



Tesis para la obtención del grado
de
Máster en
Gerencia de Proyectos de
Desarrollo

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD: CONSTRUCCION DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Elaborado por:

- ✓ Ing. Jader Grillo Bermúdez
- ✓ Lic. Wilmer Rigoberto Pérez

Tutor de tesis:

- ✓ MSc. Gonzalo Zúñiga

Managua, Nicaragua

Marzo 2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis de Maestría primeramente a **Dios** que es el dador de la vida, que me dio la fuerza, la paciencia y la sabiduría para culminar mis estudios y el presente documento con éxito.

A mi papá Mario Grillo (Q.E.P.D) y mi madre Dolores Bermúdez por ser mi guía, mi ejemplo e inspiración, por sus enseñanzas y amor, por su herencia: mi educación.

A mi esposa Christiam Gómez y mi hija Yaritza Xaviera, porque ellas han sido mi inspiración y una bendición en mi vida.

A mis maestros que el camino de formación a lo largo de 2 años compartieron conmigo sus conocimientos en las aulas de clase.

A mi tutor por guiarnos en la culminación de nuestra Maestría.

A todos los que me apoyaron de una u otra forma e impulsaron la realización y culminación de esta etapa de mi vida.

A la vida...por lo aprendido y alcanzado.

Ing. Jader Antonio Grillo Bermúdez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis de Maestría en primera instancia a nuestro buen Dios, por haberme ayudado a culminar una etapa más en mi vida y enseñarme a comprender que todo en la vida parte de Él.

A mi Mamá que me ha brindado su amor y consejos a lo largo de mis estudios.

A mis maestros que me instruyeron con sus conocimientos en esta etapa de formación.

A mis amigos/as que siempre me apoyaron a seguir adelante hasta el final.

A mi Tutor por instruirnos en la realización de nuestra Tesis de Maestría.

A todos los que me apoyaron de una u otra forma e impulsaron la realización y culminación de esta Tesis.

Lic. Wilmer Rigoberto Pérez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y nuestra Virgen Madre María por permitirme estudiar la Maestría y darme los dones de la sabiduría, el entendimiento y fortaleza espiritual necesaria para la realización de este trabajo.

Agradezco a mis padres Mario Grillo (Q.E.P.D) y Dolores Bermúdez por apoyarme en todo momento y alentarme a desarrollarme en el campo profesional.

Agradezco a mi Familia que me han animado siempre y de manera especial a mi Esposa e Hija que han velado por mis estudios y me ha inspirado a ser mejor cada día.

Agradezco a los compañeros/as de ENACAL y ALCALDIA de Achuapa por brindarnos la información necesaria para el desarrollo de este trabajo de Tesis.

Agradezco a mi tutor MSc Gonzalo Zúñiga por haber aceptado apoyarnos en la realización de esta Tesis.

De la misma manera agradezco a la Dirección de Posgrado y Educación Continua de la UNI, por haberme dado la oportunidad de cursar mis estudios de Maestría en este importante centro de estudios, empeñados en la formación de profesionales idóneos.

Al cuerpo docente de la Maestría, que impartieron sus conocimientos desinteresadamente, permitiendo que nos formemos como profesionales capaces y responsables.

Ing. Jader Antonio Grillo Bermúdez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en este camino y darme la oportunidad de culminar con éxito esta Tesis de Maestría.

Agradezco a mi mamá Rita Pérez por su ayuda incondicional en todo momento. Es una bendición y fortaleza contar con su apoyo.

Agradezco a mi Familia que me han alentado siempre por su gran ayuda en los momentos cuando lo requerí.

Agradezco a mi tutor MSc Gonzalo Zúñiga, por encaminarnos en la realización de esta Tesis de Maestría.

Agradezco a la Dirección de Posgrado y Educación Continua, por haberme dado la oportunidad de estudiar en este magno centro, el cual nos acompañó en el proceso de aprendizaje.

Al cuerpo docente de la Maestría, que impartieron sus conocimientos y experiencias, permitiendo que nos formemos como profesionales capaces y responsables.

Agradezco a los compañeros/as de ENACAL y ALCALDIA de Achuapa por brindarnos la información necesaria para el desarrollo de este trabajo de Tesis.

Y a todas aquellas personas, que de alguna u otra forma prestaron su colaboración y ayudaron para llevar esta investigación adelante

Lic. Wilmer Rigoberto Pérez

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento muestra el ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON; expone específicamente los estudios básicos de Mercado, Técnico, Financiero, Económico y Ambiental, donde consideramos el emplazamiento de un nuevo proyecto que permita mejorar el acceso al servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a las familias del centro urbano. Achupapa está localizado en la zona norte del departamento de León, al cual pertenece. Está ubicado entre las coordenadas 13° 03' de latitud norte y 86°35' de longitud oeste y a una altitud de 330.90 m sobre el nivel del mar. La población actual del centro urbano es de aproximadamente 2,207 habitantes (tomando como referencia el Censo Nacional 2005). En el Municipio se registran 20 Comarcas y El Centro Urbano, de acuerdo al proceso de Delimitación Territorial realizado en el año 1999, las que comprenden 44 comunidades y 110 caseríos. De estos el centro urbano tiene 4 zonas y un barrio. El sistema existente es deficitario y obsoleto, comprende tres pozos perforados con más de 15 años en uso, así como una infraestructura básica compuesta por un tanque altamente deteriorado y redes de distribución con problemas de pérdidas.

En la propuesta de estudio, el agua potable se extraerá de 3 nuevos Pozos ubicados en zonas con mejor potencial de recarga en base a un estudio Hidrogeológico realizado por ENACAL, y será impulsada a un nuevo tanque con mayor altura de carga y capacidad. Debido a las condiciones topográficas del sitio el agua será descargada por gravedad hacia la ciudad, considerando en el análisis la instalación de un nuevo anillo de distribución que permita mejorar las pérdidas del sistema. El costo total del proyecto considerando la inversión total (fija y diferida) alcanza un monto de USD 1, 315,618.80, equivalente a C\$ 43, 152,296.64 con un costo per cápita de C\$ 14,539.18 equivalente a U\$ 443.26 por persona en el año 0.

Índice de contenido

I.	Introducción.....	15
II.	Antecedentes	17
III.	Objetivo del Estudio:	18
	Objetivo General.....	18
	Objetivos Específicos	18
IV.	Identificación del Proyecto.....	18
	A. Diagnóstico de la situación actual	18
	Diagnóstico del área de influencia	18
	Diagnóstico de los involucrados	21
	Diagnóstico del servicio	27
	B. Definición del problema: causas y efectos	28
	Definición del problema central.....	28
	Análisis de las causas	29
	Análisis de los efectos	29
	Árbol de Problemas	29
	Análisis de Medios.....	31
	Análisis de Fin:	31
	Árbol de Objetivos	32
	C. Identificación y Análisis de Alternativas.....	33
	Identificación de las acciones	33
	Planteamiento de alternativas:.....	33
	D. Estructura Analítica del Proyecto	35
	E. Matriz de Marco Lógico:.....	36

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

V.	Justificación.....	40
VI.	Formulación del Proyecto.....	41
A.	Estudio de Mercado	41
1.	Objetivos del Estudio de Mercado.....	41
2.	Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto	41
3.	Definición del servicio	42
4.	Análisis de la demanda	42
5.	Análisis de la oferta.....	56
6.	Análisis de precios	65
7.	Conclusiones del Estudio de Mercado.	65
B.	Estudio Técnico del proyecto	66
1.	Objetivos del Estudio Técnico	66
2.	Determinación de la capacidad instalada de la planta.....	67
3.	Localización optima de la planta	69
4.	Descripción del proceso productivo.....	71
5.	Selección de la maquinaria	73
6.	Selección del personal	75
7.	Determinación de áreas de trabajo	76
8.	Distribución de la planta.....	76
9.	Fuentes de Abastecimiento (Propuesta)	78
10.	Tanque de Almacenamiento	81
11.	Análisis Hidráulico de la Red de Abastecimiento	83
12.	Conclusiones del Estudio Técnico	85
C.	Estudio Financiero	86

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

1.	Objetivos del Estudio financiero	86
2.	Inversión inicial en activo fijo y diferido.....	86
3.	Costos de operación del proyecto	87
4.	Determinación de la Tasa mínima atractiva de retorno	88
5.	Determinación de los ingresos	89
6.	Flujo de fondos netos del proyecto.....	89
7.	Calculo de razones financieras: VAN, TIR, TIRM, Índice B/C.....	90
8.	Análisis financiero con tarifa real.....	92
9.	Conclusiones del análisis financiero.....	92
D.	Estudio Económico	93
1.	Objetivos del Estudio Económico	93
2.	Cálculo de las transformaciones a precios sociales	93
3.	Flujo de fondos económicos netos del proyecto	96
4.	Calculo de indicadores económicos: VANE, TIRE, TIREM, Índice B/C. ..	98
5.	Análisis de sensibilidad económica.	99
6.	Conclusiones del análisis económico.....	102
E.	Análisis Ambiental.....	103
1.	Incidencia ambiental del proyecto	103
2.	Identificación, análisis y valoración de impactos ambientales	105
3.	Análisis de Riesgo a Desastres.....	111
4.	Plan de Medidas Ambientales.....	120
5.	Plan de Contingencia	125
6.	Conclusiones del Análisis Ambiental.....	142
VII.	Conclusión	145

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

VIII.	Recomendaciones.....	147
IX.	Glosario.....	148
X.	Bibliografía	150
XI.	Apéndice	151
	Apéndice 1. Modelo de encuesta aplicado.....	152
	Apéndice 2. Tabla de cálculo de costos de operación y beneficios unitarios	153
	Apéndice 3. Tarifa	154
	Apéndice 4. Medidas de Reducción de Riesgo.....	155
	Apéndice 5. Cálculo de ingresos anuales	156
	Apéndice 6. Cálculo de costos de inversión y desglose.....	157
	Apéndice 7. Costos de operación, administración y producción	158
	Apéndice 8. Costos de operación y mantenimiento a precios sociales	159
	Apéndice 9. Análisis financiero del proyecto.....	160
	Apéndice 10. Análisis económico del proyecto	161
	Apéndice 11. Análisis económico social (SNIP).....	162
	Apéndice 12. Análisis VANE = 0.....	163
	Apéndice 13. Cálculo del consumo.....	164
	Apéndice 14. Proyección de demandas.....	165
	Apéndice 15. Análisis de demanda vs producción	166
XII.	ANEXOS	167
	Anexo 1. Modelo de entrevista a Delegado de ENACAL	168
	Anexo 2. Modelo de entrevista a UMAS	169
	Anexo 3. Estudio Hidrogeológico del proyecto.....	170
	Anexo 4. Memoria Fotográfica	171

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Anexo 5. Memoria de Cálculo EPANET 172

Índice de Tabla

Tabla 1: Infraestructura Vial del Municipio.....	20
Tabla 2: Análisis de los involucrados.....	23
Tabla 3: Horarios de servicio.....	27
Tabla 4: Matriz de Marco Lógico (MML)	36
Tabla 5: Cálculo de tasas de crecimiento intercensales	52
Tabla 6: Proyección de población para el período de diseño	53
Tabla 6: Índice de Personas por Vivienda, en los municipios del departamento de León .54	
Tabla 8: Factores de dotación.....	56
Tabla 9: Capacidad de los nuevos pozos.....	57
Tabla 10: Proyección de beneficios del proyecto	64
Tabla 11: Capacidad de los nuevos pozos	67
Tabla 12: Capacidad de Producción vs Demanda	68
Tabla 13: Peso asignado para cada uno de los factores identificado.....	69
Tabla 14: Clasificación Ponderada de Sitio	70
Tabla 15: Definición de equipos.....	73
Tabla 16: Costos de mantenimiento de equipos	74
Tabla 17: Costos de Personal.....	75
Tabla 18: Volumen total de almacenamiento para el final de período de diseño.	82
Tabla 19: Dimensiones propuestas del tanque de almacenamiento	83
Tabla 20: Costos de estudios de Pre inversión	86
Tabla 21: Inversión Inicial del Proyecto en Infraestructura	87
Tabla 22: Inversión en Medidas de Reducción de Riesgos	87
Tabla 23: Costos de Operación y Mantenimiento.....	88
Tabla 24: Cálculo de Ingresos por Tarifas.....	89
Tabla 25: Flujo Neto Efectivo	90
Tabla 26: Salida de Indicadores Financieros.....	91
Tabla 27: Factores de conversión (SNIP).....	94
Tabla 28: Conversión a precios sociales de la inversión inicial	94
Tabla 29: Conversión a precios sociales de los costos de operación y administración del sistema.....	95
Tabla 30: Conversión a precios sociales de la pre inversión (estudios iniciales)	95

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 31: Conversión a precios sociales de las Medidas de Reducción de Riesgo.....	95
Tabla 32: beneficios percibidos por los pobladores	97
Tabla 33: Flujo neto de efectivo económico	98
Tabla 34: Indicadores económicos	98
Tabla 35: Análisis de sensibilidad económica	100
Tabla 36: Análisis de sensibilidad VANE = 0.....	101
Tabla 37: Matriz Causa-efecto.....	109
Tabla 38: Matriz de importancia de impactos	109
Tabla 39: Ponderación de impactos Ambientales Negativos	110
Tabla 40: Ponderaciones para valoración cuantitativa.....	112
Tabla 41: Identificación de amenazas	113
Tabla 42: Amenazas Naturales dentro del Área del Proyecto	115
Tabla 43: Medidas de prevención y mitigación de impactos negativos.....	120
Tabla 44: Medidas preventivas y de mitigación para reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	122
Tabla 42: Acciones de respuesta ante Sismo	131
Tabla 42: Acciones de respuesta ante Inundaciones.....	136
Tabla 42: Acciones de respuesta ante incendio.....	138
Tabla 42: Preparación de un Simulacro.....	140

Índice de Ilustración

Ilustración 1: Mapa de micro localización del municipio de Achuapa	19
Ilustración 2: Esquema de árbol de problemas	30
Ilustración 3: Esquema del árbol de objetivos	32
Ilustración 4: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento.....	33
Ilustración 5: Estructura Analítica del Proyecto	35
Ilustración 6: Mapa de ubicación de fuentes.	71
Ilustración 7: Diagrama de flujo de proceso	72
Ilustración 8: Diagrama de proceso de operaciones	73
Ilustración 9: Organigrama del personal	75
Ilustración 10: Distribución de planta	77
Ilustración 11: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento.....	79
Ilustración 12: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento.....	80
Ilustración 13: Análisis de Demanda Proyectada contra la Producción del Proyecto.	80
Ilustración 14: Perfil de elevaciones de los nodos de demanda y TA.....	81
Ilustración 15: Perfil de elevaciones de los nodos de demanda y el nuevo TA.....	82
Ilustración 16: Análisis Hidráulico del sistema EPANET	84
Ilustración 17: Localización de nuevas fuentes de abastecimiento	84
Ilustración 18: Esquema de identificación y valoración de impactos	106
Ilustración 19: Impactos ambientales negativos	111
Ilustración 20: Mapa de riesgo, municipio de Achuapa	116
Ilustración 21: Informe de modelación SIGER.....	118

I. Introducción

El Municipio de ACHUAPA está localizado en la zona norte del Departamento de León, al cual pertenece. Está ubicado entre las coordenadas 13°03' de latitud norte y 86°35' de longitud oeste y a una altitud de 330.90 m sobre el nivel del mar. Su extensión territorial es de 416.24 km².

La población total del municipio en el año 2005 según el Censo Nacional era de 13,797 habitantes. La densidad poblacional es de aproximadamente 33.1 hab/km². Se registran 20 Comarcas y El Centro Urbano del municipio, de acuerdo al proceso de Delimitación Territorial realizado en el año 1999, la comprenden 44 comunidades y 110 caseríos. De estos el centro urbano (área en estudio) tiene 4 zonas y dos barrios, con una población estimada a la fecha de 3,042 habitantes y 608 viviendas¹.

Posee un clima del tipo Sub-tropical seco. Presenta un promedio anual de precipitación de 1,400 a 1,800 mm, con una distribución regular principalmente en los meses de mayo a noviembre. La principal actividad económica es la producción agropecuaria, granos básicos, no tradicionales (ajonjolí), ganado mayor de doble propósito y comercio.

La infraestructura vial del pueblo está compuesta mayoritariamente por calles adoquinadas; su cobertura es casi total en el caso urbano, quedando muy pocas sin pavimentar o adoquinar. Las infraestructuras de servicios sociales básicos incluyen: centro de salud, centros de educación primaria y secundaria, energía eléctrica, agua potable, telefonía y correos. La ciudad no cuenta con un sistema público de recolección de aguas servidas, la evacuación de excretas se realiza de manera individual mediante el uso de fosas sépticas y letrinas; y las aguas grises son regadas en los patios, las cuales se infiltran inmediatamente por lo arenoso

¹ Fuente: Elaboración Propia con base en datos CENSO Poblacional INIDE, 2005.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

del suelo. Existe servicio de recolección de desechos sólidos a nivel domiciliario, en algunos casos la población quema la basura en los patios de las casas o la entierran.

El acueducto de Achuapa es administrado por la Empresa estatal ENACAL. El abastecimiento de agua potable se compone por un sistema de fuente, tanque y red de distribución; de vieja data y que presenta déficit por falta de mantenimiento y las mismas afectaciones climáticas. En el centro urbano del municipio se requiere abastecer de agua a un total de 793 familias. Producto del cambio climático y estando inmerso dentro del corredor seco este municipio, sus fuentes de abastecimiento ha reducido los niveles de producción.

De acuerdo a los Datos Operativos de la Filial de ENACAL (Entrevista), los pozos que brindan el servicio de agua potable son: El Tamagás, Coyolar 2 y 4, los cuales no logra dotar la demanda de la cabecera municipal, razones por el cual consideramos que el 90% de estas familias son afectadas en el suministro de agua potable.

El acceso al agua potable es uno de los principales derechos de las familias, y en la ruta de restitución que impulsa el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, se propone el ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON, para rehabilitar la infraestructura y construir nuevos componentes en el sistema, considerando que el primer sistema construido en la década de los 90's por INAA, ha alcanzado su vida útil por lo tanto, proponemos la construcción de: Pozos, Tanque y redes de distribución, con el fin de lograr continuidad y eficiencia en el suministro de agua potable a las familias.

II. Antecedentes

Achuapa: El desarrollo del sistema de agua potable comenzó en los años 80's con la perforación del primer pozo llamado El Tamagás, con el cual se atendió la demanda del servicio hasta cierto tiempo. Posteriormente bajo ejecución de INAA se implementó un proyecto integral en los años 90's donde se construyó la red de distribución, el tanque de almacenamiento y un segundo pozo para atender a 1,900 habitantes debido al crecimiento poblacional. A medida que acrecentaba el déficit de abastecimiento, aunado con el crecimiento poblacional y la reducción de niveles en el Pozo El Tamagás, ENACAL en el año 2005 perforó un tercer pozo que se integró al sistema anteriormente construido, de forma paliativa se atendió a una población de 2,207 habitantes.

Malpasillo: Ciudad cabecera del municipio de Larreynaga, se desarrolló un sistema de agua potable en los años 90's bajo el esquema Fuente-Tanque-Red, similar a la de Achuapa, el cual permitió atender la población y su crecimiento. La población para el año 2005 era de 11,292 habitantes, por lo que durante su desarrollo ENACAL en el año 2011 implementó un Proyecto de Construcción completa del sistema de agua potable, donde se construyeron 2 nuevos pozos y un tanque de almacenamiento, permitiendo mejorar en gran medida la calidad y cantidad del servicio a las familias, manteniendo a la fecha su operación y mantenimiento sin mayor problema.

El Sauce: El municipio tenía población urbana en el año 2005 de 7,584 habitantes, el sistema se desarrolló en los años 70's, siendo rehabilitado en el 2011 por ENACAL donde se desarrolló la perforación de un pozo, construcción de tanque y red de distribución. Recientemente en alianza con la Alcaldía municipal, se realizó la perforación de un segundo pozo para atender el crecimiento de la demanda.

III. Objetivo del Estudio:

Objetivo General

- Realizar un estudio a nivel de Pre factibilidad para la Construcción del sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar situación del sistema de agua potable mediante la metodología del Marco Lógico.
- Determinar la demanda del servicio de agua potable en el centro urbano.
- Elaborar un estudio Técnico del sistema de agua potable.
- Presentar un estudio Financiero para el nuevo sistema de agua potable propuesto.
- Efectuar un estudio Económico para el nuevo sistema de agua potable propuesto.
- Realizar Análisis de Impacto Ambiental (PGA) para la construcción del sistema de agua potable.

IV. Identificación del Proyecto

A. Diagnóstico de la situación actual

Diagnóstico del área de influencia

El Municipio de Achuapa está localizado en la zona norte del departamento de León, al cual pertenece. Está ubicado entre las coordenadas 13° 03' de latitud norte y 86°35' de longitud oeste y a una altitud de 330.90 m sobre el nivel del mar. Su extensión territorial es de 416.24 km². La población actual del municipio es de

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

aproximadamente 2,207 habitantes (tomando como referencia el Censo Nacional 2005). La densidad poblacional es de aproximadamente 38 hab. /km².

Se registran 20 Comarcas y El Centro Urbano, de acuerdo al proceso de Delimitación Territorial realizado en el año 1999, las que comprenden 44 comunidades y 110 caseríos. De estos el centro urbano tiene 4 zonas y un barrio².

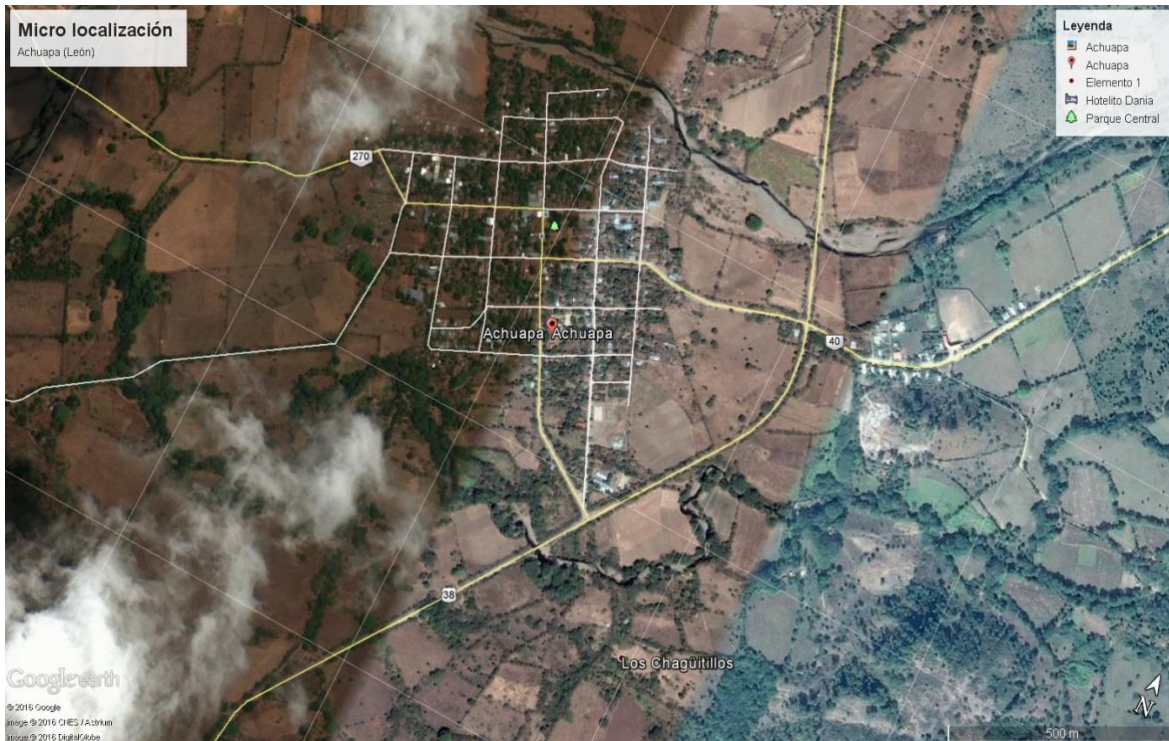


Ilustración 1: Mapa de micro localización del municipio de Achuapa

Posee un clima del tipo Sub-tropical seco. Presenta un promedio anual de precipitación de 1,400 a 1,800 mm, con una distribución regular principalmente en los meses de mayo a noviembre. La principal actividad económica es la producción agropecuaria, granos básicos no tradicionales (ajonjolí), ganado mayor de doble propósito y comercio.

La infraestructura vial del pueblo está compuesta mayoritariamente por calles adoquinadas; su cobertura es casi total en el caso urbano, quedando muy pocas sin pavimentar o adoquinar.

² VIII Censo de Población y IV de vivienda, año 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. INIDE

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 1: Infraestructura Vial del Municipio

Carretera/Camino/Calles	Longitud (km)	Material/Estado	Destino
Camino ACHUAPA – El Sauce	20	Relleno de material selecto. En la actualidad se ve cortado por los ríos ya que no se han reparado los puentes destruidos por el Huracán MITCH.	Une las cabeceras municipales de El Sauce y ACHUAPA .
Camino ACHUAPA - San Francisco del Norte.	20	Camino con piedras superficiales sin ningún tipo de revestimiento. La crecida de la quebrada que circulaba paralela al camino lo dejó intransitable	Une las cabeceras municipales de ACHUAPA , San Juan de Limay (Estelí) y San Francisco del Norte (Chinandega).
Camino ACHUAPA - Estelí	30	Actualmente es revestido de material selecto los puntos críticos del trayecto.	Une las cabeceras municipales de ACHUAPA y Estelí.
Calles y Vías internas	227.5 km de camino comarcal. 6 km de	En el centro urbano existen 800 m lineales adoquinados que constituyen el centro de ACHUAPA . Las calles en estado regular. Rampas	Intercomunican a los barrios y repartos del centro urbano así como las

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

	calles y vías internas en el centro urbano.	empedradas en calles con un mínimo nivel de pendiente. Existen caminos que comunican con todas las comarcas. En la actualidad empresas constructoras reparan dichos caminos.	comarcas con la cabecera municipal.
--	---	--	-------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Las infraestructuras de servicios sociales básicos incluyen: centro de salud, centros de educación primaria y secundaria, energía eléctrica, agua potable, telefonía y correos.

El sistema de abastecimiento de agua potable es administrado por ENACAL. Algunos pobladores se abastecen de pozos privados individuales y las zonas con déficit son atendidas con cisternas de la Alcaldía Municipal y de ENACAL. La ciudad no cuenta con un sistema público de recolección de aguas servidas, la evacuación de excretas se realiza de manera individual mediante el uso de fosas sépticas y letrinas; y las aguas grises son regadas en los patios, las cuales se infiltran inmediatamente por lo arenoso del suelo.

Diagnóstico de los involucrados

En este informe se utilizaron los datos de los censos de población del INIDE (Instituto Nacional de Información para el Desarrollo) para los años 1971, 1995 y 2005 y de acuerdo a estos datos se hicieron las proyecciones demográficas para un período de diseño de 20 años considerado a partir del año 2017.

Para las proyecciones de población se analizarán los métodos aritmético y geométrico respectivamente, ambos métodos son contemplados dentro de la norma de INAA para el diseño de redes de abastecimiento de agua potable. Se efectuó el análisis de las tasas de crecimiento intercensales anuales con el

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

propósito de comparar las tasas de crecimiento anual para los diferentes periodos de censo, para cada período se calculó la tasa de crecimiento anual y se comparó con la norma de (INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999).

Se considera el Índice de Personas por Vivienda (cociente de la población y el número de viviendas ocupadas) que sirve para calcular la cantidad de agua demandada por la población, para el año 2005, período para el cual se cuenta con la información completa sobre el número de viviendas y de población³.

Los grupos involucrados en el problema del déficit de abastecimiento de agua potable en el municipio de Achuapa, corresponde a:

- a. Población
- b. Alcaldía municipal de Achuapa
- c. ENACAL
- d. MARENA
- e. INIFOM
- f. MINSA

³ VIII Censo de Población y IV de vivienda, año 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. INIDE

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 2: Análisis de los involucrados			
Grupo	Intereses, Necesidades y Expectativas	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
Población	Contar con un servicio de agua potable continuo y de calidad en sus viviendas.	<p>-Poca disponibilidad del recurso en sus viviendas.</p> <p>-Enfermedades infecciosas de transmisión hídrica.</p> <p>-Alto tiempo invertido por las mujeres cuidadoras del hogar en las labores domésticas.</p> <p>Ejemplo: traslado de agua en recipientes y lavado en el río.</p> <p>-Insatisfacción social debido al deterioro del servicio.</p> <p>-Altos costos por compra de agua en bidones para consumo.</p>	<p>R/Disponibilidad para asumir la tarifa social de agua una vez ejecutado el proyecto.</p> <p>M/Participación activa en el desarrollo bajo el modelo de auditoría social.</p> <p>Decreto 112-2007- Gabinetes de Poder Ciudadano.</p> <p>Ley 475- Ley de Participación Ciudadana</p>

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 2: Análisis de los involucrados			
Grupo	Intereses, Necesidades y Expectativas	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
Alcaldía Municipal	Cumplir con el Plan de Inversión Anual en el sector agua y saneamiento.	-Insatisfacción ciudadana por los servicios públicos relacionado al servicio agua potable. -Necesidades insatisfechas de la población de acceso a consumo de agua de calidad y estable durante el año.	R/ Transferencias del Gobierno Central para Proyectos de Agua. M/ Asegurar el bienestar de la población del municipio. M/ Satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el desarrollo económico, social, físico-espacial y cultural del municipio. Cumplir con la ley 40 artículo 7; Ley de reforma e incorporación a la ley 40 de Municipios
ENACAL	Restituir el derecho de acceso al agua potable a la población del municipio en Complementariedad	-Disminución de los niveles de agua en las fuentes actuales (pozos). -Percepción de ineficiencia e	R/ Presupuesto Anual de Inversiones. R/Infraestructura para el desarrollo de Proyectos. R/Equipo técnico calificado. M/ Implementar y Operar los sistemas públicos de

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 2: Análisis de los involucrados			
Grupo	Intereses, Necesidades y Expectativas	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
	con las Instituciones en el territorio.	ineficacia en la prestación del Servicio de Agua por parte de la Población Local.	agua potable y/o alcantarillado sanitario no concesionados a otras empresas por el Ente Regulador. M/ Investigar, explorar, desarrollar y explotar los recursos hídricos necesarios, así como también construir las obras que se requieran para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y resolver los problemas de abastecimiento y saneamiento de las aguas en las comunidades del país.
MARENA	Normar y regular la conservación y el uso racional de los Recursos Naturales y la protección de la Madre Tierra(Recurso Agua)	Sobre explotación del recurso hídrico superficial y subterráneo, asociado a las malas prácticas agrícolas.	M/ Ley 217, Ley general de medio ambiente y recursos Naturales M/ Cumplimiento a decreto ejecutivo 76-2006, sobre Sistema de Evaluación ambiental. Estrategia Nacional

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 2: Análisis de los involucrados			
Grupo	Intereses, Necesidades y Expectativas	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
			Ambiental y del Cambio Climático Plan de Acción 2010-2015 – MARENA Clasificación de recursos hídricos – NTON 05-007-98
INIFOM	Promover y Articular el Desarrollo Municipal con Orientación a PMDH Ley 347 Ley orgánica de INIFOM	Necesidades insatisfechas de familias y comunidades.	R/ Capacidad de Articulación e Incidencia en el Territorio. R/ Capacidad Técnica para Fortalecer a los gobiernos y la administración municipal. M/ Incide en la Promoción del desarrollo local.
MINSA	Promover en la población prácticas y estilos de vida saludables que contribuyen a mejorar la calidad y esperanza de vida de las familias y las Comunidades para mejorar el desarrollo humano.	Enfermedades provocadas por ausencia de higiene en el núcleo familiar.	M/ Ley 423 – año 2002 – Ley general de Salud. R/ Entidad rectora de la salud Nacional con capacidad de realización de estudios e impactos en la calidad de la salud de los Nicaragüenses

Fuente: Elaboración propia.

Diagnóstico del servicio

El municipio de Achuapa se abastece por medio de 3 pozos: Tamagás, Coyolar #2 y Coyolar #4. La capacidad de producción alcanza los 100 GPM (545 m³/día). En el mes de septiembre del año 2015, el pozo Tamagás sale de operación debido a fallas mecánicas de la bomba, sin embargo, ya se había registrado la reducción de un 50% de su capacidad de producción. El caudal de los pozos existentes, es insatisfactorio para la demanda actual de agua potable de la población, porque se han visto drásticamente afectado debido a los años de explotación de las infraestructuras.

La forma de abastecimiento que implementan las familias actualmente y las medidas alternas que utilizan, resultan insuficientes para satisfacer la demanda real. A partir de ello, se plantea la necesidad de un proyecto que asegure calidad, cantidad y continuidad del servicio⁴. A continuación, se presenta un diagnóstico de los horarios de servicio a las familias:

Tabla 3: Horarios de servicio			
Zona del municipio	Total de viviendas	Horario de abastecimiento	Tiempo del servicio
Zona#:1	65	5:00am a 07:00am	2 hr/día
Zona#:2	190	5:00am a 6:30am	1 ½ hr/día
Zona#:3	245	4:00am a 5:00am	1 hr/día.
Zona#:4	230	4:00am a 5:00am	1 hr/día.
Barrio San Juan	77	7:30am a 10:30am	3 hr/día
Barrio El Rodeíto	35	4:00am a 10:00pm	20 hrs/día

Fuente: Elaboración propia.

⁴ Datos Operativos de la Filial de ENACAL (Entrevista)

B. Definición del problema: causas y efectos

Definición del problema central

En el municipio de Achuapa se abastece de agua a un total de 594 familias en la parte urbana. El sistema de agua potable cuenta con 3 pozos en operación con caudales de inicio estimados en: Coyolar # 2 (50 gpm), # 4 (45 gpm) y la salida de operación del pozo #3 Tamagás (100 gpm), sumando 195 gpm.

La continuidad en el suministro se agudiza a finales del mes de noviembre del año 2015 con la reducción de los niveles en el pozo # 3, El Tamagás, este pozo producía 100 gpm, y después que ENACAL le realizó un desarrollo y limpieza, quedó aportando a la producción solamente 50 gpm, producción que junto a los aportes actuales de los pozos El Coyolar # 2 (25gpm) y # 4 (35 gpm), no cubren con la demanda actual de la población, afectando el 80 % de las familias.

Dado que es poca la cantidad de agua que se le suministra a la población, por la vía del sistema de distribución de la ciudad, se hace uso de dos cisternas rentadas con capacidad de 2,500 galones, realizando a diario 4 viajes cada una, de esta forma se trata de subsanar la problemática de la poca cantidad de agua recibida. Estas cisternas se están cargando en el acueducto de la comunidad San Nicolás (Sistema MAG), localizado a unos 8 Kilómetros del Centro Urbano.

En la actualidad existen coordinaciones con la Alcaldía Municipal de buscar cómo mejorar la problemática del abastecimiento a la población, se está proponiendo la ubicación del sitio idóneo para perforar pozos y construir un tanque, que se incluirán en el sistema de agua potable.

Además, los habitantes que no lograr recibir suficiente agua para abastecerse del vital líquido, recurren a pozos excavados a manos -en su mayoría no tratados adecuadamente- o bajan hasta los ríos próximos para lavar ropa y trasladar agua

en recipientes para las labores domésticas, quienes poseen un poco más de recursos económicos compran agua en bidones. La carencia del vital líquido afecta el desarrollo de la economía en su mayoría agrícola, así como las condiciones higiénicas sanitarias de las familias.

Análisis de las causas

Considerando los problemas asociados a la disminución de las fuentes actuales (pozos) por reducción de niveles y el poco mantenimiento a los componentes del sistema, ocasiona lo siguiente:

- Déficit entre la oferta y la demanda, esto significa que actualmente el abastecimiento de agua potable a través de las redes es insuficiente, considerando también la reducción de niveles de agua en pozos existentes.
- Afectación en la economía familiar por altos costo por la compra de agua.
- Uso de fuentes artesanales y superficiales, como suministro alterno.

Análisis de los efectos

Se han identificado efectos que generan inconformidad en las familias por la poca atención a la problemática del servicio, incremento en las enfermedades de transmisión hídrica, aumento en el costo de vida y desarrollo integral de las familias.

Árbol de Problemas

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Considerando el análisis de las causas y efectos se presenta el Árbol de Problemas

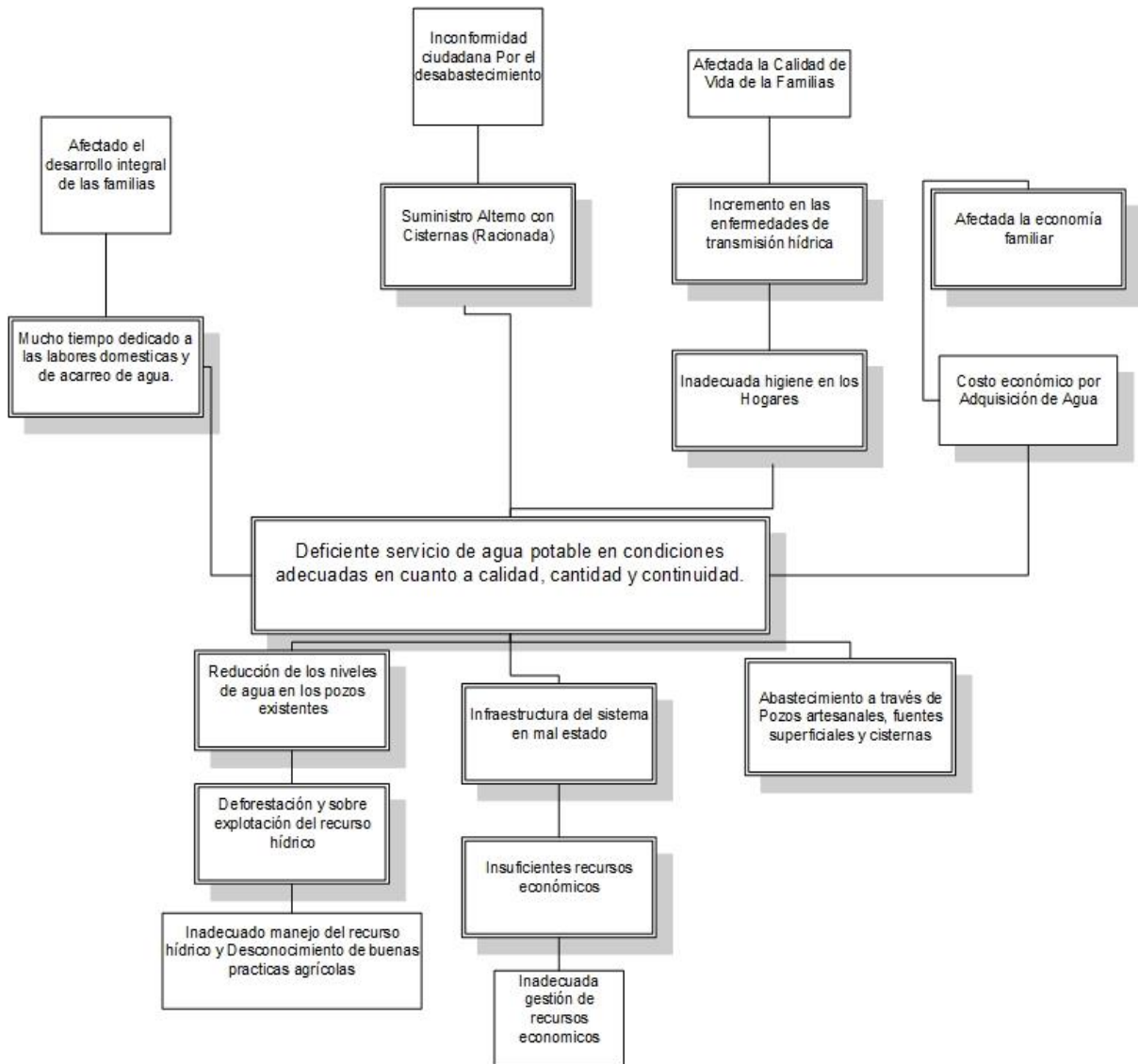


Ilustración 2: Esquema de árbol de problemas

Definición del Objetivo Central

Como Proyecto, el objetivo principal es que todas las familias del centro urbano del municipio de Achuapa, cuenten con el acceso al servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad.

Análisis de Medios

La Alcaldía municipal no cuenta con recursos propios suficientes para la ejecución de este proyecto, por tanto, se pretende buscar alianzas con otras instituciones del Gobierno como ENACAL. El procedimiento que siguen los gobiernos municipales y ENACAL para la búsqueda de financiamiento es el siguiente:

Elaborar el perfil de proyecto con las generalidades donde determina un monto estimado, este es sometido a consideración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), posteriormente con la aprobación del mismo se procede a gestionar los recursos a través del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX).

Para efectos del cumplimiento del objetivo se plantea: Construir el Sistema de Agua Potable que incluye: perforación de tres pozos (fuente), infraestructura de redes (distribución e impulsión) y un tanque de almacenamiento.

Análisis de Fin:

El impacto del proyecto está enfocado principalmente en proponer acciones tendientes a construir y poner en marcha el sistema, las redes de distribución serán dimensionadas de acuerdo con las demandas hidráulicas que se fijan para el año 2,037. Se considera la ampliación de la cobertura de la red de distribución a las zonas donde actualmente se carece del servicio. En el planteamiento de las Alternativas, las variantes se concentran básicamente en el análisis hidrológico de las posibles fuentes de abastecimiento.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Árbol de Objetivos

A partir de la definición del objetivo central, análisis de medio y fines del proyecto, se presenta el esquema del árbol de objetivos

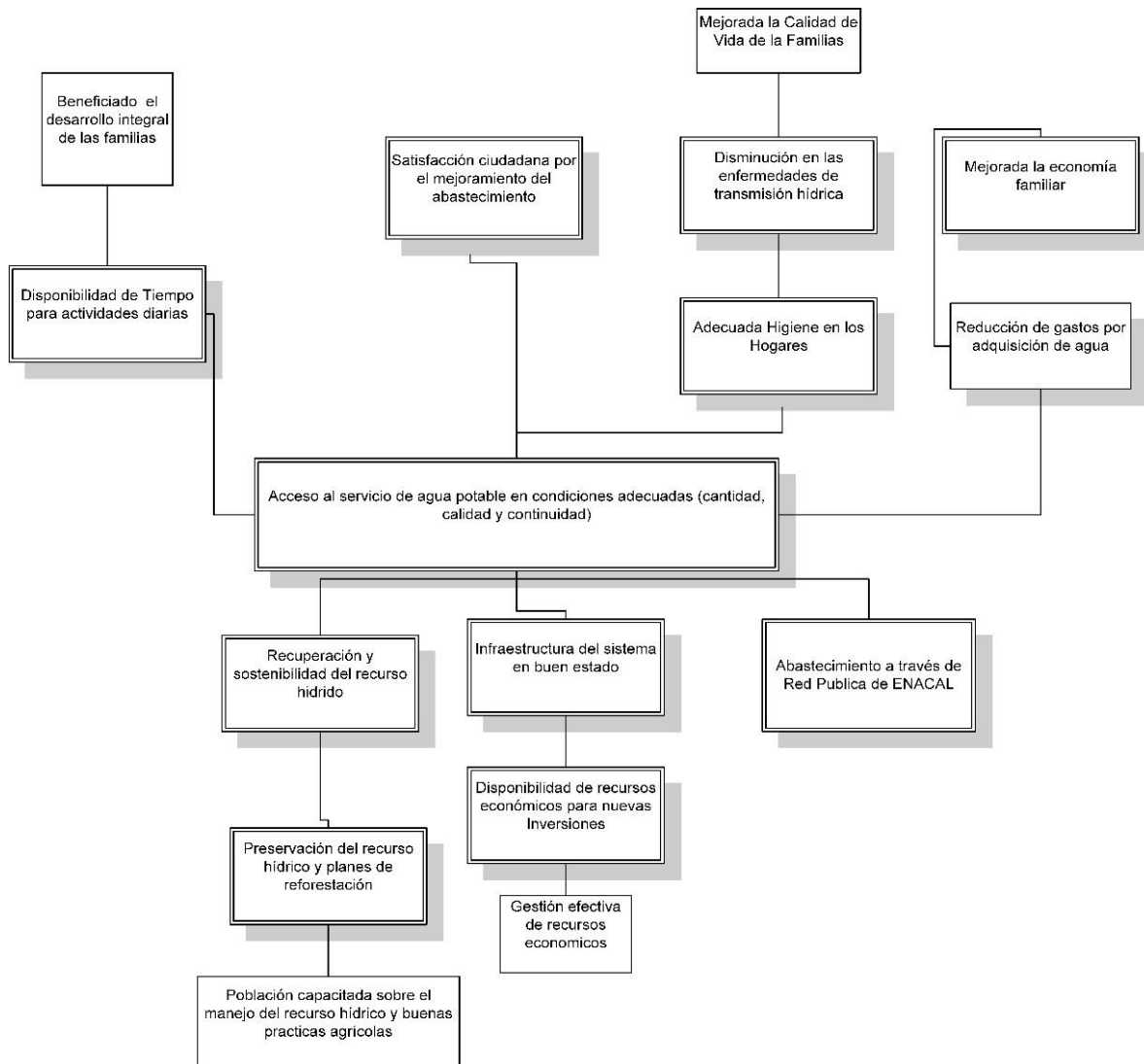


Ilustración 3: Esquema del árbol de objetivos

C. Identificación y Análisis de Alternativas

Identificación de las acciones

Para atender la problemática del abastecimiento de agua de la ciudad de Achuapa, se ha considerado el análisis de dos alternativas que permitan la implementación de una solución sostenible en el periodo analizado, siendo estas las siguientes:

Planteamiento de alternativas:

- Alternativa #1: Fuente (Pozo) – Tanque - Red

Se han identificado 3 nuevas ubicaciones para la construcción de pozos. La producción prevista para cada nuevo pozo se sitúa en el rango de 150 a 250 gpm (1,370- 1,635 m³/día), cuya oferta satisface la demanda de diseño.

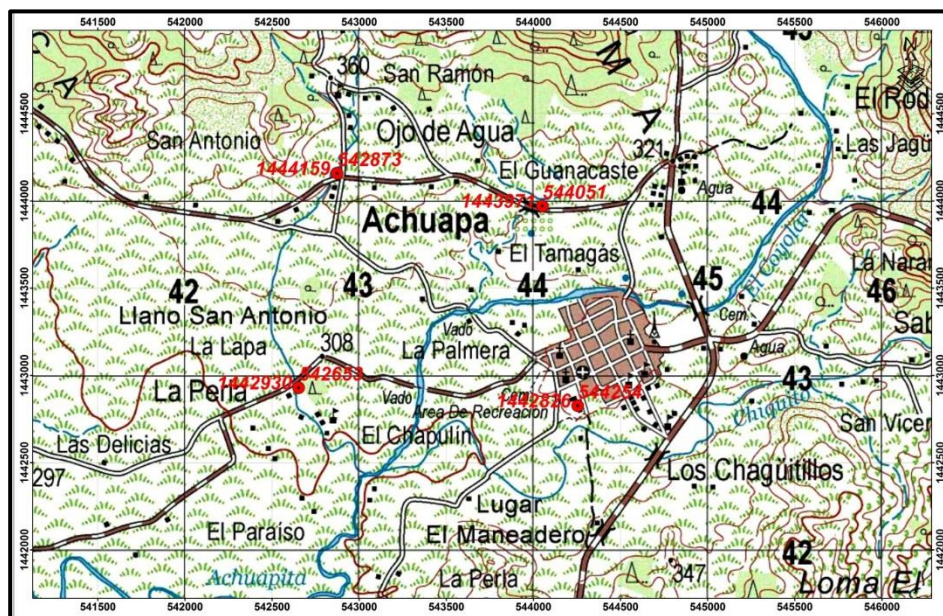


Ilustración 4: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento

Esta alternativa considera los siguientes componentes del sistema:

- Construcción y equipamiento de 3 Pozos.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

- Línea de conducción: suministro e instalación de materiales necesarios para la conducción desde los Pozos hasta el Tanque de almacenamiento.
- Construcción de un (1) Tanque de Almacenamiento.
- Suministro e instalación de tubería para líneas de distribución.
- Suministro e instalación de medidores para conexiones domiciliarias.

El costo estimado para la inversión en Obras (Incluyendo las medidas de reducción de riesgos) asciende a: U\$ 1, 072,285.69 con beneficios estimados en el periodo del Proyecto (20 años) equivalentes a U\$ 2, 624,322.33

- Alternativa # 2 – Fuente Superficial (Rio Coyolar): Captación (Estación de Bombeo), PTAP, tanque de almacenamiento y redes de distribución.

Esta alternativa considera los siguientes componentes del sistema:

- Construcción de Obra de Captación.
- Línea de conducción desde obra de captación hasta PTAP – Tanque de almacenamiento – Red de distribución.
- Construcción de una Planta de Tratamiento Tipo Presurizada.
- Construcción de un (1) Tanque de Almacenamiento.
- Suministro e instalación de tubería para líneas de aducción y distribución.
- Suministro e instalación de medidores para conexiones domiciliarias.

El costo estimado para la inversión en Obras (Incluyendo las medidas de reducción de riesgos) asciende a: U\$ 1, 126,519.20 con beneficios estimados en el periodo del Proyecto (20 años) equivalentes a U\$ 2, 059,291.11

En esta alternativa se considera una fuente superficial la cual presenta problemas de disponibilidad de caudal para atender la demanda de agua, principalmente en época donde las recargas o aportes en el acuífero disminuyen considerablemente. Con base en el estudio Hidrogeológico de la zona y del análisis de la Cuenca #64

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

(Nicaragua, 2018), esta alternativa no es viable, por tanto, no se realizará un análisis en el presente documento.

Además se presentan para ambas alternativas sus costos de inversión y de beneficios estimados (Liberación de Recursos) lo que nos indica que la Alternativa #1 es más atractivas por presentar una menor inversión así como mayores beneficios.

D. Estructura Analítica del Proyecto

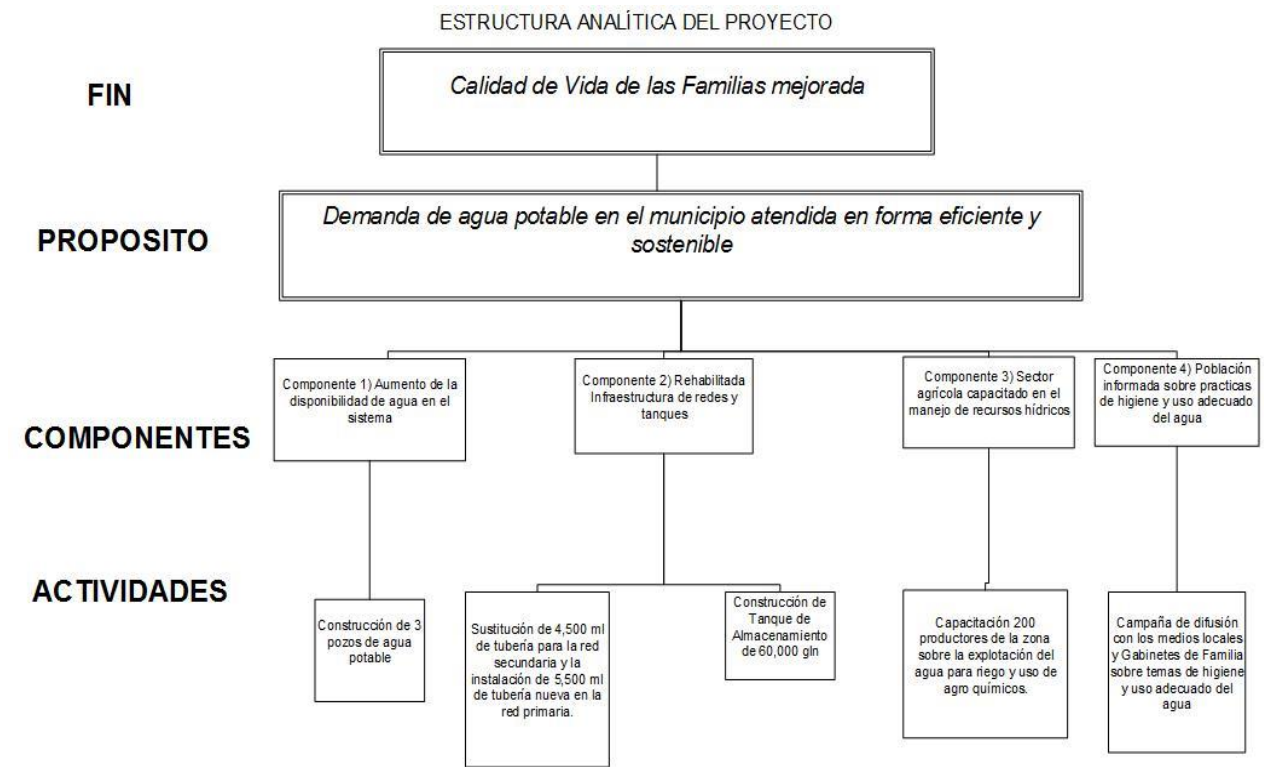


Ilustración 5: Estructura Analítica del Proyecto

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

E. Matriz de Marco Lógico:

Tabla 4: Matriz de Marco Lógico (MML)			
Resumen Narrativo del Projector	Indicadores Verificable Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
<p>FIN: Mejorar las condiciones de vida y bienestar de las familias, además de aportar al desarrollo económico y social de Achuapa</p>	<p>El ingreso Per Cápita de la población se ve incrementada en un 5% al 5^{to} año de operación de proyecto.</p>	<p>Encuestas realizadas a la población por parte de la Alcaldía de Achuapa anualmente</p>	<p>Condiciones Económicas estables</p>
PROPOSITO:			
<p>Población del municipio de Achuapa tiene acceso a un sistema de agua potable que provee un servicio en cantidad, calidad y continuidad.</p>	<p>Porcentaje o nivel de satisfacción de los usuarios por la cantidad, calidad y continuidad de los servicios, por años (Nivel de Satisfacción en una escala de 1 - 5)</p>	<p>Encuestas realizadas a la población por parte de la Alcaldía de Achuapa anualmente</p>	<p>-Coordinación efectiva y eficaz entre el ejecutor, gobierno municipal (Alcaldía) y comunidad. -Movimiento migratorio controlado</p>
COMPONENTES:			

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 4: Matriz de Marco Lógico (MML)			
Resumen Narrativo del Proyecto	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
1) Aumento de la capacidad del sistema de pozos para agua potable	Cobertura del servicio de Agua Potable alcanza el 100% de la población al final de periodo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de Cierre del Proyecto. • Acta de satisfacción por parte de las autoridades de la Alcaldía • Acta de recepción final del proyecto • Informe de facturación de ENACAL 	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativas Gubernamentales para fomento a la protección de los recursos Hídricos. - Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en la Cuenca #64.
2) Infraestructura de redes y tanque construida.	Cobertura del servicio de Agua Potable alcanza el 100% de la población al final de periodo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de Avance del supervisor de obras. • Informe de Cierre del Proyecto. • Acta de satisfacción por parte de las autoridades de la Alcaldía • Acta de recepción final del proyecto • Informe de facturación de ENACAL 	Coordinación efectiva y eficaz entre el ejecutor, gobierno municipal (Alcaldía) y comunidad.
3) Capacitados y sensibilizados los productores agrícolas del	200 productores capacitados al término de 6	<ul style="list-style-type: none"> • Número de productores Capacitados • Informe Final del 	Participación activa de los productores en cooperar en el

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 4: Matriz de Marco Lógico (MML)			
Resumen Narrativo del Projector	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
municipio de Achuapa para la explotación adecuada del agua.	meses de iniciado el proyecto.	Capacitador • Acta de satisfacción por parte de los representantes de los productores beneficiados. • Informe del Supervisor del Proyecto por parte de la Alcaldía	proyecto.
4) Plan de sensibilización y capacitación de la población para el uso adecuado del agua y prácticas higiénicas.	Plan de sensibilización	• Informes de Ejecución Mensual de la Unidad Coordinadora UCP	Población asume responsabilidad activa en el uso adecuado del recurso.
ACTIVIDADES:			
1.1 Perforación de 3 pozos	Contrato de Obras (Montos y Alcances)	• Informe de Ejecución Financiera • Documentos de los procesos de licitación • Resolución Administrativa de adjudicación	Políticas Fiscales estables durante la ejecución del Proyecto.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 4: Matriz de Marco Lógico (MML)			
Resumen Narrativo del Projector	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
2.1 Instalación de 5.5 km de redes de distribución primaria y reemplazo de 4.5 de red secundaria de agua potable	Contrato de Obras (Montos y Alcances)	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de Ejecución Financiera • Documentos de los procesos de licitación • Resolución Administrativa de adjudicación 	Políticas Fiscales estables durante la ejecución del Proyecto.
2.2 Construcción de Tanque de Almacenamiento de 60,000 galones	Contrato de Obras (Montos y Alcances)	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de Ejecución Financiera • Documentos de los procesos de licitación • Resolución Administrativa de adjudicación 	
3.1 Realizar capacitaciones de sensibilización a 200 productores	Plan de Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de Ejecución Mensual de la Unidad Coordinadora UCP 	
3.2 Realizar campañas de difusión de información a la población	Plan de Sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de Ejecución Mensual de la Unidad Coordinadora UCP 	

Fuente: Elaboración propia.

V. Justificación

Considerando los antecedentes y situación actual del servicio, la implementación del proyecto Construcción del sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León, es de gran importancia para las familias del centro urbano del municipio, ya que restituye el derecho al acceso al agua potable con calidad, cantidad y continuidad. Los impactos esperados con el desarrollo de este estudio, se enfocan en la liberación de recursos económicos y el aumento de la disponibilidad del agua para transformar la calidad de vida de 3,042 personas al término de las obras y de 4,864 personas una vez alcanzado el horizonte de diseño.

El propósito del proyecto consiste en la atención eficiente y sostenible de la demanda de agua potable en el municipio de Achuapa, ahorros en la economía familiar por la reducción de los gastos en compra de agua y mejora en las condiciones higiénico-sanitarias del hogar producto de la mayor disponibilidad del servicio.

Todo esto conllevará a la satisfacción y bienestar de las familias del centro urbano del municipio de Achuapa, en cumplimiento a los objetivos del GRUN establecido dentro del Plan Nacional de Desarrollo Humano para el sector de agua y saneamiento.

VI. Formulación del Proyecto

A. Estudio de Mercado

1. Objetivos del Estudio de Mercado

1. Identificar el mercado en el que se ejecutará el proyecto Construcción del Sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León.
2. Determinar la oferta y demanda para definir el tamaño y tecnología del proyecto.
3. Elaborar un balance entre la oferta y demanda para confirmar que la capacidad instalada de la alternativa propuesta para el proyecto, es la apropiada para el municipio de Achuapa.

2. Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto

Para conocer las características del mercado donde se pretende ejecutar el proyecto, se realizó el levantamiento de información primaria con encuestas estructuradas (ver Apéndice 1) dentro del centro urbano del municipio de Achuapa (área geográfica específica) dirigido a los pobladores que se atenderá con el proyecto, entrevista con la filial de ENACAL y autoridades locales (Alcaldía Municipal de Achuapa) para conocer la capacidad económica, consumo del servicio de agua, alternativas de abastecimiento actuales, tarifas aplicadas, principales incidencias en el servicio, entre otra información relevante.

La situación actual en el municipio de Achuapa es que existe un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual es administrado por ENACAL. Algunos pobladores se abastecen de pozos privados individuales y las zonas con déficit son atendidas con cisternas de la Alcaldía Municipal y de ENACAL.

Dadas estas condiciones, se ha identificado que existe una inconformidad de los pobladores por un desabastecimiento del servicio de agua, hay afectación en el desarrollo integral de las familias, la calidad de vida de los pobladores y la economía familiar, situación que se ha venido incrementando en los últimos años.

Por lo tanto, se hace necesario proponer una alternativa de abastecimiento de agua que satisfaga la demanda de los pobladores, por lo que se considera acciones tendientes a construir y poner en marcha el sistema de manera eficiente.

3. Definición del servicio

El agua potable es el agua apta para el consumo humano la cual presenta características físico-químicas y bacteriológicas, que no perjudican la salud humana, el suministro de agua potable es un problema serio, ya que es un bien cada vez más escaso, asimismo el costo de este servicio debe ser considerado dentro del ingreso del hogar. Actualmente el acueducto del municipio de Achuapa es administrado por la Empresa estatal ENACAL. El abastecimiento de agua potable se compone por un sistema de fuente, tanque y red de distribución de vieja data, sin embargo, los pozos que brindan el servicio de agua potable, no logran atender la demanda del municipio, afectando a las familias por el desabastecimiento de agua potable.

4. Análisis de la demanda

Para la población actual del municipio de Achuapa se estima una demanda de consumo máximo día de 409.02 m³/d⁵, que constituye la demanda real actual que incluye, además del consumo doméstico, los consumos por uso comercial, industrial e institucional; de acuerdo que lo que se establece en las Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas

⁵ Fuente: Elaboración propia conforme a las Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas (INAA)

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

(INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999).

El proyecto de construcción del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Achuapa, pretende brindar calidad, cantidad y continuidad en el servicio de suministro de agua potable, para ello se realizará la proyección de la demanda del servicio de agua potable para el horizonte del proyecto correspondiente a 20 años.

Para efectos del diseño del sistema de agua potable, considerando que en Nicaragua esta metodología se rige por las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua, se aplicaron los conceptos y parámetros establecidos para determinar las demandas y dimensionamiento de las estructuras básicas. (INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999) que enuncia:

Proyección de Población: Para determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

Métodos de cálculo: se presentan algunos métodos de cálculo, sin que ellos sean limitantes para su uso. Cada Ingeniero Proyectista está en libertad de seleccionar la tasa de crecimiento y el método de proyección usado, sustentando sus escogencias ante el INEC, hoy denominado INIDE.

Método aritmético: Este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

Tasa de crecimiento geométrico: Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas basándose en el crecimiento histórico.

1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%

2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%

3) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento: Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual y Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%. No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

Dotaciones y Demanda de Agua para Consumo

Dotaciones: Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario contenido en los numerales 2.2 a 2.4 para el diseño del sistema de agua potable de la NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

2.2.2 **Para las ciudades del resto del país**
Se usarán las dotaciones señaladas en la Tabla 2-2.

TABLA 2-2
DOTACIONES DE AGUA

Rango de población	Dotación	
	g/hab/día	L/hab/día
0 - 5.000	20	75
5.000 - 10.000	25	95
10.000 - 15.000	30	113
15.000 - 20.000	35	132
20.000 - 30.000	40	151
30.000 - 50.000	45	170
50.000 - 100.000 y más	50	189

Factores de Máximas Demandas: Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de la demanda promedio diario de la manera siguiente:

Demanda del máximo día: Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

Demanda de la hora máxima: Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

Pérdidas en el sistema: Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

Calidad del agua: Las presentes Normas de Calidad del Agua para el consumo humano han sido adoptadas de la “Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano”, editadas por CAPRE en septiembre de 1993 y revisadas en

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

marzo de 1994; y la "National Primary Drinking Water Standards", editadas por U.S Environmental Protection Agency (US.EPA) en febrero de 1994.

Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas: Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata, y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema.

El contenido de la tabla que sigue debe considerarse normativo para estos aspectos.

PERÍODO DE DISEÑO ECONÓMICO PARA LAS ESTRUCTURAS DE LOS SISTEMAS.

Tipo de estructuras	Características especiales	Período de diseño/años
Presas, ductos grandes	Difíciles y costosos de agrandar	25-50
Pozos, tanques, equipos de bombeo, plantas de potabilización.	a) Fáciles de ampliar cuando el crecimiento y las tasas de interés son bajas. Menor de 3% anual.	20-25
	b) Cuando el crecimiento y las tasas de interés son altas. Mayor del 3% anual.	10-15
Tuberías mayores de 12" de diámetro.	Reemplazar tuberías pequeñas es más costoso a largo plazo.	20-25
Laterales y tuberías secundarias menores de 12" de diámetro.	Los requerimientos pueden cambiar rápidamente en áreas limitadas.	Para el desarrollo completo.

Presentación de instrumentos y resultados de las aplicaciones.

El presente estudio es una investigación descriptiva en la cual se pretende identificar los problemas y presentar la mejor alternativa de solución a través del reconocimiento de las necesidades de los actores involucrados. La característica del diseño de investigación descriptiva permitió el análisis de datos estadísticos para conocer la problemática y confirmar la relación causa-efecto para esto, se realizó un estudio base de las condiciones del servicio. Este estudio con su análisis, permitió un nivel más profundo del perfil de proyecto y en base a los resultados obtenidos se puede concluir que se requiere de una alternativa de sistema de abastecimiento de agua potable.

Los principales actores involucrados es ENACAL, quien es la empresa prestadora del servicio de agua potable, la Alcaldía municipal de Achuapa, específicamente la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento ya que esta es la dirección que atiende la problemática de este sector y las familias quienes actualmente son los afectados y con la implementación del proyecto serán los beneficiados.

Cada involucrado percibe el problema desde una perspectiva diferente y puede brindar información sustancial para dar la mejor solución, de la población se requiere analizar los hábitos de consumo, el gasto en el que incurre las familias, de ENACAL se necesita saber los costos a los que incurre por el servicio, las facturaciones actuales, de la Alcaldía Municipal debemos conocer cuál ha sido las medidas aplicadas para mantener a la población con agua, las inversiones que se pretenden realizar en materia de agua y saneamiento, entre otros aspectos relevantes.

Población

El universo del estudio se centra en la población urbana en las cuales hasta el censo realizado se contabilizó 2,968 habitantes correspondientes a 842 familias, asimismo se identifican un total de 594 viviendas, las cuales serán el grupo meta

con el proyecto. Estas viviendas será el número de conexiones domiciliarias y considerando que el proyecto tendrá un horizonte de diseño por 20 años, se pretende atender a los habitantes hasta el año 2,037. Actualmente el consumo de agua por persona es de 40 lppd, sin embargo, con el proyecto se establece las dotaciones establecidas por las guías técnicas del (INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999) siendo la dotación de consumo para este municipio es de 150 lppd.

Detección de la muestra

Dentro del desarrollo de los cálculos para proyectar el levantamiento de información base para el estudio de mercado, realizamos la aplicación de la metodología de Muestra Aleatoria Simple, según (Chain, 2011)

Se determinó un criterio muestral probabilístico, seleccionando el Muestreo Aleatorio Simple (MAS), debido a que es una muestra al azar y el tamaño total de la muestra depende del intervalo de confianza que se desee. En este caso como no se conoce la variabilidad (grado de concentración o dispersión que presentan los datos respecto a su promedio) y característica de la población en estudio, se asume que no hay variabilidad entre ellas (población homogénea). Por lo tanto, se hace una estimación de la muestra inicial (n_0) para determinar la muestra calculada (n):

$$n_0 = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 (p * q)}{e^2} \qquad n = \frac{n_0}{1 + \frac{1}{N}(n_0 - 1)}$$

Donde n_0 es el tamaño de la muestra estimada; Z es la constante que depende del nivel de confianza asignada que en este caso corresponde a 1.95. El nivel de confianza indica la probabilidad de acierto de los resultados de la investigación; p es la proporción de individuos que poseen en la población la característica del

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

estudio. Este dato se supone con un valor de 0.5; q proporción de individuos que no poseen esas características, es decir, es $1-p$; N es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados); e es el error muestral deseado. El nivel de confianza es del 95% y un 5% de error.

Por lo que se calcula la muestra de la siguiente manera:

$$Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96 \text{ (nivel de confianza, percentil 2).}$$

$$e = 0.05 \text{ (5\%)}$$

$$p = 0.50$$

$$q = 0.50$$

$$N = 842$$

$$n_0 = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 (p * q)}{e^2} = 290.72 \cong 291$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{1}{N}(n_0 - 1)} = 216.29 \cong 216$$

Por tanto, el tamaño de la muestra o el número de familias a encuestar es de **216**.

El trabajo de campo se realizó mediante la coordinación con las autoridades municipales, entidades del Estado y líderes comunales para establecer caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto. Con los resultados de la encuesta socioeconómica (ver Apéndice 1), se determinó el número de pobladores urbanos basados en el muestreo de la encuesta aplicada para el diseño del sistema de agua potable.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Para la obtención de los datos, se definió quiénes son las fuentes de información a la que tendremos acceso de parte de los involucrados, cuantas personas y donde están ubicados para la recopilación de dicha información, asimismo se enlistó de quienes se requirió la información:

1. ENACAL – Delegado (Jefe Filial)
2. Alcaldía de Achuapa – Responsable de UMAS.
3. Familias de Achuapa – 842 familias.

Para conocer la información de los actores involucrados, se analizó qué tipo de información es la que se requiere, por lo que se elaboró un check list que cada involucrado debe brindar:

ENACAL: Indicadores de gestión que incluye; facturación del servicio, volumen producido y presiones del sistema actual, costos de operación, fuentes alternas de abastecimiento, calidad físico-química del agua, principales incidencias en el sistema.

Unidad Municipal de Agua y Saneamiento (UMAS - Alcaldía Municipal): Inversiones en relación a Agua y Saneamiento, Planificación del Desarrollo Municipal, temas relacionados al apoyo a la población en materia de agua.

Habitantes de Achuapa: hábitos de consumo, gasto en el consumo de agua, precios que actualmente se paga por agua, tiempo estimado para obtención de agua, alternativas de fuentes de abastecimiento de agua, ingresos familiares promedios y problemas percibidos.

Instrumentos para la recopilación de datos para obtener información

Para la recopilación de la información necesaria de las diferentes fuentes, se aplicó dos instrumentos a partir de los requerimientos de los datos antes mencionados.

- La Encuesta: Instrumentos diseñado para la investigación descriptiva del Estudio de Pre factibilidad, en la que se recopiló los datos estadísticos a través de un cuestionario con las preguntas estandarizadas y de respuestas cerradas, con el objetivo de cuantificar los datos y mantenerlos uniformes en cada muestra.
- La entrevista: Instrumento para recopilar información dirigida a los actores involucrados (ENACAL y Alcaldía Municipal UMAS), el cual aportó en la investigación descriptiva del presente estudio, recabando la información a través de preguntas abiertas con el objetivo de obtener el mayor volumen de información necesaria de las áreas específicas.

En Apéndice 1 se incorpora la encuesta con las diferentes preguntas e información requerida de las familias del centro urbano del municipio de Achuapa y la entrevista con el cuestionario aplicado.

Cálculos de la demanda del servicio

Se efectuó el análisis de las tasas de crecimiento intercensales anuales con el propósito de comparar las tasas de crecimiento anual para los diferentes periodos de censo y para cada período se calculó la tasa de crecimiento anual y se comparó con la norma de (INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999), obteniéndose una tasa de crecimiento menor al 2.5% anual por lo que según lo dictado por la norma la tasa de crecimiento a usar será de 2.5% anual.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 5: Cálculo de tasas de crecimiento intercensales

Metodo lineal			
Periodo	Anual	Anual %	Total Período
1971-1995	0.0156	1.56	0.38
1971-2005	0.0129	1.29	0.44
1995-2005	0.0046	0.46	0.05
Metodo geométrico			
Periodo	Anual	%	Total Período
1971-1995	0.0134	1.34	0.32
1971-2005	0.0108	1.08	0.37
1995-2005	0.0045	0.45	0.05

$$r = \frac{\frac{P_T}{P_0} - 1}{T}$$

$$r = \left(\frac{P_T}{P_0} \right)^{\frac{1}{T}} - 1$$

PT: POBLACION AL FINAL DEL PERIODO
 P0: POBLACION AL INICIO DEL PERIODO
 T: TIEMPO EN AÑOS ENTRE EL FINAL Y EL INICIO DEL PERIODO

Fuente: Elaboración propia.

Este cálculo de las tasas intercensales se realizó debido a que se necesita proyectar la población con respecto al último censo hasta el periodo de inicio del proyecto, ya que los datos del INIDE no se encuentran actualizados. Después del cálculo de las proyecciones de población para ambos métodos se analiza el resultado de los datos. Se concluye que el método geométrico en este caso es el que más adapta a la tasa de crecimiento obtenida para los años anteriores.

Para el cálculo de la proyección de la población, se utilizará el método geométrico⁶ de acuerdo a la siguiente expresión matemática:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n$$

Dónde:

P_n = población de diseño al año n.

P₀ = población inicial.

r = crecimiento geométrico en %

n = número de años considerados

De acuerdo a la información obtenida del CENSO 2005 elaborado por INIDE, para el municipio de Achuapa se tiene tasas variables (1.5, 1.2 y 1 %), por tanto, de

⁶ Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. NTON 09 003 99.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

acuerdo a las NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA ((INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO, 1999), recomienda utilizar una tasa de crecimiento del 2.5 % (tasa mínima). La población futura toma como base el año 2005 para el período de diseño considerado (20 años) presentando los siguientes resultados:

Tabla 6: Proyección de población para el período de diseño					
AÑO	Proyección de Población	AÑO	Proyección de Población	AÑO	Proyección de Población
2005	2207	2016	2896	2027	3800
2006	2262	2017	2968	2028	3894
2007	2319	2018	3042	2029	3992
2008	2377	2019	3118	2030	4092
2009	2436	2020	3196	2031	4194
2010	2497	2021	3276	2032	4299
2011	2559	2022	3358	2033	4406
2012	2623	2023	3442	2034	4516
2013	2689	2024	3528	2035	4629
2014	2756	2025	3616	2036	4745
2015	2825	2026	3707	2037	4864

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó el Índice de Personas por Vivienda (cociente de la población y el número de viviendas ocupadas y sirve para calcular la cantidad de agua demandada por la población) para el año 2005, obteniendo los siguientes resultados:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 7: Índice de Personas por Vivienda, en los municipios del departamento de León

AÑO	MUNICIPIO	# VIVIENDAS OCUPADAS	POBLACIÓN	I_a
2005	Achuapa	2618	13,797	5.27
	El Jicaral	2101	10,326	4.91
	El Sauce	5390	27,900	5.18
	La Paz Centro	5759	28,118	4.88
	Laneynaga	5381	27,898	5.18
	León	35045	174,051	4.97
	Nagarote	7104	32,303	4.55
	Quezalhuaque	1736	8,591	4.95
	Santa Rosa del Peñon	1821	9,529	5.23
Telica	4604	23,266	5.05	
			PROMEDIO	5.02

Fuente: Elaboración propia.

El promedio obtenido se compara con el valor promedio calculado por INIDE de 4.6 habitantes por vivienda. Se concluye que el valor calculado de 5 habitantes es más conservador y por lo tanto se adopta este valor para los cálculos futuros de dotación por nodo de demanda, de acuerdo al número de lotes por manzana.

Proyecciones de la demanda

Demanda sin proyecto del municipio de Achuapa.

Para estudiar la situación actual del mercado y los mecanismos alternos del abastecimiento de agua para consumo de los pobladores del centro urbano del municipio de Achuapa, se realizó un muestreo del área de estudio, a través del método de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), con el objetivo de estimar algunas variables tomando muestras aleatorias de una distribución normal con el levantamiento de información base para obtener estimaciones estadísticamente significativas. De los cuales se obtuvieron los principales resultados siguientes:

Los pobladores del centro urbano tienen un consumo de tres fuentes principales pozos excavados privados del cual consumen un promedio de 15 lppd, fuentes superficiales (ríos Coyolar y Chiquito) 4 lppd y con cisternas se provee con 20.4 lppd, para un total de 39.4 lppd, el índice de hacinamiento de 5 personas por vivienda para un consumo mensual de 5.99 m³/vivienda/mes, siendo este dato el

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

consumo de agua sin proyecto. Con relación a los gastos asociados para la adquisición del agua en las familias, los datos nos arrojaron que para el costo de acarreo de agua (que incluye el pago al jornalero) más el costo de obtener agua de otras fuentes (bidones), nos proporciona los costos de abastecimiento de ambas fuentes para un total de 2.77 U\$/m³.

Asimismo, con respecto a los ingresos por familia, los datos nos indican que el ingreso promedio familiar asciende a C\$7,500.00 córdobas. Todos los pobladores encuestados se encuentran anuentes a pagar el servicio de agua potable a ENACAL para resolver el problema de abastecimiento y salud de los pobladores. Estas son las condiciones actuales sin proyecto en el municipio de Achuapa.

Demanda con proyecto del Centro Urbano de Achuapa.

Para determinar la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario establecido en la Norma Técnica para el diseño del sistema de agua potable (INAA). Por el número de la población estimada en la zona de proyecto la dotación de consumo⁷ debe ser de 75 litros por habitante por día (L/hab/día) lo que es equivalente a 20 gln/hab/día.

Los factores de máximas demandas⁸, son variaciones del consumo que están expresadas en porcentajes de las demanda promedio diario.

- Consumo del máximo día - 130% a 150%.
- Consumo de la hora máxima - 250%.

Considerando los factores de máximas demandas, para el proyecto se utilizará el factor Consumo Máximo Día (CMD), debido a que se requiere garantizar el

⁷ La NTON 09 003 09 en el capítulo "DOTACIONES Y DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO" establece una dotación de agua de acuerdo a rango de población.

⁸ NTON 09 003 09

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

servicio en los picos de demanda en el día, el proyecto incluirá dentro de sus componentes la construcción de un tanque de almacenamiento para abastecer a la población del centro urbano de Achuapa.

En el análisis del sistema de agua potable, se consideran pérdidas en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio (Pérdida en el Sistema). En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fija en un 20%. Se usarán los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria:

Tabla 8: Factores de dotación	
Consumo	Porcentaje
Público o Institucional	7%
Perdida (Fuga o desperdicio)	20%

Fuente: NTON 09 003 09.

Realizando los cálculos para determinar la demanda efectiva del proyecto se obtiene que para el 2017, se estiman 594 viviendas los cuales demandan un total de 149,293.31m³/año y tomando la tasa de 2.5% del crecimiento de la población establecido por la norma de INAA, se obtiene para el año 2037 una demanda efectiva de 244,634.47m³/año correspondiente a 973 viviendas.

5. Análisis de la oferta.

De acuerdo a las proyecciones realizadas en el análisis de la demanda y considerando lo establecido en la NTON 09 003 – 99 Norma de Abastecimiento y Potabilización del Agua emitida por INAA, se han realizado los siguientes cálculos:

- a) La dotación para el diseño del Sistema de Agua Potable, se establece un consumo promedio máximo día de 75 litros por persona por día (lppd), debido a que el rango de las poblaciones es de 0 a 5,000 habitantes.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

- b) El caudal contra incendio dentro del rango de las poblaciones es de 0 a 5,000 habitantes, no se consideran según la misma norma.
- c) Las pérdidas en el sistema de agua potable en cada uno de sus componentes (fugas y/o desperdicio en el sistema), se fija en un 20%.
- d) Con base en los datos de facturación de consumo, la tarifa media aplicada por ENACAL, en el departamento de León es de 0.42 U\$/m³.

Las capacidades de diseño que se pretende desarrollar en el Sistema de Agua Potable y conforme al diagnóstico de la situación actual, zona geográfica y disponibilidad de fuentes de abastecimiento, se definió que la perforación de nuevos pozos es la alternativa más viable para la solución del problema. Esto se encuentra fundamentado en el estudio hidrogeológico realizado en conjunto con el equipo técnico de ENACAL.

Por lo tanto, los cálculos para determinar la oferta del proyecto se obtienen a partir de la tecnología y capacidad del Sistema de Agua potable para abastecer la demanda efectiva de la población del municipio de Achuapa, la cual se define en el cuadro siguiente:

Tabla 9: Capacidad de los nuevos pozos	
Ojo de Agua	50 gls/min
La Perla	60 gls/min
Tamagás #2	50 gls/min
Producción de agua	160 gls/min
10.093 l/s	
872,064.00 l/d	
872.06 m ³ /día	
318,303.00 m ³ /año	
36.34 m ³ /hora	

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Se observa en la tabla anterior que en base a las especificaciones técnicas y diseño del sistema de agua potable, se puede utilizar este sistema para satisfacer la demanda de agua potable requerida para consumo humano en toda la vida útil del proyecto, iniciando con una capacidad del 47% del total de la fuente para el año 1, alcanzando al año 20 de diseño un 77%, dejando un margen en el año 2037 de un 23% respecto a la capacidad del sistema de agua potable por efectos de una salvaguarda ambiental en el marco de la adaptación al cambio climático por la explotación de los pozos ya que el municipio, se encuentran dentro de la zona del corredor seco de Nicaragua.

Calculo de la demanda potencial insatisfecha

Se realizó un balance entre la demanda estimada del proyecto con respecto a la oferta (capacidad instalada del Sistema de Agua Potable) determinando lo siguiente:

- a) Actualmente la demanda de consumo de agua es de **39.4 lppd** y esto se deriva de 15 lppd procedente de pozos, fuentes superficiales (ríos Coyolar y Chiquito) 4 lppd y con cisternas se provee con 20.4 lppd y con el proyecto se establece la dotación de **75 lppd**, asegurando un abastecimiento mayor al cual tienen acceso los pobladores. La demanda por usuario se detalla a continuación:
 - **Sin proyecto** el precio es 2.77 U\$/m³ y se consumen 5.99m³/vivienda/mes.
 - **Con proyecto** el precio es 0.42 U\$/m³ y se consumen 11.41 m³/vivienda/mes.
- b) El precio del metro cubico por consumo de agua (U\$/m³) disminuye con el proyecto por lo que existe un beneficio por la liberación de recursos.

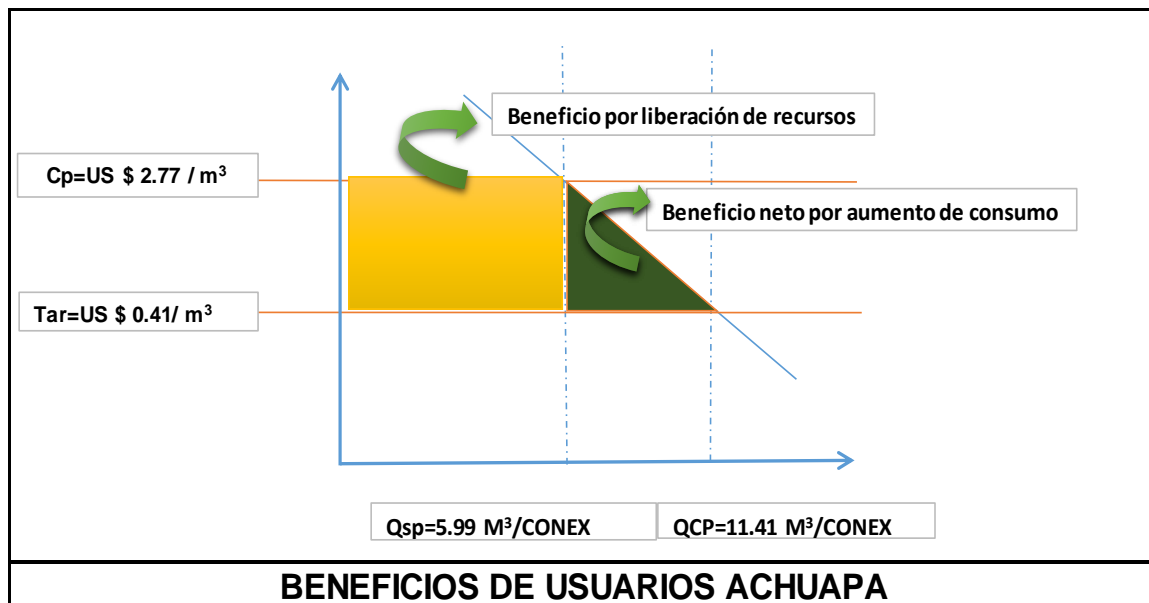
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

- c) Con la implementación del Proyecto, se obtiene un segundo beneficio por aumento de consumo, considerando que con la oferta del proyecto existe una mayor disponibilidad (cantidad) de agua para atender la población.

La demanda efectiva del proyecto para el año 1 es de 153,025.64 m³/año y para el año 20 (año que finaliza el proyecto) es de 244,634.47 m³/año y el sistema de agua tiene una capacidad 318,303.00 m³/año, por lo que se evidencia claramente que la demanda será satisfecha en un 100%, aun cuando en la demanda estimada está afectada por el crecimiento poblacional.

Proyecciones de la oferta

Se presenta la estimación de la curva de la demanda estimada por usuario, en el año 1 y en el año 20, comparando los datos con proyecto y sin proyecto, calculando los excedentes de los usuarios y la liberación de recursos por el proyecto.



Demanda por usuario:

Sin proyecto el precio es U\$/m³ 2.77 y se consumen 5.99 m³/mes.

Con proyecto el precio es U\$/m³ 0.42 y se consumen 11.41 m³/mes.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Por lo tanto, la pérdida social por tarifa tiene la relación:

(5.99, 2.77) y (11.41, 0.42).

Teniendo los dos puntos, se calcula la pendiente m.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} m = \frac{0.42 - 2.77}{11.41 - 5.99} m = \frac{-2.35}{5.42} m = -0.43$$

Utilizando la pendiente se calcula la ecuación a través de la formula punto – pendiente.

$$y - y_1 = m (x - x_1)$$

$$y - 2.77 = -0.43 (x - 5.99)$$

$$y = 2.77 - 0.43x + 2.59$$

$$y = 5.36 - 0.43x \quad \text{Ecuación de la demanda por usuario.}$$

Para graficar se utilizará por intercepto, obteniendo los valores siguientes:

$$y = 5.36 - 0.43x$$

$$x = 0 \qquad y = 0$$

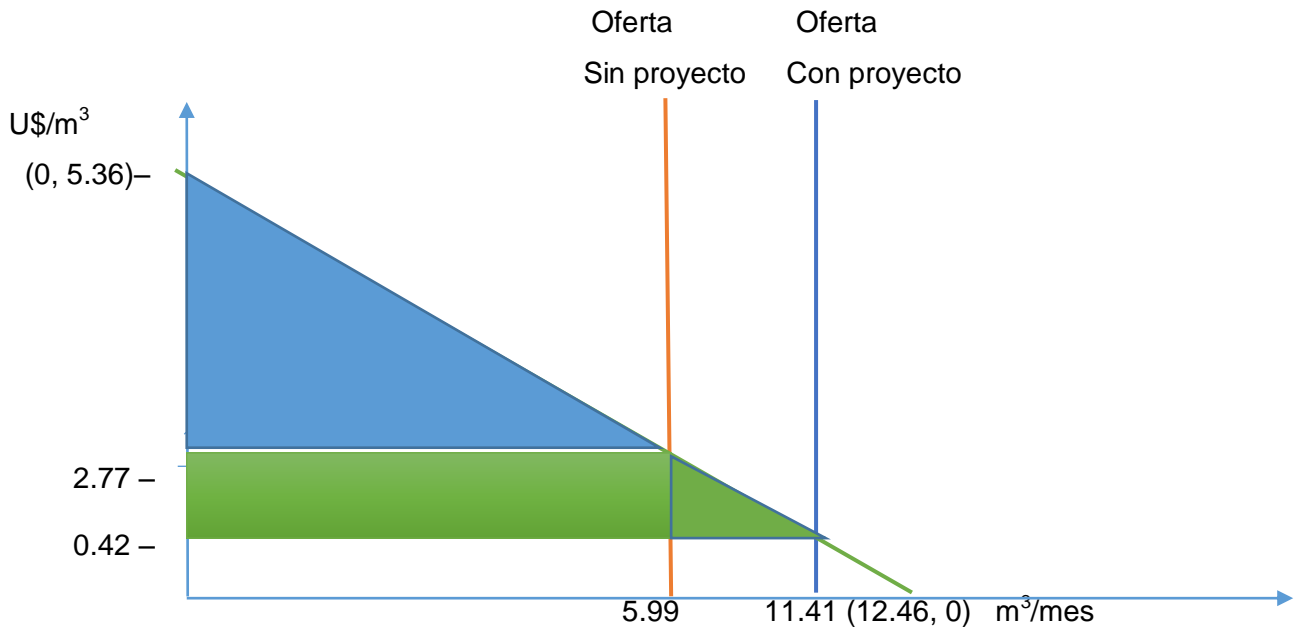
$$y = 5.360 = 5.36 - 0.43 x$$

$$-5.36 = -0.43 x$$

$$x = \frac{-5.36}{-0.43}$$

$$x = 12.46$$

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.



- **Calculo de pérdida social por tarifa:**

El costo con proyecto es mayor que la tarifa del proyecto:

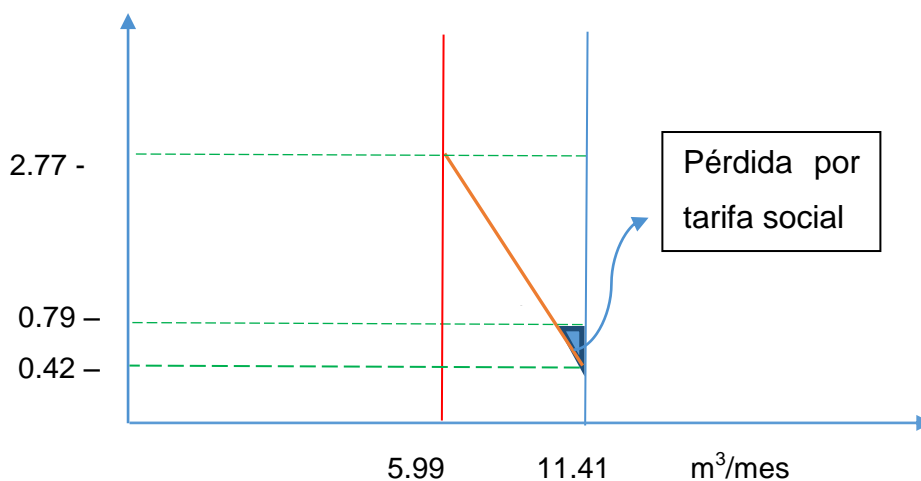
Tarifa Sin Proyecto: U\$/m³ 2.77

Tarifa Real del proyecto: U\$/m³ 0.79

Tarifa Asumida del proyecto (INAA-ENACAL): U\$/m³ 0.42

Consumo con tarifa de proyecto 11.41 m³/mes.

Consumo con tarifa real de proyecto (promedio del consumo con proyecto y consumo sin proyecto): 8.7 m³/mes



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Calculando la perdida por tarifa social obtenemos lo siguiente:

- ❖ Costo estimado del metro cúbico sin proyecto es de 2.77 U\$/m³
- ❖ Costo (tarifa) del metro cúbico del proyecto: 0.42 U\$/m³
- ❖ Consumo sin proyecto es de 5.99 m³/vivienda/mes
- ❖ Consumo con proyecto (con tarifa de precio social) 11.41 m³/conexión/mes.

Se estimará el consumo con la tarifa real del proyecto con la formula punto-pendiente.

$$m = \frac{y^2 - y^1}{x^2 - x^1} - 0.43 = \frac{y^2 - 11.41}{0.79 - 0.42} - 0.43 (0.79 - 0.42) = y^2 - 11.41$$
$$-0.43 (0.79 - 0.42) + 11.41 = y^2$$
$$y^2 = 11.25$$

Por tanto, la pérdida por tarifa social es de:

$$Pts = \frac{(11.41 - 11.25) \times (0.79 - 0.42)}{2} = 0.0592/2$$

$$Pts = 0.0296 \text{ U\$/m}^3$$

El proyecto pierde 0.0296 U\$/m³ consumido; esto implica que, a lo largo del periodo de diseño del proyecto, considerando el consumo anual por vivienda, la pérdida total social por la tarifa en el horizonte de 20 años será de U\$ 115,706.03

Esta pérdida social por tarifa se presenta debido a que no existe un punto de equilibrio optimo, ya que la tarifa es la establecida por INAA, lo que implica que el servicio de agua potable debe ser subsidiado. Este subsidio genera una brecha entre lo que paga el usuario con lo que recibe la empresa administradora del servicio, lo que se constituye como la perdida social por tarifa.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

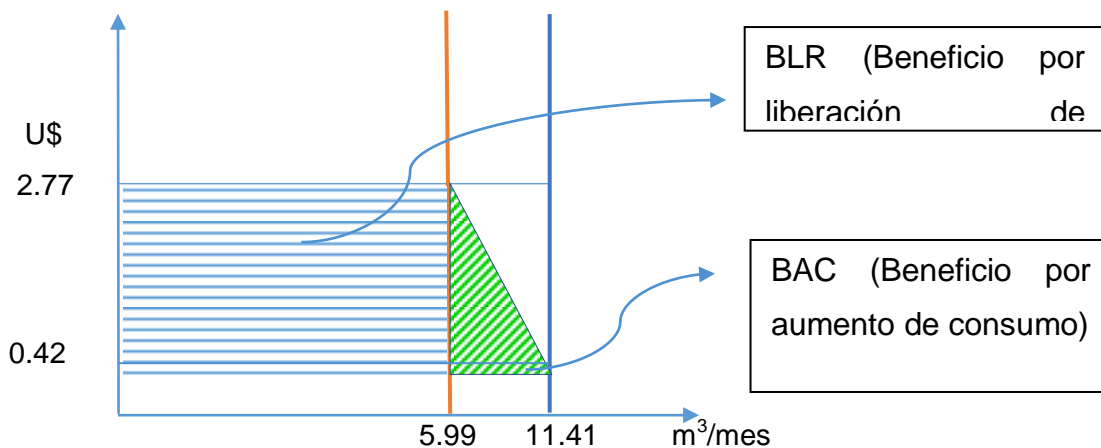
- **Calculo de beneficios del Proyecto:**

Los beneficios sociales del proyecto, corresponden al cambio en los excedentes de los usuarios en el servicio de agua potable, siendo estos los siguientes:

-Liberación de recursos en la población debido a que se dejara de comprar el agua en bidones y de usar los pozos artesanales y fuentes aguas superficiales.

-Aumento de consumo por mayor disponibilidad de agua potable con la implementación del Proyecto, para atender la demanda de la población.

Beneficios del Proyecto



$$BLR = (5.99) \times (2.77 - 0.42) = 14.07$$

$$BLR = 14.07 \text{ US\$/mes/conexión}$$

$$BAC = (11.41 - 5.99)(2.77 - 0.42)/2 = (5.42 * 2.35)/2$$

$$BAC = 6.36 \text{ US\$/mes/conexión}$$

Por lo tanto, el ahorro ponderado (suma de ambos beneficios) equivale a 20.43 US\$/mes/conexión.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Sin proyecto la población consume 5.99 m³ por vivienda en un mes, lo que representa en un año para esta familia un consumo de 71.88 m³/vivienda/año y para la comunidad representa un consumo total de 42,696.72m³/año.

En cambio, con proyecto el consumo para el primer año alcanzará un total de 149,293.31 m³/año. El costo del agua sin proyecto se estima en \$ 2.77 por m³ y el costo del agua al consumidor con proyecto es de U\$0.42 por m³.

Por lo que se puede concluir que con la inversión en el Proyecto “Construcción del sistema de agua potable en el municipio de Achuapa”, se podrá abastecer la demanda actual y futura. A continuación se detalla el ahorro anual y el acumulado a 20 años.

Tabla 10: Proyección de beneficios del proyecto

Período		Beneficios Proyecto
1	2018	\$149,035.91
2	2019	\$152,957.91
3	2020	\$156,634.78
4	2021	\$160,556.78
5	2022	\$164,723.90
6	2023	\$168,645.90
7	2024	\$173,058.14
8	2025	\$177,225.27
9	2026	\$181,637.51
10	2027	\$186,294.89
11	2028	\$190,952.26
12	2029	\$195,609.63
13	2030	\$200,512.13
14	2031	\$205,659.75
15	2032	\$210,807.37
16	2033	\$215,954.99
17	2034	\$221,347.74
18	2035	\$226,985.61
19	2036	\$232,623.48
20	2037	\$238,506.48
TOTAL		\$3809,730.43

Fuente: Elaboración propia.

6. Análisis de precios

Para el análisis de los precios los cuales en este proyecto es la tarifa que se cobra por el servicio de agua potable, se considera la estructura tarifaria para su cálculo y las estimaciones nos arrojan lo siguiente:

Tarifa Sin Proyecto: 2.77 U\$/m³

Tarifa Real del proyecto: 0.79 U\$/m³ (año 1), con un incremento anual del 4.5%

Tarifa Asumida del proyecto (INAA-ENACAL): 0.42 U\$/m³

La tarifa sin proyecto es la estimación de los costos unitario por el acarreo de agua y el costo de agua de otras fuentes ya sea pozo o agua embotellada, este es el precio que actualmente incurren los pobladores para obtener el vital líquido.

Tarifa Real del proyecto, es la estimación de los costos de producción, administrativos, operación y mantenimiento con relación a la producción de agua potable y este cálculo es con base a precios de mercado tanto para los insumos como para los salarios de cada uno de los colaboradores que se requieren para el óptimo funcionamiento del Sistema de Agua Potable en la Filial del municipio de Achuapa.

Tarifa asumida por el proyecto: Es la aprobada por INAA, la cual por ley debe ser aplicada por ENACAL y esta tarifa es subsidiada, dicha tarifa es calculada a través de un estudio económico de tarifa en el cual se incluyen todas las variables que determinan el precio más bajo que debe pagarse por el consumo de agua.

7. Conclusiones del Estudio de Mercado.

El Estudio de mercado, concluye que existe una demanda actual de 5.99 m³/vivienda/mes, con base en las condiciones de abastecimiento de las familias. Además, el costo determinado para estas condiciones es de 2.77 U\$/m³.

La estimación de la oferta con proyecto indica una demanda de 11.41 m³/vivienda/mes y un costo de 0.42 U\$/m³, con base en la tarifa establecida por INAA.

Con estos datos se estiman beneficios económicos por liberación de recursos de 14.07 U\$/mes/conexión y beneficios por aumento de consumo 6.36 U\$/mes/conexión, lo que constituyen los beneficios sociales totales del proyecto.

Con la estimación de la demanda y la oferta para el proyecto, se concluye que la capacidad de producción versus el consumo de la población, se logra llegar hasta un 77% de la capacidad instalada, dejando un margen de 23% en el año 20 del horizonte del proyecto, alcanzando satisfacer la demanda de agua de los habitantes.

El estudio de mercado, proyecta que existe un número suficiente de usuarios (consumidores que suman 842 familias), con características comunes que justifica la prestación del servicio de agua potable en el municipio de Achuapa, para el horizonte de diseño proyectado que es de 20 años y con en el análisis del balance Oferta-Demanda se determina que el proyecto logra satisfacer la demanda de agua de los habitantes.

B. Estudio Técnico del proyecto

1. Objetivos del Estudio Técnico

- Analizar elementos básicos para el diseño de un sistema de agua potable
- Proponer ubicación de acuerdo a un análisis hidrogeológico de las posibles fuentes de abastecimiento (pozos)
- Desarrollar propuesta técnica de operación hidráulica del sistema.
- Justificar la prefactibilidad técnica de la alternativa propuesta.

2. Determinación de la capacidad instalada de la planta.

Podemos asumir en nuestro caso, que el emplazamiento de la nueva planta de producción (pozos) reemplazará los existentes, por lo tanto, según (Urbina, 2001):

“Cuando se realizan estudios de sustitución de equipo, cambia el concepto de cálculo y cálculo del tamaño, que aquí es simplemente la capacidad real de producción del equipo que se pretende adquirir, expresado en unidades de producción por unidad de tiempo. El tamaño (capacidad) del aparato que se compre, debe ser muy superior a la demanda actual de servicio, ya que, si se adquiere un equipo con capacidad igual a su demanda actual, al menor crecimiento, nuevamente presentará problemas de capacidad insuficiente”.

Una vez determinada la demanda de agua potable basados en la Proyección de la población urbana hasta el horizonte de diseño, se establece el tamaño de la planta de producción (pozos) con el fin de determinar la inversión inicial y costos de operación que permitan estimar la prefactibilidad del proyecto. Según lo establecido en el estudio de mercado se atenderá un 100% de la demanda de agua potable desde el primer año de producción tomando en cuenta criterios como inversión inicial, capacidad, costos de producción, administración, operación y mantenimiento, así como los riesgos climáticos que pudieran afectar la sostenibilidad del Proyecto. Tomando en cuenta lo anterior, se ha determinado una capacidad instalada de 160 GPM (10.093 LPS). En el periodo inicial se alcanzará un 47% de la capacidad con una sola línea de producción (3 Pozos) con el cual se logra satisfacer la demanda inicial y proyectada del sistema.

Tabla 11: Capacidad de los nuevos pozos	
Ojo de Agua	50 gls/min
La Perla	60 gls/min
Tamagás #2	50 gls/min

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 11: Capacidad de los nuevos pozos	
Producción de agua	160 gls/min
10.093 l/s	
872,064.00 l/d	
872.06 m ³ /día	
318,303.00 m ³ /año	
36.34 m ³ /hora	

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el tamaño de la planta se tomó a consideración el estudio hidrogeológico que nos indican las capacidades específicas del acuífero en la zona, así la vulnerabilidad del mismo ante los efectos del cambio climático, considerando que la zona de emplazamiento está en el corredor seco de Nicaragua.

Tabla 12: Capacidad de Producción vs Demanda

No.	Año	m ³ /año (Demanda)	m ³ /año (Produccion)	%Uso
0	2017	149,293.31	318,303.36	47%
1	2018	153,025.64	318,303.36	48%
2	2019	156,851.28	318,303.36	49%
3	2020	160,772.57	318,303.36	51%
4	2021	164,791.88	318,303.36	52%
5	2022	168,911.68	318,303.36	53%
6	2023	173,134.47	318,303.36	54%
7	2024	177,462.83	318,303.36	56%
8	2025	181,899.40	318,303.36	57%
9	2026	186,446.89	318,303.36	59%
10	2027	191,108.06	318,303.36	60%
11	2028	195,885.76	318,303.36	62%
12	2029	200,782.91	318,303.36	63%
13	2030	205,802.48	318,303.36	65%
14	2031	210,947.54	318,303.36	66%
15	2032	216,221.23	318,303.36	68%
16	2033	221,626.76	318,303.36	70%
17	2034	227,167.43	318,303.36	71%
18	2035	232,846.61	318,303.36	73%
19	2036	238,667.78	318,303.36	75%
20	2037	244,634.47	318,303.36	77%

Fuente: Elaboración propia.

3. Localización óptima de la planta

La zona de estudio del Proyecto se basa en los límites municipales, así como en el análisis de la capacidad de extracción del acuífero.

3.1 Datos, resultados y análisis del método utilizado.

Con el objetivo de determinar la mejor ubicación para la instalación de la planta se utilizara el método cualitativo por puntos, el cual consiste en asignar criterios cuantitativos (Urbina, 2001) a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización idónea de la planta.

Debido a la caracterización de la zona desde el punto de vista hidrológico, y considerando los costos asociados a las distancias por bombeo, se determinaron 5 posibles zonas en el Estudio Hidrogeológico factibles para la perforación de los 3 pozos requeridos: La Perla, Ojo de Agua, San Ramón, El Maneadero y Tamagás. A continuación, se detalla los factores de mayor importancia en la localización de la planta:

- Características del Acuífero
- Disponibilidad de recursos (Agua)
- Distancia al sitio propuesto del Tanque.
- Costo del terreno.
- Disponibilidad de servicios básicos (energía eléctrica y calles de accesos).

Tabla 13: Peso asignado para cada uno de los factores identificado		
Factor	Criterio	Peso Asignado
Disponibilidad De Recursos	Disponibilidad	20
	Concentración y distancia hasta Sitio Propuesto del Tanque	10
	Infraestructura (Energía y Acceso)	25
Procesamiento	Capacidad en la localidad para construir la planta	5

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 13: Peso asignado para cada uno de los factores identificado

Factor	Criterio	Peso Asignado
	Tamaño o potencial de crecimiento futuro	5
Mercado	Proximidad al centro Urbano	15
Costo	Costo de terreno	20

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la evaluación por puntos, se determina la alternativa óptima de los tres sitios identificados, para la ubicación del proyecto. La escala utilizada para la calificación de cada criterio analizado se comprende entre 0 y 10; y, por lo tanto, la calificación ponderada (resultante de la operación de multiplicar el peso asignado por la calificación de cada factor) se comprende en esta misma escala.

Tabla 14: Clasificación Ponderada de Sitio

Criterio	Peso asig.	La Perla		Ojo de Agua		San Ramón		El Meneadero		Tamagás	
		Calif.	Ponderación	Calif.	Ponderación	Calif.	Ponderación	Calif.	Ponderación	Calif.	Ponderación
Disponibilidad de materia prima (recurso hídrico)	0.2	10	2	10	2	6	1.2	6	1.2	9	1.8
Concentración y distancia hasta sitio propuesto del Tanque	0.1	8	1.6	8	1.6	7	1.4	7	1.4	8	1.6
Infraestructura	0.25	10	2	9	1.8	7	1.4	6	1.2	10	2
Capacidad en la localidad para construir la planta	0.05	7	1.4	7	1.4	7	1.4	7	1.4	7	1.4
Tamaño y potencial de crecimiento futuro	0.05	8	1.6	8	1.6	7	1.4	7	1.4	8	1.6
Proximidad al centro Urbano	0.15	8	1.6	8	1.6	7	1.4	7	1.4	8	1.6
Costo de terreno	0.2	8	1.6	8	1.6	6	1.2	5	1	9	1.8
Sumatoria	1	59	11.8	58	11.6	47	9.4	45	9	59	11.8

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra un mapa de ubicación de las fuentes existentes y las nuevas previstas en el presente proyecto:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

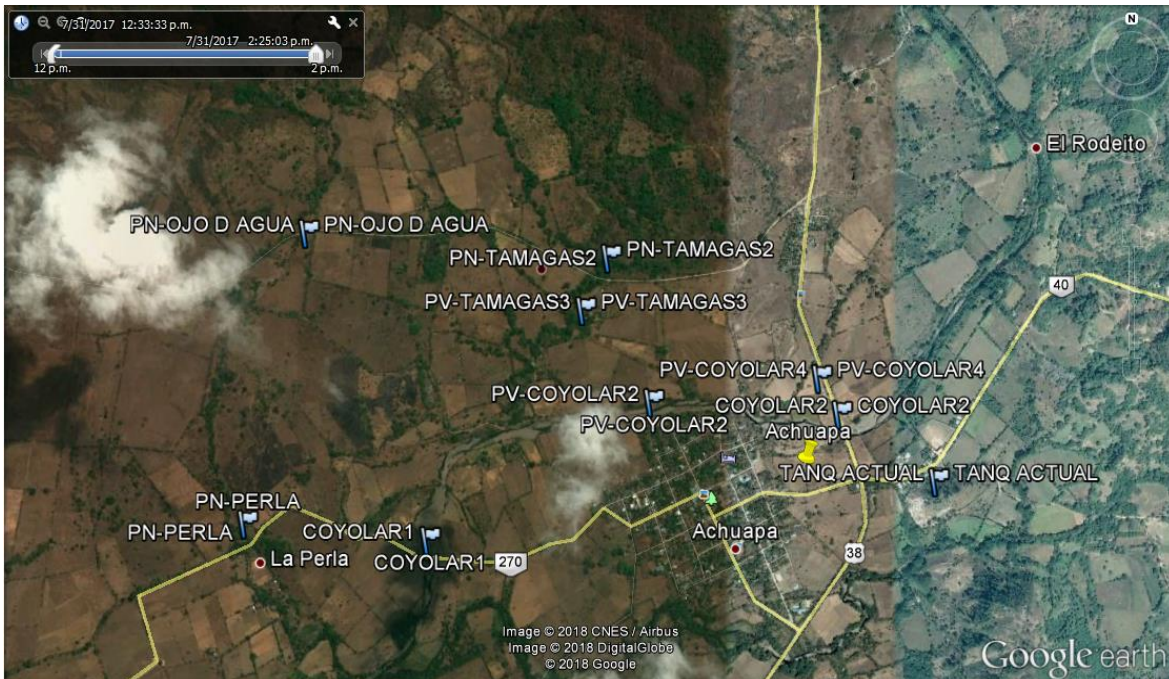


Ilustración 6: Mapa de ubicación de fuentes.

4. Descripción del proceso productivo

El proceso general de potabilización y entrega del agua, consta de las siguientes operaciones: extracción, tratamiento (cloración), almacenamiento y distribución del agua potable.

Extracción: El agua es extraída a través de un equipo de bombeo sumergible o Vertical, instalado dentro de un orificio perforado sobre el suelo hasta llegar al manto acuífero. De acuerdo a la capacidad específica del acuífero en estudio, se diseña un Perfil del Pozo con su equipo de bombeo.

Tratamiento: El agua cruda extraída del Pozo, en el proceso de traslado al Tanque de Almacenamiento pasa por un proceso de desinfección para eliminar la carga de contaminantes presentes en el agua, generalmente se adiciona Cloro en

forma líquida o gaseosa que se combina con el agua a través de un flujo turbulento que es generado con un equipo de inyección.

Almacenamiento: El agua tratada, se conduce a través de la línea de conducción hasta los tanques de Almacenamiento, diseñados para asumir los consumos máxima hora del sistema, así como los caudales de incendio del sistema.

Distribución: Luego del Tanque de Almacenamiento, el agua potable se distribuye a la ciudad a través de líneas de conducción primaria y secundaria.

4.1. Flujo establecido para la optimización del proceso.

En el siguiente Diagrama, podemos apreciar el flujo optimizado del proceso:



Ilustración 7: Diagrama de flujo de proceso

Luego de analizar el esquema anterior, se presenta el diagrama de proceso de operaciones, donde se definen paso a paso cada una de las etapas de un proceso de producción.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

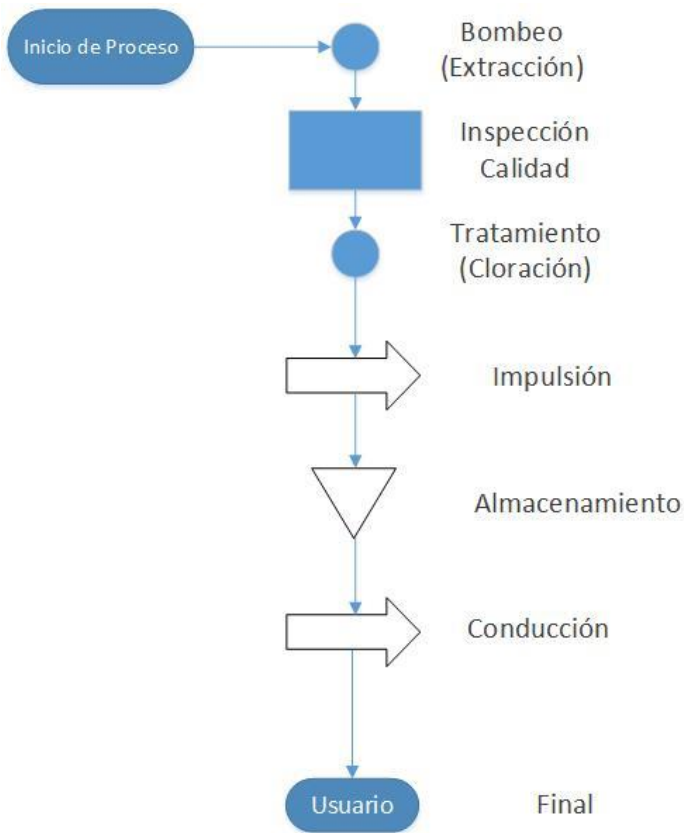


Ilustración 8: Diagrama de proceso de operaciones

5. Selección de la maquinaria

El análisis hidrogeológico junto al estudio de demanda, nos permite proponer el equipo de 3 pozos para atender el suministro de agua potable a la localidad. Con el perfil previsto y los coeficientes de extracción se proponen:

Tabla 15: Definición de equipos

Nombre del Pozo	Caudal	Unidad	Potencia	Unidad
Ojo de Agua	50	GPM	15	HP
La Perla	60		10	
Tamagas #2	50		10	
Total	160		35	

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Se considera la selección de equipos de bombeo con eficiencia Premium para efectos de reducción de costos de energía, así como la habilitación de dispositivos de protección y regulación de los parámetros eléctricos de operación. La inversión prevista en equipos asciende a U\$ 28,615.38

5.1. Justificación de la cantidad de equipo

Los pozos a construir en los alcances del Proyecto, deberán ser equipados con 3 equipos de bombeo dotados de sus respectivos dispositivos de control y mando.

La vida útil de los mismos dependerá de los procesos de mantenimiento que se realicen en la fase de operación del sistema.

5.2. Proyección del mantenimiento

La proyección de mantenimiento de la infraestructura, incluyendo Tanque, Equipos de bombeo y redes, considera un costo mensual estimado de U\$ 5,800, a partir del primer año de operación, así como un incremento anual del 5%.

Los equipos de bombeo tienen el mayor peso en la estructura de costos de mantenimiento por el grado de especialización requerido para estos trabajos.

Tabla 16: Costos de mantenimiento de equipos (U\$)

Concepto	Período de Diseño										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS DE MANTENIMIENTO		5,800.00	5,815.00	5,830.75	5,847.29	5,864.65	5,882.88	5,902.03	5,922.13	5,943.24	5,965.40
Período de Diseño											
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
5,988.67	6,013.10	6,038.76	6,065.69	6,093.98	6,123.68	6,154.86	6,187.61	6,221.99	6,258.09		

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

6. Selección del personal

6.1. Balance del personal necesario.

El concepto organizacional del Proyecto, considera una estructura básica compuesta por el personal mínimo que garantice la gestión técnica y operativa, para lo cual se han proyectado los costos asociados en el Flujo de efectivo.

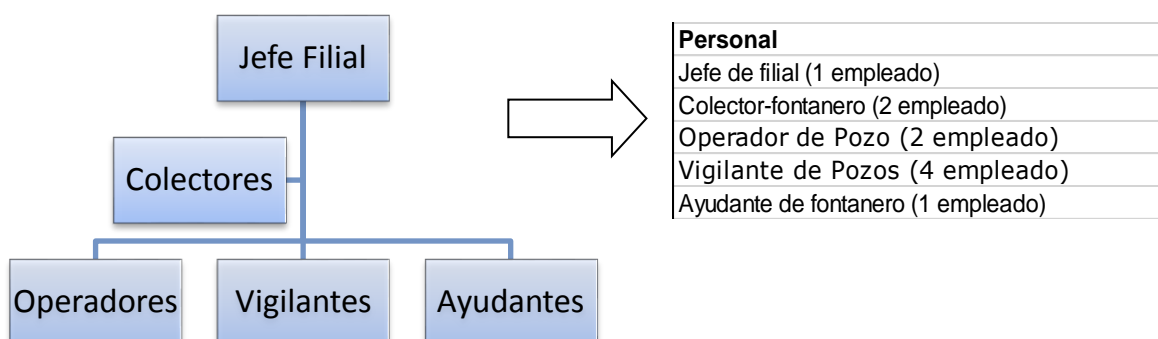


Ilustración 9: Organigrama del personal

A continuación, se describen los costos asociados a la estructura de personal prevista para el proyecto:

Tabla 17: Costos de Personal (U\$)

Concepto	Período de Diseño										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Operador de estación de bombeo		11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84
Operador de área de tanques		11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84
Personal Comercial		3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00

Período de Diseño									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84
11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84	11,409.84
3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00	3,760.00

Fuente: Elaboración propia.

Estos costos incluyen materiales y mano de obra requeridos para el desempeño de los trabajos operativos, técnicos y comerciales.

7. Determinación de áreas de trabajo

Una vez que se han determinado y justificado los equipos, mano de obra y el proceso productivo, es necesario calcular el tamaño físico de las áreas necesarias para cada una de las actividades que se realizara en la planta, las cuales van mucho más allá del proceso de producción. El emplazamiento del Proyecto de agua potable, contempla la ubicación de áreas de trabajo tales como:

- Extracción de materia prima (Pozo)
- Desinfección
- Bombeo del Producto (Agua Potable)
- Almacenamiento
- Distribución del Producto (Agua Potable)

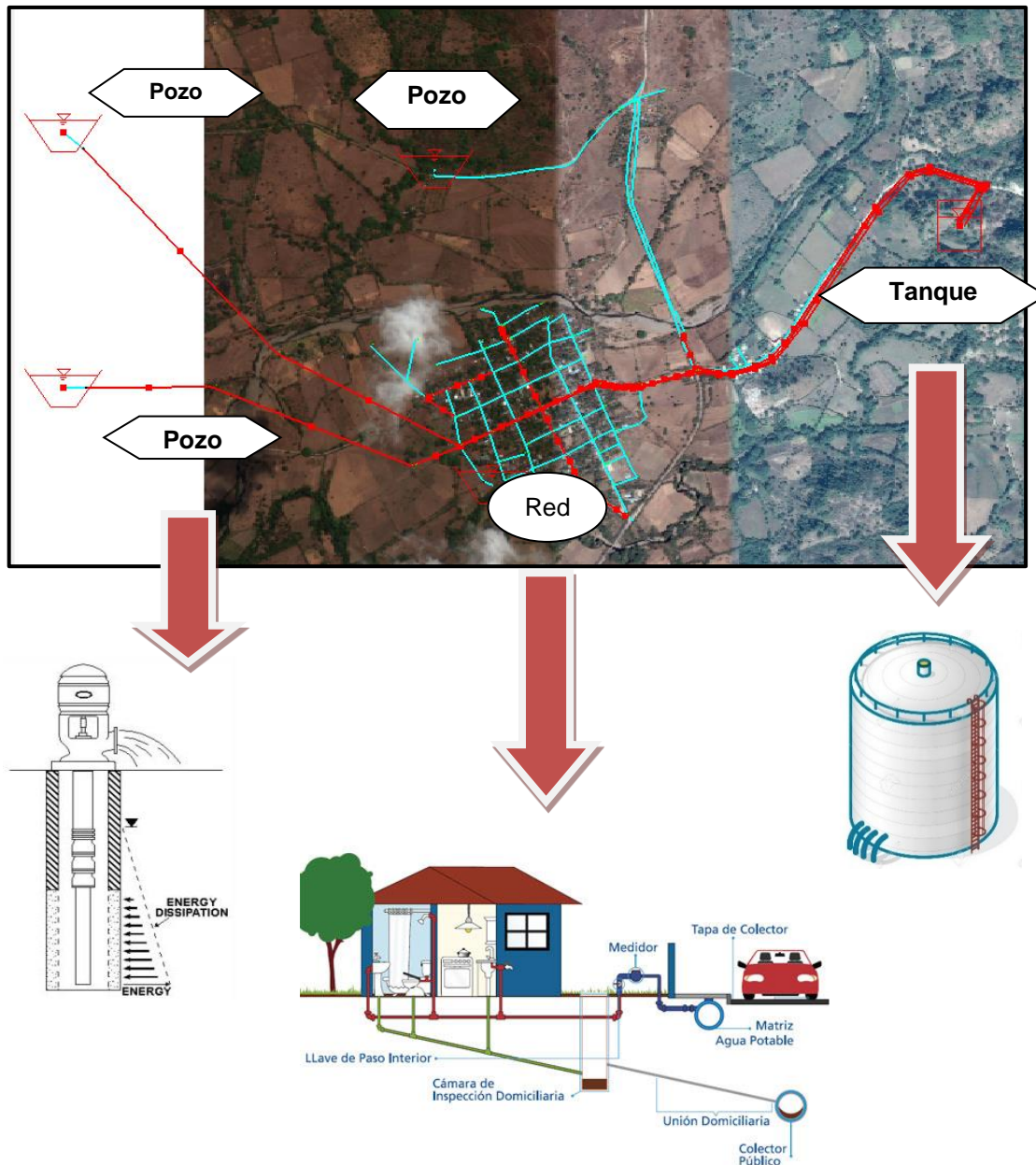
8. Distribución de la planta

8.1 . Proyección de Necesidades de infraestructura

En el análisis de distribución de la Planta, podemos destacar la proyección de las siguientes infraestructura:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Ilustración 10: Distribución de planta



Las áreas previstas para cada uno de los componentes dependerán de la Factibilidad Final del proyecto, sin embargo, podemos estimar en base a las siguientes áreas típicas:

- Pozo de Agua Potable: 400 m² (3 Pozos = 1,200 m²)
- Tanque de Almacenamiento: 800 m²

9. Fuentes de Abastecimiento (Propuesta)

Actualmente la red de abastecimiento de la red de Achuapa se abastece de 3 pozos: Tamagás, Coyolar #2 y Coyolar #4. La capacidad de producción actual ronda los 100 gpm (545 m³/día). En el mes de septiembre del año 2015, el pozo Tamagás sale de operación debido a fallas mecánicas de la bomba, sin embargo, ya se había registrado la reducción de hasta un 50% de su capacidad de producción.

La capacidad de producción de los pozos existente es por lo tanto insatisfactoria para la demanda actual de agua potable de la población. Es válido mencionar que la capacidad de producción de las actuales fuentes se ha visto drásticamente afectada debido a la edad de sus infraestructuras aunado a un período extendido de sequía durante los últimos 3 años anteriores.

Como consecuencia de la situación descrita en el párrafo anterior, para el presente proyecto se han identificado nuevas fuentes de abastecimiento como respuesta a la incapacidad de oferta de las fuentes actuales. Se han propuesto 3 nuevas ubicaciones para la construcción de las infraestructuras correspondientes para estos pozos, los serán construidos este año.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.



Ilustración 11: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento.

La producción prevista para cada nuevo pozo se sitúa en el rango de 150 a 250 gpm, por lo que progresivamente se tendrá que ampliar la capacidad de abastecimiento realizando nuevas exploraciones para satisfacer la demanda creciente de este municipio. Las condiciones de los sitios propuestos han sido verificadas en el área de emplazamiento del proyecto.

A continuación, el mapa de localización geográfica de las nuevas fuentes y la comparación de la producción proyectada con el nuevo proyecto vs. la demanda proyectada para el final del período de diseño:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

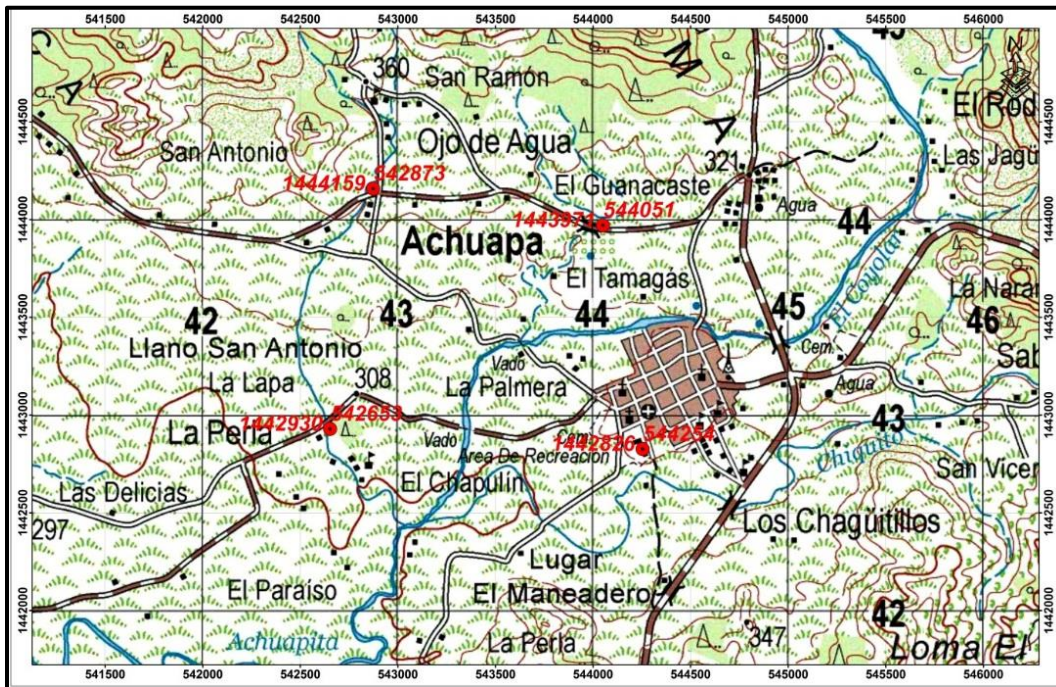


Ilustración 12: Localización geográfica de las nuevas fuentes de abastecimiento

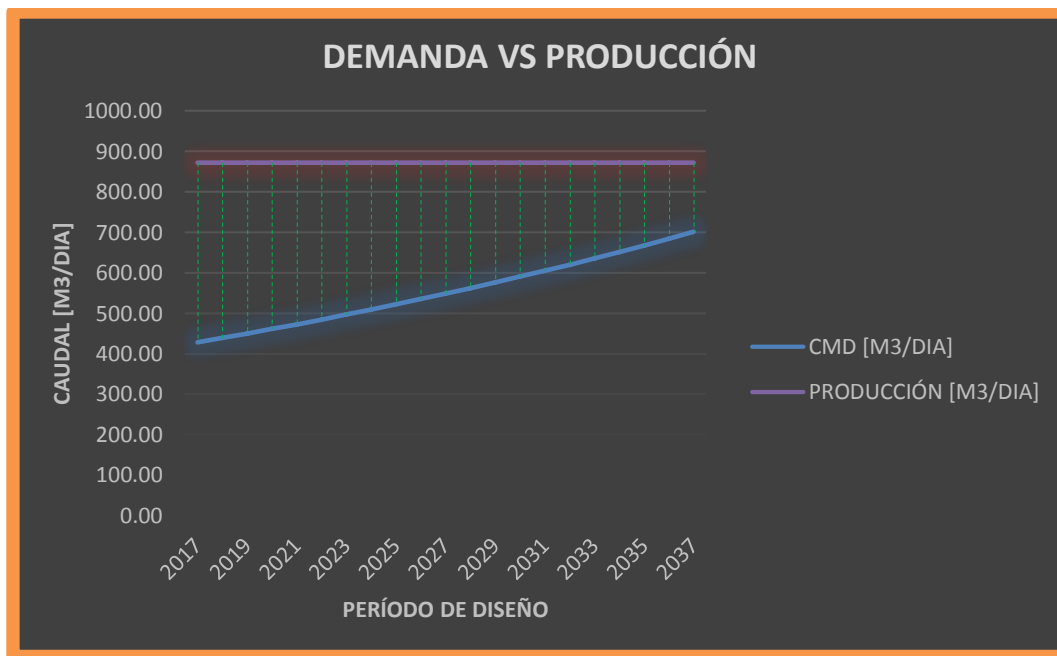
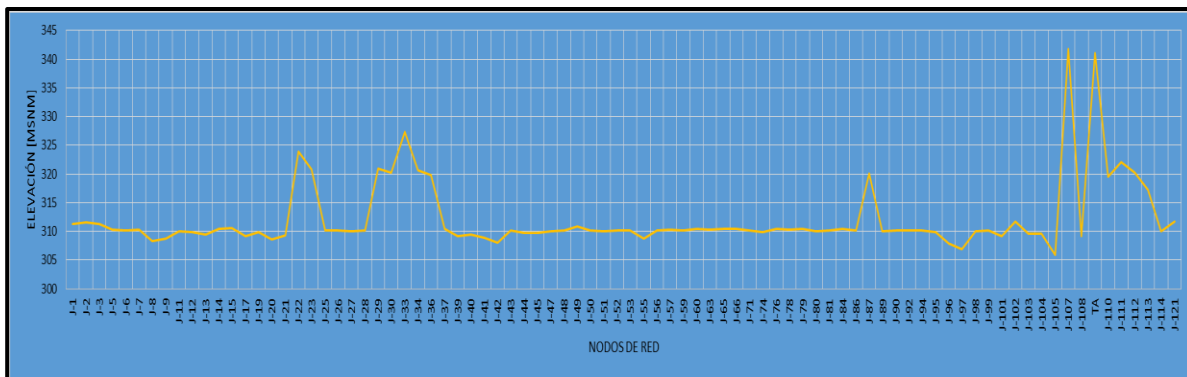


Ilustración 13: Análisis de Demanda Proyectada contra la Producción del Proyecto.

10. Tanque de Almacenamiento

La capacidad actual de almacenamiento es de 40,000 galones, otra parte de la población es alimentada directamente por la EB Coyolar #2.

Es importante mencionar que la infraestructura del presente Tanque de Almacenamiento se encuentra dañada por lo que existe de acuerdo a los operadores de la red de abastecimiento, pérdidas de agua por fuga de alrededor 30% de la capacidad de almacenamiento. Sumado a esta situación, la ubicación del tanque (elevación) no satisface las presiones mínimas residuales requeridas dentro de la red habiendo una diferencia de elevación entre el Tanque y el punto más alto de la red menos de 20 m.



Lo antes expuesto, queda reflejado en la siguiente ilustración:

Ilustración 14: Perfil de elevaciones de los nodos de demanda y TA.

El punto más alto del gráfico corresponde al TA en la situación actual, el resto a los diferentes puntos de la red. La ubicación actual del TA no satisface las presiones mínimas residuales de la NTON 09 003-99. En vista de los problemas técnicos y operacionales del presente TA, se construirá un nuevo Tanque en una nueva ubicación que satisfaga los requerimientos de la NTON 09 003-99. La nueva elevación del TA corresponde a 390 msnm.

Se presenta un gráfico con el perfil de elevaciones de la red y el nuevo TA, en la siguiente ilustración:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

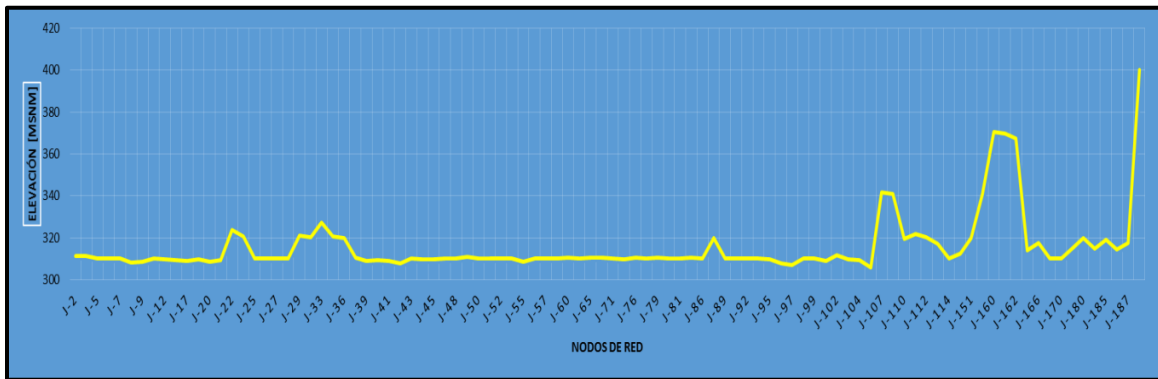


Ilustración 15: Perfil de elevaciones de los nodos de demanda y el nuevo TA.

El punto más alto del gráfico corresponde al TA en la situación actual para el nuevo proyecto, el resto a los diferentes puntos de la red. La ubicación del nuevo TA satisface las presiones mínimas residuales de la NTON 09 003-99.

Asimismo, se muestra el detalle del cálculo de la capacidad de almacenamiento proyectada, calculada a partir del criterio de diseño señalada en la Norma Técnica de INAA para redes de abastecimiento de agua potable.

Tabla 18: Volumen total de almacenamiento para el final de período de diseño.

VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
POBLACIÓN DE DISEÑO	4863.69	HAB.
DOTACION INAA	0.08	M3/HAB/DIA
CONSUMO BRUTO	368.18	M3/DIA
PERDIDAS SISTEMA = 20 % CONSUMO BRUTO	73.64	M3/DIA
CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)	467.59	M3/DIA
VOLUMEN RESERVA= VR = 0.20*CPD	93.52	M3/DIA
VOLUMEN EMERGENCIA= VE = 0.20*CPD	93.52	M3/DIA
VOLUMEN INCENDIO = VI= 2 HORAS	0.00	M3/DIA
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO =	187.04	M3/DIA
VR + VE + VI	49,415.11	GAL/DIA

Fuente: Elaboración propia.

Conforme los criterios establecidos en las normas técnicas de INAA, la capacidad proyectada de almacenamiento será de 50, 000 galones.

Tabla 19: Dimensiones propuestas del tanque de almacenamiento

MEDIDAS DEL TANQUE: SECCIÓN CIRCULAR	
ALTURA (M)	5.50
DIÁMETRO (M)	6.58
ÁREA (M ²)	34.01

Fuente: Elaboración propia.

11. Análisis Hidráulico de la Red de Abastecimiento

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el motor de cálculo de WATERCAD/EPANET, este software permite la modelización hidráulica de una red de abastecimiento representada por los diferentes elementos que la constituyen: líneas (tramos de tuberías), puntos (nodos de consumo, tanques, reservorios, hidrantes) e híbridos (bombas, válvulas de control, regulación, etc.).

Se propone para la red continuar con el sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento y la distribución hacia la red por gravedad. Para esta condición se diseñó utilizando el CMD suministrado al TA y la demanda coincidente para la asignación de las demandas nodales lo cual satisface el criterio de diseño de la NTON 09 003-99. El análisis hidráulico para la red de agua potable de la red de Achupapa se realizó para condiciones de flujo estático permanente, contrastándose la demanda de la red con la capacidad de abastecimiento actual y futura. A partir de los resultados obtenidos se analizan las presiones distribuidas dentro de la red y se verifica que satisfagan los requerimientos mínimos de presión indicados en la Norma Técnica de INAA para redes de abastecimiento de agua potable; para este caso el tanque fue reubicado a fin de poder satisfacer las presiones residuales mínimas establecidas en todos los puntos de la red. A como se puede observar en la siguiente imagen, los resultados de la modelación propuesta, indican positivos los resultados por tanto podemos indicar VALIDO el modelo propuesto en la etapa de diseño.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

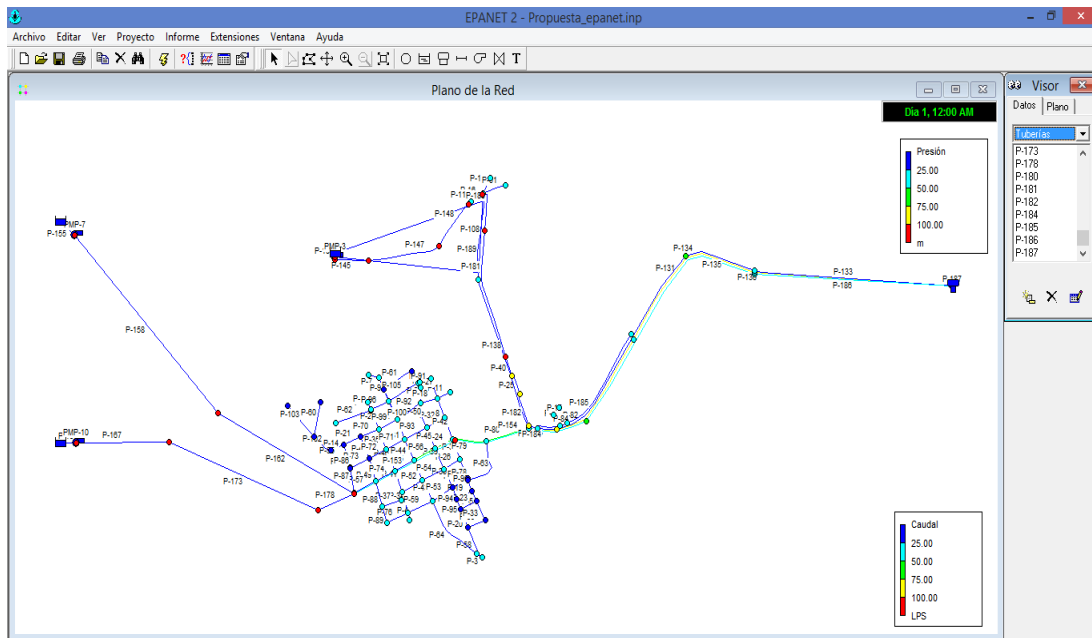


Ilustración 16: Análisis Hidráulico del sistema EPANET

Se presenta un esquema de la red existente y la propuesta de la mejora de la red:



Ilustración 17: Localización de nuevas fuentes de abastecimiento

12. Conclusiones del Estudio Técnico

Luego de analizar el tamaño (cuánto producir), la localización (dónde producir) y la ingeniería (cómo produciremos, con qué tecnología, organización y procesos lo haremos), podemos establecer las siguientes conclusiones:

- La administración del proyecto a través de la empresa "ENACAL" contará con recursos humanos capacitados en todas las áreas necesarias, además tendrá una excelente infraestructura, por lo que los elementos básicos para el diseño del sistema de agua potable, son los más apropiados conforme a la alternativa presentada.
- Los pozos que forman parte esencial en el Proyecto, estarán ubicados en puntos diferentes donde se tratará de manejar de forma sostenible el recurso hídrico tomando como referencia el análisis hidrogeológico del sitio. Además, con el emplazamiento del Tanque se dará atención a la demanda a cubrir, ya considerando el crecimiento poblacional.
- Se ha presentado la mejor propuesta técnica de diseño y operaciones hidráulicas para la alternativa del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Achuapa, justificando su prefactibilidad técnica conforme a los equipos, estudios y diseños propuestos.
- ENACAL cuenta con la experiencia en el manejo y operación de los sistemas de agua potable similares al propuesto, por lo que el personal estará en constante capacitación y se tendrá una estructura organizacional que permita la sostenibilidad del sistema.

C. Estudio Financiero

1. Objetivos del Estudio financiero

1. Calcular las variables financieras para determinar los flujos de efectivo con los que se pretende construir y operar el proyecto Construcción del Sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León.
2. Realizar la evaluación financiera basado en los indicadores: VAN, TIR, TIRM, Índice B/C para analizar la prefactibilidad financiera del proyecto Construcción del Sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León.

2. Inversión inicial en activo fijo y diferido.

La inversión inicial está constituida por los diferentes componentes, que incluye las construcciones de las obras civiles, los estudios de pre inversión, asimismo se incluyen las medidas de reducción de riesgos y medidas de adaptación al cambio climático. La inversión total (fija y diferida) a ejecutar alcanza un monto de USD 1, 315,618.80, proyectándose a un horizonte de 20 años. Se presenta la estimación de esta inversión desglosada por cada uno de los costos:

Tabla 20: Costos de estudios de Pre inversión

PRE INVERSIÓN					
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US \$)	
				Unitario	Total
1.0	Estudios y Diseños	Global	1.0	150,000.0	150,000.0
1.1	Estudios	Global	1.0	150,000.0	150,000.0
	<u>Estudio de prefactibilidad</u>	gbl	1	50,000.00	50,000.0
	Informacion de Campo	gbl	1	10,000.00	10,000.0
	Diagnostico	gbl	1	15,000.00	15,000.0
	Anlisis de Informacion	gbl	1	15,000.00	15,000.0
	Elaboración de documento final	gbl	1	10,000.00	10,000.0
	<u>Estudio de Factibilidad</u>	lps	1	100,000.00	100,000.0
	Estudios Tecnicos	gbl	1	20,000.00	20,000.0
	Estudios de Laboratorio	gbl	1	20,000.00	20,000.0
	Diseños Finales	gbl	1	30,000.00	30,000.0
	Elaboración de documento final	gbl	1	30,000.00	30,000.0
TOTAL					150,000.0

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 21: Inversión Inicial del Proyecto en Infraestructura

No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US \$)	
				Unitario	Total
1.0	Construcción de obras	Global	1.0	\$1072,285.7	\$1072,285.7
1.1	Agua potable	Global	1.0	\$1021,224.5	\$1021,224.5
	Pozo / Estación de bombeo Completa (C Eq Bombeo)	Global	3	\$53,850.6	\$161,551.9
	Tanque Almacenamiento	m ³	189	\$300.0	\$56,772.5
	Linea de conducción Pozos - Tanque	m	5,500	\$100.0	\$550,000.0
	Linea de distribución	m	4,500	\$45.0	\$202,500.0
	Conexiones domiciliars	c/u	500	\$40.0	\$20,000.0
	Medidores domiciliars	c/u	608	\$50.0	\$30,400.0
1.2	Imprevistos - 5 %	Global	1.0	\$51,061.2	\$51,061.2
TOTAL					\$1072,285.69

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Inversión en Medidas de Reducción de Riesgos

MRR					
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US \$)	
				Unitario	Total
1.0	Medidas de Reduccion de Riesgos	Global	1.0	93,333.1	93,333.1
1.1	MMR	Global	1.0	93,333.1	93,333.1
	Construcción de Talud de protección en el Tanque de Almacenamiento	gbl	1	\$40,000.00	<u>40,000.0</u>
	Obras de Drenaje en Tanque de Almacenamiento	gbl	1	\$15,000.00	<u>15,000.0</u>
	Construcción del muro perimetral de contención ante inundación en los pozos (70 metros (L) x 1 metro (h))	gbl	1	\$11,333.11	<u>11,333.1</u>
	Capacitación del personal en Higiene y Seguridad	gbl	1	\$5,600.00	<u>5,600.0</u>
	Colocación de señales de higiene y seguridad, prevención en la etapa de construcción	gbl	1	\$2,000.00	<u>2,000.0</u>
	Colocación de señalización en etapa de operación en todo el proyecto	gbl	1	\$5,400.00	<u>5,400.0</u>
	Instalación de extintores de incendios, Gabinetes Contra Incendio, Hidrantes contra incendios y mangueras botiquines.	gbl	1	\$6,000.00	<u>6,000.0</u>
	Asignación de equipo de protección personal a trabajadores y visitantes en la etapa de construcción y cierre	gbl	1	\$4,000.00	<u>4,000.0</u>
	Cierre de zanjas	gbl	1	\$2,000.00	<u>2,000.0</u>
	Limpieza y desalojo de Escombros*** (El desalojo del material será hasta 8 km)*** culminación de obra	gbl	1	\$2,000.00	<u>2,000.0</u>

Fuente: Elaboración propia.

3. Costos de operación del proyecto

En los costos de operación/mantenimiento y administración del sistema de agua potable, se considera dentro del análisis, al personal operativo (mano de obra), gastos de energía (uno de los principales costos), químicos (insumos para la potabilización del agua) y mantenimiento de los componentes del sistema (realizada por ENACAL), en los costos de administración se consideró el personal

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

administrativo contratado para el manejo de la filial, así como los insumos necesarios (mobiliario de oficina y papelería); sumando un total de USD\$ 1,734,665.1 a un horizonte de 20 años.

Tabla 23: Costos de Operación y Mantenimiento

OPERACIÓN Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA					
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US \$)	
				Unitario	Total
1.0	Operación y Administración	Global	1.0	1734,665.1	1734,665.1
1.1	Operación	Global	1.0	1640,665.1	1640,665.1
	Operadores del Sistema	Global	1.0	456,393.4	456,393.4
	Mantenimiento (servicio incluye MOC y Bienes)	Global	1.0	119,919.8	119,919.8
	Energía	Global	1.0	1053,054.9	1053,054.9
	Quimicos Tratamiento	Global	1.0	11,297.0	11,297.0
1.2	Administracion	Global	1.0	94,000.0	94,000.0
	Personal Comercial	Global	1.0	75,200.0	75,200.0
	Insumos (Materiales)	Global	1.0	18,800.0	18,800.0
TOTAL					1734,665.1

Fuente: Elaboración propia.

De los cálculos generados por los costos de operación, administrativos y mantenimiento, se determinó la tarifa real del proyecto siendo de 0.79 U\$/m³. La tarifa aplicada en el análisis del proyecto corresponde a la tarifa media establecida en el departamento de León por ENACAL considerando el pliego tarifario aprobado por el ente regulador (INAA), que se estipula en un monto promedio de 0.42 U\$/m³.

4. Determinación de la Tasa mínima atractiva de retorno

Debido a que el proyecto es de carácter social, la tasa mínima asumida por el proyecto se toma la establecida por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) la cual es del 8%, ya que ENACAL es parte de la administración Pública.

5. Determinación de los ingresos

Los ingresos percibidos por el proyecto se calcularon a partir de la estimación de la demanda del proyecto, determinada por la tasa de crecimiento poblacional en base a la norma técnica del INAA que corresponde al 2.5% anual, para toda la vida del proyecto, los ingresos por tarifa se estiman en U\$ 1, 643,298.07, asumiendo un 100% de las conexiones urbanas activas a partir del año 1.

Tabla 24: Cálculo de Ingresos por Tarifas

Período	0	1	2	3	20
Población	2968	3042	3118	3196	4864
Cobertura (%)	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Dotación (lppd)	75	75	75	75	75
Consumo (m3/d)	409.02	419.25	429.73	440.47	670.23
ANF (Agua %)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
No (m3/d)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Producción (m3/d)	409.02	419.25	429.73	440.47	670.23
Tarifa ENACAL (\$/m3)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Consumo (m3/Año)	149,293.31	153,025.64	156,851.28	160,772.57	244,634.47
Ingreso (\$/Año)		64,330.40	65,938.66	67,587.13	102,841.81

Fuente: Elaboración propia.

6. Flujo de fondos netos del proyecto

Para la ejecución del proyecto no se consideran costos financiero por préstamo privado, sino que estos fondos serán a través de transferencia de gobierno, asimismo ENACAL por ser una empresa estatal, se encuentra exenta de impuestos de IR e IVA, por lo antes indicado, se estructura los flujos netos de efectivo para realizar un análisis y evaluación financiera del proyecto basado en los indicadores: VAN, TIR, TIRM, Índice B/C, valorados a una tasa social de descuento del 8% establecida por el SNIP.

Se calcularon los montos de los ingresos por facturación y los costos a precios de mercado, asimismo se incorporó la amortización diferida como un cargo adicional anual para recuperar la inversión de los estudios de pre inversión del proyecto, se

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

incluye la depreciación de los equipos de bombeo para 10 años iniciales y posteriormente en su reposición se deprecian los 10 años restante.

Por lo tanto, se presenta las estimaciones del flujo de fondos netos del proyecto a un horizonte de 20 años, sin embargo, en la siguiente tabla, únicamente se reflejan los primeros tres años y el año veinte por efectos didácticos.

Tabla 25: Flujo Neto Efectivo

Concepto	0	1	2	3	20
Ingresos por año +		64,330.40	65,938.66	67,587.13	102,841.81
Costo de producción		55,109.02	56,712.43	58,395.74	104,002.71
Costo de mantenimiento		5,800.00	5,815.00	5,830.75	6,258.09
Depreciacion equipos de bombeo (0-10 años)		3,231.04	3,231.04	3,231.04	
Depreciacion equipos de bombeo (11-20 años)					3,231.04
Amortización inversión diferida		7,500.00	7,500.00	7,500.00	7,500.00
Utilidad antes de impuesto (IR)		-7,309.66	-7,319.81	-7,370.40	-18,150.03
IR (30%) Como es una Empresa del Estado esta excenta de IR		0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad despues de impuesto (IR)		-7,309.66	-7,319.81	-7,370.40	-18,150.03
Depreciacion equipos de bombeo Captacion (0-10 años)		3,231.04	3,231.04	3,231.04	
Depreciacion equipos de bombeo Captacion (11-20 años)					3,231.04
Amortización inversión diferida		7,500.00	7,500.00	7,500.00	7,500.00
Valor de rescate terrenos					6,000.00
Inversión	1072,286				
Medidas de Gestion de Riesgo (MMR)- Etapa Inicial	93,333				
Flujo neto de efectivo (FNE)	-1165,618.8	3,421.4	3,411.2	3,360.6	-1,419.0

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se identifica que los ingresos generados por facturación del servicio, considerando las tarifas versus los costos de cada periodo, resulta un flujo neto efectivo negativo, debido a que los costos promedios acumulados supera en un 105% los ingresos por tarifa aplicadas al proyecto.

7. Calculo de razones financieras: VAN, TIR, TIRM, Índice B/C.

Con las estimaciones realizadas y de acuerdo a los indicadores financieros, se determinará la prefactibilidad financiera del proyecto utilizando estas razones, obteniendo lo siguiente:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 26: Salida de Indicadores Financieros

Tasa		8%				
VAN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 20	
FED/FC =	-\$1,165,618.80	\$3,421.38	\$3,411.23	\$3,360.64	-\$1,418.99	
VAN	-\$1,150,718.89	-\$1,150,718.89				
TIR	#¡NUM!					
TIRM	-11.79%					
Indice B/C	0.01					

Fuente: Elaboración propia.

1. Valor Actual Neto (VAN), mide el valor en el momento actual de la serie de los flujos de efectivo para el horizonte del proyecto (20 años) que serán originados por el proyecto, calculando el valor de U\$ -1, 150,718.88. Lo que nos indica este valor que el proyecto no es recomendable financieramente su ejecución.
2. Tasa Interna de Retorno (TIR), mide la tasa de descuento mínima para que el proyecto sea aceptable financieramente, de los flujos de efectivo se estimó esta tasa no es posible calcularla, por lo que se aplicó la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) y de esta manera corregir las limitantes de la TIR dando un valor de -11.79%, por lo que se considera que el proyecto no es recomendable financieramente su ejecución.
3. Índice Beneficio-Costo (IBC), es un índice para determinar la prefactibilidad ya que relaciona directamente los beneficios con los costos del proyecto, conforme a los cálculos resultó un valor de 0.01, por lo que el proyecto no es recomendable financieramente su ejecución.

Al evaluar cada una de las razones financieras aplicadas al proyecto, se ha obtenido en todos estos indicadores resultados no beneficiosos desde el punto de vista financiero por lo que el proyecto no justifica su prefactibilidad, por lo que es poco atractivo su implementación desde el enfoque privado.

8. Análisis financiero con tarifa real

En vista que el proyecto presenta saldos negativos con la tarifa asumida por ENACAL (0.42 U\$/m³), se realizó el cálculo de la tarifa real del proyecto en el cual los flujos de efectivos netos sean positivos financieramente.

La estimación de la tarifa real se realizó con la suma de la inversión inicial en construcción de infraestructura, estudios de pre inversión y medidas de reducción de riesgo y todos los costos de operación, mantenimiento y administrativos divididos entre la producción total anual para todo el horizonte del proyecto (20 años), determinando que la tarifa real debe ser de 0.79 U\$/ m³ para el año 1, con un incremento anual de 4.5% hasta llegar al año 20 con una tarifa de 1.81 U\$/ m³.

9. Conclusiones del análisis financiero

El Estudio financiero del proyecto Construcción del Sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León, concluye que, conforme a los cálculos de las variables financieras, los flujos de efectivos con los que se pretende construir y operar el proyecto, resultan saldos negativos.

A partir de la tarifa establecida en el proyecto de 0.42 U\$/m³, se determinaron los ingresos en el periodo de diseño, así como los costos de operación, administración y mantenimiento. Con estos datos se realizó el cálculo de los flujos de efectivos netos anualizados estimándose saldos negativos, por consiguiente, los indicadores resultantes se expresan a continuación: VAN (U\$ -1, 150,718.88), TIR (tasas múltiples), TIRM (-11.79%), Índice B/C (0.01)

Por lo antes expuesto, se determina que el proyecto financieramente no refleja una prefactibilidad en su ejecución, considerando únicamente los ingresos por facturación. Sin embargo, al calcular la tarifa real (0.79 U\$/m³) y asumiendo un

incremento el 4.5% anual, se estiman saldos positivos, determinándose que esta tarifa es la mínima aceptada para su prefactibilidad financiera.

D. Estudio Económico

1. Objetivos del Estudio Económico

1. Estimar los beneficios sociales generados por el proyecto para determinar los flujos de efectivo con costos a precios sociales.
2. Realizar la evaluación económica basada en los indicadores: VANE, TIRE, TIREM, Índice B/C para definir la prefactibilidad del proyecto Construcción del Sistema de Agua Potable en el Municipio de Achuapa, León.
3. Efectuar un análisis de sensibilidad para identificar el comportamiento de las variables más representativas que inciden en el proyecto.

2. Cálculo de las transformaciones a precios sociales

Debido a que los precios de mercado no reflejan los costos reales para el país, ya que existen distorsiones, tales como: impuestos, subsidios, monopolios entre otros, lo cual no permite realizar una estimación acertada, se debe aplicar los precios sociales que representan el costo real de un recurso para la sociedad.

Los precios sociales se obtuvieron a partir de la aplicación de los factores de conversión determinados por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), el cual permite asegurar una distribución óptima de los recursos en los proyectos de inversión pública como es el sector de agua y saneamiento, siendo estos factores los siguientes:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 27: Factores de conversión (SNIP)	
Recursos	Factores de corrección (o precio social)
Tasa social de descuento	8%
Mano de obra calificada	0.82
Mano de obra no calificada con desempleo involuntario	0.54
Precio de la divisa bienes transables	1.015
Precio de la divisa bienes no transables	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Estos factores fueron aplicados a las inversiones en obras civiles, materiales y equipos para alcanzar los objetivos de la obra; igualmente se aplicaron a los gastos para la operación y mantenimiento del sistema, los factores de conversión a precios sociales son los siguientes:

Tabla 28: Conversión a precios sociales de la inversión inicial

PRESUPUESTO AP - ACHUAPA				1.015	1	0.82	0.54	1	
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costos Económicos (US \$)					
				Total	Divisas	Mat local	M/o calif	M/o No calif	Otros
1.0	Construcción de obras	Global	1.0	970,574.8	454,657.8	50,032.1	87,519.6	104,734.6	273,630.7
1.1	Agua potable	Global	1.0	924,218.8	434,445.2	46,457.9	82,913.8	100,047.2	260,354.8
	Pozo / Estación de bombeo Completa (C Eq Bombeo)	Global	3	155,921.8	67,229.8	29,079.3	13,247.3	4,361.9	42,003.5
	Tanque Almacenamiento	m ³	189	56,261.6	34,574.5	11,354.5	4,655.3	-	5,677.3
	Linea de conducción Pozos - Tanque	m	5,500	485,292.5	228,882.5	-	45,100.0	68,310.0	143,000.0
	Linea de distribución	m	4,500	178,675.9	84,270.4	-	16,605.0	25,150.5	52,650.0
	Conexiones domiciliars	c/u	500	18,576.0	4,060.0	4,200.0	1,312.0	1,404.0	7,600.0
	Medidores domiciliars	c/u	608	29,491.0	15,428.0	1,824.0	1,994.2	820.8	9,424.0
1.2	Imprevistos - 5 %	Global	1.0	46,355.9	20,212.6	3,574.3	4,605.7	4,687.4	13,275.9
TOTAL				970,574.8	454,657.8	50,032.1	87,519.6	104,734.6	273,630.7

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 29: Conversión a precios sociales de los costos de operación y administración del sistema

COSTOS DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO A PRECIO SOCIAL

	1	2	3	4	20	
	2018	2019	2020	2021	2037	
Costos Operación - Producción	\$48,449.66	\$50,053.17	\$51,736.57	\$53,503.87	\$97,345.73	
Operadores del Sistema	\$16,156.33	\$16,156.33	\$16,156.33	\$16,156.33	\$16,156.33	
Energía	\$31,847.10	\$33,439.46	\$35,111.43	\$36,867.00	\$80,476.05	
Químicos Tratamiento	\$446.22	\$457.38	\$468.81	\$480.53	\$713.36	
Costos Mantenimiento	\$5,597.87	\$5,612.35	\$5,627.55	\$5,643.51	\$6,039.99	
Mantenimiento (servicio incluye MOC y Bienes)	\$5,597.87	\$5,612.35	\$5,627.55	\$5,643.51	\$6,039.99	TOTAL
C O&M	\$54,047.53	\$55,665.51	\$57,364.12	\$59,147.38	\$103,385.72	\$1,503,320.66

	Divisas	Material Local	M/O Calificada	M/O No Calif
Factor Descuento	1.015	1	0.82	0.54
Operadores del Sistema	0%	0%	60%	40%
Energía	0%	100%	0%	0%
Químicos Tratamiento	60%	40%	0%	0%
Mantenimiento (servicio incluye MOC y Bienes)	41%	44%	10%	5%

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de operación, mantenimiento y administrativos del sistema de agua potable, con la aplicación de los factores de conversión suman un total de USD 1, 503,320.66 a un horizonte de 20 años.

Tabla 30: Conversión a precios sociales de la pre inversión (estudios iniciales)

PRE INVERSIÓN									
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costos Económicos (US \$)					
				Total	Divisas	Mat local	M/o calif	M/o No calif	Otros
1.0	Estudios y Diseños	Global	1.0	121,500.0	-	15,000.0	98,400.0	8,100.0	-
1.1	Estudios	Global	1.0	121,500.0	-	15,000.0	98,400.0	8,100.0	-
	Estudio de prefactibilidad	gbl	1	40,500.0	-	5,000.0	32,800.0	2,700.0	-
	Información de Campo	gbl	1	8,100.0	-	1,000.0	6,560.0	540.0	-
	Diagnostico	gbl	1	12,150.0	-	1,500.0	9,840.0	810.0	-
	Análisis de Información	gbl	1	12,150.0	-	1,500.0	9,840.0	810.0	-
	Elaboración de documento final	gbl	1	8,100.0	-	1,000.0	6,560.0	540.0	-
	Estudio de Factibilidad	lps	1	81,000.0	-	10,000.0	65,600.0	5,400.0	-
	Estudios Técnicos	gbl	1	16,200.0	-	2,000.0	13,120.0	1,080.0	-
	Estudios de Laboratorio	gbl	1	16,200.0	-	2,000.0	13,120.0	1,080.0	-
	Diseños Finales	gbl	1	24,300.0	-	3,000.0	19,680.0	1,620.0	-
	Elaboración de documento final	gbl	1	24,300.0	-	3,000.0	19,680.0	1,620.0	-
TOTAL				121,500.0	-	15,000.0	98,400.0	8,100.0	-

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 31: Conversión a precios sociales de las Medidas de Reducción de Riesgo

MRR									
No	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costos Económicos (US \$)					
				Total	Divisas	Mat local	M/o calif	M/o No calif	Otros
1.0	Medidas de Reduccion de Riesgos	Global	1.0	79,998.5	4,060.0	35,866.6	32,799.9	7,272.0	-
1.1	MMR	Global	1.0	79,998.5	4,060.0	35,866.6	32,799.9	7,272.0	-
	Construcción de Talud de protección en el Tanque de Almacenamiento	gbl	1	36,060.0	4,060.0	20,000.0	9,840.0	2,160.0	-
	Obras de Drenaje en Tanque de Almacenamiento	gbl	1	12,390.0	-	7,500.0	2,460.0	2,430.0	-
	Construcción del muro perimetral de contención ante inundación en los pozos (70 metros (L)x1 metro (h))	gbl	1	9,678.5	-	5,666.6	2,787.9	1,224.0	-
	Capacitación del personal en Higiene y Seguridad	gbl	1	4,536.0	-	560.0	3,673.6	302.4	-
	Colocación de señales de higiene y seguridad, prevención en la etapa de construcción	gbl	1	1,620.0	-	200.0	1,312.0	108.0	-
	Colocación de señalización en etapa de operación en todo el proyecto	gbl	1	4,374.0	-	540.0	3,542.4	291.6	-
	Instalación de extintores de incendios, Gabinetes Contra Incendio, Hidrantes contra incendios y mangueras botiquines.	gbl	1	4,860.0	-	600.0	3,936.0	324.0	-
	Asignación de equipo de protección personal a trabajadores y visitantes en la etapa de construcción y cierre	gbl	1	3,240.0	-	400.0	2,624.0	216.0	-
	Cierre de zanjas	gbl	1	1,620.0	-	200.0	1,312.0	108.0	-
	Limpieza y desalojo de Escombros*** (El desalojo del material será hasta 8 km)*** culminación de obra	gbl	1	1,620.0	-	200.0	1,312.0	108.0	-

Fuente: Elaboración propia.

3. Flujo de fondos económicos netos del proyecto

El proyecto Construcción del sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León, es una iniciativa que tendrá un impacto económico dentro de los pobladores del centro urbano y los beneficios que se percibirán con la ejecución del proyecto son la liberación de recursos y el aumento del consumo por mayor disponibilidad del servicio.

Considerando lo anterior, cuando se incorporan los beneficios económicos al análisis financiero (detallados y cuantificados en el acápite de demanda), estos recursos incrementan hasta en una 232% con relación a los ingresos generados por las tarifas.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Los beneficios estimados en un horizonte de 20 años, se calculan en USD 3, 809,730.43, siendo mayor al ingreso por tarifa de USD 1, 643,298.07.

Tabla 32: beneficios percibidos por los pobladores

FLUJO ECONOMICO						
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2037
BLR	\$0.00	\$102,662.98	\$105,364.63	\$107,897.44	\$110,599.09	\$164,294.53
BAC	\$0.00	\$46,372.93	\$47,593.27	\$48,737.34	\$49,957.68	\$74,211.95
BT	\$0.00	\$149,035.91	\$152,957.91	\$156,634.78	\$160,556.78	\$238,506.48

Fuente: Elaboración propia.

Siendo:

BLR: Beneficios por Liberación de recursos

BAC: Beneficio por Aumento de Consumo

BT: Suma de beneficios Totales

Tomando en cuenta estos beneficios sociales como parte de los ingresos indirectos generados por el proyecto, en los flujos del análisis económico, los costos de operación y mantenimiento, inicialmente con precios de mercado se transformaron a precios sociales, aplicando los factores de conversión correspondientes. Se estructura los flujos netos de efectivo para realizar un análisis y evaluación económica del proyecto basado en los indicadores económicos: VANE, TIRE, TIREM, Índice B/C, valorados a una tasa social de descuento del 8% establecida por el SNIP, se obtiene los siguientes resultados:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Ingresos por año +		0.00	0.00	0.00	0.00
Beneficios Generados +		149,035.91	152,957.91	156,634.78	238,506.48
Costo de producción		48,449.66	50,053.17	51,736.57	97,345.73
Operadores del Sistema		16,156.33	16,156.33	16,156.33	16,156.33
Energía		31,847.10	33,439.46	35,111.43	80,476.05
Químicos Tratamiento		446.22	457.38	468.81	713.36
Costo de mantenimiento		5,597.87	5,612.35	5,627.55	6,039.99
Depreciación equipos de bombeo Pozo (0-10 años)		3118.44	3118.44	3118.44	
Depreciación equipos de bombeo Pozo (11-20 años)					3118.44
Amortización inversión diferida		6,075.00	6,075.00	6,075.00	6,075.00
Utilidad antes de impuesto (IR)		85,794.95	88,098.96	90,077.22	125,927.32
IR (30%) Como es una Empresa del Estado esta excenta de IR		0	0	0	0
Utilidad despues de impuesto (IR)		85,794.95	88,098.96	90,077.22	125,927.32
Depreciación equipos de bombeo Pozos (0-10 años)		3,118.44	3,118.44	3,118.44	
Depreciación equipos de bombeo Pozo (11-20 años)					3118.436712
Amortización inversión diferida		6,075.00	6,075.00	6,075.00	6,075.00
Valor de rescate terrenos					6,000.00
Inversión	970,574.77				
Medidas de Gestion de Riesgo (MMR)- Etapa Inicial	79,998.48				
Flujo neto de efectivo (FNE)	(1,050,573.25)	94,988.38	97,292.39	99,270.66	141,120.76

Tabla 33: Flujo neto de efectivo económico

Fuente: Elaboración propia.

En los flujos del análisis económico social, resulta un flujo neto efectivo positivo, con los indicadores económicos del proyecto dentro de los márgenes de beneficios y prefactibilidad económica social.

4. Calculo de indicadores económicos: VANE, TIRE, TIREM, Índice B/C.

Con los cálculos realizados y de acuerdo a los indicadores, se determina la prefactibilidad utilizando los indicadores económicos:

Tabla 34: Indicadores económicos

Tasa	8%				
VANE	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 20
FED/FC =	-\$1050,573.25	\$94,988.38	\$97,292.39	\$99,270.66	\$141,120.76
VANE	\$31,558.57	\$31,558.57			
TIRE	8.37%				
TIREM	8.16%				
Indice B/C	1.03				

Fuente: Elaboración propia.

1. Valor Actual Neto Económico (VANE), mide el valor en el momento actual de la serie de los flujos de efectivo para el horizonte del proyecto (20 años) que serán originados por el proyecto, calculando el valor de U\$ 31,558.57. Lo que nos indica este valor que el proyecto es factible económicamente su ejecución.
2. Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), mide la tasa de descuento mínima para que el proyecto sea aceptable económicamente, de los flujos de efectivo se estimó esta tasa resultando un valor de 8.37% y la Tasa Interna de Retorno Económica Modificada (TIREM) dando un valor de 8.16%, por lo que se considera que el proyecto es recomendable económicamente su ejecución.
3. Índice Beneficio-Costo (IBC), es un índice para determinar la prefactibilidad ya que relaciona directamente los beneficios con los costos del proyecto, conforme a los cálculos resultó un valor de 1.03, por lo que el proyecto puede pasar a una siguiente fase de factibilidad final.

Al evaluar cada una de las razones económicas aplicadas al proyecto, se ha obtenido en todos estos indicadores resultados positivos, desde el punto de vista económico, por lo que el proyecto justifica su prefactibilidad, debiéndose realizar más estudios técnicos a profundidad para determinar la factibilidad final del proyecto.

5. Análisis de sensibilidad económica.

Se realizó un análisis de sensibilidad tomando en cuenta las dos variables más representativas a los cambios, que inciden directamente con los resultados del proyecto, siendo esta la tarifa y costos de energía.

Para el escenario de análisis se ha considerado que manteniendo la tarifa constante e incrementando un 5% anual en los costos de energía, ya que esta variable puede alterar significativamente los costos de operaciones, se obtiene los siguientes resultados:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 35: Análisis de sensibilidad económica

VAN=	30,271.29	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
1	54,047.5	30,271	30,271	30,271	30,271	30,271
2	55,665.5	28,773	28,773	28,773	28,773	28,773
3	57,364.1	27,200	27,200	27,200	27,200	27,200
4	59,147.4	25,549	25,549	25,549	25,549	25,549
5	61,019.5	23,816	23,816	23,816	23,816	23,816
6	62,984.9	21,996	21,996	21,996	21,996	21,996
7	65,048.3	20,085	20,085	20,085	20,085	20,085
8	67,214.6	18,080	18,080	18,080	18,080	18,080
9	69,488.8	15,974	15,974	15,974	15,974	15,974
10	71,876.4	13,763	13,763	13,763	13,763	13,763
11	74,383.1	11,442	11,442	11,442	11,442	11,442
12	77,014.7	9,005	9,005	9,005	9,005	9,005
13	79,777.6	6,447	6,447	6,447	6,447	6,447
14	82,678.2	3,761	3,761	3,761	3,761	3,761
15	85,723.5	942	942	942	942	942
16	88,920.7	(2,019)	(2,019)	(2,019)	(2,019)	(2,019)
17	92,277.3	(5,127)	(5,127)	(5,127)	(5,127)	(5,127)
18	95,801.4	(8,390)	(8,390)	(8,390)	(8,390)	(8,390)
19	99,501.3	(11,816)	(11,816)	(11,816)	(11,816)	(11,816)
20	103,385.7	(15,412)	(15,412)	(15,412)	(15,412)	(15,412)

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en el análisis de sensibilidad aplicado al proyecto el indicador financiero resulta positivo hasta los primeros 15 años, sin embargo, pasado ese periodo, los flujos de efectivos resultan negativos, indicando perdidas en su ejecución..

Por lo antes expresado, se deben tomar decisiones entorno a mantener los saldos positivos en todo el horizonte el proyecto, una de las alternativas que se puede asumir, es revisar la tarifa con el ente regulador, para lograr aumentar la tarifa y de esta manera soportar los incrementos de los costos de operaciones por la energía eléctrica, adicionalmente este proyecto desde su puesta en marcha, será de gran aporte a la dinamización de la economía local.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Otra de las alternativas que puede asumir la administración del proyecto después de los 15 años de operación, es aplicar la reducción del consumo de energía a través de la disminución de los periodos de bombeo, estableciendo horarios más cortos, siempre considerando que se mantendrá el servicio con presiones más bajas siempre dentro del rango establecido por las normas técnicas de INAA.

Continuando con la aplicación de las herramientas para analizar la sensibilidad del proyecto se estableció como variable importante los beneficios totales el proyecto que resulta en un VANE cero, lo que nos indica que la inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas, esto con el objetivo de valorar hasta donde se puede reducir los beneficios totales para hacer siempre factible económica y socialmente el proyecto de agua potable.

Tabla 36: Análisis de sensibilidad VANE = 0

Concepto	0	1	2	3	20
Ingresos por año +		0.00	0.00	0.00	0.00
Beneficios Generados +		145,180.71	149,197.93	152,983.93	236,218.70
Factor Conversion Año	meses/año	12.00	12.00	12.00	12.00
Beneficios	US \$/mes /conexión	19.90	19.92	19.95	20.23
Conexiones	Und	608.00	624.00	639.00	973.00
Costo de producción		48,449.66	50,053.17	51,736.57	97,345.73
Operadores del Sistema		16,156.33	16,156.33	16,156.33	16,156.33
Energía		31,847.10	33,439.46	35,111.43	80,476.05
Químicos Tratamiento		446.22	457.38	468.81	713.36
Costo de mantenimiento		5,597.87	5,612.35	5,627.55	6,039.99
Depreciación equipos de bombeo Pozo (0-10 años)		3118.44	3118.44	3118.44	
Depreciación equipos de bombeo Pozo (11-20 años)					3118.44
Amortización inversión diferida		6,075.00	6,075.00	6,075.00	6,075.00
Utilidad antes de impuesto (IR)		81,939.75	84,338.98	86,426.37	123,639.54
IR (30%) Como es una Empresa del Estado esta excenta de IR		0	0	0	0
Utilidad despues de impuesto (IR)		81,939.75	84,338.98	86,426.37	123,639.54
Depreciación equipos de bombeo Pozos (0-10 años)		3,118.44	3,118.44	3,118.44	
Amortización inversión diferida		6,075.00	6,075.00	6,075.00	6,075.00
Valor de rescate terrenos					6,000.00
Inversión	970,574.77				
Medidas de Gestion de Riesgo (MMR)- Etapa Inicial	79,998.48				
Flujo neto de efectivo (FNE)	(1050,573.25)	91,133.18	93,532.42	95,619.81	138,832.98
Valor actual Neto (VAN)	-				
Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	8.00%				

Fuente: Elaboración propia.

Se ha identificado en la tabla de salida que con una reducción promedio del 2% en los beneficios totales a lo largo del horizonte del proyecto y manteniendo los mismos costos operativos y administrativos, resulta en una VANE igual a cero con una tasa social de descuento esperada del 8%, por lo que los beneficios totales mayores a este 2%, logrará generar saldos positivos en la inversión.

6. Conclusiones del análisis económico.

Se estimaron los beneficios sociales generados por el proyecto (liberación de recurso y ahorro por aumento de consumo) para determinar los flujos de efectivo con costos a precios sociales (precios corregidos por los factores de conversión), concluyendo que el proyecto presenta saldos positivos.

Con estos datos se realizó el cálculo de los flujos de efectivos netos anualizados estimándose saldos negativos, por consiguiente, los indicadores resultantes se expresan a continuación: VANE (U\$ 31,558.57), TIRE (8.37%), TIRME (8.16%), Índice B/C (1.03) reflejando la prefactibilidad económica de su ejecución.

En el análisis de sensibilidad, se tomaron las variables más representativas (energía y tarifa) que inciden en el proyecto, concluyendo la necesidad de revisar en el año 16 del proyecto, posibles ajustes tarifarios para garantizar la sostenibilidad económica del proyecto.

Basado en los análisis financieros, económico-sociales y de sensibilidad, el proyecto “Construcción de Sistema de Agua Potable del municipio de Achuapa” puede continuar con los estudios y diseños finales a profundidad para determinar su factibilidad, y de esta manera ser considerado en un Plan Nacional de Inversión Pública.

E. Análisis Ambiental

El proyecto Construcción del sistema de agua potable se enmarca dentro del Decreto 20-2017 Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales, en su artículo 16, categoría Ambiental IIIA, numeral 34 que cita: Obras de abastecimiento de aguas potable. Por lo tanto, se debe cumplir con el artículo 27: Procedimientos administrativos para los proyectos categoría III A, para la obtención de la correspondiente Autorización Ambiental.

Asimismo, se utilizarán la guía para la elaboración del Programa de Gestión Ambiental (PGA) contemplada en el anexo 5 del Decreto 20-2017 con el objetivo de presentar el documento ajustado a lo indicado por nuestra legislación ambiental vigente. Este PGA mejorara el desempeño ambiental del proyecto con acciones que permitan enfrentar eficientemente los impactos ambientales que se generen durante todas las etapas del proyecto.

1. Incidencia ambiental del proyecto

El municipio de Achuapa presenta una extensión territorial es de 416.24 km², limitando al norte con el municipio de San Juan de Limay, del departamento de Estelí, al sur con El Sauce, del departamento de León, al este con Estelí y al oeste con Villanueva, municipio del departamento de Chinandega.

Los principales ríos del municipio son: El Coyolar, Río Chiquito, que juntos conforman el río Achuapita. Se destaca un valle donde se asienta la zona urbana y la zona montañosa con predominancia de áreas dedicadas al pastoreo, un área de bosques secos tropicales y la presencia de bosques de coníferas. El clima es del tipo Sub-tropical seco, presentando un promedio anual de precipitación de 1,400 a 1,800 mm, con una distribución regular principalmente en los meses de mayo a noviembre.

A consecuencias del cambio climático y estando inmerso este municipio dentro del corredor seco, sus fuentes de abastecimiento de agua han reducido los niveles de producción. Los pozos que brindan el servicio de agua potable son: El Tamagás, Coyolar 2 y 4, los cuales no logra dotar la demanda de la cabecera municipal, razones por las cuales estas familias son afectadas en el suministro del vital líquido.

El tipo de suelo que predomina en el municipio de Achuapa es moderadamente profundo a superficiales, bien drenados con una textura franca arcillosa con abundante piedra en su perfil y superficie. El uso actual del suelo es para las actividades agrícolas, ganadero y para uso forestal.

La vegetación del municipio se encuentra ubicada en bosques medianos/altos subcaducifolio/perennifolios de zonas semi-húmedas. Existen áreas potencialmente sujetas a protección principalmente en torno a fuentes de agua importantes como Río Chiquito.

La fauna en la zona en general es de regular cantidad, el gobierno local no posee un inventario de la fauna, lo que limita el conocimiento de su presencia y la determinación de la magnitud de su abundancia. Siendo un municipio donde las áreas no intervenidas son mínimas, es lógico esperar una población escasa de la fauna por la presencia del hombre.

Con relación a los recursos hídricos, las aguas superficiales se drenan por medio de las principales micro cuencas hidrográficas del área: la del Río Coyolar, Río Chiquito y Río Grande las cuales desembocan en la cuenca principal del Río Estero Real. Los niveles de agua subterránea en el municipio de Achuapa varían entre los 4 y los 10 m. En cuanto a la disponibilidad de reservas de agua subterránea el municipio no cuenta con grandes cantidades sin embargo existen

manantiales y quebradas las cuales pueden ser aprovechadas para agua potable y riego a muy pequeña escala.

La calidad del ambiental en la zona, se ha identificado como fuentes de contaminación ambiental tales como quemas agrícolas, el humo producido por las fábricas de ladrillos, lavado de vehículos y baño de animales en los ríos, el basurero municipal y los subproductos del destace de reses y cerdos que no se realizan en un lugar definido, sino en los patios de las viviendas de los destazadores.

Así mismo son susceptibles de contaminación las fuentes de agua, por efecto de la poca práctica de medidas de higiene y salud por la población al realizar acciones inadecuadas, que facilitan la diseminación de agentes diarreicos como: *Vibrión cholerae*, parásitos diversos, a través del no uso de letrinas o su mala ubicación cerca o en sitios superiores al nivel de las aguas y recientemente los agentes causantes de leptospirosis, adjudicados a la creciente plaga de roedores que se ve fácilmente diseminados por las escorrentías producidas durante la época lluviosa.

2. Identificación, análisis y valoración de impactos ambientales

Para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales, se considera lo establecido en la Ley N° 217 “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales con sus reformas incorporadas” y el Decreto 20-2017 “Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los recursos Naturales”.

A continuación, se presenta el esquema de procedimiento realizado para la identificación, análisis y valoración de los impactos:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

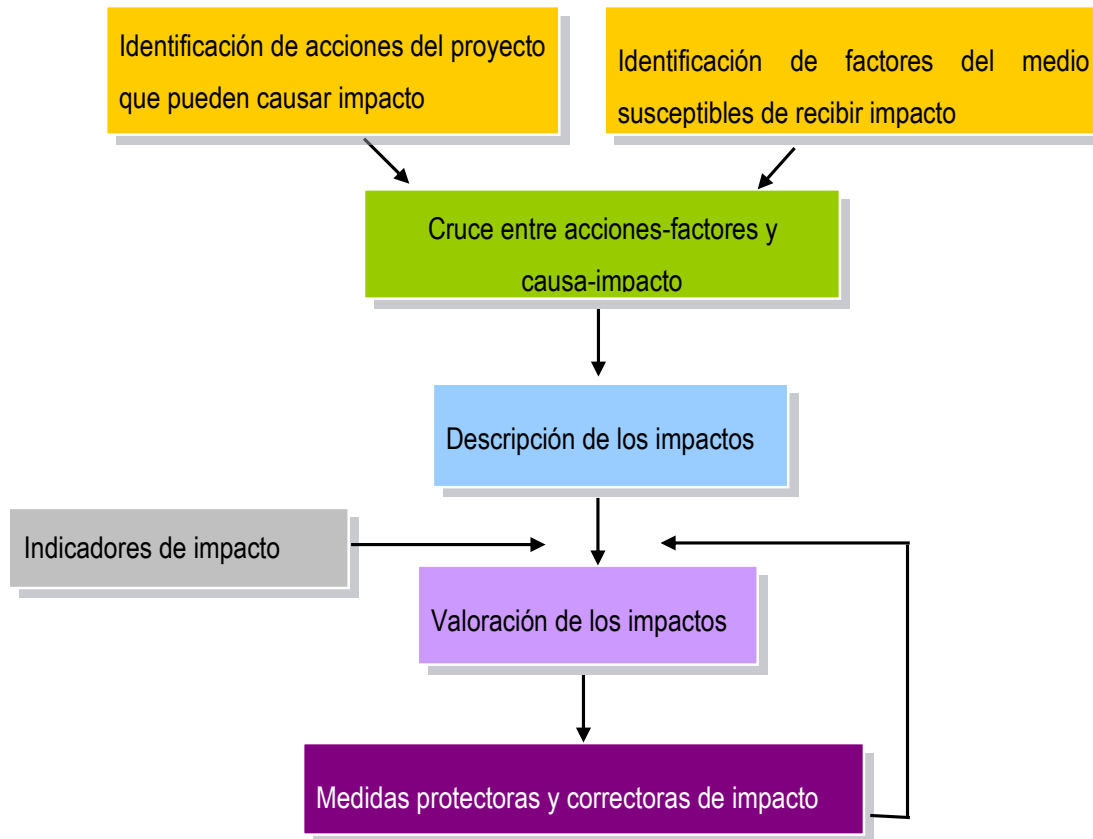


Ilustración 18: Esquema de identificación y valoración de impactos

Las principales acciones del proyecto potencialmente causantes de impacto por etapas:

Etapas de construcción:

1. Apertura de accesos temporales.
2. Ocupación del territorio.
3. Tránsito de maquinaria pesada y vehículos.
4. Movimientos de tierras.
5. Colocación de tuberías, equipos e instalaciones.
6. Instalaciones de obras temporales.
7. Generación de vertidos y residuos.

Etapas de operación:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Servicio de abastecimiento de agua potable a la población del municipio de Achuapa.

Captación de agua de los pozos.

Operación de casetas de control.

Trabajos de mantenimiento.

Monitoreo y supervisión del servicio

Generación de vertidos y residuos.

Factores de los medios potencialmente afectados y posibles impactos.

Una vez identificadas las acciones que se desarrollaran en cada etapa del proyecto, se presentan los factores a ser analizados por posibles impactos negativos:

1. **Atmósfera:** Esta será posiblemente afectada por la modificación de las cualidades del aire, considerando la formación de polvo, la alteración del nivel de ruido base y las emisiones de gases contaminantes por la maquinaria y equipos de construcción. Los focos principales de emisión de polvo se generan como consecuencia de la apertura de accesos temporales, la realización de desbroces, el tránsito de la maquinaria especialmente en los desplazamientos en vías sin asfaltar, los trabajos de excavación de las zanjas para la colocación de las tuberías de conducción y distribución y los movimientos de tierras de las áreas de los pozos, casetas y tanque de almacenamiento. Asimismo, se debe considerar que los suelos son limos y arcillas (susceptibles de generar polvo).

2. **Geología:** Alteración de la geomorfología del área de incidencia del proyecto con la instalación de las tuberías de conducción y distribución del agua potable, construcción de tanque y facilidades. Esta modificación a la geomorfología va en dependencia de los volúmenes de movimiento de tierra que se realicen, de los cortes y rellenos para la construcción de los pozos, casetas de control y el tanque de almacenamiento.

3. Suelos: Pérdida de suelo por erosión por las actividades de movimiento de tierras para cada uno de los componentes a construir e instalar, deslizamientos en las áreas con grandes pendientes y suelos poco compactos, impermeabilización del suelo por la construcción de los componentes y facilidades del proyecto. Asimismo, se debe considerar que actualmente por las condiciones naturales (zona seca y suelos arcillosos) existe un grado de erosión bastante moderado, por lo que este problema será agravado por el transporte de la maquinaria de construcción, las excavaciones para las instalaciones de las tuberías de conducción y distribución, sin embargo, este impacto será temporal debido a que solo se realizará en la etapa de construcción y será puntual la impermeabilización (en las áreas de construcción).

4. Hidrogeología: Modificación de la dinámica y disponibilidad de los acuíferos confinados, alteración de la calidad del agua subterránea. Debido a que la fuente de abastecimiento se realizara mediante pozos perforados, se debe considerar la disponibilidad de los acuíferos con la dinámica del balance hídrico natural en la etapa de operación, asimismo la calidad puede verse afectada por el ingreso de sedimento o lixiviación que pueda ingresar por el pozo, alterando la calidad del agua subterránea.

5. Vegetación y usos del suelo: pérdida de cobertura vegetal especialmente en las áreas donde se realizarán las excavaciones para la instalación de las tuberías y cambio en los usos del suelo en las áreas donde se establecerán las casetas de control para los pozos.

A continuación, se presenta la matriz causa-efecto de los impactos negativos con relación a las actividades en las etapas de construcción y operación asociadas a cada factor ambiental afectado por estas actividades:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 37: Matriz Causa-efecto

PGA CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE ACHUAPA																			
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS																			
M001																			
ETAPAS: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN																			
ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO																			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO																	
		Actividades preliminares	Apertura de accesos temporales	Ocupación del territorio	3. Tránsito de maquinaria pesada y vehículos	Excavación	Relleno y Compactación	Instalación de tubería, equipos e instalaciones	Instalación de obras temporales	Construcción de Obras Civiles	Construcción base de tanque de Almacenamiento	Conexiones Domiciliares (Incluye Medidores)	Instalación de Tanque	Servicio de abastecimiento de agua potable	Captación de agua de los pozos	Operación de casetas de control	Trabajos de mantenimiento	Monitoreo y supervisión del servicio	Generación de vertidos y residuos
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
CALIDAD DEL AIRE (GASES)	M2	X	X		X	X	X			X	X								
RUIDO AMBIENTAL	M3	X			X	X	X	X			X	X	X			X	X		
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4		X			X	X		X	X	X								
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5		X			X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
SUELO	M6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
VEGETACION	M7	X	X	X	X	X	X			X	X								
FAUNA	M8		X		X														

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la matriz causa-efecto y analizados los impactos ambientales por las actividades a ejecutar, se procede a realizar la matriz de importancia de cada uno de los impactos, resultando los siguientes valores:

Tabla 38: Matriz de importancia de impactos

PGA Sistema de Agua Potable Achuapa																						
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS																						
ETAPAS: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN																						
ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO																						
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO																	Grado de Alteración			
		Actividades preliminares	Apertura de accesos temporales	Ocupación del territorio	3. Tránsito de maquinaria pesada y vehículos	Excavación	Relleno y Compactación	Instalación de tubería, equipos e instalaciones	Instalación de obras temporales	Construcción de Obras Civiles	Construcción base de tanque de Almacenamiento	Conexiones Domiciliares (Incluye Medidores)	Instalación de Tanque	Servicio de abastecimiento de agua potable	Captación de agua de los pozos	Operación de casetas de control	Trabajos de mantenimiento	Monitoreo y supervisión del servicio		Generación de vertidos y residuos	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18			
CALIDAD DEL AIRE	M2	16	26		29	27	27			25	28	25	25		29	29				236	1800	13
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	16			29	27	27	28		25	28	25	25							317	1900	17
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4		26		27	27			25	25	28									187	1600	12
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5		26		27	27	28	25	25	28	25			29	29		29	29	29	385	1500	26
SUELO	M6	16	26	29	29	27	28	25	25	25	25	25	25							336	1800	19
VEGETACION	M7	16	26	29	29	27	27			28	25									207	1600	13
FAUNA	M8		26		29															55	1700	3
Valor Medio de Importancia																				27		
Dispersión Típica																				3		
Rango de Discriminación		25																				
Valor de la Alteración		80	25									175								4576		
Máximo Valor de Alteración		500	312									700									22200	
Grado de Alteración		16	8									25										21

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Interpretación de la matriz de importancia: En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los impactos ambientales negativos identificados durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Tabla 39: Ponderación de impactos Ambientales Negativos

ETAPAS /CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS			TOTAL
	CRITICO	MODERADO	IRRELEVANTE	
No.	0	56	4	60
%	0%	93%	7%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Los impactos ambientales negativos identificados en la condición moderada del proyecto corresponden a un total de 56 equivalentes al 93% de un total del 100%. Estas acciones impactantes tendrán de alguna manera un efecto moderado sobre los factores ambientales como; Calidad del aire, ruido, geología, Hidrogeología, Suelo, Vegetación y Fauna.

En relación con los impactos ambientales negativos irrelevantes que únicamente se manifiestan en las acciones impactantes preliminares, sobre los factores ambientales identificados podemos decir que únicamente son un total de 4 equivalentes al 7%, lo que representan daños a los factores ambientales como; Calidad del aire, ruido, geología, Hidrogeología, Suelo, Vegetación y Fauna.

En el siguiente grafico se presenta de manera general los porcentajes de los impactos ambientales negativos identificados en el proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS -ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN-

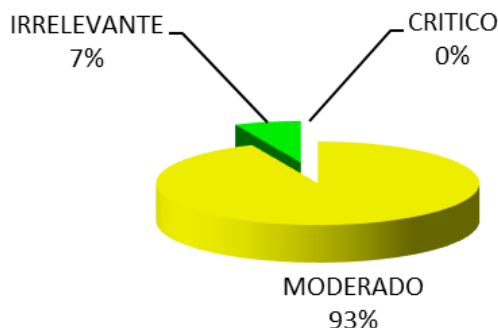


Ilustración 19: Impactos ambientales negativos

3. Análisis de Riesgo a Desastres.

a. Identificación de Amenazas en el municipio de Achuapa.

El análisis de amenazas es parte del diagnóstico del área de influencia. Se incluye la identificación de amenazas (de tipo natural –geofísico, hidrológico, meteorológico, incluidas como amenazas las provocadas o intensificadas por la variabilidad climática y antropogénico) que podrían potencialmente causar daño a la capacidad de producción de bienes y servicios de la iniciativa de abastecimiento de agua potable.

Las estrategias ante estos fenómenos, especialmente aquellas orientadas a la información de la población y su entrenamiento, es responsabilidad de las autoridades en coordinación con aquellas instituciones o entidades que plantean infraestructuras en una determinada población. En la gestión de riesgos, los equipos de respuesta deben tener presente la importancia de compartir un lenguaje en común que facilite la comprensión mutua y contribuya a hacer más eficiente el trabajo entre los distintos actores antes, durante y después de una emergencia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

A continuación, se identifican, describen, analizan y evalúan las amenazas y vulnerabilidades del proyecto para las etapas de construcción y operación. Para este análisis se valoran las amenazas asignándole un valor numérico cuantitativo, dispuesto en orden ascendente (1-5) que se sustenta en la importancia y por tanto en las afectaciones que éstas podrían provocar a la vida y a los componentes urbanos, estimadas como: baja, moderada, media, alta y extrema.

Con base en la información de Amenazas Naturales de Nicaragua del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), donde se identifican los posibles riesgos naturales para el proyecto, así como los riesgos antrópicos. Estos riesgos son: Sísmico, deslizamientos, inundación, Huracanes, Volcánico, peligros de incendio y/o explosión.

PONDERACIÓN DEL FACTOR DE FRECUENCIA			PONDERACIÓN DEL FACTOR DE INTENSIDAD		
OCURRENCIA DE LA AMENAZA	EXPLICACIÓN	VALORACIÓN	AFECTACIÓN POR AMENAZA	EXPLICACIÓN	VALORACIÓN
Corto plazo	El evento se presenta 2 o más veces al año.	5	Alta (catastrófica)	Generación de muchas muertes, grandes pérdidas económicas y/o ambientales con efectos secundarios.	5
	El evento se presenta 1 vez cada año.	4		Generación de muchos lesionados y/o gran cantidad de heridos, así como fuertes pérdidas económicas y/o daños al ambiente.	4
Mediano plazo	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 3 años.	3	Media (seria)	Generación de algunos heridos, pérdidas y daños económicos y ambientales considerables.	3
	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 7 años.	2		Lesiones personales de no mucha gravedad, algunas pérdidas y daños en la economía y el ambiente.	2
Largo plazo	El evento se presentó hace más de 20 años.	1	Baja (leve)	Lesiones leves, pérdidas económicas de baja consideración y daños al ambiente no significativos.	1

Fuente: SIGOPAR, Dirección de Gestión del Riesgo 2010

Tabla 40: Ponderaciones para valoración cuantitativa

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se valoró en cada tipo de amenaza para el proyecto y se identificó cuales amenazas son las que aplican y son las significativas dentro del área de influencia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 41: Identificación de amenazas		
Tipo de amenazas	Amenazas	Amenazas que afectan el proyecto
Naturales	Terremotos	X
	Tsunamis	N/A
	Erupción volcánica	X
	Deslizamientos	X
	Hundimientos	N/A
	Inundaciones	X
	Sequías	X
	Huracanes	X
	Olas de calor	X
	Desertificación	N/A
	Sedimentación	X
	Otra	N/A
Socio-naturales	Incendios forestales	X
	Erosión	X
	Deforestación	X
	Agotamiento de acuíferos	X
	Otra	N/A
Antropogénicas	Derrames de hidrocarburos	X
	Contaminación	X
	Epidemias	N/A
	Plagas	N/A
	Delincuencia	N/A
	Conflictos sociales	N/A
	Accidentes	X
	Otro(Obras de Drenaje provisional de las aguas pluviales)	X

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Una vez identificados las amenazas, se le asigna un valor dependiendo a los criterios establecidos y aplicables al área de influencia del proyecto.

b. Probabilidad de ocurrencia de la amenaza.

- Probabilidad de afectación por Huracanes o vientos fuertes que afecten al municipio de Achuapa.
- Probabilidad de afectación por intensas lluvias que ocasionan inundaciones y derrumbes que afecten al municipio de Achuapa.
- Probabilidad de afectación por amenazas sísmicas y volcánicas que afectan al municipio de Achuapa.

c. Evaluación de las amenazas

Las estructuras a construir o equipos a instalar en el sitio proyecto, así como las edificaciones circundantes, están expuestas a las amenazas naturales tanto en la etapa construcción y operación del proyecto, por lo que el presente análisis de riesgo se realizó en base a información de Amenazas Naturales de Nicaragua del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), donde se identifican los posibles riesgos naturales para el proyecto, así como los riesgos antrópicos. Estos riesgos son: Sísmico, deslizamientos, inundación, Huracanes, Volcánico, Contaminación por derrames de Aceites o Combustibles y peligros de incendio y/o explosión.

La clasificación de INETER para el nivel de Amenaza, es la siguiente: (10) Muy severo, (7 – 9) Severo, (4 – 6) Moderado y (1 – 3) Débil. De acuerdo a la clasificación de INETER el sitio del proyecto presenta tres amenazas severas (Sísmica, Volcánica y Sequía), y una amenaza moderada (Huracanes).

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Tabla 42: Amenazas Naturales dentro del Área del Proyecto		
Tipo de Amenaza	Nivel de Amenaza	Observaciones
Sísmica	3	Nicaragua se encuentra ubicada en el eje de la cadena volcánica, por su localización es expuesta a los efectos de la sismicidad local, con terremotos moderados de foco superficial. Además existe la amenaza de terremotos regionales por la zona de subducción.
Inundaciones	3	La ciudad de Achuapa está localizada dentro de la región del Pacífico con probabilidades de inundación severas a moderadas, producto de las altas precipitaciones por fenómenos regionales como la Niña. Los meses propensos a altas precipitaciones son: Junio, Julio, Septiembre, Octubre.
Huracanes	3	Por la posición geográfica que ocupa el municipio de Achuapa la trayectoria de vórtices ciclónicos que han afectado a Nicaragua, las probabilidades de Huracán son moderadas, pero se pueden presentarse depresiones tropicales con cierto grado de frecuencia. En los últimos 33 años ha sido afectada por dos fenómenos que iniciaron como huracanes en el Mar Caribe y se convirtieron en depresiones tropicales al ingresar al territorio nacional (Irene, 1971, Joan, 1988, Micht 1998).

Fuente: Elaboración propia.

Sumada a la metodología establecida por INETER para la valoración de las amenazas naturales, ha sido aplicada una metodología cuya escala de valores va desde la cantidad de 1 hasta 5, siendo el mayor valor representado por 5 cuando

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

la ocurrencia del evento natural es inminente en un período de ocurrencia de al menos una vez por año y el valor de 1 es dado cuando la ocurrencia es de carácter improbable de una vez cada 1,000 años. (**Fuente Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en Función de las Amenazas Naturales**).

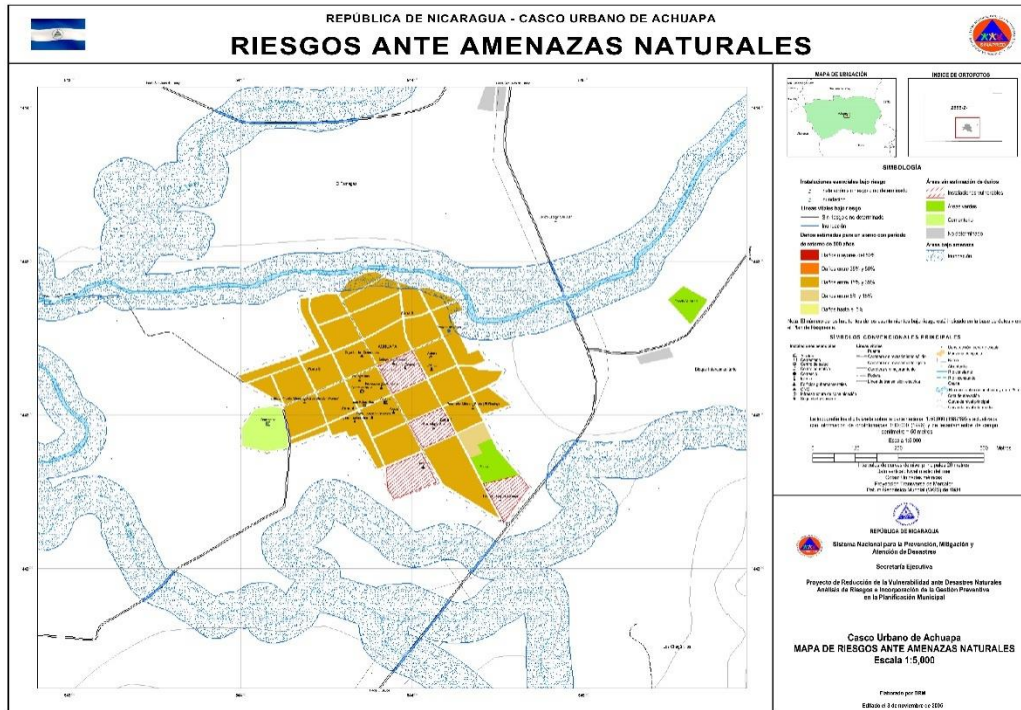


Ilustración 20: Mapa de riesgo, municipio de Achuapa

Considerando el mapa de Riesgo ante Amenazas para el centro urbano del municipio de Achuapa y conforme al Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en Función de las Amenazas Naturales, se describen las valoraciones de cada una de las amenazas identificadas:

- Sismos:** Valoración de 1 debido a que no existen fallas sísmicas que pudieran ocasionar daños al proyecto y los riesgos sísmicos en el municipio están ligados a la vulnerabilidad de las construcciones, rurales y también urbanas, que utilizan frecuentemente materiales tradicionales sin tecnologías sismo-resistentes y no cumplen los requisitos del código de la construcción. FUENTE



(Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en Función de las Amenazas Naturales)

- b. **Inundaciones:** Valoración 2 porque esta amenaza natural es una de las que perturban el desarrollo del municipio ya que son provocadas por el desborde de los ríos y quebradas que existen dentro de área como son los ríos Coyolar y Chiquito, sin embargo, por encontrarse en la zona seca del país, las precipitaciones son mínimas.
- c. **Huracanes:** Valoración de 1 debido a que se esperan lluvias intermitentes y con poco torrenciales por estar dentro del corredor seco del país, cuyo impacto calculado sea mínimo en el área de influencia del proyecto ya que no todos los componentes son superficiales.
- d. **Deslizamientos:** Valoración de 1 debido a que las pendientes de los taludes naturales son menores del 30%, el tipo de suelo es arcilloso lo que se considera inestable (problemas de expansión y contracción conforme a la humedad), sin embargo, no existen acciones sobre éste que favorezcan los deslizamientos, asimismo el tipo de suelo presenta un riesgo mínimo para el área de influencia del proyecto.
- e. **Erupciones Volcánicas:** Valoración de 2 debido a que la amenaza volcánica con relación a la distancia de los principales centros activos, hace que el único fenómeno con posibilidades de afectar al municipio sea por la caída de cenizas sin embargo pueden ser recurrentes, descartándose la afectación por flujos de lava o piroclásticos, por lo que el riesgo ante esta amenaza es poco.
- f. **Accidentes Tecnológicos:** Valoración de 1 ya que existe baja concentración de industrias y actividades cuyos procesos productivos o de servicios son muy peligrosos. Por lo que se considera un mínimo riesgo para los componentes del proyecto.
- g. **Incendios:** Valoración de 1 debido a que no existen concentraciones de actividades con Peligro de Incendio, en zonas de alta densidad habitacional y comercial. Asimismo, en las áreas de cultivos, las prácticas para la preparación y limpieza de las tierras durante la estación seca no se aplica las quemas

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

agrícolas por lo tanto los riesgos ante esta amenaza son mínimos para los componentes del proyecto.

Posteriormente se utilizó el Sistema de Gestión de Riesgo, software utilizado por nuestras autoridades en materia de riesgo, por ser una herramienta que permite analizar los datos de las amenazas conforme a los valores asignados, generando un informe de riesgo por Zonas Geográficas, específicamente en el centro urbano del municipio de Achuapa.


SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO
 Informe de Riesgos por Zonas Geográficas
 

ID de la Zona:	ZGCRB	Límite Norte:	San Juan de Limay
Nombre de la Zona:	CUIDAD DE ACHUAPA	Límite Sur:	El Sauce
Número de Habitantes:	13797	Límite Este:	Exel
Extensión en Kms2:	416.24	Límite Oeste:	Villanueva

VULNERABILIDADES	VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN	VALOR
Calidad de la Construcción:	3	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:	0
Redes Técnicas:	5	Coordinación Institucional:	25
Estado Técnico de Edificios de Salud:	3	Recursos Humanos del Sector Salud:	25
Red Vial:	1	Recursos Materiales:	0
Morfología Urbana:	1	Planes de Emergencia Hospitalarios:	25
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:	25
Tratamiento de Desechos:	5	Preparación Institucional:	25
Densidad de Edificaciones:	1	Instrucción de la Población para la Catástrofe:	25
Compatibilidad de Usos de Suelos:	1		
Emplazamiento:	3		
Densidad de Población:	1		
Ingreso Económico:	3	AMENAZAS	VALOR
PEA:	5	Sismos:	1
Marco Legal:	3	Inundaciones:	2
Conductas Locales:	3	Huracanes:	1
Seguridad Ciudadana:	3	Tsunamis:	1
Participación Ciudadana:	1	Deslizamientos:	1
Vicios de Construcción:	3	Volcanes:	2
Estructura Etárea de la Población:	5	Accidentes Tecnológicos:	1
Morbilidad:	5	Incendios:	1
Mortalidad:	5	Amenaza Combinada	10
Analfabetismo:	1	Vulnerabilidad Combinada	70
Escolaridad:	1	Menos Factores de Reducción	150
Movimientos Pendulares:	3	Igual Vulnerabilidad Corregid	-80

RIESGO	VALOR	CRITERIO	RIESGO	VALOR	CRITERIO
Riesgo Sísmico:	-80	BAJO	Riesgo por Deslizamientos:	-80	BAJO
Riesgo por Inundaciones:	-180	BAJO	Riesgo Volcánico:	-180	BAJO
Riesgo por Huracanes:	-80	BAJO	Riesgo por Accidentes Tecnológ:	-80	BAJO
Riesgo por Tsunamis:	-80	BAJO	Riesgo por Incendios:	-80	BAJO
Riesgo por Amenaza Combinada:	-100	BAJO			

Ilustración 21: Informe de modelación SIGER

Como podemos observar, el riesgo por amenazas combinadas, es decir analizando las multi-amenazas que se pudieran causar, el riesgo es bajo. Sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para gestionar algunos riesgos con puntajes mayores a 1.

d. Evaluación del riesgo

Como parte del modelo de gestión de riesgo, el SIGER nos permitió obtener la valoración del riesgo para la zona geográfica del municipio de Achuapa y determinar el estado del sitio en que se desarrollara el proyecto de construcción del sistema de agua potable, obteniéndose valores de riesgo por amenaza combinada de -100 considerándose de impacto Bajo en los tipos de riesgo identificados como; (sísmico, inundaciones, deslizamiento, huracanes, volcánico, accidentes tecnológicos, incendios), este tipo de modelo nos permitirá la toma de decisiones durante las etapas de planificación análisis y diseño de las obras.

En base al análisis hecho en los acápites anteriores, y tomando en cuenta los escenarios de ocurrencia de la amenaza identificados, cuantificamos (en términos monetarios) el daño y las pérdidas potenciales por el evento de desastre.

Por lo antes indicado, se propondrá un “Plan de medidas preventivas” o de respuesta ante riesgos se detallan los tipos de riesgos y se definen las acciones que se deben realizarse para prevenir los efectos adversos.

4. Plan de Medidas Ambientales

Tabla 43: Medidas de prevención y mitigación de impactos negativos.

ENUMERACION DE LAS MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA
1	Construcción	Reducción del volumen de residuos y Gestión de residuos	Contaminación del suelo	ENACAL
			Modificación calidad agua superficial	
			Modificación calidad agua subterránea	
2	Construcción	Acondicionamiento de parqueo de maquinaria, puntos de depósitos de almacenamiento de residuos	Contaminación del suelo y del agua	ENACAL
3	Construcción	Planes de acceso y construcciones de la obra	Modificación de la geomorfología	ENACAL
			Pérdida de suelo por erosión	
			Cambio de uso de suelo	
4	Construcción	Riego de caminos	Formación de polvo	ENACAL
			Afección a la vegetación colindante	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ENUMERACION DE LAS MEDIDAS	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO A CORREGIR SOBRE UN FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO QUE SE PRETENDE MITIGAR	RESPONSABLE DE LA GESTION DE LA MEDIDA
5	Construcción	Control de emisiones y ruido por los vehículos.	Emisión de gases contaminantes y alteración del nivel de ruido base	ENACAL
6	Operación	Seguimiento de la calidad del agua superficial incluido período de prueba	Modificación calidad del agua superficial	ENACAL
7	Construcción	Seguimiento calidad atmosférica	Formación de polvo Emisión de gases contaminantes Modificación del nivel de ruido base	ENACAL
8	Construcción	Control higiene y seguridad industrial	Generación de empleo	ENACAL

Tabla 44: Medidas preventivas y de mitigación para reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

ETAPA DEL PROYECTO	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN	VULNERABILIDAD QUE SE PRETENDE PREVENIR O MITIGAR	RESPONSABLE DE LA GESTIÓN DE LA MEDIDA
Construcción	Contención y protección ante las inundaciones	Construcción del muro perimetral de contención ante inundación en los pozos.	Inundación	ENACAL
Construcción	Evitar inundación por altura de agua	Construcción de terraza para el emplazamiento del proyecto	Inundación	ENACAL
Operación	Adiestramiento y preparación ante desastres naturales	Capacitación del personal en Higiene y Seguridad	Reducción de pérdidas económicas y humanas	ENACAL
Construcción	Riesgo laboral	Colocación de señales de higiene y seguridad, prevención en la etapa de	Accidentes laborales	ENACAL

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ETAPA DEL PROYECTO	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN	VULNERABILIDAD QUE SE PRETENDE PREVENIR O MITIGAR	RESPONSABLE DE LA GESTIÓN DE LA MEDIDA
		construcción		
Operación	Riesgo laboral	Colocación de señalización en etapa de operación en todo el proyecto	Accidentes laborales	ENACAL
Construcción y Operación	Riesgo laboral Afectación a los trabajadores	Instalación de extintores de incendios, Gabinetes Contra Incendio, Hidrantes contra incendios y mangueras botiquines.	Accidentes laborales Incendios	ENACAL
Construcción	Prevención de riesgos laborales	Asignación de equipo de protección personal a trabajadores y visitantes en la	Accidentes	ENACAL

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ETAPA DEL PROYECTO	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN	VULNERABILIDAD QUE SE PRETENDE PREVENIR O MITIGAR	RESPONSABLE DE LA GESTIÓN DE LA MEDIDA
		etapa de construcción y cierre		
Zanqueo (Construcción)	Destrucción de las capas del suelo	Cierre de zanjas	Erosión hídrica	ENACAL
Operación	Contaminación del suelo, aire, aguas Subterráneas	Operación y mantenimiento de la red de agua, potable, pluvial y residual.	Proyección de Enfermedades, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del suelo.	ENACAL

Fuente: Elaboración propia.

5. Plan de Contingencia

a. Objetivos y alcances del Plan de Contingencia

El Plan de Contingencia tiene como objetivos prevenir, enfrentar y controlar eventos naturales o antropogénicos que puedan producir daños, accidentes y eventos no esperados que puedan genera impactos significativos.

Los accidentes pueden generar impactos que deben ser estimados con la mayor precisión que sea posible y considerar los riesgos identificados y los mecanismos para identificar nuevas amenazas y situaciones de riesgo.

El objetivo principal del plan de contingencia, es por tanto proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante las posibles eventualidades e inconvenientes que puedan obstaculizar las actividades del proyecto, brindando información necesaria y formas de actuación ante la una emergencia; ya que el desconocimiento de la misma es, en ocasiones, la causa del incremento del número de muertos y mayores destrucciones de la comunidad.

Para lograrlo es necesario un programa de prevención y atención de contingencias, del cual participen todos los actores relacionados con el proyecto, con el fin de proteger la salud y vida humana, los recursos naturales y los bienes del proyecto, así como para evitar retrasos y costos adicionales.

Por otra parte, uno de los mayores problemas enfrentados para atender la emergencia lo constituyen los escasos recursos y la dificultad para llegar a las áreas que quedan aisladas como consecuencia del mal estado de las carreteras.

En cuanto al alcance, de algunas eventualidades se puede ejercer dominio en su prevención, como el caso de posibles incendios, rupturas y escapes de agua, etc.; en cambio, existe otra categoría en la que no se ejerce control, como es el caso de las procedentes de fenómenos de índole natural, como huracanes y sismos.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Aunque no se pueda ejercer control, debe haber acciones o planes de contingencia que especifiquen como actuar frente a estos fenómenos.

b. Organización operativa

Para la correcta y eficiente implementación del Plan de Contingencia se deberá al menos realizar las siguientes acciones:

- Identificar posibles amenazas durante la ejecución, y definir contingencias apropiadas para cada eventualidad.
- Identificar áreas vulnerables que puedan requerir acción prioritaria en caso de emergencia.
- Identificar los sitios de posibles refugios o zonas seguras.
- Definir medidas de seguridad para evitar la ocurrencia de contingencias.
- Definir una estructura organizacional del personal que estará involucrado en una respuesta a emergencia.
- Capacitar al personal con entrenamiento práctico en las medidas de actuación ante situaciones de emergencia.
- Contar con equipo de primeros auxilios y personal capacitado para brindarlo.
- Establecer claros canales de comunicación con los ejecutores del proyecto.
- Localizar de forma clara y permanente el equipo requerido para responder a las contingencias.
- Tener en un lugar visible los números telefónicos de emergencia.

c. Medidas generales de actuación ante cualquier emergencia

ENACAL en conjunto con Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, establecerá un Plan de Actuación frente a cualquier riesgo o evento que se pueda producir, durante la etapa de construcción e instalación de los equipos del proyecto, durante la etapa operación y mantenimiento del proyecto. Designará un operador (Coordinador de Emergencias) que deberá:

- a. Al recibir aviso de una emergencia, procederá inmediatamente a su evaluación y constatar el nivel de emergencia informado.

- b. Determinará qué medidas será necesario aplicar para su solución, notificándolo a los grupos de repuesta correspondientes.
- c. En el caso de ser necesario, y conforme a la magnitud del evento, podrá ordenar la evacuación de la instalación o del área necesaria para garantizar la seguridad de las personas e iniciará los procedimientos respectivos para su debida realización.
- d. Notificará las medidas tomadas al responsable de Gestión de Emergencias de ENACAL, quien a su vez notificarán a las Instituciones y dependencias correspondientes.
- e. Consultará los procedimientos de respuesta ante la emergencia sucedida a fin de verificarlas, aplicarlas y registrar la información descriptiva del suceso.
- f. Restringirá el acceso al área del evento o interrumpirá los trabajos.
- g. En el caso de accidentes que resultaran en la interrupción del abastecimiento de agua potable, las cuadrillas de emergencias serán avisadas para que actúen y con el equipo idóneo solucionar el desperfecto. Las comunicaciones se deben realizar preferiblemente por radio transmisores portátiles.
- h. Finalmente se valorará o evaluará la efectividad de las medidas aplicadas, cumplimiento de sus objetivos, etc... para posibilitar la mejora de los sistemas de gestión de emergencias y del Plan de Contingencia.

d. Plan general de acción

Para establecer el plan general de acción, es necesario definir los posibles riesgos que se localizan en la zona de influencia:

Para la zona se han determinado como posibles riesgos las inundaciones, huracanes, sismos y riesgos antropogénicos (relacionados con el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y salud). Estos riesgos pueden acontecer en todas las etapas del proyecto; mientras que en la etapa de operación y mantenimiento se sumarán los riesgos por roturas y escapes de agua.

e. Medidas mínimas de seguridad y salud

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Como se ha indicado, la etapa de construcción conlleva una complejidad de actividades, que involucra a personas, equipos que laborarán en la construcción y montaje de equipos.

Se entiende por riesgo laboral, la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Los planes de seguridad se diseñan para establecer un adecuado nivel de protección a la salud de los colaboradores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Riesgos asociados a los trabajos:

- Caídas de personas desde altura
- Caída de objetos
- Accidentes eléctricos
- Derrumbes de las paredes de una excavación
- Carga de objetos pesados
- Accidentes con herramientas automáticas
- Esfuerzo físico
- Partículas
- Cortaduras (filosas y lacerantes)
- Condiciones climático-ambientales (insolación, rayos, etc.)

Durante la etapa de construcción, el Contratista deberá garantizar la seguridad de sus trabajadores y aplicar las medidas necesarias para conseguirlo, por lo que a fin de prevenir o disminuir riesgos, deberá contar con una persona encargada de la seguridad laboral para dar las instrucciones previas sobre seguridad, y mantener el control y vigilancia respectiva para su cumplimiento. Debe ser incluido como cláusula de obligatorio cumplimiento del Contrato estas obligaciones del Contratista. Asimismo, deberá ser supervisado por ENACAL el cumplimiento respectivo, mediante la el Supervisor Ambiental de la Unidad de Ejecución de ENACAL.

En los lugares de trabajo deberán tomarse las siguientes medidas mínimas de protección a la salud de los trabajadores:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

1. Los desechos y residuos no deben acumularse en el sitio de trabajo, se debe disponer en los rellenos o lugares estipulado para eso.
2. La iluminación del sitio de trabajo debe ser suficiente y debe estar adaptada a las necesidades del caso. La fuente de luz puede ser tanto natural como artificial.
3. Deben proveerse las instalaciones sanitarias y medios necesarios para lavarse, así como agua potable en lugares apropiados, en cantidad suficiente y calidad establecidas por las autoridades de salud.
4. Para la realización de trabajos al aire libre deberán tenerse en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia, vientos fuertes o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
5. Los sitios de trabajo deben contar con vestuarios para cambiarse de ropa al comenzar y terminar las labores.
6. Deben establecerse lugares apropiados para que los trabajadores puedan consumir sus alimentos y bebidas en los lugares de trabajo.
7. En la medida de lo posible, deben eliminarse o reducirse los ruidos y vibraciones perjudiciales a la salud de los trabajadores.
8. Se debe prohibir la introducción, venta, uso y consumo de drogas alucinógenas y bebidas alcohólicas. Igualmente, queda prohibido presentarse al trabajo en estado de ebriedad o bajo el efecto de cualquiera de dichas sustancias.
9. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas, las fuentes de luz serán distribuidas y orientadas según las necesidades del caso.

Las medidas a adoptar para prevenir, reducir y eliminar los riesgos que amenacen la seguridad de los trabajadores en los lugares de trabajo, son las siguientes:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

- El Contratista está en la obligación de dictar una charla de preingreso relacionada con seguridad e higiene industrial, a todo el personal contratado a fin de elevar el nivel de compromiso hacia el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad.
- El Contratista facilitará al trabajador la ropa y equipo individual de protección, además estará en la obligación de hacer que sus trabajadores usen en forma correcta dichos equipos e implementos de seguridad. No se permitirá iniciar sus labores en el frente de trabajo a aquellos trabajadores que no estén provistos del equipo de protección personal requerido.
- Los trabajadores deben contar con la ropa, equipo y cualquier otro medio de protección individual, que fuere necesario, para la ejecución de los trabajos en forma segura.
- El Contratista deberá mantener una cantidad adecuada de equipos de protección personal en los almacenes dentro de sus instalaciones, a fin de garantizar permanentemente la disponibilidad de dichos equipos.
- El contratista debe informar a todos los trabajadores todo lo concerniente a la protección de la maquinaria, equipo y herramientas. Deberán ser instruidos sobre los peligros que entraña la utilización de los equipos y las precauciones que deben tomar.
- Los trabajadores estarán obligados a cuidar y observar lo establecido sobre los dispositivos de protección que tenga la maquinaria.
- Se deberá contar con el equipo y la preparación necesaria para combatir un conato de incendio en las instalaciones y obras que se realicen.
- Las paredes de las excavaciones deben tener el ángulo de reposo adecuado según el tipo de terreno para evitar cualquier riesgo posible de desprendimiento.

El equipo de protección individual incluye, como mínimo, pero sin limitarse a ello, lo siguiente:

- Centro de seguridad

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

- Botas de trabajo o de seguridad
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos
- Ropa de protección
- Gafas protectoras y protector de oídos
- Para trabajos en altura, cinturón de seguridad (cinturón de sujeción y arneses anti caída)
- Chalecos reflexivos

Durante la etapa de operación, será ENACAL el encargado de velar por la seguridad de sus trabajadores y aplicar las medidas necesarias, de acuerdo con sus protocolos internos y buenas prácticas.

f. Medidas de actuación ante sismos

Para dichas amenazas se procederá a establecer el modo de actuación del adjudicatario de las obras (contratista) y el personal encargado de coordinar y de proceder a la toma de decisiones en caso de acontecer dicha eventualidad. El personal de la obra será formado para que su actuación antes, durante y después de un sismo sea acorde con lo que se indica en este apartado.

Se consideran las medidas a aplicar antes del evento (prevención), durante el evento (reacción) y después del evento (respuesta).

El proceder se expone en la tabla siguiente:

Tabla 45: Acciones de respuesta ante Sismo

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
Desarrollar planes de emergencia que indiquen cómo actuar ante un SIMO, que incluyan la ubicación de aquellos sitios más seguros de la	Conserve la calma, no permita que el pánico se apodere de usted y tranquilice a los que están a su alrededor.	Si hay lesionados, incendios o fugas pida auxilio, en el caso de heridos procure prestarle primeros auxilios, si está en capacidad, de lo

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
casa o edificios, las salidas de emergencia.		contrario busque ayuda.
Establecer los procedimientos para realizar una evacuación segura y ordenada posterior a la ocurrencia de un temblor fuerte.	No utilice elevadores y si es posible cierre el gas, agua y electricidad.	Infórmese por radio y otros medios de los avisos que dan las autoridades.
Dar a conocer los planes de emergencia y evacuación a las personas que permanecen frecuentemente en las áreas vulnerables y hacer simulacros.	Si permanece dentro de la casa o sitio de hospedaje, diríjase a los lugares más seguros previamente seleccionados.	Si es necesario evacuar, hágalo con calma, no se vuelva por ningún motivo.
Tener personal capacitado para brindar los primeros auxilios	Aléjese de las ventanas, muebles, árboles, cables y estructuras que puedan caerse	No use fósforos ni otros aparatos eléctricos para evitar otros daños.
Identifique los lugares más seguros dentro de su vivienda o sitios de hospedaje y revise que las salidas principales y secundarias están libres	En caso de tener un mueble sólido, escritorio o mesa, agáchese y manténgase debajo	Localice fugas de agua, gas, líneas eléctricas rotas, drenajes colapsados. Si existen daños procure repararlos

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
Las construcciones o reparación de viviendas y/o estructuras deben ampararse en códigos de construcción previamente establecidos o en especialistas en la materia.	Si está en un edificio de varios pisos y no está cerca de un mueble firme, colóquese contra la pared interior y con ambas manos, cúbrase la cabeza y colóquela entre las rodillas.	En caso de quedar atrapado, conserve la calma, trate de comunicarse con el exterior golpeando con algún objeto. Si emplea escaleras esté seguro que resistirá el peso y el movimiento
Realizar estudio técnico de la resistencia de la estructura, para determinar posibles áreas que reforzar o reconstruir, así como los lugares más seguros y las áreas más susceptibles de daños.	Si se encuentra en el exterior busque lugares al aire libre y asegúrese de estar a salvo de cables del tendido eléctrico, postes o árboles	Si usted es profesional de la ingeniería, medicina, enfermera o afines coopere con los organismos de emergencia. Su participación facilitará la actuación de los entes encargados de actuar en siniestros
Fije cuadros, espejos, armarios, lámparas, candiles, plantas colgantes, etc...	No encienda fósforos ni vela o algo que provoque un incendio	Después de un sismo grande pueden presentarse otras réplicas, prepárese.
Planifique y organice en conjunto con los trabajadores la evacuación de las zonas de trabajo y residencia	Si está dentro de un local, permanezca dentro; no salga corriendo, puede exponerse a ser atropellado	Colabore con sus vecinos, compañeros de trabajo y con cualquier ciudadano afectado

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
Aleje la cama de lugares peligrosos (roperos, muebles, televisores, equipos de sonido, VHS,..)	Si está en la playa aléjese, pues pueden ocurrir grandes olas	No descargue inodoros hasta verificar que las tuberías no están rotas
Mantener los teléfonos de emergencia (Secretaría Ejecutiva, Defensa Civil, Bomberos, Cruz Roja, Policía, Médicos..) lámpara de mano, extintor de incendios, agua embotellada, abridor y comida enlatada para tres días.	Si se encuentra cerca de ríos aléjese de las orillas y busque refugio en un sitio alto y de poca pendiente, dado que pueden ocurrir deslizamientos, represamientos y avalanchas	No use agua de grifos para beber, el agua puede estar contaminada. Use como reserva el agua de calentamiento, tanques de inodoros y otros tanques limpios
Mantenga en un lugar visible y accesible una copia de la llave de su casa u oficina. No la cambie de lugar	Si se encuentra en la ciudad, aléjese de escaleras exteriores, fachadas de edificios, rótulos, balcones...Aléjese de edificios altos dónde las ventanas y estructuras puedan esparcir escombros peligrosos en la calle.	No permanecer en zonas propensas a deslizamientos, con fuertes pendientes donde se presenten agrietamientos o desprendimientos de materiales.
Reúnase con su equipo de trabajo y evalúe los	Si se encuentra en su vehículo, maneje	Absténgase de curiosear por las calles,

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
recursos disponibles de la comunidad (médicos, constructores, ingenieros, equipos de comunicación, provisiones...)	serenamente a un lugar alejado de puentes, vías rápidas y tendidos eléctricos, estacione en un sitio fuera de peligro y espere hasta que finalice el sismo	especialmente en las zonas de remoción y rescate de víctimas, pues su presencia pasiva puede entorpecer las labores de salvamento
Con su equipo de trabajo conozca e identifique las rutas alternas a la que usualmente utiliza, en caso de ser necesario utilizar otras vías cuándo ocurra el sismo	Si se encuentra en lugares públicos y muy concurridos: no grite, no corra y no empuje. Salga tranquilo, o permanezca en su sitio o protéjase debajo de cualquier mueble fuerte.	Inspeccione su casa u oficina. Si presentan daños no la habite.
Inmovilice los muebles en la pared o el piso. Coloque los objetos grandes y pesados en lugares bajos o en el suelo	En la calle aléjese de los escaparates de exhibición que contengan objetos que puedan caer.	Antes de abandonar la casa desconecte el agua y la electricidad
Asegúrese de llevar consigo una identificación		No propague rumores y colabore con las autoridades

Fuente: Elaboración propia.

g. Medidas de actuación ante inundaciones

La zona de influencia del proyecto estudiado y en concreto el término municipal de Achuapa ha registrado en numerosas ocasiones los valores máximos de precipitaciones en 24 horas, por lo que el riesgo de inundación es bajo.

También se conoce el periodo del año en que es más probable que se produzcan estos eventos por lo que es fácil realizar algunas acciones para reducir las consecuencias y perjuicios de estos eventos. Se incluye a continuación una tabla con las medidas a tomar antes, durante y después de un episodio de inundaciones.

Tabla 46: Acciones de respuesta ante Inundaciones

ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
Limpeza de los drenajes naturales próximos a las obras	Alejarse de los tendidos de líneas eléctricas y si hay fuertes vientos, de árboles de gran tamaño	Llamar al teléfono de emergencia, en caso necesario
Preparar sacos de tierra para proteger las zonas de la obra más sensibles a producirse desprendimientos o los equipos.	Trasladarse a las zonas de reunión establecidas	Escuchar los medios de comunicación y seguir las instrucciones de las autoridades y la ruta de evacuación recomendada
Recoger los materiales de obra o los residuos de obra para evitar que sean arrastrados	Detener la maquinaria	Evaluar daños de infraestructura y maquinarias

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Contar con equipo que contenga linterna, ropa de abrigo e impermeable, radio con pilas, guantes, botas de goma y mantas		
Capacitar al personal sobre cómo actuar ante la ocurrencia de inundaciones		
Disponer de un listado de números de emergencia en zonas visibles		
Establecer puntos de reunión en zonas altas		
Contar con botiquín de primeros auxilios		

Fuente: Elaboración propia.

h. Medidas de actuación ante incendios

Los riesgos de incendios a los que puede estar sometido el personal que labora en la construcción y operación del proyecto de abastecimiento de agua potable, por las características y ubicación de la misma, son en su mayoría incendios de tipo forestal.

Por causas naturales, estos incendios son ocasionados por la caída de rayos; pero la mayoría de ellos son causados por la acción del hombre, directa o indirectamente.

Estos incendios pueden ser causados por la quema por parte de los agricultores, descuido al botar las colillas de cigarrillos, por cocinar en el bosque o encender fogatas, entre otras.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

En este caso se incluye una tabla que resume las acciones a tener en cuenta antes de que se produzca el incendio y mientras se está produciendo con el fin de que no cause muertes o intoxicaciones a la población que se encuentre más cerca del incendio.

Tabla 47: Acciones de respuesta ante incendio

ANTES (Prevención)	DURANTE (Protección y Seguridad)	DESPUÉS (Respuesta)
Mantener extinguidores apropiados en lugares previamente identificados.	Si el incendio está cerca, mantener la calma y alejarte lo más posible del incendio.	Reunirse en grupos, dependiendo por áreas de trabajo (en las zonas de seguridad interna), y procurar mantener la calma.
Revisar las condiciones mecánicas de los equipos, evitando sobrecalentamiento de los mismos.	Cubrir la boca con un pañuelo seco, si el humo es denso y se dificulta la respiración.	En caso de quemaduras, lavar la parte afectada con agua fría y limpia.
Nunca jugar con fósforos y/o encendedores, ni tirar colillas de cigarrillo encendidas al suelo.	En caso de incendiarse la ropa, tirarse al suelo y rodar una y otra vez hasta que el fuego se apague.	De ser necesario, proceder a trasladar a los afectados a los centros de salud más cercanos.
Al encender una fogata, selecciona un lugar abierto, lejos de los árboles, las hojas y las ramas secas. Limpia la tierra de basura o desperdicios 3 metros a la redonda del lugar donde se planea realizar la	Si es un compañero el que se está incendiando, envolverlo con una manta y hacerlos rodar por el suelo hasta que el fuego se extinga.	

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

fogata.		
Nunca dejes solo el fuego. Antes de dejar el área, con cuidado apagar el fuego con agua y tierra.		
Mantén limpio el entorno forestal. No dejar o tirar botellas o cristales en el bosque. Estos podrían hacer las veces de vidrio refractor e iniciar un incendio.		
Almacenar adecuadamente las sustancias inflamables.		
Supervisar las fogatas, evitando que el fuego se salga de control.		
Si el clima es seco y está ventoso, no hacer fogatas.		
Eliminar toda basura, desperdicios y del material inflamable que se encuentren alrededor del área de trabajo y puedan ser material combustible, como pasto, hojas y ramas secas		

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

i. Programa de capacitación y simulacros

Las capacitaciones en la correcta forma de actuación ante las contingencias identificadas y para la realización de los simulacros deberán ser dictadas por la entidad competente, Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) en conjunto con el Contratista del Proyecto.

Los simulacros deben corresponder a un Plan de Emergencia o Contingencia elaborado con anterioridad y que contenga la estrategia más adecuada para enfrentar una contingencia. Se debe preparar un guion que simule las circunstancias reales y que incluya secuencia de horarios, objetivos, relación de participantes, recursos necesarios, formatos de observación y de evaluación.

Los simulacros deberán ser llevados a cabo por personal superior del SINAPRED con responsabilidad en el planeamiento y la coordinación operativa, y el personal encargado de las tareas de las observaciones y evaluaciones.

Tabla 48: Preparación de un Simulacro	
Propósito	Justificación y descripción general del objetivo del simulacro
Lugar	Determinación del lugar donde se realizará el Simulacro.
Desarrollo	Descripción de la situación de emergencia y tareas a realizar por los participantes.
Zona de Trabajo	Enumeración de la zona de trabajo (región, provincia/s, municipio/s, localidad/es)
Inicio	Evento o acción que da inicio al Simulacro. .
Fin	Determinación de las acciones que dan por cumplido el objetivo del Simulacro
Puntos a considerar	Definiciones sobre el origen de los datos utilizados en el Simulacro (reales o ficticios) y los nombres de los Grupos de Trabajo.
Programa de Actividades	Definir por cada día de actividad: Hora, Responsable, Actividad, Lugar

Tabla 48: Preparación de un Simulacro	
Consecuencias a tener en cuenta	Listado de las consecuencias directas y asociadas que genera la situación de emergencia.
Situación	Situación geográfica: Descripción del área involucrada en el simulacro. Mapa de la zona. Descripción de la zona
Situación Base	Descripción de las condiciones (meteorológicas, hidrológicas, geológicas, etc.)
Situación Inicial	Descripción, en tiempo y lugar, de la situación que inicia el Simulacro.

Fuente: Elaboración propia.

j. Metodología de evaluación y seguimiento del plan

La evaluación del Plan de Contingencia será realizada después de cada simulacro o emergencia, con el fin de actualizarlo, complementarlo y adecuarlo. Esta se realizará mediante la observación y seguimiento de todo el proceso de ejecución, y se anotará en un Formulario de Evaluación.

El formulario de Evaluación tendrá como mínimo los siguientes campos: (Hora, Acción desarrollada, Participante, Acción esperada, Observaciones)

La evaluación se realizará confrontando la respuesta esperada con respecto a la obtenida. De las conclusiones obtenidas se desprenderán las modificaciones al Plan de Contingencia y a la organización de futuros simulacros.

También serán evaluados los siguientes aspectos:

Equipo: Dentro del área de trabajo se deberá contar con el equipo mínimo de seguridad y elementos básicos para enfrentar una contingencia.

Entrenamiento: se evaluará el programa de capacitación y los planes de entrenamiento periódicos para el personal, incluyendo prácticas para las cuadrillas, cursos y simulacros.

Documentación: La documentación debe ser clara y concisa, incluir los procedimientos de actuación, antes, durante y después de la contingencia; los números de contactos, etc.

Se evaluará la estructura del documento, la asignación de responsabilidades y su conocimiento por parte de todo el personal involucrado.

k. Inventarios logísticos

El inventario logístico conduce a las gestiones necesarias para proveer los materiales identificados en los planes desarrollados por Operaciones y Planificación. Para el desarrollo del Simulacro, el Organismo responsable de la ejecución deberá contar con los siguientes elementos:

1. Cartografía.
2. Medios de comunicación: Telefónicos y Radiofónicos
3. Equipamiento informático: mínimo PC e Impresoras
4. Medios audiovisuales: Retroproyector, Equipamiento de audio y micrófonos, Megáfono
5. Insumos: Papel y Bolígrafos
6. Medios de movilidad

6. Conclusiones del Análisis Ambiental

El desarrollo del proyecto “Construcción del sistema de agua potable en el Municipio de Achuapa” desde el punto de vista técnico, medio ambiental, es completamente viable. Con la aplicación de las medidas ambientales y constructivas propuestas dentro del Programa de Gestión Ambiental.

Ninguna de las amenazas de eventos naturales identificados dentro de la zona de estudio es de magnitud tal que imposibilite el desarrollo del proyecto, más aún con las medidas preventivas o de respuestas propuestas para reducir el riesgo ante estos eventos las cuales quedaron establecidas tanto en el Plan de Medidas

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

Ambientales, Medidas preventivas y de mitigación para reducción de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático y Plan de Contingencia.

La evaluación de los potenciales impactos tanto positivos como negativos, tanto directos como indirectos nos permite proponer las medidas ambientales necesarias para enfrentar los potenciales impactos que generaría el proyecto tanto en las etapas de construcción y operación. Los impactos ambientales negativos generados en las actividades del proyecto tales como; actividades preliminares, excavación, relleno y compactación, construcción de obras, instalación de tuberías, etc., en el área donde serán desarrolladas, se ha comprobado la compatibilidad de actuaciones propuestas, estableciendo las correspondientes medidas para cada fase del proyecto.

A través del Programa de Gestión Ambiental, se ha logrado adecuar cada una de las tareas a realizarse en el proyecto de construcción del sistema de agua potable en el municipio de Achupapa, tomando muy en cuenta la base legal vinculante para incorporar la variable ambiental dentro de este proyecto y así evitar posibles accidentes y malos manejos en las distintas fases y acciones etc. durante las fases de construcción y operación.

En cuanto a las conclusiones generales sobre la naturaleza e intensidad del impacto ambiental generado por el Proyecto cabe señalar lo siguiente:

De forma general, la zona de actuación y su entorno inmediato constituyen un medio degradado por la actividad humana y muy influenciada por su proximidad a zonas urbanas. Se ha procurado conservar aquellos factores que aún no han sido intervenidos directamente como son los ríos Coyolar y Chiquito.

Los impactos negativos identificados en la fase de construcción del proyecto son prácticamente todos “bajos” o “no significativos”. Sería utópico y difícilmente

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

justificable que actuaciones de esta envergadura no provocaran impactos de esta magnitud o incluso mayores. Además, en el caso de la economía de las Comunidades, la ejecución del proyecto supondrá un impacto positivo, debido al aumento de ingresos, bien como posible fuente de trabajo para los miembros de la municipalidad.

Los impactos negativos identificados en la fase de operación del proyecto son irrelevantes y menores, tanto en número como en magnitud, y todos “bajos” o “no significativos”. Respecto a los impactos positivos, en la fase de funcionamiento se producen un número mayor de impactos positivos, fundamentalmente por la consecución de los objetivos establecidos en el proyecto de mejora de la calidad de las aguas en el municipio de Achuapa, se generará también un importante impacto positivo en la salud pública y de forma general en las condiciones de vida de las poblaciones beneficiadas.

El Proyecto supondrá en términos generales una mejora en la calidad ambiental del área de influencia, salvo en aquellos puntos en los que se produce un impacto negativo bajo. No obstante se trata por lo general de lugares con una calidad ambiental de partida media-baja, por lo que la variación de la calidad causada por el proyecto tampoco se considera de especial relevancia.

El proyecto evaluado se considera por tanto **AMBIENTALMENTE VIABLE**, considerando la adopción de las medidas protectoras, correctoras, compensatorias y de seguimiento ambiental y monitoreo consignadas en dicho proyecto y establecidas en este Programa de Gestión Ambiental.

VII. Conclusión

El presente estudio de prefactibilidad analizó la situación actual del abastecimiento y la alternativa técnica que permita asegurar la atención a la demanda efectiva de las familias. A partir de este planteamiento, se desarrollaron estudio de mercado, técnico, financiero, socioeconómico y ambiental para la alternativa seleccionada, concluyendo con lo siguiente:

1. En el diagnóstico realizado de la situación del sistema de agua potable en el municipio de Achuapa, mediante la metodología aplicada del marco lógico, se ha determinado que existe una inconformidad de los pobladores por el desabastecimiento del servicio de agua, hay afectación en el desarrollo integral de las familias, la calidad de vida de los pobladores y la economía familiar.
2. Se estimó la demanda del servicio de agua potable en el centro urbano conforme a las guías técnicas de INAA, para una población en el año 1 de 608 viviendas con 153,025.64 m³/año, proyectando para el año 20, 973 viviendas con 244,634.68 m³/año.
3. La oferta del proyecto considera la perforación de tres pozos que permitirán producir 318,303.36 m³/año, determinando que la misma satisfacen la demanda del proyecto en el periodo de diseño.
4. En la condición sin proyecto, las familias presentan un consumo de 5.99 m³/vivienda/mes y un costo combinado de abastecimiento de 2.77 U\$/m³, con la implementación del proyecto el consumo aumenta a 11.40 m³/vivienda/mes con un costo de 0.42 U\$/m³ (tarifa establecida por INAA).
5. Los beneficios sociales estimados corresponden a liberación de recurso: 14.07 U\$/vivienda/mes y aumento de consumo: 6.36 U\$/vivienda/mes, calculando a los 20 años de horizonte del proyecto un acumulado de los beneficios totales de U\$3,809,730.43.
6. Se ha elaborado un estudio técnico del sistema de agua potable en el que se define la tecnología de abastecimiento que incorpora la perforación de 3 pozos,

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

tanque de almacenamiento de 60,000 gls de capacidad y redes, conforme a los datos técnicos y estudios específicos, que fundamentan esta alternativa de sistema de agua potable. La inversión prevista en el horizonte del proyecto asciende a U\$1,315,618.8 con un costo de operación, administración y mantenimiento de U\$1,734,665.1

7. El estudio financiero refleja valores negativos de los flujos de efectivos anualizados, resultando los indicadores financieros siguientes: VAN (U\$ - 1,150,718.88), TIR (tasas múltiples), TIRM (-11.79%), Índice B/C (0.01). Por lo tanto, desde la perspectiva del sector privado el proyecto no satisface los criterios para aceptar su prefactibilidad financiera.
8. A partir de los beneficios calculados se realizó el estudio socioeconómico transformando a precios sociales los costos de operación, administración y mantenimiento y la inversión inicial del proyecto, resultando los flujos de efectivos anualizados positivos, determinando los siguientes indicadores: VANE (U\$ 31,558.57), TIRE (8.37%), TIRME (8.16%), Índice B/C (1.03) determinando la prefactibilidad económica y social desde la perspectiva del Estado.
9. Se realizó un análisis de impacto ambiental con su respectivo programa de gestión ambiental conforme a lo establecido en las normativas ambientales vigentes, dictaminándose que el proyecto cumple con los criterios de prefactibilidad ambiental siempre y cuando se implementen las medidas de reducción de riesgo y medidas ambientales.
10. Por lo tanto, se concluye que el proyecto “Construcción de Sistema de Agua Potable del municipio de Achupapa, León” puede continuar su estudio y diseño a nivel de factibilidad, para ser analizado dentro del Plan Nacional de Inversión Pública.

VIII. Recomendaciones

Para que el Estudio de Prefactibilidad: Construcción del Sistema de Agua Potable en el municipio de Achuapa, León, sea un proyecto ejecutado satisfactoriamente, se deben tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

1. En el proceso de ejecución de cada uno de los componentes del proyecto, se debe involucrar a los pobladores, actores locales y gobiernos municipales con el fin de articular todos los esfuerzos en dar solución a la problemática del sector de agua y saneamiento.
2. El principal reto en la fase operativa bajo la administración pública es el aseguramiento del mantenimiento efectivo de los componentes del sistema de agua potable, para ello se debe asegurar los planes y recursos financieros necesarios para la sostenibilidad técnica del proyecto, debiendo evaluarse el cumplimiento mensual, semestral y anualmente para garantizar decisiones oportunas de la dirección superior de la empresa.
3. Se debe implementar un seguimiento continuo en cada una de las etapas del proyecto, con el objetivo que se desarrollen las actividades conforme a la propuesta tecnológica del sistema de agua potable y de esta manera corregir de manera oportuna, cualquier falla en la ejecución del proyecto.
4. Se debe implementar cada uno de los planes establecidos en el Programa de Gestión Ambiental más las medidas de reducción de riesgo en el proyecto para armonizar el sitio de emplazamiento y cada uno de los componentes del sistema de agua potable.
5. Debido a que el proyecto es factible económica y socialmente, se debe fortalecer los procesos técnicos y comerciales, que garanticen la sostenibilidad en el periodo de diseño del proyecto.

IX. Glosario

ANA	Autoridad Nacional del Agua
°C	Grados Celsius
Ca	Calcio
CAPRE	Comité Regional de Agua Potable y Saneamiento para Centro América, Panamá y Republica Dominicana
E	Este (por sus siglas en inglés: East)
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
EPP	Equipo de Protección Personal
GIS	Sistema de Información Geográfica (por sus siglas en inglés: Geographic Information System)
gpm	Galones por minuto
ha	Hectárea
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INC	Instituto Nicaragüense de Cultura
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nicaragüense de Información para el Desarrollo (antes INEC)
Kg	Kilógramo
Km	Kilómetro
Km²	Kilómetro Cuadrado
<LD	El valor está por debajo del límite de detección
MARENA	Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales
mg/l	Miligramo por Litro
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
MSDS	Material safety data sheet
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
%	Porcentaje
N	Norte (por sus siglas en inglés: North)
ND	No Detectado
NE	Noreste (por sus siglas en inglés)
NEA	Nivel Estático del Agua
NTON	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense
OMS	Organización Mundial de la Salud
PGA	Programa de Gestión Ambiental
PEA	Población Económicamente Activa

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE ACHUAPA, LEON.

pH	Potencial Hidrógeno
PVC	Policloruro de vinilo
RPM	Revolución por Minutos
S	Sur (por sus siglas en inglés: South)
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
UTM	Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (por sus siglas en inglés: Universal Transverse Mercator)
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984 (por sus siglas en inglés: World Geodetic System 84)
W	Oeste (por sus siglas en inglés: West)

X. Bibliografía

- Chain, N. S. (2011). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación - 2da Edición*. Chile: Pearson Educación.
- G. Cochran, W. (1983). *Técnicas de muestreo*. Mexico: Continental S .A. Mexico .
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO SANITARIO. (1999). *NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)*. Managua, Nicaragua.
- Jhonson, R. (1997). *Estadística elemental 2a ed*. Mexico.
- Nicaragua, P. d. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA 64: ENTRE VOLCÁN COSIGÜINA Y RÍO TAMARINDO*. Managua, Nicaragua.
- Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Pimentel, E. (2008). *Formulación y Evaluación de Proyecto de Inversión*.
- Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) - Quinta edición*. Newtown Square, Pensilvania: Project Management Institute, Inc.
- Urbina, G. B. (2001). *Evaluación de Proyectos*. Mexico: Mc Graw-Hill.

XI. Apéndice

Apéndice 1. Modelo de encuesta aplicado

Apéndice 2. Tabla de cálculo de costos de operación y beneficios unitarios

Apéndice 3. Tarifa

Apéndice 4. Medidas de Reducción de Riesgo

Apéndice 5. Cálculo de ingresos anuales

Apéndice 6. Cálculo de costos de inversión y desglose

Apéndice 7. Costos de operación, administración y producción

Apéndice 8. Costos de operación y mantenimiento a precios sociales

Apéndice 9. Análisis financiero del proyecto

Apéndice 10. Análisis económico del proyecto

Apéndice 11. Análisis económico social (SNIP)

Apéndice 12. Análisis VANE = 0

Apéndice 13. Cálculo del consumo

Apéndice 14. Proyección de demandas

Apéndice 15. Análisis de demanda vs producción

XII. ANEXOS

Anexo 1. Modelo de entrevista a Delegado de ENACAL

Anexo 2. Modelo de entrevista a UMAS

Anexo 3. Estudio Hidrogeológico del proyecto

Anexo 4. Memoria Fotográfica

Anexo 5. Memoria de Cálculo EPANET