la parte que involucra la ingeniería del proyecto (fuerza de trabajo calificada), mientras que la segunda sería la parte de la organización comunitaria para la ejecución del proyecto (fuerza de trabajo no calificada). Ambas estructuras trabajarían paralelamente y serían mutuamente dependientes para la realización del trabajo. La Figura 4-13 muestra la estructura administrativa de la Dirección del Proyecto. Esta estructura representa la dirección técnica de ingeniería, necesaria para la ejecución del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto, la directiva del Comité de Agua Potable de la comunidad, con el respaldo del COCODES, compartiría funciones de liderazgo con la Dirección del proyecto, quien coordinará al personal integrante del componente de ingeniería. Estas personas podrían ser empleados, contratistas o consultores de cualquiera de las entidades gubernamentales o de la empresa privada.

Figura 4-13. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Organigrama Propuesto para Ejecución del Proyecto



Fuente: *Elaboración propia según propuesta de funcionamiento.*

Las funciones de la entidad coordinadora y supervisora del proyecto estaría a cargo del Instituto de Fomento Municipal–INFOM, quien se encargaría del diseño y los estudios del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable de la comunidad. Se identifican las funciones y perfiles para sus colaboradores o delegados, que podrían ser las siguientes:

- a. **Diseño del Proyecto:** Estudio de ingeniería relacionado con el aforo de vertientes o brotes de la fuente de agua, levantamiento topográfico, manejo de información demográfica, información socio-económica de la zona, cálculo de materiales, recursos humanos y fuerza de trabajo, entre otras actividades. El equipo de diseño estaría integrado por profesionales con experiencia y especialización en la rama de Ingeniería Civil, Ingeniería Hidráulica, Administración, Economía y otras disciplinas afines.
- b. **Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** Este estudio está relacionado con la investigación y elaboración del estudio de impactos negativos y positivos al medio ambiente y a la comunidad que se generarán si el proyecto se ejecuta, así como también la elaboración de la propuesta de las medidas de mitigación sugeridas para contrarrestar los efectos de la ejecución del proyecto. El equipo que elaborará el EIA estaría integrado por profesionales especializados en las Ciencias Naturales y Sociales preferentemente con experiencia en temas ambientales.
- c. **Supervisión del Proyecto:** El Instituto de Fomento Municipal –INFOM- supervisará el desarrollo del proyecto desde el inicio de su ejecución hasta su entrega. La supervisión consistiría en controlar que tanto las especificaciones del diseño como la calidad de los materiales se mantengan consistentes durante la ejecución del proyecto. El supervisor de

proyecto debe ser preferentemente un Ingeniero Civil o Ingeniero en Hidráulica con experiencia en supervisión de obras civiles relacionadas con el tema de proyectos de agua potable a nivel rural.

4.3.4.1 Perfil de Puestos

A continuación, se muestran los perfiles de puestos de las personas involucradas en la dirección y la coordinación del proyecto:

Código 001	Puesto: Director de Proyecto	Revisión: / /
Función General		
Persona que dirige y coordina el desarrollo de todas las actividades de ejecución del proyecto contempladas dentro de la planificación. Es responsable de controlar el cumplimiento de cada una de las etapas según la programación considerando al mismo tiempo la ejecución del presupuesto.		
Descripción del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Planificar las actividades del proyecto desde el diseño hasta la entrega. b. Integrar y dirigir el equipo de trabajo. c. Administrar los recursos materiales y humanos. d. Coordinar las tareas de cada miembro del equipo. e. Controlar la ejecución presupuestaria. f. Elaborar el programa de ejecución del proyecto. g. Establecer mecanismos de supervisión del proyecto. h. Integrar los mecanismos de evaluación del proyecto. 		
Perfil del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ingeniero en Ciencias Hidráulicas o Ingeniero Civil con MBA de preferencia. b. Experiencia mínima de ocho años en puestos similares o haber trabajado en la dirección de proyectos de agua potable en comunidades rurales. c. Buenas habilidades de comunicación. d. Buenas relaciones interpersonales. e. Acostumbrado a trabajar con base a objetivos y resultados. f. Honestidad y responsabilidad. g. Buena salud. h. Residir en la comunidad o municipios aledaños mientras dure el proyecto. 		
Responsabilidad Implícita		
<ul style="list-style-type: none"> a. Presentación periódica de resultados y/o avances del proyecto. b. Elaboración de reportes presupuestarios para la administración o cooperantes. c. Participación en reuniones del comité y/o comunidad. 		
Condiciones de Trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ambiente de trabajo agradable. b. Prestaciones según contrato. c. Salario de Q 20,000.00 mensuales. 		

Código 002	Puesto: Ingeniero de Proyecto	Revisión: / /
Función General		
<p>Persona que coordina y facilita la ejecución de la obra física en el lugar de su ejecución considerando el orden de la planificación de las actividades según el diseño del proyecto. Debe coordinar el tiempo, la utilización de los materiales apropiados, la logística de los materiales y la mano de obra en el lugar de desarrollo de la obra física.</p>		
Descripción del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Velar por la ejecución de las actividades del proyecto desde el diseño hasta la entrega a la comunidad. b. Integrar y dirigir los equipos de trabajo en las distintas fases del proyecto. c. Controlar el seguimiento del programa de ejecución del proyecto. d. Velar por el cumplimiento de las tareas a tiempo y según diseño. e. Apoyar en las tareas de supervisión del proyecto. f. Velar por el uso racional de los recursos materiales y humanos. 		
Perfil del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ingeniero Civil con estudios de hidráulica. b. Experiencia mínima de cinco años en puesto similar o haber trabajado en proyectos de agua potable en comunidades rurales. c. Buenas habilidades de comunicación. d. Buenas relaciones interpersonales. e. Acostumbrado a trabajar con base a objetivos y resultados. f. Honestidad y responsabilidad. g. Buena salud. h. Residir en la comunidad o municipios aledaños mientras dure el proyecto. 		
Responsabilidad Implícita		
<ul style="list-style-type: none"> a. Reportar a su inmediato superior. b. Apoyar al director del proyecto en las tareas relacionadas a su posición. c. Elaborar reportes de resultados y/o avances concretos del proyecto. d. Participación en reuniones del comité y/o comunidad. 		
Condiciones de Trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> d. Ambiente de trabajo agradable. e. Prestaciones según contrato. f. Salario inicial propuesto de Q 15,000.00 mensuales. 		

Código 003	Puesto: Supervisor de Proyecto	Revisión: / /
Función General		
Persona que controla, revisa y retroalimenta cada una de las actividades del desarrollo de la obra física conforme las especificaciones de diseño, tiempo y costo.		
Descripción del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Supervisar las actividades de ejecución del proyecto en cada una de las diferentes fases y/o etapas. b. Velar por el cumplimiento de las especificaciones de diseño. c. Ejecutar pruebas de calidad necesarias según apliquen para materiales y/o estructuras construidas. d. Elaborar reportes periódicos relacionados con las tareas asignadas. e. Apoyar en las tareas de ejecución y coordinación del proyecto. f. Velar por el uso racional de los recursos materiales y humanos. 		
Perfil del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ingeniero Civil con estudios en hidráulica. b. Experiencia mínima de dos años en puesto similar o haber trabajado en proyectos de agua potable en comunidades rurales. c. Buenas habilidades de comunicación. d. Buenas relaciones interpersonales. e. Acostumbrado a trabajar con base a objetivos y resultados. f. Honestidad y responsabilidad. g. Buena salud. h. Residir en la comunidad o municipios aledaños mientras dure el proyecto. 		
Responsabilidad Implícita		
<ul style="list-style-type: none"> a. Reportar a su inmediato superior. b. Apoyar al director del proyecto en las tareas relacionadas a su posición. c. Elaborar reportes de resultados y/o avances concretos del proyecto. d. Participación en reuniones del comité y/o comunidad. 		
Condiciones de Trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ambiente de trabajo agradable. b. Prestaciones según contrato. c. Salario de Q12,000.00 mensuales. 		

La descripción de puestos y el perfil sugerido, quedarían a criterio de las personas responsables de la administración y ejecución del proyecto considerando asimismo los recursos económicos disponibles.

Para la conformación de la planilla de pago del recurso humano que tendría a su cargo el diseño, la planificación y la ejecución del proyecto se propone el desglose mostrado en la Tabla 4-17, la cual estima el sueldo mensual y total que se asignaría a cada perfil durante el tiempo que duraría el montaje del proyecto. El pago al personal calificado durante la etapa de ejecución del proyecto se estima en Q354,000.00, los cuales formarían parte de la inversión inicial del proyecto.

Tabla 4-17. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Asignación de Sueldos Mensuales y Totales por Ejecución del Proyecto

Puesto	Personas	Meses	Sueldo (Q)	Totales (Q)
Director de Proyecto	1	6	20,000.00	120,000.00
Ingeniero de Proyecto	1	6	15,000.00	90,000.00
Supervisor de Proyecto	2	6	12,000.00	144,000.00
Total (Q)				354,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos estimados al año 2015.

En relación a las personas que son integrantes del Comité de Agua Potable, como son electos por la comunidad, el perfil del puesto sugerido para cada cargo no necesariamente se cumple al pie de la letra. Normalmente la comunidad elige personas honorables para integrar el Comité y que tengan voluntad de servir *ad honorem*; por lo tanto, estas personas no devengarían ningún salario.

Sin embargo, si se toma en cuenta la alternativa de contratar formalmente a dos operadores técnico-administrativos para apoyo permanente en tareas relacionadas con las tareas administrativas y tareas de campo bajo responsabilidad del Comité, se describe el perfil sugerido para dicho rol.

Operador Técnico-Administrativo

Código 004	Puesto: Operador	Revisión: / /
Función General		
Realización de tareas administrativas y ejecución de tareas de mantenimiento relacionadas con la continuidad del servicio.		
Descripción del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Ejecutar tareas de registro y control de archivo de los usuarios. b. Recibir alertas y quejas relacionadas con el servicio. c. Apoyar en tareas de cobro del servicio. d. Controlar y realizar apertura y cierre de llaves de paso según sea el caso. e. Realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo del servicio. f. Elaborar reportes para el Comité. 		
Perfil del Puesto		
<ul style="list-style-type: none"> a. Hombre mayor de edad con educación básica completa, como mínimo. b. Conocimientos básicos de computación y papelería de oficina. c. Experiencia en el desempeño de puestos multifuncionales relacionados con fontanería o tareas de campo. d. Honestidad y alto sentido de responsabilidad. e. Buenas relaciones interpersonales y de comunicación. f. Acostumbrado a trabajar sin limitaciones de horario. g. Buena salud. h. Residente de la comunidad. 		
Responsabilidad Implícita		
<ul style="list-style-type: none"> a. Rendición de cuentas ante el Comité. b. Elaboración de informes de oficina y campo. c. Participación en reuniones del comité y/o comunidad. 		
Condiciones de Trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> a. Jornada laboral de ocho horas por seis días, con flexibilidad de horario según turno rotativo. b. Salario de Q2,644.40 mensuales (incluye Q250.00 de bonificación de Ley). c. Prestaciones laborales de acuerdo a las leyes vigentes. 		

La propuesta sugiere que cada operador técnico-administrativo devengaría el salario mínimo para actividades no agrícolas según lo estipula la Ley en el Acuerdo Gubernativo 470-2014 publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de diciembre de 2014 (MINTRAB, 2014). En la Tabla 4-18, se muestra el cálculo de sueldos, prestaciones laborales (pasivo laboral), cuotas al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social –IGSS-, y las cuotas patronales respectivas, que tendrían que considerarse para la estimación de los costos anuales por operación del proyecto.⁵⁰

Tabla 4-18. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estimación Anual por Recursos Humanos para Operación del Proyecto

Puesto	Sueldo + Bonificación (Mensual)	Sueldo Anual	Prestaciones Laborales (29.16%)	Cuota IGSS (4.83%)	Cuota Patronal (12.67%)	Total Anual
Operador 1	2,644.40	31,732.80	8,380.40	1,387.79	3,640.45	45,141.44
Operador 2	2,644.40	31,732.80	8,380.40	1,387.79	3,640.45	45,141.44
Totales (Q)	5,288.80	63,465.60	16,760.80	2,775.48	7,280.90	90,282.88

Fuente: *Elaboración propia con datos según reglamento de ley.*

⁵⁰ El cálculo del sueldo mensual está basado en el salario diario mínimo para actividades no agrícolas vigente, el cual se multiplica por treinta días, y luego se le suma la bonificación de Ley, que es de Q250.00 mensuales. Las prestaciones laborales y las cuotas patronales no incluyen la bonificación.

4.4 Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental

El estudio de Evaluación del Impacto Ambiental -EIA, según el Artículo 41 del Acuerdo Gubernativo 23-2003 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, “es el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o cualquier actividad determinada y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos”, (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2003).

También, el mismo artículo agrega que el EIA, “es un proceso de toma de decisiones y constituye el instrumento de planificación que proporciona un análisis temático, preventivo, reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un proceso cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Evalúa los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área de influencia e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos”, (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2003).

La realización del estudio de Evaluación del Impacto Ambiental -EIA, relacionado con el Estudio de Factibilidad para la Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable Domiciliar en la Aldea Los Platanares, se consideró el entorno biótico y abiótico del área de interacción para con el objetivo de describir, medir y calcular los impactos positivos y negativos potenciales.

En este apartado se hace una descripción de las principales características o propiedades físicas, químicas, biológicas, ecológicas y de paisaje que se encontraron dentro del terreno y área donde se propone el desarrollo del proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución de agua potable.

Ante la situación de ejecución del proyecto, el EIA también se hizo una descripción de los principales desechos y residuos que se generarían durante el desarrollo y puesta en marcha del proyecto. Asimismo, como consecuencia de lo anterior, también se identificaron y clasificaron los principales impactos positivos y negativos en el entorno ecológico que ocurrirían a causa del proyecto utilizando la Matriz de Leopold (Leopold, 1971).

Con la evaluación realizada, se identificaron los impactos negativos potenciales en el entorno. En consecuencia, se proponen las medidas de mitigación correspondientes a cada impacto negativo con la intención de anular, atenuar o compensar los efectos inmediatos o posteriores que generarían los trabajos, tanto durante la ejecución, como en la operación del proyecto.

Como medida precautoria, también se incluyó un plan de higiene y seguridad que tendría como fin el resguardo de la integridad física de las personas involucradas en la ejecución y operación del proyecto.

4.4.1 Descripción del Proyecto

El proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar en la Aldea Los Platanares, específicamente consiste en aumentar la capacidad del sistema de captación de agua, aumentar la capacidad de los tanques de almacenamiento y, también, aumentar la capacidad del sistema de distribución para aliviar la crisis de escasez de agua potable presente y a término futuro de los usuarios.

Con el proyecto se planea habilitar por lo menos tres fuentes de agua natural adicionales que se encuentran ubicadas en el mismo terreno donde actualmente existen las fuentes que alimentan los tanques de distribución. Las acciones de la habilitación de las nuevas fuentes de agua implicarían, en alguna medida, la intervención humana dentro de la naturaleza, debido a que se deben construir algunos tipos de estructuras de mampostería y concreto (brocales) para la captación del agua que vierte naturalmente del suelo. Aunado a ello, se deberá colocar la tubería que traslade el agua captada hacia los tanques de almacenamiento y/o distribución (Serval, 2009).

La incorporación del caudal de las fuentes adicionales implica la construcción de dos tanques de distribución con capacidad para 150 metros cúbicos de agua en el mismo terreno, lo que de alguna manera modificará el entorno actual del lugar (Serval, 2009).

En el caso del sistema de distribución del agua, se planea colocar las nuevas tuberías utilizando la misma área donde actualmente se encuentran enterradas las líneas principales, secundarias y domiciliarias para reducir la modificación o uso de otras áreas adicionales, salvo aquellas en donde haya nuevas viviendas que soliciten el servicio.

Con la ejecución del proyecto, la etapa de construcción sería la más crítica para el medio ambiente debido a que temporalmente habría más presencia e interferencia humana en las áreas de mayor trabajo. La etapa de operación del proyecto no implicaría mayor intervención humana, salvo para elaborar tareas de supervisión y mantenimiento en las áreas de captación y distribución.

Según el diseño del proyecto, este tendría una vida útil no menor a veinte años. Durante este tiempo, lógicamente deberá cuidarse la flora de las áreas contiguas a las fuentes de captación para reducir el agotamiento de dichas fuentes de agua o bien para evitar que la interferencia humana contamine el entorno.

4.4.2 Descripción del Entorno Biótico

El entorno biótico consiste en la diversidad de seres vivos que habitan en la zona de intervención antes de iniciar la ejecución del proyecto. Por ejemplo, se describen las características principales de la flora y la fauna relevantes de la zona.

4.4.2.1 Flora

La flora característica observada en los alrededores del recorrido del proyecto está representada por especies vegetales de frutas tropicales, otras que sirven de pasturaje al ganado (en su mayor parte), algunas plantaciones cercanas de maíz, y otras de sorgo, según sea la estación del año. En el área del terreno de construcción de los tanques de distribución y los nuevos pozos de captación de agua se identifican árboles frondosos (típicos del bosque tropical) cubiertos de plantas parasitarias, así como también especies de flora acuática, hierbas, arbustos, helechos, musgos y hongos que crecen por la bondad de la humedad del suelo (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

En resumen, la flora predominante está compuesta por árboles de especies latifoliadas⁵¹ en su mayoría, como por ejemplo: mango (*Mangifera indica*), árbol de puntero (*Sickingia salvadorensis*), chaperno (*Andira inermis*), palo cortés (*Tabebuia palmeri*), laurel (*Cordia alliodora*), ceiba (*Ceiba pentandra*), capulín (*Prunus capulí*), palo volador (*Terminalia excelsa*), mulato (*Bocconia sp.*), conacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum*), palo blanco (*Zinowiewia tacanensis*), cedro (*Cedrela fissilis*), ujuxte (*Brosimum costaricanum*), jocote jobo (*Spondias mombin*), para mencionar los más comunes (Serval, 2009).

La presencia de las especies tropicales propicia un ambiente fresco y agradable durante todo el año debido a la frondosidad de los follajes de los árboles, sirviendo estos de hábitat para especies de fauna característica de la zona. Estos árboles, al mismo tiempo que sirven como pulmones del área, también dan protección natural al suelo, principalmente contra la erosión hídrica al amortiguar el impacto de la lluvia a través de las hojas que forman las copas y, la atenuación de la escorrentía por medio de sus raíces.

Las áreas cubiertas de pastos, arbustos y otras hierbas también protegen el suelo de la erosión por escorrentía y por lo tanto propician la absorción de agua de lluvia hacia los substratos inferiores del suelo.

⁵¹ Las especies "latifoliadas" son vegetales de abundantes hojas planas y anchas, con frecuencia con tallos leñosos o semileñosos.

En el área de construcción de los tanques y los pozos de captación no se contempla la deforestación del terreno, salvo aquellos árboles y arbustos que, en extremo, se ubiquen exactamente sobre el área de construcción o recorrido según los planos.

Dentro del área de influencia del proyecto no se observó la existencia de especies endémicas de flora amenazadas o en peligro de extinción. Los árboles forestales existentes alrededor de la fuente no se cortarán. Tampoco se planea alterar el ecosistema o hábitat de especies vegetales que se considere de importancia económica o de fragilidad significativa, puesto que, en el entorno no se observó ninguna especie vegetal de interés biológico de consideración especial (Serval, 2009).

4.4.2.2 Fauna

Las especies más comunes de animales silvestres que se observaron por simple inspección visual en el área son: reptiles comunes, mamíferos menores y aves silvestres. En las áreas de intervención también se identificaron especies de insectos comunes, arácnidos y otras especies de fauna inferior y microfauna que no merecen mayor atención por ser de observancia común (Serval, 2009).

Entre las especies de aves que se observaron en el área se pueden citar las siguientes: loro (*Amazona sp.*), perica (*Aratinga canicularis*), codorniz o perdiz (*Colinus virginianus*), chacha (*Ortalis sp.*), sanate (*Cassidix mexicanus*), chorchá (*Icterus gabula*), ceniztonle (*Hylocichla mustelina*), Urraca (*Calocitta Formosa*), entre otros (Serval, 2009).

Las especies de reptiles que circundan el área son de presencia frecuente y se encontraron las siguientes: culebra mazacuata (*Boa constrictor*), niño dormido (*Heloderma horridum*), iguana (*Iguana iguana*), lagartija (*Liolaemus sp.*), cutete o lagarto Jesucristo (*Basiliscus basiliscus*), sapo (*Bufo bufo*), rana (*Pelophylax sp.*), etc. Entre los mamíferos menores se observaron los siguientes: gato de monte (*Urocyon cinereoargenteus*), armadillo o cuzco (*Dasyurus novemcinctus*), zarigüeya o tacuazín (*Didelphis marsupialis*), entre otros. (Serval, 2009).

Dadas las características naturales del área de influencia dentro del proyecto, no se observó la existencia de especies endémicas de fauna amenazadas o en peligro de extinción. Según el plan del proyecto, no se prevé que el hábitat de la fauna sea alterado o transformado drásticamente en ninguna parte del ecosistema puesto que la presencia humana será solamente temporal. En conclusión, no se identificó ninguna especie de la fauna que podría estar amenazada por la ejecución del proyecto (Serval, 2009).

4.4.3 Descripción del Entorno Abiótico

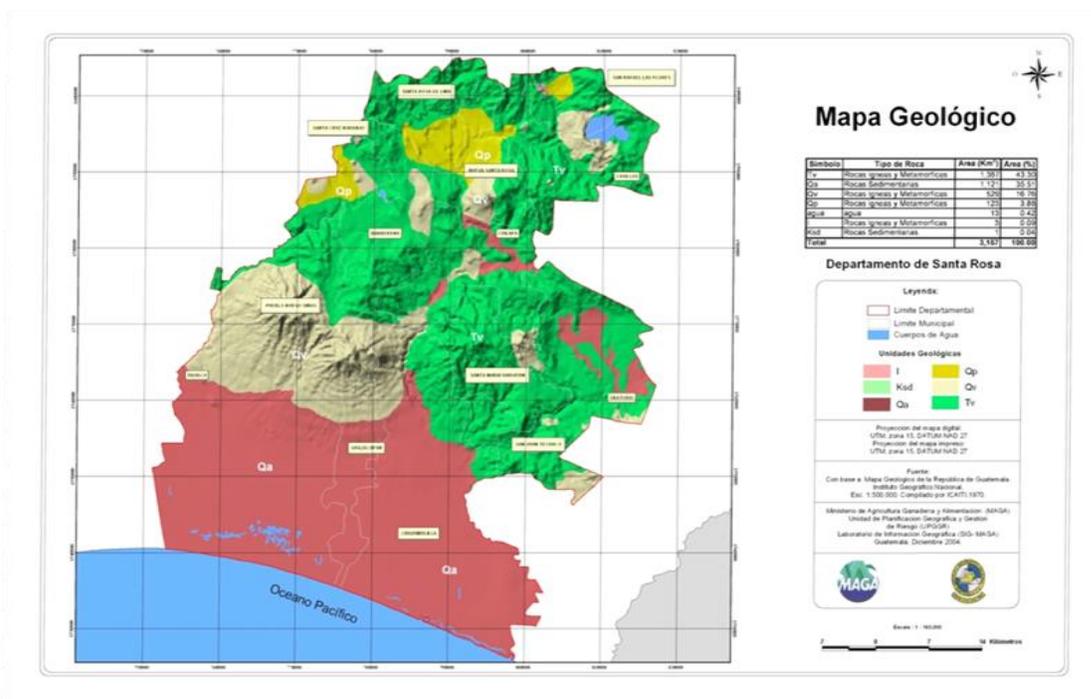
En este inciso se describen las principales características físicas, químicas y minerales que resaltan en la zona donde se construirá el proyecto.

4.4.3.1 Geología

Según estudios geológicos, hace alrededor de doscientos cincuenta millones de años, durante el período pérmico, el lugar que hoy ocupa Guatemala era una gran depresión submarina llamada geosinclinal. Durante cincuenta millones de años aproximadamente en esta depresión se acumularon sedimentos provenientes del extremo meridional de Norteamérica. El geosinclinal centroamericano fue elevado cuando en Norteamérica surgió parte de la Cordillera de Los Andes, como resultado de un proceso de plegamiento y levantamientos de la corteza terrestre (Simons, 1959).

La región sur de Guatemala, pertenece a la zona conocida como Pendiente Volcánica Reciente, la cual incluye las cumbres volcánicas de más reciente formación a lo largo del costado sur de las Tierra Altas Volcánicas. Según los geólogos, el material arrojado por los volcanes en la edad cuaternaria formó abanicos aluviales traslapados. Los conos están compuestos predominantemente de andesita y las faldas hacia el sur están formadas por coladas de lava, ceniza volcánica y lodo volcánico (Simons, 1959).

Figura 4-14. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Mapa Geológico del Departamento de Santa Rosa



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Guatemala.

Según la Figura 4-14, el proyecto se ubica dentro de la clasificación general del Mapa Geológico del Departamento de Santa Rosa, como Rocas Sedimentarias (Simons, 1959).

En la clasificación geológica del territorio de Guatemala, el proyecto se ubica dentro del área de las rocas de origen sedimentario de Aluviones Cuaternarios. Esto significa que son suelos de origen volcánico o con sedimentos volcánicos.

Esta región es de origen sedimentario, y por esta razón las rocas son de color claro con formas ovaladas y de textura lisa. Asimismo, en la zona se encuentran depósitos de rocas en grandes volúmenes y principalmente a la orilla de los ríos; no se presentan fracturaciones ni alteraciones superficiales del paisaje, salvo lo ovalado o quebrado de la topografía del terreno de recorrido del proyecto. La estructura de los agregados del suelo es de tipo granular, relativamente porosos, pequeños y esferoides no ajustados a los agregados adyacentes. No existe muestra de buzamiento⁵² ni fallas tectónicas aparentes (Simons, 1959).

Los suelos también son divididos en clases. El área que ocupa el proyecto es el suelo clase Tx (Suelos Taxisco), en donde el drenaje interno es bueno y la materia madre es granular de color oscuro; la consistencia del sub-suelo es friable y la textura es franco-arcillosa. Específicamente en el área del proyecto, el suelo es franco arcillo-arenoso con buen drenaje y una topografía promedio con el 7 por ciento de pendiente aproximadamente (Simons, 1959).

En cuanto a la geomorfología de la zona del proyecto se puede mencionar que el área pertenece al Gran Paisaje Pie de Monte Volcánico de Santa Rosa-Jutiapa, la cual forma parte de la Franja Volcánica Circumpacífica. Esta franja está formada por detritos provenientes de la erosión de las sierras volcánicas. La elevación es de 350 metros sobre el nivel del mar (msnm), en el área del proyecto (Simons, 1959).

4.4.3.2 Clima

La clasificación climática de la zona es cálida con régimen de vientos de Brisa Fresca con promedio de 19 a 35 kilómetros por hora y, generalmente con dirección de norte a sur. La temperatura oscila entre 23° a 25.5° centígrados promedio; el patrón de lluvias varía entre 1,600 y 1,699 milímetros anuales (Municipalidad de Guzacapán, 1999).

Las estaciones de verano e invierno en esta región del país se encuentran bien diferenciadas: la región muestra época lluviosa entre los meses de abril a octubre con vientos moderados, y la época seca entre noviembre a marzo, con ondas frías los dos últimos meses del año como consecuencia

⁵² El buzamiento se refiere a la inclinación de un estrato geológico respecto al plano horizontal.

del invierno boreal en el norte del continente (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

4.4.3.3 Hidrología

Estos aspectos lo identifican los ríos Urayala y Paso Hondo; este último es el eje central de la Cuenca Hidrográfica Paso Hondo. Sobre ellos desembocan muchos afluentes a lo largo de sus recorridos. La escorrentía es determinante en la formación del terreno, puesto que arrastra material del suelo hacia las áreas de menor pendiente o a los valles (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

En la periferia del área del proyecto se localiza el río Huipeo, el cual es afluente del río Paso Hondo. Debido a la topografía ondulada se observa movimiento de suelos o materiales inertes y se observa con facilidad la recarga de las aguas subterráneas por medio del agua de lluvia y la escorrentía del área hacia la micro cuenca del río Huipeo. Las múltiples vertientes de agua donde se localizan las fuentes de captación de agua del proyecto, sirven de afluentes a este río (Municipalidad de Guazacapán, 1999).

Las vertientes o brotes que abastecen a los pozos de captación de agua para el proyecto se sitúan en la parte alta de la comunidad (al norte) y naturalmente las fuentes de agua se encuentran libres de focos de contaminación humana, lo cual la hace teóricamente apta para consumo humano (Serval, 2009).

Según la Norma COGUANOR NGO 29001 de especificaciones para agua potable, el recuento de coliformes⁵³ debe ser menor de 1.1 NMP/100 mL⁵⁴ y no se acepta la presencia de *Escherichia coli* (COGUANOR, Norma Técnica Guatemalteca, 2007).

De acuerdo a estudios técnicos para rediseño del servicio (Serval, 2009), para verificar la potabilidad del agua de las vertientes naturales, se realizaron análisis de muestras de agua tomadas de las fuentes de agua del proyecto por el Centro de Salud del municipio de Guazacapán, cuyos resultados se describen en la Tabla 4-19.

⁵³ Las bacterias “coliformes” se refiere a un grupo de microorganismos contaminantes comunes en el tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente. Estas bacterias están presentes en las heces fecales humanas y animales, y contaminan el agua normalmente por efecto de la escorrentía. El “*Escherichia coli*”, es un tipo de coliforme que se contabiliza por separado en el análisis de agua.

⁵⁴ Número más probable (NMP). Conocido también como el método de los ceros de Poisson. Es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de población que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible.

Tabla 4-19. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Resultados del Análisis Microbiológico del Agua de las Vertientes del Proyecto

Punto de Toma de Muestra	Coliformes Totales	Escherichia Coli
Vertientes de Agua en Finca El Recuerdo, Aldea Los Platanares	2.7 * 10 ² NMP/100mL	< 1 NMP/100mL

Fuente: Registros según estudios realizados por Serval en el año 2009. "mL" es abreviatura de "mililitros".

Con los resultados ilustrados en la Tabla 4-19 se muestra que el agua vertida en su estado natural de las fuentes o brotes, no sería apta para el consumo humano. Por lo tanto, es necesario aplicar un tratamiento antes de consumirla para evitar la ocurrencia de posibles enfermedades diarreicas producidas por consumo de agua contaminada. Los tratamientos pueden realizarse a través de la cloración o bien de la ebullición del agua antes de beberla.

Según la información recabada en abril del año 2015, durante la encuesta a jefes de hogares usuarios del servicio de agua potable en la Aldea Los Platanares⁵⁵, el 84 por ciento de los jefes de hogar o representantes de los hogares encuestados afirmó creer que el agua que recibe del servicio domiciliario es realmente pura. Solamente el 16 por ciento cree que el agua está contaminada; lo cual es acertado según los resultados del análisis de las muestras de agua.

En contraposición a la respuesta obtenida afirmando la pureza del agua recibida del servicio domiciliario, cuando se les hizo la pregunta si debería de instalarse un sistema de purificación del agua, el 94 por ciento de las respuestas recibidas afirmaron que sí era necesario purificar el agua. El 6 por ciento restante respondió negativamente a la pregunta, mostrando absoluta confianza en el agua recibida.

Aunque parezca extraño que las personas encuestadas se contradigan a sí mismos con las respuestas sobre la contaminación del agua que recibe a través del servicio domiciliario, están conscientes de que es necesario dar algún tipo de tratamiento al agua que consumen para su potabilización.

En el caso del proyecto, una alternativa sería colocar algún mecanismo para filtrar y clorar el agua en los tanques de distribución, aunque esto modificaría los costos de inversión del proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución. Otra opción sería recomendar a los usuarios que hiervan o cloren el agua antes de beberla para evitar los riesgos de enfermedades gastrointestinales

⁵⁵ Ver sección 3.6 de este documento: Resultados de la Encuesta a Jefes de Hogares; Abril de 2015.

en la familia.

4.4.4 Identificación y Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos

Por la naturaleza del proyecto, en la fase de construcción se considera que no habría desechos sólidos, puesto que no se demolería ninguna estructura construida. La tierra proveniente de las excavaciones se utilizaría para rellenar las zanjas y/o se dispersará sobre el área aledaña para evitar modificaciones de la topografía (Serval, 2009).

En el caso del material PVC de las tuberías, los encargados de ejecutar el proyecto acumularían algunos residuos de tubería que los colocarían en otros tramos o bien los guardarían en una bodega para su posterior uso. Así también, durante la construcción del proyecto no se prevé la generación de ningún tipo de desechos tóxicos peligrosos que implique instrucciones especiales de manejo.

En la fase de operación del proyecto tampoco se considera que habrá generación de desechos significativos que deterioren el medio ambiente, puesto que únicamente se podría generar algún tipo de desecho de PVC o accesorios del ramo cuando se haga alguna reparación. Estos desechos pueden ser enterrados, incinerados o colectados para reciclaje (Serval, 2009).

4.4.5 Identificación de Impactos

Según lo que se muestra en las matrices de construcción y operación del proyecto (identificadas como Tabla 4-20 y Tabla 4-21), se pueden determinar los siguientes impactos:

4.4.5.1 Etapa de Construcción

En esta etapa se identifican los siguientes impactos:

- Suspensión de polvos y partículas al medio ambiente por remoción de tierra.
- Exposición del suelo a la erosión hídrica y eólica por remoción de la cubierta natural.

Según se muestra en la Tabla 4-20, en la fase de construcción del proyecto se nivelará la superficie del terreno para la construcción de los tanques adicionales de almacenamiento y distribución de agua. Para los pozos de captación de agua se adecuarán las paredes para evitar derrumbes de lodo; se colocarán los tubos de captación y se construirán los brocales con tapadera con una intervención leve sobre la superficie de cada pozo. En las áreas donde se construirán las cajas rompe presión no habrá daño significativo, salvo sobre el área específica de ubicación de la construcción, lo cual para no tiene relevancia tomando en cuenta la magnitud del proyecto (Serval, 2009).

Tabla 4-20. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Impacto Ambiental en la Etapa de Construcción

SIMBOLOGÍA (magnitud / importancia)	ESCALA PARA MAGNITUD E IMPORTANCIA		CONTRATACIÓN MANO DE OBRA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	TRANSPORTE DE MATERIALES	FUNDICION DE BASES Y CIMENTOS	LEVANTAMIENTO DE PAREDES DE TANQUES	ZANJEO Y CONEXIÓN DE TUBERÍAS	SUB TOTALES
	(+/- 1 a 3) / (+ 1 a 3)	mínimo							
	(+/- 4 a 5) / (+ 4 a 5)	bajo							
	(+/- 6 a 7) / (+6 a 7)	mediano							
	(+/- 8 a 10) / (+8 a 10)	alto							
ELEMENTOS	FÍSICO	USO DEL SUELO		-2/2	-2/2			-1/1	-9
		EMISIONES ATMOSFERICAS		-2/2	-3/3			-2/2	-17
		DESECHOS SÓLIDOS							0
		DESECHOS LÍQUIDOS							0
		AGUA SUBTERRÁNEA							0
		RUIDO		-3/3	-3/3			-2/2	-22
	BIOLÓGICO	FLORA							0
		FAUNA							0
	SOCIO-CULTURAL	NIVEL DE EMPLEO	5/5	3/3	3/3	3/3	3/3	5/5	86
		CALIDAD DE VIDA							0
		SOCIOECONÓMICOS	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	24
		TRANSPORTE	2/2	2/2	2/2			2/2	16
		SUB TOTALES		33	0	-5	13	13	24

Fuente: Estudio elaborado por Serval durante el año 2009.

En las áreas donde se planea remover la tierra para colocación de la tubería nueva, se trataría que la tierra removida quede en el mismo lugar con la intención de devolverle la cubierta original al suelo y evitar que quede expuesto a los efectos de la erosión hídrica y eólica.

Se puede prever que habrá una contaminación temporal del aire por partículas provenientes de las excavaciones por lo que se tomarían las medidas de protección del personal involucrado. Asimismo, se presume que habría una contaminación auditiva temporal por los ruidos provocados por la gente, herramientas y equipo de construcción (Serval, 2009).

El cambio de uso del suelo sólo afectaría las áreas físicas donde se ubicarían los tanques y cajas rompe presión. El resto de los trabajos de remoción de tierra se haría donde se ubica la tubería actual tratando de no ampliar el radio de afección (Serval, 2009).

La generación de fuentes de empleo sería temporal para algunos trabajadores contratados por las instituciones que manejarían el proyecto, y que estarían directamente laborando en la obra, como ayudantes, operadores de maquinaria, topógrafos, albañiles, así como vendedores de comida. La fuerza de trabajo no calificada, se prestaría *ad honorem* por los vecinos de la comunidad y por lo tanto se estima que no se devengaría ningún salario por tal concepto. En esta fase no se alteraría la densidad de población de la zona debido a que los trabajadores se retirarían a pernoctar en sus viviendas una vez concluida la jornada de trabajo (Serval, 2009).

4.4.5.2 Etapa de Operación

Según la matriz de impactos ilustrada en la Tabla 4-21, en la fase de operación del proyecto, este prácticamente funcionaría de manera automática debido a que tanto el sistema de captación como el de distribución se diseñarían para funcionar por gravedad.

Tabla 4-21. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Impacto Ambiental en la Etapa de Operación

SIMBOLOGÍA (magnitud / importancia)	ESCALA PARA MAGNITUD E IMPORTANCIA		CONTRATACIÓN MANO DE OBRA	COBRANZA	SERVICIO	MANTENIMIENTO	SUB TOTALES
	(+/- 1 a 3) / (+ 1 a 3)	mínimo					
	(+/- 4 a 5) / (+ 4 a 5)	bajo					
	(+/- 6 a 7) / (+6 a 7)	mediano					
	(+/- 8 a 10) / (+8 a 10)	alto					
ELEMENTOS	FÍSICO	USO DEL SUELO					0
		EMISIONES ATMOSFÉRICAS					0
		DESECHOS SÓLIDOS					0
		DESECHOS LÍQUIDOS					0
		AGUA SUBTERRÁNEA			7/7		49
		RUIDO					0
	BIOLÓGICO	FLORA			3/3		9
		FAUNA					0
	SOCIO-CULTURAL	NIVEL DE EMPLEO	2/2	2/2	3/3	2/2	21
		CALIDAD DE VIDA			7/7		49
		SOCIOECONÓMICOS	2/2	2/2	2/2	2/2	16
		TRANSPORTE					0
		SUB TOTALES		8	8	120	8

Fuente: Estudio realizado por Serval durante el año 2009.

El agua de rebalse tendría su cauce hacia el río para evitar anegamientos alrededor de la infraestructura construida. El mantenimiento sería periódico en una base semanal inicialmente, y mensual posteriormente. La etapa nueva de operación del proyecto prácticamente sería el regreso a la normalidad de la operación como se hacía con el proyecto antiguo (Serval, 2009).

Probablemente la etapa de operación del proyecto podría generar empleo para algunos trabajadores por labores de mantenimiento, cobranza u otro tipo de ocupación que se requiera a lo largo del funcionamiento del proyecto. Esto sería en caso el Comité de Agua Potable de la comunidad decida contratar ayudantes remunerados, puesto que el propio Comité actualmente funciona *ad honorem* por falta de recursos para la administración de la operación del proyecto.

La Tabla 4-22 registra el resumen de los impactos tanto ambientales como sociales que se darían con la ejecución del proyecto. El balance de los impactos identificados según la matriz descrita sería positivo tomando en cuenta el nivel de relevancia indicado en la casilla correspondiente.

El uso del suelo sería modificado únicamente en el área de construcción de los tanques de almacenamiento y los tanques rompe-presión. El resto del área del terreno no tendría ningún tipo de modificaciones permanentes.

El proyecto, aunque proveería los servicios básicos a sus trabajadores temporales, no tendría injerencia sobre los servicios comunitarios del área; sin embargo, podría generar la necesidad de otros servicios como colegios educativos, centros de salud, cable de televisión, entre otros.

Se generarían asimismo fuentes de empleo de manera temporal para albañiles, topógrafos, pilotos, jornaleros, etc. De alguna manera la calidad de vida de las personas beneficiadas con empleos temporales mejoraría debido a los servicios y seguridad que estos empleos proveerían.

Tabla 4-22. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Matriz de Resumen de Impactos Ambientales y Sociales

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	Total	VALORIZACIÓN DEL IMPACTO			
				Relevancia muy alta (> 70)	Relevancia alta (50 - 69)	Relevancia media (30 - 49)	Relevancia baja (< 30)
FISICO	RECURSO HÍDRICO	Captación de agua proveniente del manto subterráneo	49			Pos	
	ATMÓSFERA	Emisión de partículas a la atmósfera por movimiento de tierras	0				
	SUELO	Cambio de uso del suelo	0				
BIOTICO	FLORA Y FAUNA	Guarda y vigilancia de la flora alrededor del terreno donde se ubican los pozos de agua natural para conservar el medio propicio para el nacimiento de agua	9				Pos
SOCIO-ECONOMICO	SALUD Y SEGURIDAD	Calidad de Vida	49			Pos	
		Socioeconómicos	16				Pos
	FUENTE DE EMPLEO	Generación de fuentes de empleo directa e indirectamente. Efecto multiplicador en la zona.	21				Pos

Fuente: Estudio realizado por Serval durante el año 2009.

4.4.6 Propuesta de Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación se proponen de acuerdo a las variables ambientales que pueden ser afectadas en las diferentes etapas del proyecto. Para el caso del proyecto de ampliación de la captación y distribución del agua potable para la comunidad, básicamente se identifican impactos leves durante la etapa de construcción.

La responsabilidad de ejecutar los planes para atenuar el impacto ambiental negativo recae sobre la comunidad de la Aldea Los Platanares, debido a, que prácticamente la construcción y operación del proyecto sería propiamente para beneficio colectivo de los habitantes.

Según la Tabla 4-23, por la misma naturaleza del proyecto, los impactos registrados serían leves y al mismo tiempo, temporales. Por ejemplo, durante la etapa de habilitación de los pozos de captación y construcción de los tanques de distribución, la presencia humana ocasionaría un desplazamiento temporal de la fauna que habita el lugar. Asimismo, la flora se vería afectada por los movimientos de tierra y materiales que se trasladen para construir las estructuras de concreto.

Esta tabla, asimismo, muestra que no se incurrirían en costos para mitigar los impactos ambientales derivado de que los trabajadores serían instruidos y supervisados por los coordinadores del proyecto. La concientización sobre el mantenimiento del ecosistema en el lugar de intervención sería parte de la rutina diaria de los encargados del proyecto (Serval, 2009).

El compromiso de atenuar los potenciales impactos ambientales sería guardado principalmente durante la etapa de construcción y ejecución del proyecto por los responsables del mismo. Durante la etapa de operación, básicamente sólo habría presencia humana en el lugar para ejecutar labores de inspección y mantenimiento de una manera periódica.

Tabla 4-23. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Medidas de Mitigación de los Impactos Ambientales del Proyecto

Variable Ambientales Afectadas	Fuente Generadora del Impacto	Impacto Ambiental	Medidas Ambientales	Costo de las Medidas Ambientales	Indicador de Desempeño	Síntesis del Compromiso Ambiental
Recurso Hídrico	Ninguna	Ninguno	Ninguno	N/A	No se contaminará el agua del río ni de la fuente	Cuidado de las fuentes de agua durante la intervención
Atmósfera y Ambiente Sonoro	Movimiento de tierras	Emisión de partículas de suelo a la atmósfera y afección sonora por ruidos de herramientas	Se tratará de evitar que el polvo se disemine en el ambiente	Q 5,000.00	Ambiente con polvareda controlada	Reducción de la emisión de contaminantes primarios atmosféricos y mantenimiento de los niveles de ruido dentro de los límites requeridos
Vegetación y Fauna	Construcción de tanques de distribución y habilitación de pozos de captación de agua	Posible desplazamiento de fauna menor y maltrato de vegetación aledaña a la construcción	Se cuidará de no afectar la flora y la fauna durante los trabajos	Q 5,000.00	Ecosistema volverá a su normalidad después de la intervención humana	No se dañará el ecosistema
Salud y Seguridad Laboral	Actividades de construcción	Afección a la salud y seguridad de los trabajadores y habitantes cercanos	Capacitación del personal, planes de contingencia y supervisión de actividades	Q 5,000.00	Grado de cumplimiento de las instrucciones dadas	Reducción del riesgo de afección a la salud y seguridad de trabajadores
	Información al personal de planes de contingencia.	Reducción del riesgo de afección al humano por situaciones de inseguridad laboral				
	Operación del proyecto	No se generará ningún impacto negativo al ambiente	Mantenimiento del área de las fuentes de captación y tanques de distribución	Q 5,000.00	Flora y fauna del lugar de la fuente sin alteración negativa	Mantenimiento y Concientización
Costo Total:				Q 20,000.00		

Fuente: *Elaboración propia con datos obtenidos del proyecto.*

4.4.7 Normas de Higiene y Seguridad Industrial

En este apartado se identificaron las acciones que se llevarán a cabo en la operación del proyecto. Estas acciones deben ser compatibles con el medio ambiente y que, de esta manera, se atenúe el efecto de cada impacto sobre el mismo. Las recomendaciones para el presente caso sería evitar la negligencia o malos manejos dentro y fuera del proyecto o por la construcción de instalaciones inapropiadas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos. Se debe evitar la interferencia con la compatibilidad ambiental que se pretende, y que por lo tanto se produzcan impactos negativos mayores. El agua entubada es un recurso muy eficaz para la higiene en la comunidad y, por lo tanto, en el lugar de la construcción de los tanques de almacenamiento y distribución de agua los desechos humanos deben manejarse de manera apropiada utilizando equipo sanitario portátil.

En cuanto a las normas de higiene y seguridad industrial, para que exista un buen funcionamiento del sistema sanitario y seguro durante la construcción y ejecución de este proyecto (Serval, 2009), deben considerarse de manera estricta las siguientes acciones:

- a. Los desechos sólidos y líquidos provenientes de excretas humanas deben ser depositados en lugares apropiados para ser descargados posteriormente en fosas sépticas.
- b. Los desechos de alimentos deben ser depositados en recipientes apropiados para posteriormente ser trasladados a basureros o bien para alimento de animales de granja.
- c. Los envases y envolturas de alimentos de origen mineral deben ser recolectados y desechados en basureros o bien dispuestos para su incineración posterior.
- d. El aseo personal de cada individuo debe ser mandatorio.
- e. Los trabajadores deben utilizar mascarillas anti polvos y lentes de seguridad cuando estén expuestos a ambientes polvorientos, o bien cuando estén expuestos a salpicaduras o impactos de escombros que puedan causar lesiones en el rostro.
- f. Los trabajadores deben utilizar ropa cómoda y fresca que les proteja de las inclemencias del clima y del contacto con los materiales.
- g. El manipuleo de materiales con superficies ásperas o bien herramientas punzocortantes, debe realizarse con guantes de cuero o de algún material sintético que permita el movimiento libre de los dedos y las manos.
- h. El uso de mascarilla, lentes de seguridad y guantes de vinil debe ser mandatorio cuando se aplica adhesivos o cemento de contacto para pegar las tuberías de PVC.

Los costos de estas medidas de higiene y seguridad industrial están incluidos en la matriz de las medidas de mitigación, considerando que dicho rubro alcanza un estimado de Q5,000.00 durante la ejecución del proyecto.

En relación a la higiene y seguridad industrial aplicada al diseño y construcción de las estructuras de concreto y las conexiones del sistema de distribución se consideran los siguientes lineamientos (Serval, 2009):

- a. Verificar que el interior de las tuberías de PVC esté libre de materiales contaminantes nocivos a la salud humana.
- b. Cuidar que las tuberías estén libres de defectos de fábrica como obstrucciones, roturas, deformaciones, etc.
- c. Utilizar selladores elastoméricos⁵⁶ como empaques en las tapaderas de la conexión domiciliar y cajas de registro.
- d. Utilizar accesorios de hierro galvanizado que estén libres de plomo, asbesto u otros metales nocivos a la salud humana.
- e. Utilizar teflón para las conexiones roscadas.

4.4.8 Plan de Contingencia

Para resguardar la salud e integridad humana del personal involucrado en los trabajos del proyecto se consideran los planes detallados en este inciso.

4.4.8.1 Plan de Contingencia por Sismo

Se puede hablar de dos momentos importantes para establecer un plan de contingencia cuando hay riesgos de sismos y sus réplicas.

a. En el momento del sismo

Cuando está ocurriendo el sismo, lo primordial es mantener la calma para evitar confusiones. Con esto se pretende que el personal actúe de manera normal y, por lógica, habrá menos exposición al peligro.

Debe evitarse el desplazamiento de personal de un lugar a otro, y si se hace, debe hacerse con mucha cautela, puesto que científicamente está comprobado que después de un movimiento telúrico continúa una secuencia de réplicas con intervalos de tiempo de 30 a 40 segundos (Serval, 2009).

⁵⁶ Los “elastómeros” son materiales naturales o artificiales que, como el caucho, tiene gran elasticidad (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

Si al momento de ocurrir un terremoto alguien se encuentra dentro de una construcción, debe procederse con calma y luego instruirle que debe refugiarse en o desplazarse hacia lugares más seguros, por ejemplo: contiguo a camas, mesas, puertas y columnas. Es recomendable alejarse de los objetos que puedan estar colgados de la pared o techo, como lámparas, macetas, cuadros, ventanas (vidrios), armarios, librerías, trinchantes, en fin, cualquier objeto que de alguna u otra manera pueda convertirse en arma contundente al momento de ocurrir algún movimiento telúrico (Serval, 2009).

Si se está a la intemperie, debe alejarse de fosas, barrancos, árboles, cables eléctricos u otros lugares que estén expuestos a causar desmoronamiento o hundimientos.

b. Después del sismo

Después del sismo debe realizarse un examen exhaustivo del área afectada con el objeto de verificar si no hay fallecidos o heridos y, si así fuere, inmediatamente brindarles la ayuda correspondiente. También deben cerrarse todas las válvulas, tanto de los cilindros de gas, como de agua y circuitos eléctricos que se encuentren abiertos o en funcionamiento (Serval, 2009).

Por ningún motivo se debe encender fósforos, ni siquiera para dar claridad, mucho menos para fumar. Si se logra detectar fuga de gas debe abrirse todo ambiente que se encuentre cerrado para dar una buena ventilación y, obviamente, debe evacuarse el lugar (Serval, 2009).

No se debe consumir agua del sistema público, pues podría estar contaminada por fisuras o rompimiento de tuberías. Se recomienda utilizar agua de reserva que haya estado almacenada previamente. Debe minimizarse hasta donde sea posible el uso de los servicios sanitarios hasta que haya certeza que las tuberías no se hayan dañado por el movimiento sísmico (Serval, 2009).

Como prioridad de primeros auxilios es necesario mantener un botiquín debidamente equipado. Es necesario que este botiquín sea revisado periódicamente para que se mantenga equipado con los suministros indispensables. Es recomendable tener un listado de medicamentos y accesorios necesarios para un botiquín básico (Serval, 2009).

4.4.8.2 Plan de Contingencia por Incendio

En caso de emergencia por incendio, hay que mantener como mínimo dos extintores para fuego tipo III (para cualquier tipo de llama), estos deben estar colocados en lugares estratégicos visibles y libres de obstrucciones. Las instrucciones de su uso deben estar en idioma local y debe de instruirse a las

personas para el uso de los mismos con el único objetivo de que al momento de surgir una emergencia sepan utilizarlos (Serval, 2009).

Cuando se detecta un incendio, lo primero es utilizar el extintor adecuado para anular el conato de incendio. Si el incendio es de mayores dimensiones, hay que contactar de inmediato a los cuerpos de bomberos de la jurisdicción. Se recomienda tener a la mano una agenda con los números telefónicos de emergencias de los bomberos, policía, hospitales, etc. (Serval, 2009).

Es necesario adiestrar al personal en lo que se refiere a primeros auxilios y evacuaciones en caso de siniestros de cualquier tipo. Preferentemente deben realizarse simulacros y mantener a la mano un botiquín de primeros auxilios (Serval, 2009).

Los costos asociados a estas acciones se contemplaron dentro de las medidas de higiene y seguridad industrial incluidas en el plan de medidas de mitigación.

4.4.8.3 Plan de Contingencia por Accidente Laboral

Para las emergencias por accidentes laborales debe tenerse el equipo necesario según lo amerite la actividad a tratar: maquinaria, herramientas y uniforme especial. Todo esto debe de cumplir con las normas establecidas por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social –IGSS- y Ministerio de Salud Pública -MSPAS.

El botiquín de primeros auxilios debe estar ubicado en lugar visible, de fácil acceso y debe contener el equipo y materiales según recomendaciones de los representantes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social delegados en la comunidad.

Las personas encargadas de dirigir y supervisar el proyecto, deben tomar en cuenta que la aplicación de medidas preventivas reduce la probabilidad de la ocurrencia de los accidentes, por lo tanto, deben invertir tiempo impartiendo charlas básicas de seguridad ocupacional para el personal involucrado en la ejecución del proyecto.

4.5 Estudio Financiero

El estudio financiero del Estudio de Factibilidad para la Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en la Aldea Los Platanares, describe los principales componentes del costo de la ejecución de las actividades planeadas desde su inicio hasta su culminación. Asimismo, se hace una proyección de los ingresos que se espera percibir durante el tiempo de vida útil de operación o de funcionamiento del proyecto tomando alternativas de precios del canon mensual del servicio domiciliar.

Además de la proyección de ingresos anuales con la tarifa actual de Q1.50 del suministro mensual de agua potable domiciliar, se hicieron propuestas con las tarifas de Q5.00 y Q25.00 en un supuesto para incrementar el ingreso neto anual del proyecto administrado por el Comité de Agua Potable y, por lo tanto, generar mayor capacidad financiera para evitar crisis futuras. Utilizando los cálculos obtenidos por una de las propuestas, se hace un análisis financiero calculando los indicadores de rendimiento de la inversión.

4.5.1 Análisis de Costos

El análisis de costos para este caso describe los principales rubros que abarcan toda la estructura del proyecto desde su etapa de estudio de factibilidad hasta el final de la ejecución o puesta en marcha del mismo. Para explicar la estimación de los costos se incluyeron las tablas de costos de materiales por cada componente del proyecto y también el detalle de los rubros del proyecto en general.

4.5.1.1 Costos de Inversión Inicial

El estimado de los costos directos e indirectos según la clasificación de cada uno de los rubros o actividades principales que se muestran en la Tabla 4-24 asciende a un total de Q2,170,130.00, los cuales formarían parte de la inversión inicial del proyecto. Los montos de los rubros de los costos directos se obtuvieron de las tablas correspondientes a las obras civiles mencionadas en la sección del Estudio Técnico, donde se desglosan los materiales y mano de obra de las estructuras contempladas para el proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar de la Aldea Los Platanares. El valor total de los costos directos ascendió a un monto de Q1,537,130.00, tal como se indica en la Tabla 4-24.

Tabla 4-24. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Resumen de los Costos Estimados para Ejecución del Proyecto

Descripción		Total (Q)
A. COSTOS DIRECTOS		
1) Materiales:		
Tanques de Captación	Dos unidades	49,950.00
Tanques de Distribución	Dos unidades	70,440.00
Caja Rompe Presión	Una unidad	15,415.00
Red de Distribución	Lote	454,220.00
Conexiones Domiciliarias	Lote	199,355.00
2) Mano de Obra	Lote	720,750.00
3) Servicios	Lote	7,000.00
4) Otros	Lote	7,000.00
Mitigación de Impactos Ambientales Negativos	Matriz de Impactos ⁵⁷	20,000.00
COSTOS DIRECTOS TOTALES (Q)		1,537,130.00
B. COSTOS INDIRECTOS		
Diseño y Planificación	5% de Costos Directos	77,000.00
Estudio de Impacto Ambiental	Costo Aproximado	25,000.00
Administración y Supervisión	Según Planilla R.H. de Staff	354,000.00
Licencias de Construcción	1.5% de Costos Directos	23,000.00
Imprevistos	10% de Costos Directos	154,000.00
COSTOS INDIRECTOS TOTALES (Q)		633,000.00
COSTOS TOTALES (Q)		2,170,130.00

Fuente: Elaboración propia con datos de las tablas de referencia en este documento.

Aunque los vecinos de la Aldea Los Platanares proporcionarían la mano de obra no calificada, el de este rubro se consideran en la Tabla 4-24 para efectos de cálculo del costo total del proyecto o evaluación del estudio financiero. Estos costos se desglosan en las tablas de costos de materiales y mano de obra en la sección del Estudio Técnico.

El total de los costos directos se tomó de base para el cálculo de otros rubros o actividades que forman parte del bloque de los costos indirectos, por ejemplo, diseño y planificación, licencias de construcción e imprevistos. Para el caso del costo del estudio de impacto ambiental se tomó de referencia el valor contemplado en proyectos similares. Para el rubro de administración y supervisión

⁵⁷ Ver Tabla 4-27 ilustrada en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

se tomó el valor calculado en la Tabla 4-17 de la sección del Estudio Administrativo y Legal de este documento.

Los costos indirectos suman Q633,000.00 como se muestra en la Tabla 4-24. Para el cálculo de algunos rubros contemplados dentro de los costos indirectos, se tomó de base el total de los costos directos, en proporción indicada en la tabla. En todos los rubros de los costos indirectos se consideraron las estimaciones propias de estudios exploratorios, opiniones de trabajadores locales y aportes de profesionales del ramo en el medio geográfico donde se ejecutaría el proyecto.

Los rubros de los costos indirectos son actividades cuyo costo podría variar dependiendo de las entidades que los realicen. El escenario ideal que se pretende conseguir, es que tales estudios sean realizados a través de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales –UNEPAR- del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS. Esta dependencia gubernamental se encargaría de realizar todos los estudios pertinentes, así como la gestión de los permisos y licencias (autorizaciones) que requiera la ejecución del proyecto.

4.5.1.2 Costos de Operación

Dentro de los costos de operación se contemplan dos rubros principales que actualmente considera el Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, para mantenimiento correctivo y funcionamiento general del proyecto, tomando en cuenta el esquema de organización y base legal que les ampara.

En la Tabla 4-25, en la columna de los Costos de Mantenimiento⁵⁸ se consideran los costos anuales que se incurrirán por concepto de mantenimiento del funcionamiento del sistema de distribución de agua potable. Se supone que actualmente el Comité de Agua Potable tiene contratada una persona por Q150.00 al mes, para que abra y cierre las llaves de paso principales para mantener el racionamiento de agua en los sectores. En este rubro, asimismo, se incluye el costo mensual estimado de Q300.00 para compra de accesorios varios que habría que reemplazar en las operaciones de mantenimiento correctivo.

En este sentido, el costo total mensual por concepto de mantenimiento sería de Q450.00. Si se considera esta cifra en términos anuales, ascendería a Q5,400.00 en el año cero, como indicado en la Tabla 4-25. En el siguiente año ilustrado en la tabla, sólo se aplicó el monto de Q3,600.00 anuales, pues ya no se tomó en cuenta en este rubro el pago mensual de Q150.00 al operador contratado.

⁵⁸ Abreviado como “Costos de Manntto”.

Si el proyecto es ejecutado, habría necesidad de operadores técnicos de apoyo para realizar las gestiones administrativas y de operación del proyecto cuando éste sea entregado a la comunidad. El Comité tendría que contratar al menos dos operadores con funciones similares, quienes se alternarían en sus funciones para las gestiones administrativas y las tareas operativas que demande la administración del sistema de distribución de agua ampliado.

Tabla 4-25. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Costos Totales Anuales de Operación del Proyecto Estimados a Tarifa de Q1.50

No. de Años (n)	Servicios Instalados	Ingresos Totales (Q)	Costos Administrativos	Costos de Manntto. ⁵⁹ (Q)	Derecho por Cobro (Q)	Costos Totales (Q)
0	463	8,336.40	-	5,400.00	833.64	6,233.64
1	474	8,528.14	90,282.88	3,600.00	852.81	94,735.69
2	485	8,724.29	92,088.54	3,780.00	872.43	96,740.97
3	496	8,924.94	93,930.31	3,969.00	892.49	98,791.80
4	507	9,130.22	95,808.91	4,167.45	913.02	100,889.39
5	519	9,340.21	97,725.09	4,375.82	934.02	103,034.94
6	531	9,555.04	99,679.59	4,594.61	955.50	105,229.71
7	543	9,774.80	101,673.19	4,824.34	977.48	107,475.01
8	556	9,999.62	103,706.65	5,065.56	999.96	109,772.17
9	568	10,229.62	105,780.78	5,318.84	1,022.96	112,122.58
10	581	10,464.90	107,896.40	5,584.78	1,046.49	114,527.67
11	595	10,705.59	110,054.33	5,864.02	1,070.56	116,988.91
12	608	10,951.82	112,255.41	6,157.22	1,095.18	119,507.82
13	622	11,203.71	114,500.52	6,465.08	1,120.37	122,085.98
14	637	11,461.39	116,790.53	6,788.34	1,146.14	124,725.01
15	651	11,725.01	119,126.34	7,127.75	1,172.50	127,426.60
16	666	11,994.68	121,508.87	7,484.14	1,199.47	130,192.48
17	682	12,270.56	123,939.05	7,858.35	1,227.06	133,024.45
18	697	12,552.78	126,417.83	8,251.27	1,255.28	135,924.37
19	713	12,841.50	128,946.18	8,663.83	1,284.15	138,894.16
20	730	13,136.85	131,525.11	9,097.02	1,313.69	141,935.81
Totales (Q)		245,753.47	2,193,636.52	140,637.43	24,575.35	2,358,849.30

Fuente: Elaboración propia con datos estimados.

Los costos de operación, entonces, se verían modificados por la contratación de los dos operadores bajo la figura legal de empleados del Comité de Agua Potable. Según la Tabla 4-18 incluida en el

⁵⁹ Se refiere a los "Gastos de Mantenimiento" anual, los cuales se modifican a partir del año uno.

Estudio Administrativo y Legal de este documento, para el primer año de operación del proyecto, el monto del incremento sería de Q90,282.88, incluyendo sueldos, prestaciones laborales y cuotas patronales. Estos costos se agrupan en la columna de los Costos Administrativos que van teniendo un incremento del 5 por ciento anual considerando que la inflación en Guatemala, no es estática.

Sin embargo, al tomar en cuenta el efecto inflacionario que sufren los precios de los bienes y servicios en el mercado, a partir del año dos, se considera un promedio del 5 por ciento de aumento anual en los costos de mantenimiento y en los costos administrativos, los cuales se aplicarían año con año durante la vida útil del proyecto.

El otro rubro principal de los costos de operación sería un pago por concepto de “Derecho por Cobro”. Este gasto consiste en el derecho de cobro del 10 por ciento del total de los ingresos obtenidos por concepto de canon mensual de agua potable que recaude el Tesorero del Comité, a tarifa de Q1.50 por cada servicio. Por esta razón, se incluye la columna de “Ingresos Totales” en la Tabla 4-25. La base legal de este concepto se encuentra en el Artículo 15o, Capítulo II del Acuerdo Gubernativo 293-82 (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1982), que se aplicaría durante la vida útil del proyecto.

4.5.2 Análisis de Ingresos

La Tabla 4-26 ilustra una estimación de los ingresos netos anuales que se proyectan a lo largo de la vida útil del proyecto aplicando la tarifa de Q1.50 por concepto del canon mensual del servicio domiciliar de agua potable.

Revisando los ingresos y gastos anuales, se puede ver en Tabla 4-26, que desde el año 1, los costos totales son superiores a los ingresos totales principalmente porque se incluyen los costos administrativos de operación (contratación de dos operadores de apoyo al Comité). Como es de esperarse, los ingresos netos ilustrados en la Tabla 4-26 son negativos, aun considerando que el 100 por ciento de los servicios instalados cumpliría con el pago mensual sin demoras.

Siguiendo con el análisis de la Tabla 4-26, la columna de “ingresos netos” muestra que con la tarifa de Q1.50 por el servicio mensual, los ingresos netos anuales seguirían mostrando un déficit significativo que se incrementa progresivamente desde el año 1 al año 20. Esta tendencia de los ingresos netos anuales obviamente se explica porque la diferencia entre los ingresos totales y los gastos totales anuales es negativa, y se va incrementando. Bajo estas condiciones, el proyecto es inviable desde el punto de vista financiero.

Tabla 4-26. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ingresos Netos Anuales Estimados a Tarifa Mensual de Q1.50

No. de Años (n)	Año de Operación	Servicios Instalados	Ingresos Totales (Q)	Costos Totales (Q)	Ingresos Netos (Q)
0	2015	463	8,336.40	4,433.64	3,902.76
1	2016	474	8,528.14	94,915.69	(86,387.56)
2	2017	485	8,724.29	96,929.97	(88,205.68)
3	2018	496	8,924.94	98,990.25	(90,065.31)
4	2019	507	9,130.22	101,097.76	(91,967.54)
5	2020	519	9,340.21	103,253.73	(93,913.51)
6	2021	531	9,555.04	105,459.44	(95,904.41)
7	2022	543	9,774.80	107,716.23	(97,941.42)
8	2023	556	9,999.62	110,025.45	(100,025.83)
9	2024	568	10,229.62	112,388.53	(102,158.91)
10	2025	581	10,464.90	114,806.91	(104,342.01)
11	2026	595	10,705.59	117,282.11	(106,576.52)
12	2027	608	10,951.82	119,815.68	(108,863.86)
13	2028	622	11,203.71	122,409.23	(111,205.52)
14	2029	637	11,461.39	125,064.43	(113,603.03)
15	2030	651	11,725.01	127,782.98	(116,057.98)
16	2031	666	11,994.68	130,566.69	(118,572.00)
17	2032	682	12,270.56	133,417.37	(121,146.81)
18	2033	697	12,552.78	136,336.94	(123,784.15)
19	2034	713	12,841.50	139,327.35	(126,485.86)
20	2035	730	13,136.85	142,390.67	(129,253.81)
Totales (Q)		-	245,753.47	2,363,001.18	(2,117,247.70)

Fuente: Elaboración propia con datos proyectados.

Considerando que, para aliviar las necesidades financieras del proyecto del servicio de agua potable de la comunidad, e ir estableciendo un fondo para renovación y/o ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar a lo largo de su vida útil, habría que aumentar la tarifa mensual. Probablemente, con el incremento, la comunidad no caería en crisis por problemas de abastecimiento de agua en el futuro.

La estimación de los ingresos netos con tarifas diferentes fue para promover una moción ante la comunidad para evaluar y crear conciencia que los gastos de mantenimiento y operación no dependan de cuotas extraordinarias voluntarias o de donaciones económicas de entidades de ayuda

nacionales o extranjeras. La idea sería, buscar una tarifa de equilibrio, que pueda dar cierta autonomía económica a la comunidad para que resuelva por sí misma las necesidades de abastecimiento de agua potable, sin castigar la economía de los hogares usuarios.

Es de esperarse, para el caso de un proyecto de apoyo social, como éste, no se tiene estimado que el flujo de fondos o ingresos netos percibidos al final de cada año vaya a generar utilidades. Si el proyecto fuera rentable desde el punto de vista financiero, entonces los ingresos servirían para costear los gastos de mantenimiento y operación del proyecto a lo largo de su vida útil, y se percibirían ganancias después de recuperada la inversión inicial.

Como alternativa, se plantea la idea de incrementar la tarifa a Q5.00 mensuales por el canon de agua potable. Esta tarifa, hasta cierto punto, resultaría “razonable” a juicio de algunos usuarios en la comunidad que poseen mayor nivel de ingresos familiares, dado que, en los resultados de la encuesta a jefes de hogares usuarios, según la Figura 4-15, un 27 por ciento respondió que podría pagar hasta Q5.00 de tarifa mensual para mejorar el servicio. La ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar sería el argumento principal para incrementar la tarifa del servicio para mejorar los ingresos.

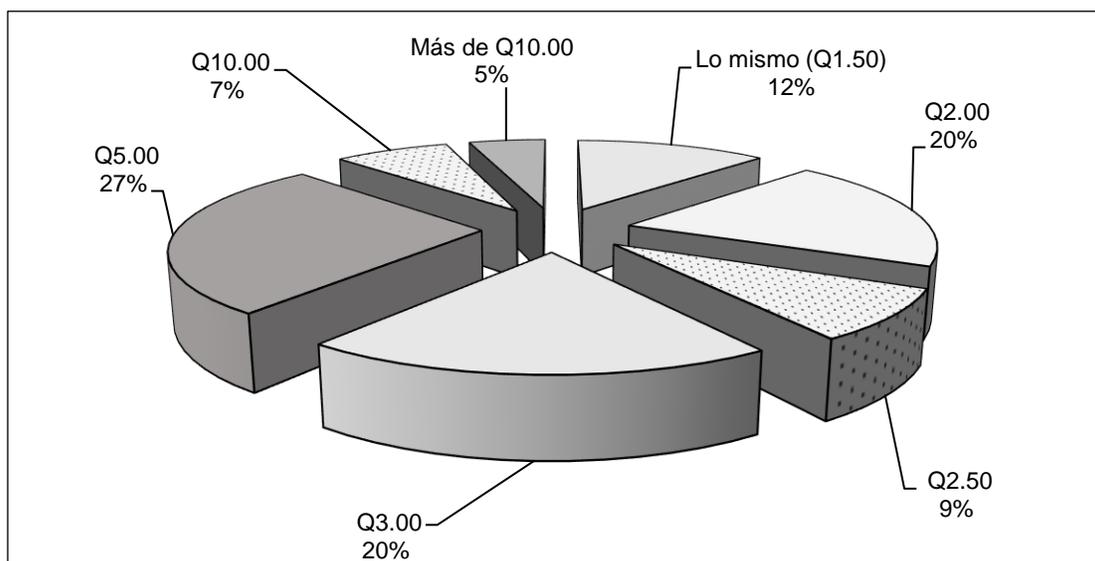
Según la respuesta obtenida, cuando se les preguntó a los jefes de hogares usuarios, si creían que el pago mensual con la tarifa actual era suficiente para mantener y mejorar el servicio de agua, el 46 por ciento contestó afirmativamente, mientras que el 54 por ciento respondió que no creían que fuera suficiente. Esta respuesta se interpreta que la opinión está dividida, puesto que se percibe que la intención es que se mantenga la misma tarifa, aunque casi la mitad de los encuestados tendría conciencia que lo que se paga, no es suficiente para cubrir los gastos de mantenimiento, ni tampoco para realizar mejoras en el servicio.

También cuando se les preguntó a los encuestados si estarían dispuestos a pagar más para mejorar el servicio, el 84 por ciento respondió afirmativamente, mientras que el 16 por ciento restante respondió negativamente. Para estas respuestas, se interpreta que la mayor parte de los hogares usuarios tendrían conciencia de pagar una tarifa más alta para que el servicio se mejore. En contraposición, sólo el 16 por ciento se resistiría a incrementar la tarifa del canon mensual.

En esta misma pregunta, si la respuesta era afirmativa, también a los encuestados se les dio la opción de escoger “¿Cuánto al mes?”, de un listado de tarifas propuestas para saber cuál sería aplicable al canon mensual que pagarían para mejorar el servicio. Las respuestas se ilustran en la Figura 4-15. Analizando las tarifas de menor a mayor, se puede apreciar que un 12 por ciento de los jefes de hogar encuestados respondió que seguiría pagando la tarifa de Q1.50. Un 20 por ciento

respondió que podría pagar hasta Q2.00. Un 9 por ciento pagaría hasta Q2.50, Un 20 por ciento pagaría hasta Q3.00. Según la encuesta, un 27 por ciento tendría capacidad de pagar hasta Q5.00. Un 10 por ciento afirmó que pagaría hasta Q10.00. Finalmente, el 5 por ciento restante, respondió que podría pagar más de Q10.00.

Figura 4-15. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Opinión sobre la Tarifa del Canon Mensual del Servicio de Agua Potable



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta realizada en el mes de abril 2015.

Con este análisis podría tomarse como referencia el cálculo de ingresos anuales con las tarifas mensuales de Q2.00, Q3.00 y Q5.00, ya que estas son las que ocupan las mayores proporciones de las respuestas dadas por los representantes de los hogares encuestados.

Derivado que en la Tabla 4-26, el déficit con la tarifa actual resultó superior a los dos millones de quetzales, para la propuesta de la aplicación de la tarifa de Q5.00 mensuales, se plantea el escenario utilizando préstamos para financiar la inversión inicial del proyecto. Este escenario incrementaría drásticamente los costos de operación, porque se adicionarían los costos de financiamiento a la columna de los costos totales.

Bajo el contexto ilustrado en la Tabla 4-27, muestra que los ingresos netos anuales seguían siendo menores a los costos totales anuales, pues la columna de los ingresos netos seguía siendo negativa aún después de amortizado el préstamo e intereses respectivos en el año once. Para acumular un

fondo de amortización destinado a costear un nuevo proyecto y, así, resolver desde la raíz las potenciales crisis de desabastecimiento domiciliario de agua potable, se necesitaría incrementar aún más la tarifa mensual del servicio o bien, buscar donaciones de capital para la inversión inicial.

Solamente buscando consensos en la comunidad para incrementar la tarifa del servicio mensual a modo de financiar la operación del proyecto, la comunidad tendría mayor capacidad de gestionar estudios u obras de mejoramiento de la calidad o eficiencia operativa del sistema de agua potable de manera autónoma. Inclusive, se podría negociar la obtención de subsidios con la municipalidad local y gobierno central, proponiendo el uso de recursos tripartitos para realizar proyectos del ramo.

Tabla 4-27. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Ingresos Netos Anuales Estimados a Tarifa Mensual de Q5.00 con Financiamiento

No. de Años (n)	Año de Operación	Servicios Instalados	Ingresos Totales (Q)	Costos Totales (Q)	Ingresos Netos (Q)
0	2015	463	27,788.00	6,378.80	21,409.20
1	2016	474	28,427.13	416,646.61	(388,219.48)
2	2017	485	29,080.95	401,189.61	(372,108.66)
3	2018	496	29,749.81	385,779.68	(356,029.87)
4	2019	507	30,434.06	370,418.05	(339,983.99)
5	2020	519	31,134.04	355,105.98	(323,971.94)
6	2021	531	31,850.13	339,844.78	(307,994.66)
7	2022	543	32,582.68	324,635.81	(292,053.13)
8	2023	556	33,332.08	309,480.45	(276,148.37)
9	2024	568	34,098.72	294,380.16	(260,281.44)
10	2025	581	34,882.99	279,336.40	(244,453.41)
11	2026	595	35,685.30	119,780.08	(84,094.78)
12	2027	608	36,506.06	122,371.10	(85,865.04)
13	2028	622	37,345.70	125,023.43	(87,677.73)
14	2029	637	38,204.65	127,738.75	(89,534.10)
15	2030	651	39,083.36	130,518.82	(91,435.46)
16	2031	666	39,982.27	133,365.45	(93,383.17)
17	2032	682	40,901.87	136,280.50	(95,378.63)
18	2033	697	41,842.61	139,265.92	(97,423.31)
19	2034	713	42,804.99	142,323.70	(99,518.72)
20	2035	730	43,789.50	145,455.93	(101,666.43)
Totales (Q)	-	-	819,178.24	4,829,487.14	(4,010,308.90)

Fuente: *Elaboración propia con datos proyectados.*

4.5.3 Supuestos Financieros

Dentro de los supuestos financieros se incluyen los cálculos de algunos indicadores que podrían manejarse idealmente para medir el comportamiento del flujo de efectivo durante la vida útil del proyecto. Por la naturaleza social del proyecto, los indicadores pueden ser diferentes a los que normalmente se utilizan en los proyectos lucrativos o donde se espera un retorno de la inversión en los primeros periodos de su tiempo de vida útil. A continuación, se describen algunos supuestos que podrían aplicarse a este proyecto en estudio.

4.5.3.1 Recursos Financieros para la Inversión

Para obtener los recursos financieros utilizables en el desarrollo del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliario, el COCODES y el Comité de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, contactarían a instituciones gubernamentales (INFOM, FODES, etc.), ONG's y entidades internacionales que apoyan a las comunidades rurales, por ejemplo, Embajada de Suecia, Embajada de Japón, Embajada de Taiwán, entre otras. Asimismo, se esperaría que la Municipalidad de Guazacapán, destine fondos para la inversión de este proyecto como una obligación de su jurisdicción político-administrativa correspondiente. En total, la inversión estimada sería de Q2,170,130.00 según proyecciones del costo total del proyecto, *ceteris paribus*.

Si se toma en cuenta que la comunidad de la Aldea Los Platanares adquiere el compromiso para aportar el recurso de mano de obra no calificada *ad honorem* para la ejecución del proyecto (33 por ciento), habría que considerar la obtención de recursos financieros en calidad de préstamos o donaciones, para financiar la otra proporción del proyecto (67 por ciento). La Tabla 4-28 muestra el monto y la proporción de las fuentes de financiamiento que podrían funcionar para iniciar las gestiones del proyecto.

Para el caso del financiamiento del proyecto con préstamos reembolsables, se incurriría en gastos financieros que se asumen por concepto de intereses anuales según tasa de interés pactada, ya sea con entidades financieras públicas o privadas. Obviamente, este supuesto conllevaría a evaluar el proyecto con una tarifa por el servicio de agua potable relativamente mayor a la actual, para cubrir la amortización de la inversión en un determinado periodo de tiempo que no exacerbe los ingresos mensuales recaudados por el Comité de Agua Potable bajo tal concepto. Este rubro podría ser diferente o nulo si el proyecto se financiaría con fondos gubernamentales no reembolsables o donaciones.

Tabla 4-28. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estimación del Monto y Proporción según Fuentes de Financiamiento

Fuente de Financiamiento	Total (Q)	Proporción (%)
Aporte de la Comunidad	720,750.00	33
Préstamos o Donaciones	1,449,380.00	67
Totales	2,170,130.00	100

Fuente: *Elaboración propia con datos proyectados.*

4.5.3.2 Tasa de Oportunidad

En el supuesto que los recursos financieros (Q1,449,380.00) no se podrían conseguir a través de donaciones de instituciones de cooperación internacional, ni de recursos económicos no reembolsables del Gobierno, entonces se podría buscar alternativas de préstamos con instituciones del Estado que fomentan los proyectos sociales en las comunidades de interior del país.

Tabla 4-29. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de la Tasa de Oportunidad

Fuente de Financiamiento	Monto (Q)	Tasa	Participación	Ponderación
INFOM	1,000,000.00	11.50%	69%	8%
FODES	449,380.00	13.50%	31%	4%
Totales	1,449,380.00	-	100%	12%

Fuente: *Elaboración propia con datos calculados en tablas anteriores.*

INFOM y FODES podrían ser algunas opciones de instituciones de financiamiento para ejecutar el proyecto. Para este caso, se consideró el monto a financiar y se plantearon las alternativas propuestas, según se indica en la Tabla 4-29.

De acuerdo a la tasa de interés que cobraría cada una de las instituciones prestatarias, se ponderó la tasa de interés correspondiente con la participación en el financiamiento del proyecto, y se obtuvo la tasa del 12 por ciento de interés anual. Esta tasa de interés ponderada sería la tasa de oportunidad que serviría para evaluar el rendimiento de la inversión calculando el valor actual neto (VAN) que se obtendría de los flujos de capital anuales, si el proyecto fuera de naturaleza lucrativa.

Tabla 4-30. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de Intereses sobre Saldos según Fuente Acreedora

Año	Intereses INFOM (Q)	Intereses FODES (Q)	Intereses Totales (Q)
0	-	-	-
1	115,000.00	60,666.30	175,666.30
2	103,500.00	54,599.67	158,099.67
3	92,000.00	48,533.04	140,533.04
4	80,500.00	42,466.41	122,966.41
5	69,000.00	36,399.78	105,399.78
6	57,500.00	30,333.15	87,833.15
7	46,000.00	24,266.52	70,266.52
8	34,500.00	18,199.89	52,699.89
9	23,000.00	12,133.26	35,133.26
10	11,500.00	6,066.63	17,566.63
Totales (Q)	632,500.00	333,664.65	966,164.65

Fuente: Elaboración propia utilizando montos de préstamos con tasa de interés respectiva.

Tabla 4-31. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Cálculo de la Cuota Anual de Capital e Intereses sobre Saldos

Año	Cuota INFOM (Q)	Cuota FODES (Q)	Cuota Total (Q)
0	-	-	-
1	215,000.00	105,604.30	320,604.30
2	203,500.00	99,537.67	303,037.67
3	192,000.00	93,471.04	285,471.04
4	180,500.00	87,404.41	267,904.41
5	169,000.00	81,337.78	250,337.78
6	157,500.00	75,271.15	232,771.15
7	146,000.00	69,204.52	215,204.52
8	134,500.00	63,137.89	197,637.89
9	123,000.00	57,071.26	180,071.26
10	111,500.00	51,004.63	162,504.63
Totales (Q)	1,632,500.00	783,044.65	2,415,544.65

Fuente: Elaboración propia combinando datos de las tablas anteriores.

Si se considera la obtención del financiamiento con plazo a diez años de pago, el costo de los intereses pagaderos anualmente a cada entidad acreedora, los pagos anuales podrían quedar según se indica en la Tabla 4-30. La columna de la izquierda indica el año natural que tendría cargos por los intereses de los préstamos obtenidos. El monto de los intereses que se pagaría al final del periodo por este concepto sería de Q966,164.65.

La Tabla 4-31 muestra la propuesta de la cuota anual del préstamo más los intereses que tendría que pagarse a plazo de diez años para saldar las deudas contraídas. Si se toma la opción de financiar el proyecto con préstamos, el Comité de Agua debería considerar las acciones a realizar para cumplir con el pago de la cuota anual e intereses sobre saldos durante el plazo que se convenga.

4.5.3.3 Plan de Desembolso de Fondos

Tabla 4-32. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plan de Desembolso para Ejecución del Proyecto (Valores en Q.)

Concepto	Bimestres		
	Primero	Segundo	Tercero
Aforo de Vertientes	2,500.00	-	-
Análisis de Agua	4,500.00	-	-
Diseño y Planificación	76,856.50	-	-
Evaluación de Impacto Ambiental	25,000.00	-	-
Licencias de Construcción	23,056.95	-	-
Trazo y Nivelación de Terreno	20,000.00	-	-
Zanjeo y Rellenado	-	285,375.00	285,375.00
Tanques de Captación	24,975.00	24,975.00	-
Tanques de Distribución	35,220.00	35,220.00	-
Caja Rompe Presión	-	15,415.00	-
Red de Distribución	-	227,110.00	227,110.00
Conexiones Domiciliarias	-	99,677.50	99,677.50
Mano de Obra No Calificada	26,000.00	69,000.00	35,000.00
Administración y Supervisión	118,000.00	118,000.00	118,000.00
Mitigación de Impactos Negativos al Medio	6,666.67	6,666.67	6,666.67
Imprevistos	51,237.67	51,237.67	51,237.67
TOTAL (Q)	414,012.78	932,676.83	823,066.83

Fuente: *Elaboración propia combinando datos de las tablas anteriores incluidas en este documento.*

Se planteó que los desembolsos para la ejecución del proyecto se realizarían conforme demanden las actividades programadas, aun cuando dichos fondos o aportes vengan de la comunidad, instituciones cooperantes o financistas. El aporte de mano de obra por parte de la comunidad, como sería en especie, tendría que estar disponible según el programa de ejecución de las obras civiles.

Asimismo, se propuso que el desembolso de los fondos solicitados para el financiamiento del proyecto (en caso de préstamos), sean otorgados en tres etapas: en la primera sería del 50 por ciento contra presentación del estudio de factibilidad del proyecto con la intención que sirva para compra de los materiales, equipo e insumos necesarios para iniciar el desarrollo del proyecto.

En la segunda etapa se necesitaría el desembolso del 25 por ciento contra los avances de la obra. Y, en la tercera etapa, el 25 por ciento restante, para completar los trabajos de ejecución del proyecto hasta su entrega a la comunidad. Según el plan de desembolsos, el primero tendría que realizarse a principios del primer bimestre y luego el segundo y tercer desembolso sería a principios del segundo y tercer bimestre respectivamente. Esto es, justamente, porque las actividades tienen su mayor apogeo durante esos periodos, tal como se indica en la Tabla 4-32.

4.5.4 Evaluación Financiera

Al año 2015, el proyecto de suministro de Agua Potable de la Aldea Los Platanares, seguía manteniendo la tarifa de Q1.50 por servicio instalado en cada hogar. Con esta tarifa, la cual es prácticamente simbólica, no existen las condiciones para que el servicio pueda ser financieramente rentable o al menos, autosostenible, durante el periodo de su vida útil.

Asimismo, como mostrado en la sección 4.5.2 Análisis de Ingresos, y también lo ilustrado en la Tabla 4-26 y Tabla 4-27, donde se calcularon los ingresos netos del proyecto con tarifa mensual de Q1.50 y Q5.00 respectivamente, los resultados de dichos ingresos netos fueron negativos durante la vida útil del proyecto. En este sentido, no sería razonable que se calcule el flujo de fondos netos para calcular los indicadores financieros y realizar la evaluación respectiva, puesto que dichos flujos serían negativos.

Por lo anteriormente expuesto, se sometió a evaluación financiera la propuesta de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en la Aldea Los Platanares, utilizando la tarifa de Q25.00 mensuales por servicio instalado, para calcular los indicadores: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) y Relación Beneficio-Costo (RBC). Se tomó la tarifa de Q25.00 mensuales para darle un giro más apegado a la realidad por el pago de servicios básicos en las áreas rurales y semi urbanas.

Con la tarifa mensual de Q25.00, se estimaron los ingresos y egresos anuales del proyecto, tomando asimismo la tasa de descuento del 12 por ciento para la actualización de los valores o flujos netos anuales durante los veinte años de vida útil del proyecto.

Tabla 4-33. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Flujo Neto de Fondos Actualizados del Proyecto con Préstamos

No. de Años (n)	Ingresos (Tarifa Q25.00)	Egresos	Flujo Neto de Fondos (FNF)	Factor de Actualización (1.12)	Ingresos Actualizados	Egresos Actualizados	Flujo Neto de Fondos Actualizados
0	---	1,449,380.00	(1,449,380.00)	1.00000	---	1,449,380.00	(1,449,380.00)
1	142,135.64	428,880.74	(286,745.11)	0.89286	126,906.82	382,929.24	(256,022.42)
2	145,404.76	413,635.68	(268,230.93)	0.79719	115,915.78	329,747.83	(213,832.05)
3	148,749.07	398,443.71	(249,694.64)	0.71178	105,876.65	283,604.36	(177,727.71)
4	152,170.30	383,306.18	(231,135.88)	0.63552	96,706.97	243,598.00	(146,891.03)
5	155,670.21	368,224.51	(212,554.30)	0.56743	88,331.46	208,940.47	(120,609.02)
6	159,250.63	353,200.15	(193,949.52)	0.50663	80,681.32	178,942.19	(98,260.87)
7	162,913.39	338,234.61	(175,321.22)	0.45235	73,693.74	153,000.16	(79,306.41)
8	166,660.40	323,329.42	(156,669.02)	0.40388	67,311.34	130,587.33	(63,275.99)
9	170,493.59	308,486.18	(137,992.59)	0.36061	61,481.70	111,243.21	(49,761.51)
10	174,414.94	293,706.54	(119,291.60)	0.32197	56,156.94	94,565.65	(38,408.70)
11	178,426.49	134,054.20	44,372.29	0.28748	51,293.35	38,537.38	12,755.97
12	182,530.29	136,973.53	45,556.77	0.25668	46,850.98	35,157.69	11,693.29
13	186,728.49	139,961.71	46,766.78	0.22917	42,793.35	32,075.61	10,717.74
14	191,023.25	143,020.61	48,002.64	0.20462	39,087.14	29,264.85	9,822.29
15	195,416.78	146,152.16	49,264.62	0.18270	35,701.92	26,701.45	9,000.46
16	199,911.37	149,358.35	50,553.01	0.16312	32,609.87	24,363.58	8,246.29
17	204,509.33	152,641.25	51,868.08	0.14564	29,785.63	22,231.33	7,554.29
18	209,213.04	156,002.96	53,210.08	0.13004	27,205.98	20,286.56	6,919.42
19	214,024.94	159,445.70	54,579.24	0.11611	24,849.75	18,512.73	6,337.02
20	218,947.52	162,971.73	55,975.78	0.10367	22,697.58	16,894.75	5,802.83
Total(Q)	3,558,594.42	6,539,409.92	(2,980,815.50)	---	1,225,938.28	3,830,564.39	(2,604,626.11)

Fuente: *Elaboración propia.*

Para el cálculo del flujo de fondos del proyecto, en la Tabla 4-33 se calcularon los valores de los ingresos anuales brutos utilizando la tarifa mensual de Q25.00 y la cantidad de servicios instalados del año uno hasta el año veinte como indicado en la Tabla 4-26. Ahora bien, la columna de los egresos anuales incluye: los costos totales utilizando los costos administrativos, costos de mantenimiento mostrados en la Tabla 4-27 y los costos por derecho de cobro según la tarifa aplicada en el año respectivo; los gastos financieros anuales calculados en la Tabla 4-31, suponiendo que el

proyecto se financiaría con préstamos; y, en el año cero, el monto de la inversión inicial, descartando el aporte de mano de obra no calificada que proveería la comunidad usuaria. La diferencia entre ambas columnas dio como resultado el flujo neto de fondos (FNF), tal como se muestra en la tabla de referencia.

A las columnas de los ingresos actualizados y los egresos actualizados anuales, se les aplicó el factor de descuento o factor de actualización: $1 / (1 + r)^n$, donde “r” es igual al 12 por ciento y, “n” es igual al número de años al que se pretende actualizar el valor. La diferencia entre las dos columnas de valores actualizados, dio como resultado el Flujo de Fondos Netos Actualizados (FNFA) que se muestra en la última columna de la Tabla 4-33.

La columna de los FNFA presentó valores negativos desde el año cero hasta el año diez. La razón principal de que estos valores sean negativos, es porque a lo largo de los primeros diez años de operación, los ingresos no serían suficientes para cubrir los egresos que tendría el proyecto con la tarifa mensual de Q25.00 amortizando los préstamos. A partir del año once, los FNFA empiezan a ser positivos porque en ese tiempo, ya se habría pagado completamente el préstamo.

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se utilizó la fórmula indicada en la sección del Marco Teórico Conceptual, aunque lo más práctico fue utilizar la función de fórmulas contenidas en el programa Microsoft Excel.

Interpretando la aplicación de la fórmula del VAN, la sumatoria de la columna de los FNFA de la Tabla 4-33, dio como resultado el Valor Actual Neto (VAN), el cual es un indicador que muestra cuánto valdría hoy el resultado de la inversión, al final del periodo de veinte años. La regla de interpretación financiera que se aplicó al valor obtenido como VAN es: a) Si es positivo, la inversión sería rentable; b) Si es negativo, entonces la inversión no sería rentable y generaría pérdidas; y, c) Si es cero, entonces habría que evaluar otras variables para comprobar si producen algún efecto diferente. En este caso, se obtuvo un VAN con valor negativo y, por lo tanto, se diría que la inversión no es rentable financieramente aplicando la tarifa de Q25.00 como canon mensual por el suministro del servicio domiciliario de agua potable.

La relación beneficio-costos (RBC), es el cociente que resulta de dividir la sumatoria de los ingresos actualizados dentro de la sumatoria de los egresos actualizados. Con base en los valores obtenidos en la Tabla 4-33, el cálculo sería:

$$RBC = 1,225,938.25 / 3,830,564.39 = 0.32004; \text{ aproximadamente: } 0.32 \text{ (es menor que cero).}$$

La regla de interpretación de la RBC indica que: a) Si el resultado es menor que uno, entonces el proyecto generaría pérdidas; b) Si el resultado es mayor que uno, entonces el proyecto podría generar ganancias; y, c) Si el resultado es igual a uno, entonces no habría pérdidas ni ganancias. Desde el punto de vista financiero, en este caso el resultado obtenido fue menor que uno; por lo tanto, se interpreta que la inversión generaría pérdidas al final del periodo de operación de veinte años.

Tabla 4-34. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Flujo Neto de Fondos Actualizados del Proyecto con Donaciones

No. de Años (n)	Ingresos (Tarifa Q25.00)	Egresos	Flujo Neto de Fondos (FNF)	Factor de Actualización (1.12)	Ingresos Actualizados	Egresos Actualizados	Flujo Neto de Fondos Actualizados
0	1,449,380.00	1,449,380.00	---	1.00000	1,449,380.00	1,449,380.00	---
1	142,135.64	108,276.44	33,859.19	0.89286	126,906.82	96,675.40	30,231.42
2	145,404.76	110,598.01	34,806.74	0.79719	115,915.78	88,168.06	27,747.72
3	148,749.07	112,972.67	35,776.40	0.71178	105,876.65	80,411.71	25,464.94
4	152,170.30	115,401.77	36,768.53	0.63552	96,706.97	73,339.91	23,367.06
5	155,670.21	117,886.73	37,783.48	0.56743	88,331.46	66,892.10	21,439.36
6	159,250.63	120,429.00	38,821.63	0.50663	80,681.32	61,013.08	19,668.24
7	162,913.39	123,030.09	39,883.30	0.45235	73,693.74	55,652.56	18,041.18
8	166,660.40	125,691.53	40,968.87	0.40388	67,311.34	50,764.70	16,546.64
9	170,493.59	128,414.92	42,078.67	0.36061	61,481.70	46,307.71	15,173.99
10	174,414.94	131,201.91	43,213.03	0.32197	56,156.94	42,243.50	13,913.44
11	178,426.49	134,054.20	44,372.29	0.28748	51,293.35	38,537.38	12,755.97
12	182,530.29	136,973.53	45,556.77	0.25668	46,850.98	35,157.69	11,693.29
13	186,728.49	139,961.71	46,766.78	0.22917	42,793.35	32,075.61	10,717.74
14	191,023.25	143,020.61	48,002.64	0.20462	39,087.14	29,264.85	9,822.29
15	195,416.78	146,152.16	49,264.62	0.18270	35,701.92	26,701.45	9,000.46
16	199,911.37	149,358.35	50,553.01	0.16312	32,609.87	24,363.58	8,246.29
17	204,509.33	152,641.25	51,868.08	0.14564	29,785.63	22,231.33	7,554.29
18	209,213.04	156,002.96	53,210.08	0.13004	27,205.98	20,286.56	6,919.42
19	214,024.94	159,445.70	54,579.24	0.11611	24,849.75	18,512.73	6,337.02
20	218,947.52	162,971.73	55,975.78	0.10367	22,697.58	16,894.75	5,802.83
TOTAL	5,007,974.42	4,123,865.27	884,109.15	---	2,675,318.28	2,374,874.67	300,443.61

Fuente: *Elaboración propia.*

La Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) es otro indicador que se utilizó en la evaluación financiera del rendimiento de la inversión. La TIRF es la tasa de interés que convierte a cero el valor del VAN obtenido. Es decir que es la máxima tasa de interés que soportaría el proyecto para que

éste no genere pérdidas ni ganancias. Para el cálculo de la TIRF se utilizó la fórmula del programa de Microsoft Excel como herramienta práctica y exacta.

En el caso de la evaluación financiera que se está aplicando a los flujos netos de fondos de capital (FNF) obtenidos en la Tabla 4-33, como el Valor Actual Neto (VAN) obtenido es negativo (menor que cero), entonces no tiene ningún sentido calcular el valor de la Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) utilizando la tarifa mensual de Q25.00.

Otra alternativa que se evaluó fue la de calcular los indicadores financieros del proyecto sin la utilización del capital ajeno por Q1,449,380.00. En este caso se asumiría que dicho monto a invertir no se financiaría con préstamos, sino con donaciones de entidades no gubernamentales nacionales o bien de organismos de cooperación internacional, para mencionar algunos.

El cálculo del flujo neto de fondos (FNF) que se muestra en la Tabla 4-34, contempló la inversión con los préstamos no reembolsables y, por lo tanto, los valores de los ingresos actualizados fueron positivos y mayores que los egresos actualizados en todo el periodo de vida útil de proyecto. Por lo consiguiente, la columna de los FNFA presentó valores positivos en la misma tabla.

Con los cálculos mostrados en la Tabla 4-34, se obtuvo el VAN con un valor positivo de Q300,443.61 al final de periodo de evaluación, tal como se muestra en la columna FNFA. La RBC obtenida fue igual a 1.12651, y entonces, esta sería mayor que uno, lo que indica que el proyecto podría ser rentable financieramente. En el caso de la TIRF, no sería coherente calcularla puesto que la inversión sería con préstamos no reembolsables (no habría valor negativo en la inversión para su cálculo con los flujos positivos del proyecto).

El proyecto con la tarifa a Q25.00 utilizando financiamiento no reembolsable para la inversión, tendría rentabilidad desde el punto de vista financiero, *ceteris paribus*, durante el periodo de vida útil del proyecto. El hito acá sería la persuasión de los hogares usuarios para incrementar la tarifa a Q25.00 mensuales.

4.5.5 Estados Financieros Proyectados

En relación al análisis financiero del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable de la Aldea Los Platanares, se hace una proyección del estado de resultados (pérdidas y ganancias) que se tendría durante los años de operación del proyecto. Para los cálculos de las figuras indicadas en el Estado de Resultados Proyectado que se presenta en la Tabla 4-35 y la Tabla 4-36, se toma en cuenta el supuesto que el precio del canon del servicio mensual de agua potable es de Q5.00 desde el año uno al año veinte.

Asimismo, se tomó en cuenta los costos de mantenimiento que se proyectan en la Tabla 4-26, y para los gastos de administración, se tomaron en cuenta los sueldos y salarios del equipo que trabajará en la fase de ejecución del proyecto y los gastos administrativos de los operadores técnicos que se contratarían. Los gastos financieros incluyen el pago de intereses devengados anualmente suponiendo que se contraerán los préstamos contemplados en la Tabla 4-31.

Al final de cada ejercicio anual, se puede ver que el resultado mostró cifras negativas⁶⁰ desde el año uno al año veinte. La razón básica sería que el costo de gastos financieros y los gastos del personal contratado (dos operadores) alteraron el resultado al final del ejercicio, puesto que, ambos incrementaron significativamente el costo de operación. En la Tabla 4-36, los resultados de los años once al veinte, proyectaron figuras negativas no obstante de que en estos años ya se habrían amortizado los préstamos de la inversión inicial.

En los estados de resultados y en el cálculo de los flujos netos de fondos, no se aplicaron depreciaciones, puesto que, al año 2015 el proyecto no tenía registro de activos fijos adquiridos, salvo el terreno donde se encuentran las fuentes de captación de agua.

La Tabla 4-37 muestra el detalle del Balance Inicial proyectado bajo las mismas condiciones que los estados financieros proyectados. Este balance no presenta saldo de caja al inicio, puesto que los miembros del Comité de Agua Potable en turno, utilizan los escasos ingresos en labores de mantenimiento correctivo. El desglose que se presenta es bimestral tomando en consideración que la ejecución del proyecto duraría alrededor de seis meses.

⁶⁰ En cada una de las Tablas presentadas en este estudio, las cifras encerradas entre paréntesis indican que los valores numéricos son negativos.

Tabla 4-35. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estado de Resultados Proyectados de los Años 0 al 10⁶¹

Concepto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por servicio mensual	27,788.00	28,427.13	29,080.95	29,749.81	30,434.06	31,134.04	31,850.13	32,582.68	33,332.08	34,098.72	34,882.99
(-) Costos de mantenimiento	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82	4,594.61	4,824.34	5,065.56	5,318.84	5,584.78	5,864.02
Utilidad Marginal	24,188.00	24,647.13	25,111.95	25,582.36	26,058.24	26,539.43	27,025.78	27,517.12	28,013.24	28,513.94	29,018.97
(-) Gastos de administración	356,778.80	93,125.59	94,996.63	96,905.29	98,852.32	100,838.50	102,864.61	104,931.45	107,039.86	109,190.66	111,384.70
Sueldos	354,000.00	90,282.88	92,088.54	93,930.31	95,808.91	97,725.09	99,679.59	101,673.19	103,706.65	105,780.78	107,896.40
Comisiones por cobro	2,778.80	2,842.71	2,908.10	2,974.98	3,043.41	3,113.40	3,185.01	3,258.27	3,333.21	3,409.87	3,488.30
Utilidad antes de intereses e impuestos (UAI)	(332,590.80)	(68,478.47)	(69,884.68)	(71,322.93)	(72,794.08)	(74,299.07)	(75,838.83)	(77,414.34)	(79,026.62)	(80,676.72)	(82,365.73)
(-) Gastos financieros	-	175,170.37	157,653.33	140,136.30	122,619.26	105,102.22	87,585.19	70,068.15	52,551.11	35,034.07	17,517.04
Intereses sobre préstamos	-	175,170.37	157,653.33	140,136.30	122,619.26	105,102.22	87,585.19	70,068.15	52,551.11	35,034.07	17,517.04
Utilidad antes de impuestos (UAI)	(332,590.80)	(243,648.84)	(227,538.01)	(211,459.22)	(195,413.34)	(179,401.29)	(163,424.01)	(147,482.49)	(131,577.73)	(115,710.79)	(99,882.77)
ISR (Exento)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Excedente del ejercicio	(332,590.80)	(243,648.84)	(227,538.01)	(211,459.22)	(195,413.34)	(179,401.29)	(163,424.01)	(147,482.49)	(131,577.73)	(115,710.79)	(99,882.77)

Fuente: *Elaboración propia.*

⁶¹ A excepción de los números de la primera fila (encabezado) de las Tablas 4-35 y 4-36, todos los valores de las filas están en Quetzales.

Tabla 4-36. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Estado de Resultados Projectado de los Años 11 al 20

Concepto	Años									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos por servicio mensual	35,685.30	36,506.06	37,345.70	38,204.65	39,083.36	39,982.27	40,901.87	41,842.61	42,804.99	43,789.50
(-) Costos de mantenimiento	6,157.22	6,465.08	6,788.34	7,127.75	7,484.14	7,858.35	8,251.27	8,663.83	9,097.02	9,551.87
Utilidad Marginal	29,528.08	30,040.98	30,557.36	31,076.90	31,599.21	32,123.92	32,650.60	33,178.78	33,707.97	34,237.63
(-) Gastos de administración	113,622.86	115,906.02	118,235.09	120,611.00	123,034.68	125,507.10	128,029.23	130,602.09	133,226.68	135,904.06
Sueldos	110,054.33	112,255.41	114,500.52	116,790.53	119,126.34	121,508.87	123,939.05	126,417.83	128,946.18	131,525.11
Comisiones por cobro	3,568.53	3,650.61	3,734.57	3,820.46	3,908.34	3,998.23	4,090.19	4,184.26	4,280.50	4,378.95
Utilidad antes de intereses e impuestos (UAI)	(84,094.78)	(85,865.04)	(87,677.73)	(89,534.10)	(91,435.46)	(93,383.17)	(95,378.63)	(97,423.31)	(99,518.72)	(101,666.43)
(-) Gastos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses sobre préstamos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos (UAI)	(84,094.78)	(85,865.04)	(87,677.73)	(89,534.10)	(91,435.46)	(93,383.17)	(95,378.63)	(97,423.31)	99,518.72)	(101,666.43)
ISR (Exento)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Excedente del ejercicio	(84,094.78)	(85,865.04)	(87,677.73)	(89,534.10)	(91,435.46)	(93,383.17)	(95,378.63)	(97,423.31)	(99,518.72)	(101,666.43)

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 4-37. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Balance Inicial Proyectado en Quetzales – Precios Corriente del Mercado

Concepto	Bimestres		
	Primero	Segundo	Tercero
<u>ACTIVO</u>			
Caja y Bancos	-	-	-
Donaciones/Préstamos (Financiamiento)	483,126.67	483,126.67	483,126.67
Cuentas por Cobrar	-	-	-
Aporte de la Comunidad	240,250.00	240,250.00	240,250.00
ACTIVO TOTAL	723,376.67	723,376.67	723,376.67
<u>PASIVO</u>			
Cuentas por Pagar:			
Aforo de Vertientes	2,500.00	-	-
Análisis de Muestras de Agua	4,500.00	-	-
Diseño y Planificación	76,856.50	-	-
Estudio de Impacto Ambiental	25,000.00	-	-
Licencias de Construcción	23,056.95	-	-
Trazo y Nivelación de Terreno	20,000.00	-	-
Zanjeo y Rellenado	-	285,375.00	285,375.00
Materiales para Tanques de Captación	24,975.00	24,975.00	-
Materiales para Tanques de Distribución	35,220.00	35,220.00	-
Materiales para Caja Rompe Presión	-	15,415.00	-
Materiales para Red de Distribución	-	227,110.00	227,110.00
Materiales para Conexiones Domiciliares	-	99,677.50	99,677.50
Mano de Obra No Calificada	26,000.00	69,000.00	35,000.00
Administración y Supervisión	118,000.00	118,000.00	118,000.00
Mitigación de Efectos Negativos	6,666.67	6,666.67	6,666.67
Imprevistos	51,237.67	51,237.67	51,237.67
PASIVO TOTAL	414,012.78	932,676.83	823,066.83
CAPITAL	309,363.88	(209,300.17)	(99,690.17)
SUMA PASIVO + CAPITAL	723,376.67	723,376.67	723,376.67

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en tablas anteriores. Año 2015.

4.6 Evaluación Económica y Social del Proyecto

Según E. Fontaine, “la evaluación social de proyectos persigue justamente medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país” (Fontaine, 2008). Es decir que, aunque el proyecto sea o no rentable económicamente, existe un impacto de naturaleza social que podría contribuir o estimular al bienestar social de los beneficiarios directos e indirectos.

Para identificar los costos y beneficios del proyecto que son necesarios para su evaluación, debe definirse una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo (Fontaine, 2008).

La ejecución del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable domiciliar busca satisfacer una necesidad vital individual y familiar de cada usuario, la cual repercutiría en la mejora del bienestar de la salud de los habitantes de la Aldea Los Platanares. El abastecimiento continuo de agua potable en cada hogar de la comunidad disminuiría el riesgo de contraer enfermedades por mala higiene personal y doméstica de los usuarios. Contrario a generar impactos negativos en la comunidad, la ejecución del proyecto, beneficiaría a los habitantes no sólo en las condiciones de salud sino también coadyuvaría a mantener la unidad y la armonía social de la convivencia entre familias.

4.6.1 La Situación sin Proyecto

Según la encuesta a jefes de hogares usuarios del servicio de agua potable de la Aldea Los Platanares, efectuada en abril del año 2015, el 74 por ciento afirmó que padecía escasez de agua potable en sus hogares. Esta situación deja al descubierto que aproximadamente tres cuartos de la población, al no tener alternativas, estaría expuesta a consumir agua no apta para el consumo humano o bien a comprar agua envasada para beber. Esta última alternativa, elevaría su presupuesto personal y familiar para satisfacer sus necesidades básicas.

En las tablas de cálculo de la población de la comunidad, al año 2015, se estimaba en 2,492 habitantes, por lo tanto, la cantidad de habitantes que estarían en situación de riesgo serían 1,844 personas, incluyendo adultos y niños.

Según la Organización Mundial de la Salud -OMS, el promedio de agua para hidratación requerida diariamente por persona bajo condiciones normales oscila entre 2.0 y 2.9 litros (World Health Organization, 2003). La Tabla 4-38, muestra el volumen de consumo de agua por día requerido por persona según las condiciones que puedan darse ya sea adulto, niño, o mujeres adultas en estado

de gestación o lactantes. Por ejemplo, la tabla muestra que las mujeres en estado de gestación requerirán un consumo promedio diario de 4.8 litros, mientras que las mujeres lactantes, requerirán un consumo promedio de 5.5 litros diarios para mantener su hidratación.

Bajo condiciones de labores en lugares con temperaturas altas, según la Tabla 4-38, el consumo promedio diario per cápita podría ser de 4.5 litros, ya sea niño o adulto. Suponiendo que, en la costa sur de Guatemala, donde se ubica la Aldea Los Platanares, la temperatura promedio bajo el sol normalmente supera los 30 grados centígrados durante todo el año; esta situación supondría que una persona promedio (adulto o niño), podría consumir los 4.5 litros diarios de agua para mantener su hidratación en niveles normales.

Tabla 4-38. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Volumen de Agua Requerida por Persona para Hidratación (Litros/día)

Sujetos	Volumen de Consumo por Persona (Litros/día)			
	En Condiciones Promedio	Labores en Temperaturas Altas	Necesidades de Gestantes	Necesidades de Lactantes
Mujeres Adultas	2.2	4.5	4.8	5.5
Hombres Adultos	2.9	4.5	-	-
Niños	2.0	4.5	-	-

Fuente: World Health Organization (Organización Mundial de la Salud), 2003.

Es importante considerar que, en un estudio exploratorio, al año 2015 el precio del medio litro (500 mililitros) de agua envasada oscilaba entre Q2.50 y Q3.00 en la región; entonces, tomando el precio de referencia más bajo, el costo del litro de agua envasada sería de Q5.00 y, por lo tanto, la hidratación diaria de una persona costaría alrededor de Q22.50 (4.5L * Q5) en la región. En este mismo sentido, para un hogar promedio de 5 integrantes, la disponibilidad económica para consumo de agua potable envasada sería de Q112.50 diarios. Entonces, esto implica que mensualmente la disponibilidad económica en el hogar promedio para hidratación sería de Q3,375.00; al año sería de Q40,500.00 por hogar de 5 miembros.

Si los habitantes de la Aldea Los Platanares no tendrían disponibilidad económica para el gasto en compra de agua envasada para su hidratación, entonces optarían por buscar medios alternativos para hidratarse corriendo el riesgo de quedar expuestos a beber agua contaminada, que podría repercutir en el estado de salud principalmente de los niños.

Tomando como referencia que el cálculo de las personas que padecen escasez de agua potable debido a la incapacidad del sistema de distribución de agua potable, que al año 2015 eran 1,844 personas, y aplicando el costo de hidratación diaria per cápita de Q27.00, se estiman los siguientes datos:

Costo diario por hidratación: $1,844 \text{ personas} * Q22.50 = Q41,490.00$

Costo mensual por hidratación: $Q41,490.00 * 30 \text{ días} = Q1,244,700.00$

Costo anual por hidratación: $Q1,244,700.00 * 12 \text{ meses} = Q14,936,400.00$

Con estos costos calculados, la alternativa de no ejecutar el proyecto resultaría onerosa e inviable desde el punto de vista económico, puesto que, de acuerdo a los resultados de la encuesta a jefes de hogares usuarios del servicio, el 67 por ciento afirmó que tenía ingresos familiares menor o igual a los Q2,500.00 mensuales. Para estos hogares, si no tendrían disponibilidad económica para comprar agua envasada, entonces sólo les quedaría la alternativa de correr el riesgo de ingerir agua contaminada para satisfacer su necesidad básica de hidratación. Para los hogares que indicaron tener mayores ingresos familiares mensuales, sería ilógico pensar que incluirían en su presupuesto familiar, los gastos para compra de agua envasada para mantener su nivel de hidratación. El agua para preparación de los alimentos, sería un tema adicional que no está considerado en este análisis.

Hay que tomar en cuenta que las personas que padecen escasez de agua podrían optar por comprar filtros purificadores de agua o clorar el agua o hervir el agua antes de consumirla. Esto implicaría asimismo realizar actividades y costos adicionales que irían más allá de simplemente abrir un grifo o chorro de agua para abastecerse del vital líquido, siempre y cuando el servicio sea continuo.

Otro aspecto importante que hay que tomar en cuenta, es el costo por consultas médicas y medicamentos que se incurrirían por trastornos digestivos derivados de la ingestión de agua contaminada. Si se adicionan estos costos al presupuesto familiar, ya sea a nivel de servicios médicos privados o servicios médicos públicos, los efectos por no ejecutar el proyecto repercutirían negativamente en la economía familiar de los habitantes de la Aldea Los Platanares.

Según datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el gasto público en salud al año 2010 fue el 2.5 por ciento del PIB. El gasto per cápita en el sistema de salud se calculó en Q212.00, utilizando la infraestructura del MSPAS a nivel nacional (MSPAS, Análisis de la Situación Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles, 2015).

Con lo anterior, el costo de los servicios públicos de salud por cada uno de los miembros de la comunidad de la Aldea Los Platanares, repercutiría sobre la inversión en salud por parte del Estado. Suponiendo que por lo menos un miembro de cada uno de los hogares que padecen escasez de agua potable en la comunidad ($1844 / 5 = 369$ hogares), realiza una visita al Puesto de Salud de la comunidad por trastornos digestivos (por beber agua contaminada), entonces la inversión del MSPAS sería de Q78,228.00 ($Q212.00 * 369$), al año. Aunque este monto, no sería desembolsado por los usuarios del servicio de agua potable, sino por el Estado, también se cargaría al costo de la situación por no ejecutar el proyecto.

4.6.2 La Situación con Proyecto

Con los costos estimados de la inversión en la ejecución del proyecto que asciende a Q2,170,130.00 incluyendo el costo de la mano de obra proporcionada por la comunidad en las tareas de trabajos no calificados. Considerando que la población de la comunidad, para el año 2015 era de 2,492 habitantes, se estima una inversión social per cápita de Q870.84 aproximadamente. Considerando los 463 servicios proyectados a principios del año 2015, se calcula que la inversión por cada servicio de agua potable domiciliar sería de Q4,687.11. Todo esto, durante el primer año, cuando se ejecutaría el proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua domiciliar.

El beneficio social que se obtendría al ejecutar el proyecto, sería la provisión del acceso al agua potable entubada para la comunidad durante el tiempo de vida útil del proyecto, lo cual reeditaría en la disminución del riesgo de morbilidad⁶² y mortalidad de la población por el efecto de consumir agua de mejor calidad. La frecuencia de buscar los servicios de salud pública de la comunidad por efectos de malestares digestivos por consumo de agua contaminada, sería baja o probablemente nula.

El ahorro en servicios de salud por ausencia de enfermedades digestivas por consumo de agua contaminada debería ser el principal aliciente para los usuarios del servicio de agua domiciliar para apoyar la ejecución del proyecto. Ante la presencia de enfermedades digestivas, los Q212.00 anuales que el gobierno invierte por persona para proporcionarle servicios de salud pública, no serían suficientes para restituir la salud de una persona, puesto que tendría necesidad de buscar servicios de salud privados y, además, adquirir los medicamentos recetados por cuenta propia.

⁶² La "morbilidad" se refiere a la cantidad de personas que enferman en un lugar y un período de tiempo determinados en relación con el total de la población.

En síntesis, desde el punto de vista financiero, el proyecto carece absolutamente de rentabilidad financiera, pero como descrito anteriormente, existe un alto beneficio para satisfacer las necesidades vitales y demandas de salud de los habitantes de la Aldea Los Platanares.

4.6.3 Comparación de Situación sin Proyecto y Situación con Proyecto

Según los incisos anteriores, ante la decisión de no ejecutar el proyecto (situación sin proyecto) se incurriría en los siguientes gastos:

El costo anual por compra de agua envasada para mantener los niveles de hidratación de la población con problemas de escasez de agua potable domiciliar (1,844 personas), se calculan en Q14,936,400.00, asumiendo que el consumo de agua per cápita sería de 4.5 litros.

Asimismo, el costo anual por atención médica a por lo menos un miembro de cada familia de los 1,844 hogares que asintieron que padecían escasez de agua potable domiciliar, se calcula en Q78,228.00.

Entonces, en un caso hipotético de satisfacción de la necesidad básica del consumo de agua potable, las personas que padecen escasez de agua potable en la comunidad, tendrían que desembolsar un total de Q15,014,628.00 para mantener sus niveles de hidratación con agua potable para evitar ser afectadas por enfermedades digestivas. Esto sería el costo social en que se incurriría si el proyecto no se ejecuta.

Si se generaliza la situación sin proyecto para toda la población de la Aldea Los Platanares estimada al año 2015, el costo per cápita sería $Q15,014,628.00 / 2,492 \text{ personas} = Q6,025.13$. Y, por lo consiguiente, el costo por hogar sería de $Q15,014,628.00 / 463 \text{ hogares} = Q32,429.00$.

Tabla 4-39. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Comparación de Situación sin Proyecto y Situación con Proyecto (Q)

Parámetro	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto	Diferencia
Costo por hogar	Q32,429.00	Q4,687.11	Q27,741.89
Costo por persona	Q6,025.13	Q870.84	Q5,154.29

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cálculos efectuados.

Según la Tabla 4-39, la comparación del costo de la inversión por hogar y persona usuaria del servicio de agua potable, resulta muy elevada si no se ejecuta el proyecto. Según los datos, la

inversión para realizar el proyecto, resultaría más barata desde el punto de vista económico. En resumen, el costo social de no ejecutar el proyecto, castigaría en mayor dimensión la economía de los hogares usuarios. Esta situación, podría motivar a los usuarios del servicio, a tener mayor conciencia para la evaluación del incremento de la tarifa mensual del suministro del servicio de agua potable domiciliar.

5. CONCLUSIONES

1. Según el análisis de los resultados en cada uno de los estudios del Capítulo 4, la ampliación del sistema de distribución del suministro del servicio de agua potable domiciliar en la Aldea Los Platanares, Guazacapán, Santa Rosa, se demuestra que, desde el punto de vista económico y social, sí es factible la realización del proyecto. Por lo tanto, la hipótesis nula formulada en la sección correspondiente, se comprueba su validez, puesto que existen los argumentos necesarios para realizar el proyecto con préstamos no reembolsables.
2. En el Estudio de Mercado, sección 4.1, se determinó que la oferta del caudal de las fuentes de agua que podrían ser utilizadas para la ampliación del proyecto totalizaban un aforo de 9.53 L/s. La demanda de caudal de agua al año 2015 se calculó en 3.60 L/s, y para la demanda proyectada (diseño a 20 años) se calculó en 5.68 L/s, considerando una tasa de incremento poblacional de 2.3 por ciento, y una dotación de 125 litros diarios per cápita.
3. Según el Estudio de Mercado, con los datos del caudal de oferta de 9.53 L/s, considerando que las fuentes de captación podrían ser habilitadas para captar agua con una eficiencia del 60 por ciento, se calculó en 5.718 litros por segundo. Con esta oferta de caudal, el sistema podría abastecer la demanda de 3.60 L/s al año 2015, y luego, soportar la demanda proyectada a veinte años, que sería de 5.68 L/s al año 2035, según los cálculos realizados.
4. En las Tablas 4-24 y 4-32 del Estudio Financiero, se identifican los principales rubros de los costos de materiales y mano de obra que se consideraron para la ampliación del sistema de captación y distribución de agua potable domiciliar en la comunidad. Con los rubros identificados se estimaron asimismo los costos necesarios para ejecutar el nuevo proyecto.
5. De acuerdo al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, en la sección 4.4, se evidencian los factores ambientales potenciales que podrían crear impactos en el ambiente. El balance de los efectos positivos y negativos derivados de la ejecución del proyecto, resulta en un efecto que ayudaría a cuidar y preservar los recursos naturales para mantener el funcionamiento de las fuentes de agua natural.
6. En el Estudio Administrativo y Legal, sección 4.3, se identifican los principales aspectos administrativos y legales a considerar en la ejecución del proyecto. Estos aspectos no serían obstáculo para la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de distribución de agua potable de la comunidad debido a que el contratista, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales –UNEPAR, tiene experiencia en el manejo de tales proyectos.
7. En el Estudio Financiero, sección 4.5, se hace una integración de la información financiera para determinar los costos necesarios para la ejecución del proyecto, los cuales ascenderían a un total de Q2,170,130.00, incluyendo el aporte de mano de obra de la comunidad. De acuerdo al análisis del flujo neto de fondos, el proyecto de ampliación del sistema de

distribución de agua potable, no resulta viable desde el punto de vista financiero, salvo exista disponibilidad de financiamiento no reembolsable para la totalidad de la inversión.

6. RECOMENDACIONES

1. Debe considerarse el acomodo, aprovechamiento y mantenimiento de las fuentes de captación para mantener constante el flujo del caudal de agua para abastecer la demanda actual y futura de los habitantes de la comunidad.
2. Es importante considerar el incremento de la eficiencia de las fuentes de captación de agua más allá del 60 por ciento para mejorar la capacidad del sistema. Si la eficiencia en el proceso de captación de agua se incrementa, entonces del proyecto ampliado podrá mantener su capacidad instalada más allá de periodo de diseño. Asimismo, el proyecto tendría una capacidad teórica mayor si se considera su formulación con una dotación diaria menor a los 125 litros per cápita. En este caso, podría ser con una dotación de 90 litros diarios per cápita.
3. Debe revisarse y adecuarse el reglamento de servicio de agua en lo que respecta a la tarifa mensual y a la categorización de los servicios, debido a que, el cobro del canon mensual por cada servicio domiciliar está fuera del contexto real según los precios corrientes del mercado. Actualmente la tarifa mensual es de Q1.50 mensual por concepto del canon de agua domiciliar, lo cual apenas alcanza para cubrir costos de funcionamiento del proyecto, además que vuelve a la comunidad demasiado dependiente de donaciones o instituciones gubernamentales que financien un nuevo proyecto.
4. Con base en los cálculos efectuados en el Estudio Financiero, donde se somete a consideración una tarifa de Q25.00 mensuales, por ejemplo, en concepto del canon de agua potable, se podría decir que el incremento resultaría beneficioso para la posible creación de un fondo comunitario que apalanque los gastos de operación y mantenimiento del proyecto a lo largo de su vida útil. Esto sería posible, si la inversión en el proyecto de ampliación del sistema de distribución, se ejecuta con fondos financieros no reembolsables. Debe someterse a juicio de la comunidad la ponencia de la capacidad de soportar un incremento de la tarifa del canon mensual.
5. Es necesario que se evalúe con la comunidad la colocación de contadores en cada servicio domiciliar para medir el consumo de agua potable por vivienda, y de esta manera, tener un dato real del consumo. Al mismo tiempo, se podría considerar una tarifa por sobreconsumo si se rebasa el canon mensual establecido. El consumo real ayudaría a realizar una proyección más acertada del comportamiento de la demanda del agua potable, al mismo tiempo que los usuarios optimizarían la utilización del recurso.
6. Es necesario mantener un registro actualizado de todos los usuarios del servicio por sectores de la comunidad para establecer patrones de crecimiento, que puedan ser utilizados para encauzar proyectos futuros de ampliación.

7. El Comité de Agua Potable de la comunidad, debería legalizar su personalidad jurídica con un papel de Asociación de Vecinos o bien adherirse al COCODES. La personalidad jurídica le serviría para respaldo legal y formalización de la figura de administrador del sistema de distribución de agua ante los usuarios. La representación legal, serviría para formalizar la cobranza del servicio prestado sin discriminación alguna. Todo usuario tendría obligación de pagar su tarifa mensual del servicio, pues de lo contrario, debería ser sancionado o bien obligado a prescindir del mismo servicio ante tribunales municipales o judiciales, de ser necesario.
8. La comunidad organizada podría acudir a una Organización No Gubernamental –ONG- o buscar donantes extranjeros para resolver problemas comunitarios, como la crisis de agua potable. Las ONG's o donantes podrían contar con expertos con capacidad de buscar soluciones sostenibles para mantener los servicios en la comunidad, ya sea haciendo alianzas con entidades gubernamentales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por ejemplo. Esto garantizaría de alguna manera que la comunidad no caiga en crisis como la que está padeciendo actualmente.
9. El desglose de los costos de los materiales refleja un cálculo que podría ser útil para buscar fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto de ampliación del sistema de captación y distribución de agua. Algunas instituciones de financiamiento podrían ser: Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente –SOSEP, el Fondo de Cohesión Social, Embajadas Asiáticas o bien, Embajadas Europeas.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1) American Concrete Institute. (10 de Enero de 2005). Norma ACI 318S-05. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Farmington Hills, Michigan, USA: Comité ACI 318.
- 2) Asociación de Academias de la Lengua Española. (15 de Octubre de 2014). *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de <http://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/la-23a-edicion-2014>
- 3) Balcárcel Cuéllar, D. R. (1983). *Diseño de losas de acuerdo al código ACI 318-77*. Guatemala: Tesis de Ingeniero Civil - USAC.
- 4) Brigham, S. B. (2008). *Fundamentos de Administración Financiera*. México: CENGAGE Learning.
- 5) COCODES. (10 de 12 de 2011). Entrevista. (L. López, Entrevistador)
- 6) COGUANOR, Norma Técnica Guatemalteca. (2007). *Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. Guatemala: Ministerio de Economía.
- 7) Cohen, E. y. (1992). *Evaluación de Proyectos Sociales* (1a. Ed. ed.). México, D. F., México, México: Siglo Veintiuno Editores, S. A. de C. V.
- 8) Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación Social de Proyectos*, (13a ed.). (P. Education, Ed.) México, D. F., México, México: Pearson Education de México, S.A. de C.V.
- 9) Guatemala, C. d. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala. *Ley*. Guatemala, GUATEMALA, C. A.
- 10) Hernández Sampieri, R. e. (1997). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- 11) INE. (2015). *Índice de Precios al Consumidor*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
- 12) INFOM/MSPAS, I. d. (Noviembre de 2011). Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua Potable para Consumo Humano. *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua Potable para Consumo Humano*. Guatemala, GUATEMALA, C. A.

- 13) INFOM/UNEPAR. (1997). *Guía para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales* (2da. Revisión ed.). Guatemala, Guatemala, Guatemala: INFOM.
- 14) Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Caracterización de la República de Guatemala*. Guatemala: INE.
- 15) Leopold, L. e. (1971). *A procedure of evaluating environmental impact*. Washington, D.C.: U.S. Geological Survey.
- 16) Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (27 de 01 de 2003). Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. *Acuerdo Gubernativo 23-2003*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Diario de Centroamérica.
- 17) Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (30 de Septiembre de 1982). Acuerdo Gubernativo Número 293-82, Reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable. *Diario de Centroamerica*, pág. 2131.
- 18) Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). *Acuerdo Ministerial 1148-2009: Manual de Normas Sanitarias*. Guatemala: Tipografía Nacional.
- 19) MINTRAB, M. d. (19 de Diciembre de 2014). Acuerdo Gubernativo Número 470-2014: Salario Mínimo 2015. *Diario de Centroamerica*.
- 20) MSPAS, M. d. (20 de Abril de 2009). "Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano". *Acuerdo Gubernativo 113-2009*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Diario de Centroamérica.
- 21) MSPAS, M. d. (6 de Junio de 2009). "Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento". *Acuerdo Gubernativo 178-2009*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Diario de Centroamerica.
- 22) MSPAS, M. d. (2015). *Análisis de la Situación Epidemiológica de Enfermedades No Transmisibles*. Guatemala: Centro Nacional de Epidemiología.
- 23) Municipalidad de Guazacapán. (1999). Monografía del Municipio de Guazacapán. *Monografía del Municipio de Guazacapán*, 36. Guazacapán, Santa Rosa, Guatemala.

- 24) Nimatuj Gómez, E. W. (2012). *Proceso Metodológico para la Construcción de Cajas de Captación y Tanques de Distribución de Sistemas de Agua Potable Rural*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, USAC.
- 25) Organización Panamericana de la Salud, y otras. (2005). *Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua*. Lima, Perú: Cosude.
- 26) Pérez López, M. E. (22 de Febrero de 2015). Racionalización del servicio de agua potable. (Investigador, Entrevistador)
- 27) Sapag Chain, N. (2000). *Evaluación de Proyectos de Inversión en la Empresa*. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education.
- 28) SEGEPLAN. (2007). *Guía Metodológica: Formulación y evaluación de proyectos de agua potable y saneamiento. Estudio de Factibilidad y diseño final*. (Primera ed., Vol. 1). Guatemala, Guatemala, Guatemala: Paz Editores.
- 29) Serval. (2009). *Estudio para rediseño del proyecto de agua potable de la Aldea Los Platanares*. Guatemala: Serval.
- 30) Simons, C. e. (1959). *Clasificación del Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Guatemala, Guatemala: Ministerio de Educación Pública JOSé de Pineda Ibarra.
- 31) World Health Organization. (2003). *Domestic Water Quantity, Service, Level and Health*. Geneva, Switzerland: WHO Document Production Services.
- 32) Zea Gobern, L. C. (6 de Octubre de 2011). Coordinador del Centro de Documentación INFOM/UNEPAR. (L. L. López Pérez, Entrevistador)

8. ANEXOS

GLOSARIO

ASTM: American Society for Testing and Materials.

CBA: Canasta Básica Alimentaria.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

HG: Hierro Galvanizado.

IGN: Instituto Geográfico Nacional.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

INFOM: Instituto de Fomento Municipal.

L/hab/día: Litros por habitante por día.

L/s: Litros por segundo.

m: Metro.

m²: Metro cuadrado.

m³: Metro cúbico.

mL: Mililitro.

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

MML: Matriz del Marco Lógico.

MSNM: Metros sobre el nivel del mar.

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

NSF: National Sanitation Foundation.

ONG's: Organizaciones No Gubernamentales.

PSI: Libras por pulgada cuadrada (del inglés pounds-force per square inch).

PVC: PolyVinyl Chloride (Cloruro de Polivinilo).

PXU: Precio por Unidad.

Qm: Caudal medio.

QMD: Caudal Máximo Diario.

QMH: Caudal Máximo Horario.

RBC: Relación Beneficio-Costo.

SOSEP: Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente.

TIRF: Tasa Interna de Retorno Financiera.

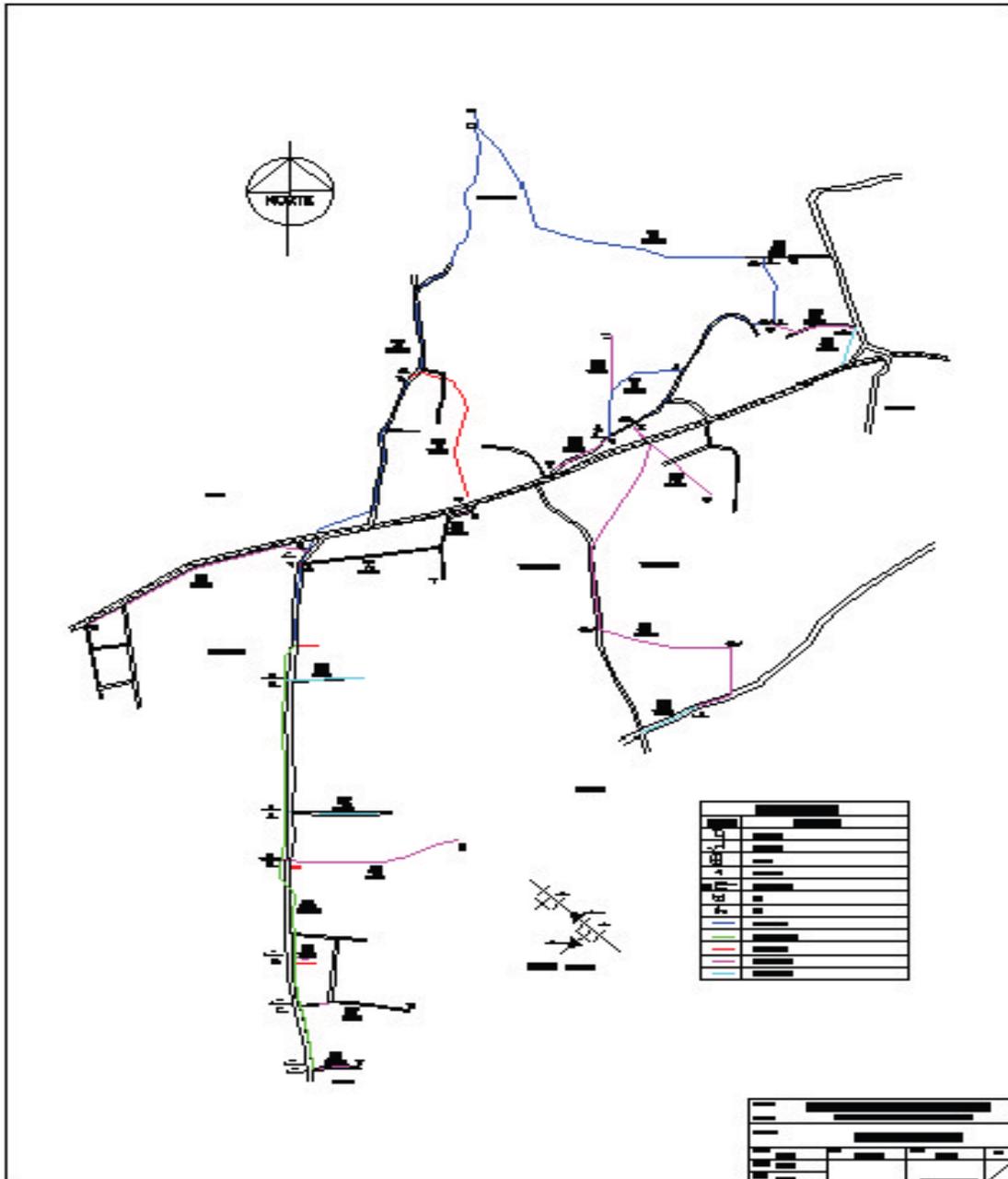
TREMA: Tasa de Rendimiento Máximo.

UNEPAR: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

VAN: Valor Actual Neto.

TABLAS Y FIGURAS DE APOYO

Figura 8-1. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Red de Distribución Ampliada (Proyecto Agua Potable)



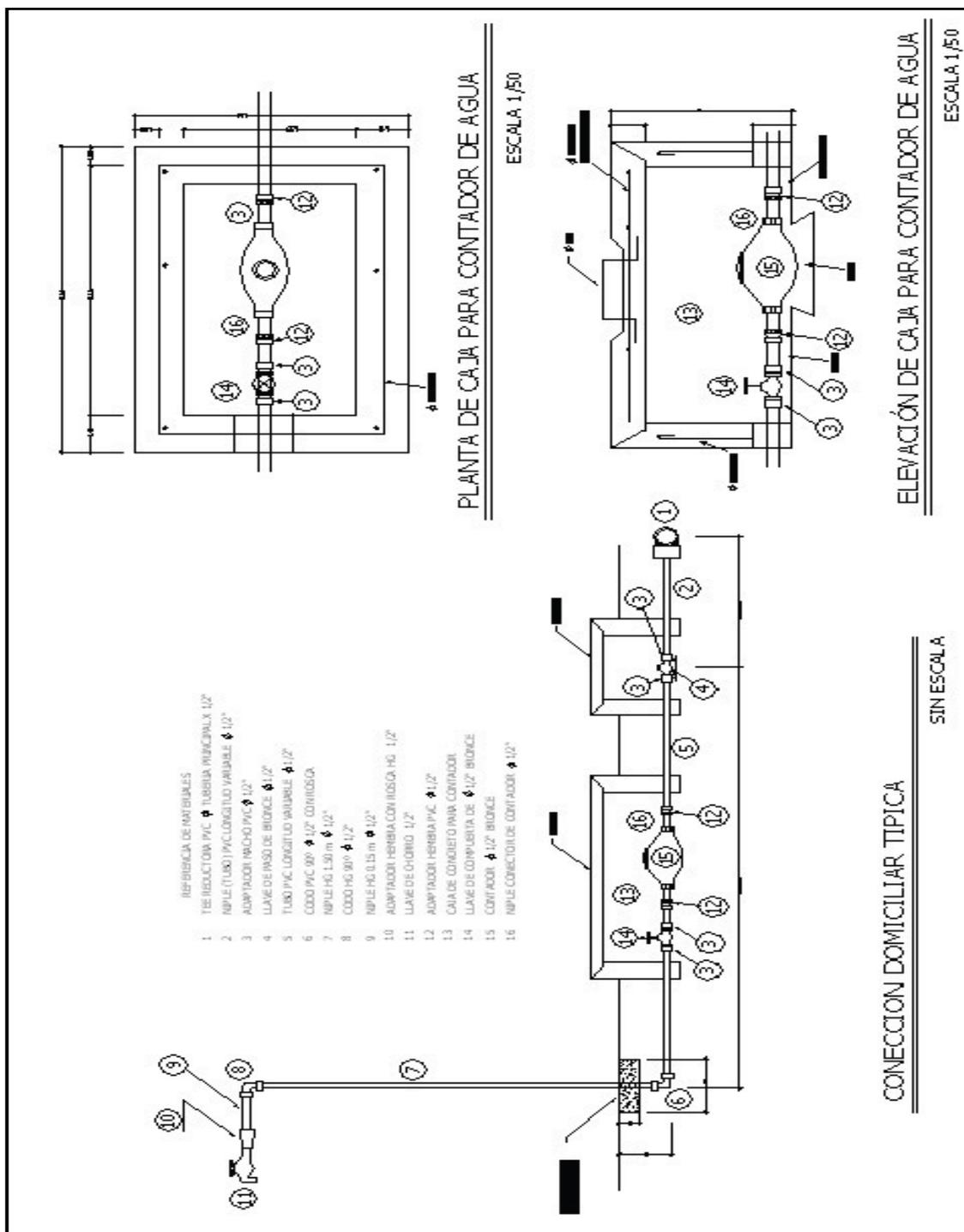
Fuente: Archivos del Comité de Agua Potable. Elaborado por ingeniero contratista SERVAL, 2008.

Figura 8-2. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Distribución de la Población de Aldea Los Platanares



Fuente: Archivos del Comité de Agua Potable. Elaborado por ingeniero contratista SERVAL, 2008.

Figura 8-3. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Plano de Conexión Domiciliar - Proyecto Agua Potable



Fuente: Archivos del Comité de Agua Potable. Elaborado por ingeniero contratista SERVAL, 2008.

Figura 8-4. Estudio de Ampliación del Sistema de Distribución de Agua Potable en Aldea Los Platanares, Municipio de Guazacapán, Departamento de Santa Rosa: Boleta de Encuesta Socioeconómica a Hogares Usuarios

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO MAESTRIA EN FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS				Código: _____	
ENCUESTA SOCIOECONOMICA PARA USUARIOS DEMANDANTES DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN ALDEA LOS PLATANARES, GUAZACAPAN, SANTA ROSA					
Nombre (opcional): _____			Fecha: _____		
1) Sector: <input type="checkbox"/> Centro <input type="checkbox"/> El Camalote <input type="checkbox"/> El Arenal <input type="checkbox"/> Barranca Honda <input type="checkbox"/> Betania <input type="checkbox"/> Morales <input type="checkbox"/> Otro _____					
2) La actividad ocupacional del(la) jefe(a) de hogar se relaciona con: <input type="checkbox"/> Jornalero <input type="checkbox"/> Comerciante <input type="checkbox"/> Ganadero <input type="checkbox"/> Empleado público <input type="checkbox"/> Agricultor <input type="checkbox"/> Contratista <input type="checkbox"/> Albañilería <input type="checkbox"/> Empleado privado <input type="checkbox"/> Profesional <input type="checkbox"/> Empleo informal <input type="checkbox"/> Otra _____					
3) Integrantes del hogar incluyendo jefe de hogar (indicar cantidad por rango de edad y sexo)					
Hombres (anotar cantidad)			Mujeres (anotar cantidad)		
_____ 0 a 6 años		_____ 18 a 30 años		_____ 0 a 6 años	
_____ 7 a 12 años		_____ 31 a 50 años		_____ 7 a 12 años	
_____ 13 a 18 años		_____ 50 años o más		_____ 13 a 18 años	
				_____ 50 años o más	
4) ¿En qué nivel de ingresos familiares mensuales ubica a su hogar? (Monto aproximado) <input type="checkbox"/> Menos de Q2,500 <input type="checkbox"/> De Q2,501 a Q4,500 <input type="checkbox"/> De Q4,501 a Q6,500 <input type="checkbox"/> Q6,501 o más					
5) Su casa tiene instalados los siguientes servicios o accesorios: (Marcar todos los que apliquen) <input type="checkbox"/> Chorro <input type="checkbox"/> Inodoro Lavable <input type="checkbox"/> Lavamanos <input type="checkbox"/> Lavadora <input type="checkbox"/> Lavatrastos <input type="checkbox"/> Regadera <input type="checkbox"/> Tanque o Cisterna <input type="checkbox"/> Tinaco <input type="checkbox"/> Otro _____					
6) ¿Su hogar padece escasez de agua potable entubada? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
7) ¿Cree que el agua que recibe del servicio es realmente pura? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
8) ¿Cree que debería instalarse un sistema de purificación del agua? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
9) ¿Cree que el pago mensual por el agua es suficiente para mantenimiento y mejora del servicio? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
10) ¿Estaría dispuesto(a) a pagar más para mejorar el servicio? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí ¿Cuánto al mes?					
<input type="checkbox"/> Q2.00		<input type="checkbox"/> Q2.50		<input type="checkbox"/> Q3.00	
<input type="checkbox"/> Q4.00		<input type="checkbox"/> Q5.00		<input type="checkbox"/> Q6.00	
<input type="checkbox"/> Q7.00		<input type="checkbox"/> Q8.00		<input type="checkbox"/> Q9.00	
<input type="checkbox"/> Q10.00		<input type="checkbox"/> Más de Q10.00			
11) ¿Estaría de acuerdo a que se instale contador de agua por vivienda? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
12) Si se lleva a cabo un proyecto de ampliación del servicio de agua potable, estaría usted dispuesto(a) a colaborar con:					
<input type="checkbox"/> Una cuota extraordinaria		<input type="checkbox"/> Mano de obra		<input type="checkbox"/> Materiales	
				<input type="checkbox"/> Indiferente	

Fuente: Elaboración propia.