



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS
COMUNIDADES DE LA PERLA, LOS CARAO Y EL CACAO DEL
MUNICIPIO DE ACHUAPA, DEPARTAMENTO DE LEON.**

Para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por

Br. Cairo Ramón Galeano Gutiérrez
Br. Denis Starling González Zamora.

Tutor

Ing. Marco Palma Cerrato

Managua, Agosto 2019

DEDICATORIA

A DIOS por brindarnos la bendición de la salud y bienestar, permitiéndonos alcanzar nuestros sueños y metas, además de su eterna bondad y amor.

A nuestros padres por apoyarnos en todo momento de la vida con sus consejos y motivación constante, por todos los esfuerzos que han hecho en darnos una buena educación, formando con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual nos han ayudado a salir adelante en los momentos más difícil, pero más que nada, por su amor, siendo los pilar más importante de nuestra existencia.

A nuestros hijos que son el motivo por el cual cada día decidimos seguir adelante para compartir con ellos nuestra experiencia, conocimientos y valores que permita garantizarles un mejor porvenir.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todopoderoso por habernos dado la existencia y nos permitió llegar al final de la carrera.

A nuestros padres por todo su esfuerzo para darnos un futuro mejor porque siempre nos brindaron su apoyo incondicional y han estado presente en cada paso que hemos dado.

A nuestros hermanos que siempre han estado a nuestro lado, brindándonos su apoyo para la realización de esta monografía.

A nuestra casa de estudios por habernos dado la oportunidad de ingresar al sistema de educación superior y cumplir este gran sueño.

A nuestros maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por habernos transmitido los conocimientos obtenidos y llevarnos paso a paso en el aprendizaje.

Al Ing. Ervin Cerros por habernos apoyado como asesor en la realización de este trabajo monográfico.

A nuestro tutor Ing. Marco Palma Cerrato, quien con su enseñanza y sabiduría supo guiarnos en este trabajo monográfico.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este trabajo monográfico, agradecemos de forma sincera su valiosa colaboración.

RESUMEN DEL TEMA

El siguiente documento monográfico presenta el Diseño de Abastecimiento de agua potable en las comunidades de La Perla, Los Carao y El Cacao del municipio de Achuapa, departamento de León, está dividido en seis capítulos, a la misma vez cada capítulo se sub divide en temas específicos, que a continuación se describen.

El primer capítulo describe la necesidad y la importancia de un sistema de abastecimiento de agua potable en las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao; se da a conocer los intentos de solución y las necesidades más destacados que ha hecho la municipalidad para intentar resolver el problema de abastecimiento de agua potable en calidad y cantidad, aquí mismo se presentan los objetivos a desarrollar en este trabajo monográfico.

En el segundo capítulo se refiere a la ubicación del proyecto, el área de influencia directa e indirecta, la demografía social, cultural y económica, así como la caracterización de hidrología, clima, comunicación y otros servicios públicos de las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao.

En el tercer capítulo se presenta el marco teórico referente a los alcances y objetivos determinados anteriormente, se plantea los fundamentos teóricos en lo que se basó este trabajo, se define los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable a formular, así como las normas y criterios a usar para el correcto diseño del sistema.

En el cuarto capítulo se describe la metodología a usar, dividiendo el trabajo en dos etapas fundamentales, la etapa de factibilidad en donde se evaluaron dos alternativas de solución y la etapa de diseño final, en donde se dimensionaron en base a cálculos, los componentes del proyecto definidos en el capítulo dos.

El capítulo cinco contiene el análisis y los resultados del proyecto (alternativas técnicas de solución), se estudió las alternativas de solución y se procedió a dimensionar las obras, en este mismo capítulo se describe el análisis de

factibilidad social, técnica y ambiental, concluyendo que es factible como alternativa de solución y se contempla el costo total del proyecto y análisis de tarifa mensual a pagar para garantizar un mantenimiento eficiente del sistema.

Finalmente en el capítulo seis se presentan las conclusiones más importantes del trabajo monográfico, así como las recomendaciones para la correcta ejecución del proyecto

INDICE GENERAL

Contenido	
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
CAPITULO II: DESCRICCION DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
2.1 Localización.....	4
2.1.1 Macro localización.....	4
2.1.2 Micro localización.....	4
2.2 Demografía.....	6
2.3 Hidrología.....	7
2.4 Clima.....	7
2.5 Comunicación.....	7
2.6 Otros servicios públicos.....	8
2.7 Bancos de materiales.....	9
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Generalidades.....	10
3.2 Sistema de abastecimiento de agua.....	10
3.3 Estudio socio económico.....	10
3.4 Aforo y calidad de agua.....	10
3.5 Método de aforo.....	11
3.6 Estudios topográficos.....	11
3.7 Estudio hidrogeológico.....	12
3.8 Elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable.....	13
3.8.1 Estaciones de bombeo.....	13
3.8.2 Caseta de control.....	14
3.8.3 Equipo de bombeo y motor.....	14
3.8.3.1 Bombas verticales.....	14
3.8.3.2 Bombas horizontales.....	14
3.8.3.3 Energía.....	14
3.8.4 Líneas de conducción.....	14
3.8.4.1 Línea de conducción por gravedad.....	15

3.8.4.2	Línea de conducción por bombeo.	15
3.8.5	Almacenamiento.	15
3.8.6	Línea de alimentación.	15
3.8.7	Red de distribución.	16
3.9	Calculo de población.	16
3.10	Demanda de agua potable.	16
3.10.1	Demanda Promedio Diario.	16
3.10.2	Demanda de máximo día (DMD).....	17
3.10.3	Demanda máximo hora (DMH).....	17
3.11	Análisis hidráulico.	17
3.11.1	Coeficiente de fricción.	17
3.11.2	Velocidades del flujo.	17
3.11.3	Presiones máximas y mínimas.....	18
CAPITULO IV: METODOLOGIA		19
4.1	Estudio socioeconómico.	19
4.2	Evaluación de fuentes de abastecimiento.....	19
4.3	Aforo y calidad de agua.	20
4.4	Evaluación de emplazamiento.	20
4.5	Levantamiento topográfico.....	23
4.6	Diseño hidráulico de sistema.	24
4.6.1	Periodo de diseño.....	25
4.6.2	Variaciones de consumo.	26
4.7	Análisis y selección de equipo de bombeo.	27
4.8	Análisis y cálculo hidráulico de la red.	27
4.9	Diseño estructural.	28
4.10	Costo y presupuesto.....	28
CAPITULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....		29
5.1	Análisis técnicos.....	29
5.1.1	Aspectos Socioeconómicos.....	29
5.1.2	En el aspecto de saneamiento e higiene ambiental.	30
5.1.3	Infraestructura Básica.....	32
5.2	Estudio Hidrogeológico.....	33
5.2.1	Recarga.....	33
5.2.2	Aguas superficiales.....	34
5.2.3	Aguas Subterránea.....	34
5.2.4	Protección forestal de fuente de agua.....	35
5.2.5	Inventario de fuentes.....	36

5.2.5.1	Sistema de abastecimiento de agua actual	36
5.3	Factibilidad técnica.	37
5.3.1	Análisis de la demanda de agua potable.	37
5.3.2	Análisis de la oferta.	40
5.3.3	Calidad de agua.....	40
5.4	Alternativas técnicas de solución.	41
5.4.1	Caudales de diseño y capacidad de la fuente.	41
5.4.2	Volumen útil de almacenamiento.....	41
5.5	Equipo de bombeo eléctrico.	42
5.5.1	Descripción del pozo perforado.	42
5.5.2	Determinación de diámetro de la columna	42
5.5.3	Sarta de descarga del equipo de bombeo.	42
5.5.4	Determinación de carga total dinámica de equipo de bombeo.	42
5.6	Topografía y ubicación del tanque.	44
5.7	Descripción del sistema propuesto	45
5.7.1	Fuente de Abastecimiento y obra de captación.....	45
5.7.2	Línea de Conducción.....	45
5.7.3	Tanque de Almacenamiento.....	48
5.7.4	Características de los materiales.....	48
5.7.5	Línea de distribución.....	49
5.7.6	Nivel de servicio.....	57
5.7.7	Tratamiento.	57
5.8	Requisitos ambientales – evaluación de emplazamiento.....	57
5.8.1	Instrumento de análisis ambiental	58
5.8.1.1	Calidad ambiental del sitio previo al proyecto	58
5.8.1.2	Impactos ambientales que genera el proyecto	59
5.8.1.2.1	Identificación de los impactos del proyecto	59
5.8.1.2.2	Valoración de los impactos del proyecto.....	59
5.8.1.3	Pronóstico de la calidad ambiental de medio con el proyecto.	60
5.8.1.4	Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto.....	61
5.8.2	Evaluación del emplazamiento del proyecto.....	61
5.8.2.1	Evaluación ambiental del proyecto.....	62
5.9	Presupuesto del proyecto (MABE).....	65
5.9.1	Cuadro de identificación de actividades con su respectivo costo, para MABE con conexiones domiciliarias.	65
5.9.2	Costo de operación y mantenimiento	68
5.9.3	Cuadro de tarifas de agua	68

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
6.1 Conclusiones:	70
6.2 Recomendaciones.	71
BIBLIOGRAFIA.....	72
ANEXOS	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Periodos de diseño de abastecimiento	24
Tabla 2: Proyección de demanda promedio diario, CMD, CMH y volumen de almacenamiento requerido	37
Tabla 3: Aforo de pozo	41
Tabla 4: Calculo de potencia de la bomba	41
Tabla 5: Cuadro anual de tiempo de bombeo	42
Tabla 6: Línea de conducción	44
Tabla 7: Línea de conducción por bombeo eléctrico	45
Tabla 8: Cálculo de pérdidas en la red de distribución	48
Tabla 9: Caudales de dosificación de hipoclorito de sodio	55
Tabla 10: Línea base de los factores ambientales	56
Tabla 11: Impacto ambiental de proyecto	57
Tabla 12: Nivel de impacto ambiental del proyecto	57
Tabla 13: Mitigación de impacto ambiental	59
Tabla 14: Presupuesto del proyecto	63
Tabla 15: Costo de operación	66
Tabla 16: Tarifas del servicio de agua potable	67

CAPITULO I: GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

El acceso al agua potable segura es un servicio básico clave que tiene un impacto directo y significativo sobre el desarrollo humano, en Nicaragua el impacto del servicio de agua deficiente, recae principalmente sobre la población más pobre, al no tener acceso al agua, su pobreza se ve más agravada aun y su productividad afectada.

Según datos de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL), de un aproximado de 1, 089,000 nicaragüenses que carecen de acceso al agua potable, 77 por ciento (839,000 personas) viven en áreas rurales.

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. Un correcto diseño del Sistema de abastecimiento de Agua Potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento.

En el presente documento de investigación desarrollado se establece de manera clara cada uno de los procedimientos realizados en el diseño del proyecto “Diseño de abastecimiento de agua potable en las comunidades, La perla, Los Carao y El Cacao del Municipio de Achuapa departamento de León”, el cual se realizó con el propósito de diseñar el proyecto definitivo, previa elaboración y selección de alternativas, desarrollando aquella que optimice el aprovechamiento de los recursos, garantice la operación y mantenimiento sin causar deterioro al medio ambiente.

1.2 Antecedentes.

En las comunidades rurales La Perla, Los Carao y El Cacao del municipio de Achuapa, Leon, no se ha desarrollado ningún proyecto de abastecimiento de agua potable, siendo los únicas fuentes de abastecimiento de agua los pozos escavados a mano que suman 71 distribuidos en las tres comunidades y dos perforados ubicado en la comunidad Los Carao, la extracción de agua se realiza utilizando bombas de mecate.

Los pozos escavados a mano debido a la infraestructura y ubicación con respecto a la comunidad sufren contaminación en periodos de invierno, debido al escurrimiento superficial que transporta sedimentos.

De los dos pozos perforados uno sufrió deterioro en su infraestructura (perforado por COSUDE) y el otro actualmente es utilizado por la comunidad (perforado por el Organismo Amigos por Cristo en el año 2010), siendo su caudal actual 55 gpm, determinado por la alcaldía de Achuapa, con una profundidad de 170 pies, sus condiciones son óptimas para el aprovechamiento de agua potable.

1.3 Justificación.

La población de las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao, disponen como sistema de agua potable pozos perforados con bomba manual de mecate, además pozos escavados a manos y manantiales con captaciones rústicas, que no aseguran el aspecto higiénico sanitario y por tanto la calidad del agua.

Las comunidades son rurales dispersas, donde el acarreo del agua desde la fuente hasta los hogares, en la mayoría de las familias, es responsabilidad de las mujeres ayudadas por niños, recorriendo una distancia promedio entre 100 y 500 metros, para lo cual tienen que hacer como promedio 3 viajes diarios los que les consume entre 30 minutos y 1 hora para garantizar entre 30 y 50 galones de agua diario.

Pocas familias utilizan cloro o hierven el agua, como el tratamiento para el consumo.

Este proyecto además dará beneficios en el sector salud constituyendo invaluable logros para los habitantes, ya que reducirá el índice de enfermedades de origen hídrico.

La implementación del proyecto constituirá un salto cualitativo en la vida social y productiva de la población.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades El Cacao, Los Carao, La Perla, del municipio de Achuapa, departamento de León.

1.4.2 Objetivos específicos.

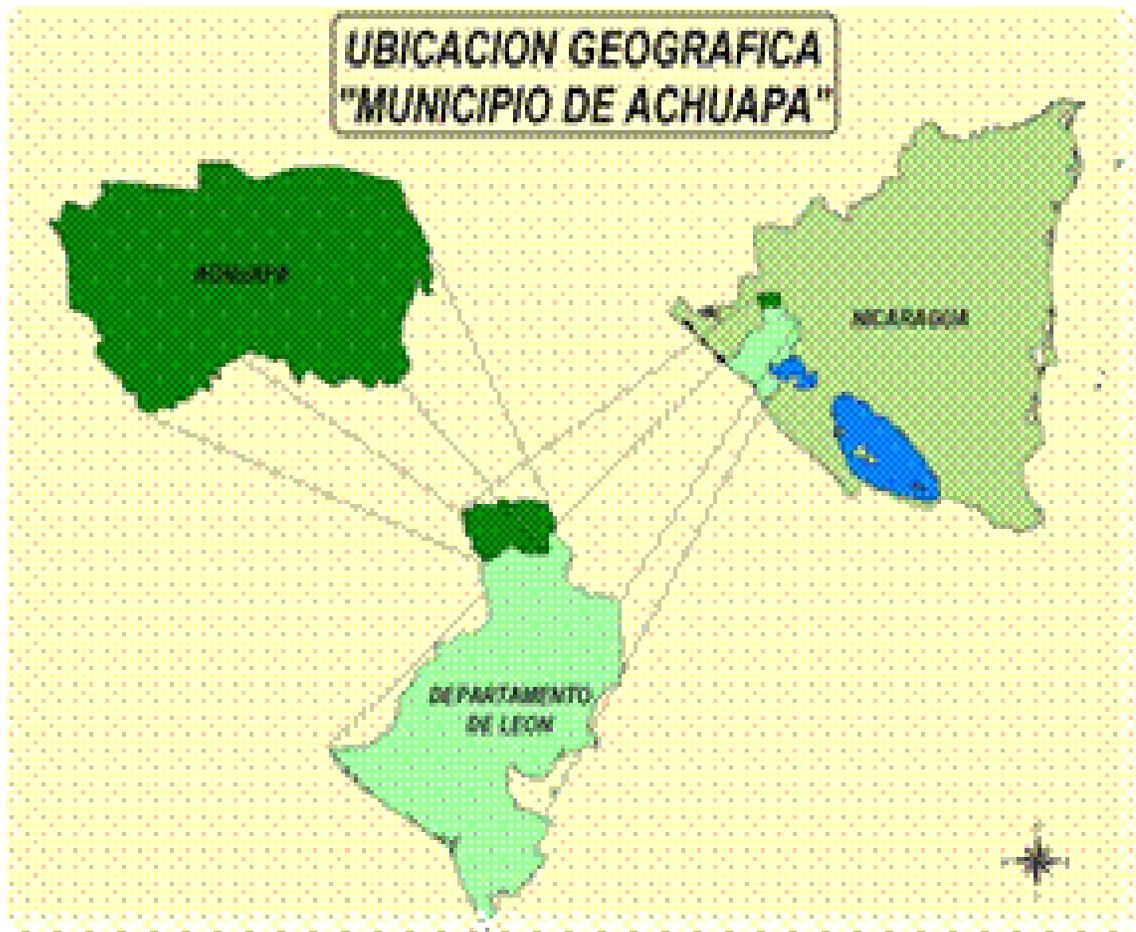
1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2. Evaluar las posibles fuentes de abastecimiento mediante estudios de cantidad y calidad de agua.
3. Realizar un levantamiento topográfico para obtener planos de planta y altimétricos de las comunidades.
4. Dimensionar las obras hidráulicas del sistema.
5. Elaborar el análisis de factibilidad ambiental del proyecto.
6. Estimar los costos directos de ejecución de la obra.

CAPITULO II: DESCRICCION DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Localización

2.1.1 Macro localización

El municipio de Achuapa, con coordenadas latitud norte N 13° 03' 08" y longitud Oeste W 86° 35' 21", pertenece a una de las cinco regiones del departamento de León, llamada región Norte, limita al norte con el municipio de San Juan de Limay, al Sur con el municipio de El Sauce, al Este con el municipio de Estelí y al Oeste con el municipio de Villanueva y Somotillo.



2.1.2 Micro localización

Las comunidades La Perla, ubicada en las coordenadas Latitud Norte 13° 03' 08" y Longitud Oeste 86° 36' 26", Los Carao (Pozo Perforado) Latitud Norte 13° 02'

31" y Longitud Oeste 86° 37' 39" y El Cacao, Latitud Norte 13° 01' 58" y Longitud Oeste 86° 37' 47" objeto del estudio, pertenecen al municipio de Achuapa, con 13° 01' 53" latitud Norte y 86° 35' 28" longitud oeste, se encuentran primero la comunidad La Perla, iniciando a 1 kilómetro al Sur Oeste de la cabecera municipal y está asentada en una longitud aproximada de 1.5 kilómetros, inmediatamente sigue la comunidad Los Carao y está asentada en una longitud aproximada a los 2 kilómetros y por último sigue de forma continua la comunidad El Cacao que está asentada en una longitud aproximada de 2.5 km.

Están unidas por medio de una carretera de macadán accesible en todo tiempo, con pequeñas dificultades en la época de invierno.

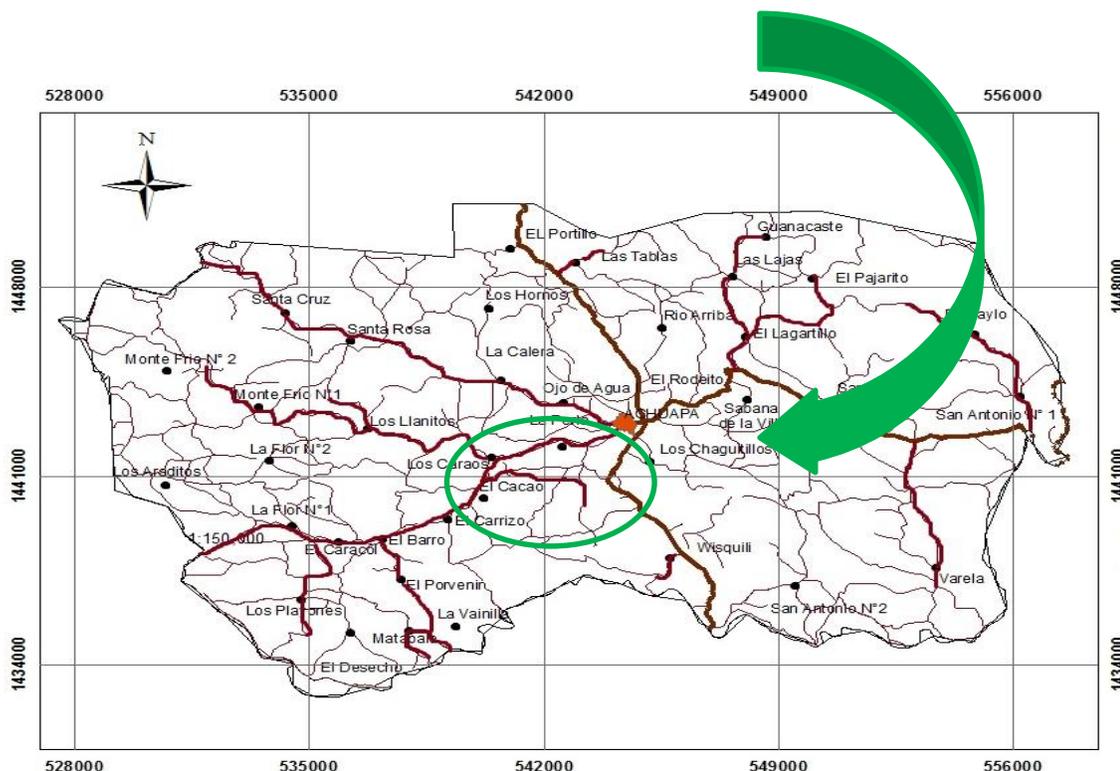
Las viviendas en más del 90% de los casos, están asentadas en una planicie, que varía, su nivel en aproximadamente 30 metros de una comunidad a otra, paralelo a las comunidades existen cerros, que permiten lograr mejores elevaciones para construir el sistema de agua potable.

La distribución de las comunidades es dispersa, está formada por 189 viviendas, ubicadas principalmente en la carretera principal orientado de sur a norte, con algunos ramales principales y veredas.

En las comunidades La Perla y Los Carao, no se especifican sectores diferenciados, pero en la comunidad El Cacao, además del sector El Cacao, existen 4 sectores más (Los Carbones, La Mora, La California y El Pacón) y varios caminos secundarios de a pie; en las tres comunidades existen 9 lugares públicos, que es necesario abastecerlos con el sistema de agua potable, ellos son: Las Escuelas La Perla, Los Carao, El Cacao, Ermita Católica en las tres comunidades, Templo Evangélico Los Carao, Casa comunal Los Carao y El Cacao.

Las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao, son comunidades tradicionales, dispersas, que ha sido habitada en su mayoría por habitantes autóctonos o

cercanos a la misma, profesan las religiones católicas y evangélicas y mantienen las tradiciones de la gran mayoría de las comunidades de Nicaragua.



2.2 Demografía.

Según la caracterización del municipio de Achuapa, en los tres últimos censos nacionales, la población del municipio ha experimentado un aumento; sin embargo en los últimos 34 años, este aumento ha sido de 4,208 habitantes, lo que significa que la tasa anual de crecimiento ha oscilado entre 1.34% y 0.45%, por debajo de la tasa promedio, que generalmente ha sido del 3%.

La densidad poblacional del municipio, según el último censo nacional (2005), es de 34 habitantes / km² y en las comunidades, objeto de este estudio, la densidad poblacional es de 52 habitantes / km², considerándose comunidades rurales dispersas, como la mayoría de las comunidades en Nicaragua, se puede considerar que este municipio es eminentemente rural, ya que la mayor

concentración de la población está en esa área con el 84 % y solamente el 16 % en la parte urbana.

La principal subsistencia de la economía está basada en la agricultura, ganadería, comercio y apicultura; en agricultura pequeñas parcelas principalmente de granos básicos (maíz, frijoles, sorgo, y en menos cantidad, soya y caña de azúcar), en ganadería (ganado bovino, caballar, porcino y gallinas), muchos técnicos y recursos humanos bien preparados, están a la espera de una oportunidad, para mejorar la economía del municipio.

2.3 Hidrología.

Su área hidrológica está regada principalmente por los ríos Coyolar, río Chiquito, Achuapa y Achupita y sus afluentes, que desembocan en la vertiente del pacífico, en general el municipio cuenta, con una extensa área hidrológica, que puede ser usada para una explotación agrícola y ganadera y con respecto a las aguas subterráneas, según la caracterización de Achuapa, se considera que existe suficientemente agua para abastecer a la población en el futuro, además con los parámetros físicos-químicos, bajo las normas internacionales para el consumo humano.

2.4 Clima.

El clima del municipio es tropical, con temperatura media anual entre 25°C y 29°C. que se caracteriza por una marcada estación seca de 6 meses de duración, la precipitación varía de un mínimo de 400 mm. Hasta los 1,000 mm anuales. La Altura sobre el nivel del mar es de 500 metros.

2.5 Comunicación.

Existen tres caminos troncales que unen la cabecera municipal con los municipios vecinos y vías de acceso o caminos rurales, todos se encuentran en mal estado físico, y el material predominante es macadán a excepción de la carretera que comunica con el municipio del Sauce que es adoquinado. El municipio cuenta con caminos transitables en todo tiempo y caminos por vereda.

En relación al transporte colectivo, es limitado, el mismo no presta las mejores condiciones de servicio por el estado físico de las unidades y por los tiempos en que hacen los recorridos del municipio a los principales centros poblacionales; diariamente circula dos rutas de transporte que van desde Achuapa, hasta El Sauce –León y otra a Estelí.

En la cabecera municipal, existen servicio de energía eléctrica domiciliar y en muchas de las comunidades rurales incluido La Perla, Los Carao y El Cacao.

En el sector de telecomunicaciones existe una oficina con teléfono convencional, que pocas personas lo usan, el medio más usado son los teléfonos celulares privados, estatales y radio comunicadores (Alcaldía y otras instituciones), también en el área rural la mejor comunicación es con celulares que manejan los líderes y representante de la alcaldía en la comunidad.

2.6 Otros servicios públicos

También la cabecera municipal cuenta con servicio público de agua potable, existen conexiones domiciliarias que benefician a la mayoría de las viviendas, existen además pozos públicos, mini acueductos por gravedad y puestos públicos distribuidos en distintas comunidades. No existe sistema de alcantarillado sanitario, el medio comúnmente empleado es la letrina de la que dispone la mayoría de las viviendas.

Achuapa cuenta con 1 centro de salud que brinda atención primaria y varios puestos de salud, como en las comunidades El Barro, San Nicolás, Santa Rosa, Monte Frio y otros, normalmente tiene escasez de medicinas, personal médico y paramédico.

En el sistema educativo, Achuapa cuenta con 58 centros escolares, tanto en la zona urbana, como en la zona rural, que prestan sus servicios desde preescolar

formal y preescolar comunitarios, escuelas de primarias e institutos de secundarias.

En el caso de la eliminación de basura, en la parte urbana, la alcaldía cuenta con un sistema de recolección de basura, que lo deposita en el basurero municipal, fuera del pueblo, pero en el área rural uno de los métodos utilizados es enterrar o quemar las basuras para evitar la proliferación de enfermedades.

La actividad industrial del municipio está referida exclusivamente a una pequeña industria artesanal destinada fundamentalmente a la rama alimentos y ebanistería, un sector comercio minoritario a pequeña escala, entre los que están herrerías, carpinterías, matarifes, comedores, pulperías, farmacias, bares, insumos agropecuarios.

2.7 Bancos de materiales

Existe un banco de materiales, para la extracción de material selecto, debidamente autorizado por las autoridades correspondientes, en caso de necesitarse para rellenos especiales en el proyecto de agua.

Su localización es, del Instituto de Achuapa, ubicado en la orilla de la carretera Achuapa – El Sauce, 5,600 metros hacia el Sauce, sobre dicha carretera y 100 metros al este, en los terrenos del Señor Juan Toruño.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

A continuación se pone en consideración los fundamentos científicos necesarios que se emplearon como base para el desarrollo del estudio, los mismos que han sido extraídos de libros, investigaciones afines, revistas científicas y publicaciones en internet. De tal manera que aquellos lectores e investigadores interesados tengan una percepción clara de los términos que se manejarán como iconos en el proceso investigativo.

3.2 Sistema de abastecimiento de agua.

Los cálculos hidráulicos se realizarán siguiendo las normas técnicas obligatorias nicaragüenses del sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural. El cual contiene los principales criterios de diseño, para la elaboración de proyectos de agua potable en la zona rural dispersa y que comprende: mini acueductos por gravedad (MAG). Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), pozos perforados (PP), pozos escavados a mano (PEM)

3.3 Estudio socio económico.

Un estudio socioeconómico, es un documento que nos permite conocer el entorno económico y social de la población en estas comunidades, por eso es muy importante realizarlo para obtener un óptimo desarrollo del proyecto.

3.4 Aforo y calidad de agua.

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan rechazar el consumo.

3.5 Método de aforo.

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts/seg. Y el segundo para caudales mayores a 10 lts/seg.

Los conocimientos obtenidos mediante los aforos son esenciales para determinar.

- La dotación de agua que podemos abastecer para el consumo humano.
- Las dimensiones y diseño de la planta de bombeo.
- Determinar las pérdidas por conducción y localizar las fugas.

3.6 Estudios topográficos.

Los estudios topográficos tendrán como objetivos:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos
- Proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia, así como de ecología y sus efectos en el medio ambiente.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

Todo levantamiento topográfico de un terreno debe reflejar los puntos principales, detalles, alturas y curvas de nivel. Se debe realizar una visita de campo al sitio,

con el objetivo de reconocer el área perimetral y reconocer diferentes tipos de fuentes de almacenamiento.

También nos permite conocer los puntos donde se pueden instalar el tanque de almacenamiento y de regulación.

3.7 Estudio hidrogeológico.

Para poder realizar un correcto abastecimiento de agua potable debemos contar con las fuentes correspondientes, de las que se deben considerar dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Capacidad de suministro
- Condiciones de sanidad o calidad del agua

La capacidad de suministrar debe ser lo suficiente para proveer la cantidad necesaria en volumen y tiempo que requiere el proyecto de abastecimiento. Las condiciones de sanidad o calidad del agua son claves para definir las obras necesarias de potabilización.

Es necesario realizar estudios sobre las fuentes posibles de abastecimiento, para establecer sus capacidades y estado sanitario.

Al realizar un proyecto de abastecimiento de agua tenemos determinado el volumen necesario, por lo que tenemos que adoptar la o las fuentes de provisión de agua y para ello debemos realizar la investigación de los recursos hídricos de la región.

La elección de una o varias fuentes de provisión resultará de un prolijo reconocimiento de todos los recursos disponibles, seguido de un estudio pormenorizado y comparativo de sus cualidades biológicas y de los volúmenes que pueden suministrar.

Las fuentes que se consideran son:

Manantiales.

Los manantiales son los puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea

Pozo Excavado a Mano (PEM).

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural.

Mini acueducto por Bombeo eléctrico (MABE).

Esto se considera en los casos en que exista: Disponibilidad de fuente de abastecimiento, capacidad de pago de la comunidad, disponibilidad de energía. De no ser posible aplicar esta opción se procurara adoptar cualquier de los otros sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizara la perforación de uno o más posos.

3.8 Elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable

3.8.1 Estaciones de bombeo.

Las Estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor.

En las estaciones de bombeo de pozos perforados deben considerarse los elementos que lo conforman lo que consiste en: caseta para proteger las conexiones eléctricas o mecánicas, conexión de bomba, equipo de bombeo (bomba- motor) y tipo de Energía.

3.8.2 Caseta de control.

Esta se construye de mampostería reforzada acorde a un modelo donde se debe tomar en cuenta la iluminación, ventilación y desagüe, cuya función es proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

3.8.3 Equipo de bombeo y motor.

Las bombas o estaciones de bombeos son componentes esenciales y vulnerables en casi todos los sistemas de agua.

3.8.3.1 Bombas verticales.

Estos equipos de bombeo en general son utilizados mayormente para pozos perforados y son los de turbina de eje vertical y sumergible.

3.8.3.2 Bombas horizontales.

Las bombas centrifugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 m por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con la presión atmosférica.

3.8.3.3 Energía.

De acuerdo con la capacidad de los motores eléctricos se recomiendan los tipos de energía.

Para motores de 3 a 5 HP, usar 1-60-110 energía monofásica.

Para motores de 10 HP a motores de 50 HP se usara 3-60-220 y mayores de 50 HP se emplea 3-60-440, energía trifásica.

3.8.4 Líneas de conducción.

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua, se le llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida.

3.8.4.1 Línea de conducción por gravedad.

En el caso de tuberías sujetas a la presión de la gravedad se pueden presentar dos situaciones:

a) Donde la diferencia de alturas apenas es suficiente, para proporcionar una presión adecuada para el funcionamiento, el problema consiste en conservar la energía usando tubos de diámetros grandes para tener mínimas pérdidas de carga por fricción y evitar bombeo de auxilio.

b) Cuando la diferencia de altura entre la fuente de abastecimiento y la ubicación del sitio a abastecer, es tal que la presión proporcionada es mayor a la requerida, el problema radica en reducir las ganancias de presión, lo cual se logra seleccionando tuberías de diámetros más pequeños.

3.8.4.2 Línea de conducción por bombeo.

En el diseño de una línea de conducción por bombeo se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas de energía por fricción.

3.8.5 Almacenamiento.

Los depósitos de almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua potable tienen como objetivos; suplir la cantidad de agua necesaria para la máxima demanda que se presenten durante la vida útil, garantizar las presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interacciones en el suministro de agua.

3.8.6 Línea de alimentación.

Esta línea es el conjunto de tuberías que sirven para conducir el agua desde el tanque de almacenamiento hasta la red de distribución cada día más usuales por la lejanía de los tanques y la necesidad de tener zona de distribución con presiones adecuadas.

3.8.7 Red de distribución.

Este sistema de tubería encargado de entregar a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas, en cantidad adecuada y con la cantidad requerida para todos. Este sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipo de bombeo.

3.9 Calculo de población.

En el diseño de proyectos de infraestructuras, la población es el componente principal para cuantificar, proyectar y determinar el tamaño de las obras. Para el caso de sistema de agua potable, el estudio de la población determina, además de la dimensiones de sus componentes, las características de operación de las mismas, por lo tanto la escogencia del método para proyectar el crecimiento de la población a través del periodo de diseño de determinado proyecto es muy importante.

El método a utilizar en la determinación de la población de diseño será el de mayor uso en la Republica de Nicaragua, o sea el método Geométrico. Para determinar el año en que la comunidad llegue a alcanzar su saturación se utiliza índice mayor a 6 habitantes por viviendas, según INEC.

3.10 Demanda de agua potable.

La demanda de agua potable se refiere a la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de consumo de la población en el suministro del vital líquido.

3.10.1 Demanda Promedio Diario.

No es más que el producto de la dotación de demanda y consumo adoptada como la cantidad de agua por persona por día multiplicado por el número de habitantes de la ciudad.

3.10.2 Demanda de máximo día (DMD)

Las condiciones y variaciones en el clima inciden directamente en el consumo de agua potable y a través de los meses, semanas y días dentro de un año y con respecto a la Demanda Promedio Diario. En uno de los días del año se dará un máximo consumo por encima del promedio diario total, al que se le conoce como demanda de máximo Día.

La demanda de máximo día (DMD), corresponde entre el 130% a 150% de la demanda promedio diario total (DPDT), según Normas técnicas del INAA.

3.10.3 Demanda máximo hora (DMH)

Durante el transcurso del día de máxima demanda, también se presentan fluctuaciones horarias en el consumo del agua, estas pueden ser máximas y mínimas, al exceso máximo horario que presenta en el día máxima demanda sobre el consumo promedio diario, se conoce como Demanda Máximo Hora.

La Demanda de Máxima Hora (DMH), corresponde al 250% de la demanda promedio diario (DPD) y será igual a 2.5 multiplicado por el valor de la Demanda Promedio Diario (DPD), más las pérdidas.

3.11 Análisis hidráulico.

3.11.1 Coeficiente de fricción.

El Coeficiente de fricción (C), a utilizar para la capacidad hidráulica de la tubería de la formula Hazen-Williams será 150 para las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), y 100 para las tuberías de hierro galvanizado (HG)

3.11.2 Velocidades del flujo.

En la red de distribución se permiten velocidades de flujo de 0.6 metros por segundo como mínima y 2 metros por segundo como máxima.

3.11.3 Presiones máximas y mínimas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomiendan que estas cumplan dentro de un rango permisible en los siguientes valores.

Presión Mínima	14.0 m
Presión Máxima	50.0 m.

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1 Estudio socioeconómico.

Para tener un buen desarrollo del proyecto es necesario realizar un estudio socioeconómico que nos permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad.

- A. Verificar los usuarios beneficiados.
- B. Recoger información sobre la forma y costo del abastecimiento.
- C. Recoger información sobre los aportes de los comunitarios.
- D. Verifica la voluntad y disposición al pago de los beneficiarios.
- E. Estima la tarifa que puede ser pagada por el servicio.
- F. Evalúa la sostenibilidad económica del proyecto.
- G. Verifica situación de saneamiento.

4.2 Evaluación de fuentes de abastecimiento.

Dentro de los objetivos, se deben incluir aspectos de evaluación hídrica del estado actual del recurso que se pretende aprovechar en el área de influencia del proyecto. Se debe referir de manera breve al propósito de estudio.

El estudio debe ser elaborado con un enfoque de cuenca, sub-cuenca o micro-cuenca, en dependencia del área del proyecto. Se debe describir la necesidad de la extracción que se pretende realizar o que ya se está llevando a cabo. Se debe incluir un inventario de los cuerpos de aguas superficiales existentes en un radio de 3 km con la información siguiente:

- A. Tipo de cuerpo de aguas superficiales (río, lago, laguna, manantial, estero, mar).
- B. Nombre, ubicación y coordenadas (x, y, z) del punto más cercano al pozo proyectado UTM WGS-84
- C. Caracterización hidrológica (longitud, área, profundidad)
- D. Propietarios
- E. Usos

F. Caudal (natural y de extracción). Mapa que represente los aspectos hidrológicos de la zona

4.3 Aforo y calidad de agua.

Aforar una corriente de agua significa determinar en un momento dado el valor del caudal. Aforo se le denomina a todas las tareas de campo y de gabinete que nos permiten medir la cantidad de agua que lleva una corriente.

Aforo volumétrico. Dícese de lo correspondiente a la medición por volumen. Directamente a cuerpos y masa de aguas superficiales y subterráneas. Directamente a sistemas de recolección de aguas residuales.

La calidad de la fuente de agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de agua potable. Se define como agua potable aquella que cumple con las normas y reglamentos nacionales y básicamente atiende a los siguientes requisitos.

- Libre de microorganismo que provoquen enfermedades.
- Aceptables para el consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptable.
- Sin componentes que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

4.4 Evaluación de emplazamiento.

La evaluación de emplazamiento se realiza según los siguientes pasos:

- A. Se califica la ambientación del proyecto.
- B. Se seleccionan las variables que serán usadas en la evaluación.
- C. Visita al sitio.
- D. Consultar fuentes de información.
- E. Evaluación del emplazamiento.

Para la evaluación de emplazamiento deben considerarse un grupo de variables mínimas. Las variables a considerar serán:

- Sismicidad
- Deslizamientos
- Vulcanismo
- Hidrología
- Hidrogeología
- Calidad del Suelo
- Rangos de pendiente
- Accesibilidad
- Desechos sólidos y líquidos
- Fuentes de contaminación
- Incompatibilidad de la infraestructura
- Marco legal

Antes de realizar visita al sitio, será necesario consultar las distintas fuentes de información que se tenga sobre el territorio que se emplaza el proyecto.

- Estudios ambientales del territorio
- Mapas de Riesgo o mapas de amenazas
- Mapas de uso del suelo
- Estudios antropológicos, socioeconómicos o arqueológicos del territorio

Visita al Sitio Esta etapa es muy importante porque deberá verificarse toda la información necesaria para llenar el histograma.

La evaluación del emplazamiento se realizará mediante el llenado de un histograma que se expresa en el formulario adjunto.

El histograma consta de tres partes:

- Valoración de variables
- Cálculo matemático y evaluación de elegibilidad del sitio.

- Observar sobre resultados y firma

Cálculo de emplazamiento

Suma de la cantidad de veces que se repite el valor de E

Cantidad de veces que se repite el valor de E=1

Cantidad de veces que se repite el valor de E=2

Cantidad de veces que se repite el valor de E=3

FRECUENCIAS (F)	SUMA				SUMA			
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPx F)	Valor A	0 sea: 1 x 3 x F	0 sea: 2 x 2 x F	0 sea: 3 x 1 x F				
PESO x FRECUENCIA (Px F)	Valor B	3 x F	2 x F	1 x F				
VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)	Se divide A/B	Este espacio no se llena						
RANGOS/SIGNIFICADOS	1 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5	> 2.5	1 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5	> 2.5

El valor de la División A/B se ubica dentro de los 4 rangos que se muestran

Figura 1: SISGA-FISE Manual de Gestión Ambiental.

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR								PARA USO DEL TÉCNICO MUNICIPAL Y/O ASESOR MUNICIPAL					
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	
ORIENTACION	X													
CONFORT HIGROTÉRMICO	X													
REGIMEN DE VIENTO				X										
PRECIPITACION						X								
RUIDOS				X										
CALIDAD DEL AIRE	X													
SISMICIDAD		X												
EROSION				X										
USOS DE SUELO	X													
DESPLAZAMIENTOS		X												
VULCANISMO						X								
RANGOS DE PENDIENTES				X										
CALIDAD DEL SUELO						X								
SUELOS AGRICOLAS	X													
HIDROLOGIA SUPERFICIAL				X										
FRECUENCIAS (F)	SUMA	2	5	3	SUMA									
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPx F)	35	6	20	9										
PESO x FRECUENCIA (Px F)	19	6	10	3										
VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)	1.8													
RANGOS	1 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5	> 2.5	1 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5	> 2.5						

Figura 2: SISGA-FISE Manual de Gestión Ambiental

Valores entre 1 y 1.5 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso, con alto componente de riesgo a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizarán el servicio. Por lo que el FISE recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y se recomienda buscar otro lugar.

Valores entre 1.6 y 2.0 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa el FISE estudiará de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

Valores entre 2.1 y 2.5 significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos.

- Sismicidad.
- Deslizamiento.
- Vulcanismo.
- Mar y Lagos.
- Fuentes de contaminación.
- Marco legal.

4.5 Levantamiento topográfico.

Se realiza un levantamiento topográfico (altimetría, planimetría) de la captación, línea de conducción y el tanque, esto realiza con el fin de ubicar los puntos de

mayor y menor elevación que permita analizar la ubicación de la fuente y del tanque de almacenamiento.

Los estudios topográficos nos permiten elaborar los planos topográficos, proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, posibilitar la definición precisa de la ubicación y establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

Análisis e interpretación de datos: El Levantamiento de planimetría con altimetría es simultáneo y así mismo, se registran las coordenadas (x, y, z) de cada punto observado. Además de esta versatilidad, se transfieren directamente del equipo a la computadora todos los datos tomados en el campo para luego estos sean procesados por el software especializado.

4.6 Diseño hidráulico de sistema.

Se efectuarán análisis y simulaciones hidráulicas en todos los componentes del sistema con programas computarizados y además elaborar memorias de cálculos. Se realizará un análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta el estudio topográfico y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realiza siguiendo las normas técnicas obligatorias para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09001-99) elaboradas por INAA. Las cuales expresan de forma textual: La dotación de agua, expresa la cantidad de agua por persona por día.

El método Geométrico está expresado por la fórmula:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dónde:

P_n = Población del año n .

P_o = Población al inicio del periodo.

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el periodo de diseño.

Las dotaciones a utilizar en el diseño del sistema de abastecimiento estarán de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1. Periodos de diseño de abastecimiento

RANGO DE POBLACION	DOTACIONES PROPUESTAS		DOTACIONES GUIA INAA (lppd)
	Valores Recomendados (lppd)	Valores Mínimo Admisible (lppd)	
2,000-5,000	100	90	75
5,000-10,000	120	110	95
10,000-15,000	120	110	113
15,000-20,000	130	120	132
20,000-30,000	130	120	151
30,000-50,000	130	120	151
Más de 50,000	160	140	189

Fuente: Instituto Nacional de Acueducto y Alcantarillado INAA

4.6.1 Periodo de diseño.

En todo diseño de abastecimiento de agua potable, es necesario fijar la vida útil de los elementos del sistema. Se fija el periodo de tiempo en año, en cada uno de los componentes ha de servir a la población a través del periodo de diseño.

A continuación se indican los periodos de diseño económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tipos de Componentes	Periodo de Diseño
Pozos escavados	10 Años
Pozos Perforados	15 Años
Captaciones Superficiales	20 Años
Tanque de Almacenamiento	20 Años
Equipos de Bombeo	20 Años
Plantas de potabilización	20 Años
Línea de Conducción	15 Años
Red de distribución	15 Años

4.6.2 Variaciones de consumo.

La norma NTON -09003 establece lo siguiente: las variaciones de consumo estarán expresada como factores de la demanda promedio diario y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, líneas de conducción y red de distribución.

Las variaciones de consumo de agua potable se obtendrán de las siguientes expresiones:

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = D * P$$

Donde:

D: Dotación de agua en l/hab/día.

P: Población

CPD: Consumo Promedio Diario en l/día.

$$\text{Consumo promedio Diario Total (CPDT)} = \text{CPD} + \text{PA}$$

Donde:

CPD: Consumo promedio Diario en l/día.

PA: Perdidas de Agua (20% del CPD) en l/día.

CPD: Consumo promedio Diario Total l/día

Consumo Máximo Día (CMD)=1.5*CPD

Dónde:

CPD: Consumo Promedio Diario en l/día.

CMD: Consumo Máximo Día en l/día.

Consumo Máximo Hora (CMH)= 2.5*CPD.

Dónde:

CPD: Consumo Promedio Diario en l/día

CMH: Consumo Máximo Hora en l/día.

4.7 Análisis y selección de equipo de bombeo.

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará en base al consumo máximo diario.

.

Las características de éstas son las de bombear el agua de pozos perforados profundos. Los equipos usados normalmente son bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible.

La profundidad e instalación de la bomba debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse.

4.8 Análisis y cálculo hidráulico de la red.

- Esto comprende el cálculo de las dimensiones de la línea del depósito o captación al tanque de almacenamiento.
- Dimensiones del tanque de almacenamiento.
- Diseño de la red de distribución.

4.9 Diseño estructural.

Se elaboraran memorias de cálculos, especificaciones técnicas y planos constructivos, para el tanque de almacenamiento, obras de captación y obras civiles que amerite el proyecto.

El Tanque de almacenamiento se hará de concretó ciclópeo y los refuerzos estructurales (vigas, columnas y zapatas) de concreto armado y se diseñara las fundaciones de tanque según la capacidad admisible del suelo.

4.10 Costo y presupuesto.

Para determinar el costo de construcción total del proyecto, se requerirá determinar los volúmenes de obras, costos unitarios y presupuesto del proyecto.

CAPITULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis técnicos

5.1.1 Aspectos Socioeconómicos.

El estudio socio económico, realizado en las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao del municipio de Achuapa del Departamento de León, enmarcado en la ejecución del proyecto de agua potable y saneamiento, muestra que:

En las 3 comunidades, existen 189 viviendas, de las cuales en 132 los hombres se encuentran como responsable del hogar y en 55 son las mujeres, por ser viudas, separadas o madres solteras, existen 781 personas, incluyendo 45 del sector California y 52 del sector El Pacón de la comunidad El Cacao.

De las 781 personas, 390 son varones y 391 son hembras, incluyendo a 109 menores de 5 años, del total existen 191 personas sin escolaridad (25%), 331 lograron alcanzar un grado de primarias (43%) y el resto 250, lograron estudios de secundaria o más (32%), en cuanto a la ocupación 191 personas (25%) laboran en agricultura o ganadería y 189 (24%) personas hacen las labores de domésticas, 54 personas (7%), tienen diferentes oficios como zapateros, comerciantes y maestros y el resto está estudiando o son menores de edad

De las 189 viviendas, 178 (90%), son propias de los habitantes y solamente 11 son prestadas por sus padres o se la cuidan a sus patrones, de las cuales 112 (60%), están construidas de bloques o ladrillos y el resto 75 (40%), la mayoría son de madera o combinadas de madera y ladrillos y muy pocas de adobe y ripios, sin embargo 140 viviendas (87%), el piso es de tierra y el resto 47 viviendas (13%), tienen piso de ladrillo o concreto; en cambio 138 casas (74%), el techo es de zinc y el 22% es de tejas (43 casas), el resto el 4 % el techo es combinado con tejas, zinc, madera y ripios, en general se considera que en 77 (41%) viviendas, están en buen estado, 88 (47%), en regular estado y 22 (12%) en mal estado, lo que demuestra que no comunidades tan pobres.

En cuanto a la situación económica de las familias, las encuestas revelan que al menos un promedio de 1.5 personas trabajan por vivienda, teniendo un ingreso promedio de C\$ 2,202.00 córdobas por familia a la quincena, coincidiendo que 126 viviendas (67%) tienen energía eléctrica y pagan un promedio de C\$ 58.00 córdobas.

5.1.2 En el aspecto de saneamiento e higiene ambiental.

En las tres comunidades existen 189 viviendas, de las cuales 170 viviendas (93%) tienen letrinas y 17 viviendas no tienen letrinas, de las 170 que si tienen, 149 están en buen estado, 5 en regular estado, 6 en mal estado y 10 llenas (es probable por efecto del invierno), sin embargo es bueno reponer 16 letrinas y apoyar a los 17 que no tienen, para un total de 33 letrinas, todos están dispuestos a apoyar para la construcción de sus letrinas. Por otro parte los datos revelan que de esa cantidad solo en 6 viviendas se encontraron heces fuera de la letrina, también que todos los adultos la usan y los niños también, los encuestados expresaron que 166 letrinas (95%) fueron construidas en suelo arcilloso y 8 en suelo arenoso o rocoso, que aunado, que las comunidades están asentadas en una planicie que se anega con facilidad, permite que las letrinas se llenen con facilidad y es recomendable construir las nuevas letrinas, del estilo aboneras.

El 95% de las familias (178 viviendas) aseguran que las aguas servidas, la riegan para evitar charcas y 9 la dejan correr, que coincide con que en 184 viviendas (98%), no se encontraron charcas.

Por otra parte en 141 viviendas (75%), tienen animales domésticos y que la inmensa mayoría los mantiene sueltos (93%), que puede provocar la transmisión de algunas enfermedades; sin embargo en el 99 % y el 98% respectivamente de las viviendas no se encontró basura, ni en el exterior, ni en el interior de las mismas, porque expresaron que la queman (89%) y el resto (7% la entierran) y el resto la bota.

El 100% de los encuestados aseguran que todos se lavan las manos, hacen buen uso de la letrina, hacen buen uso del agua y que los niños están vacunados.

Todo lo anterior está relacionado con las enfermedades, de las 776 personas del censo levantado, solamente 32 personas (4%), han tenido diarrea, 82 personas (11%) tos, 67 personas (9%) malaria, el 2% dengue (17 personas), el 2% infección renal (18 personas), el 1% infección de la piel (4 personas), por lo que se asume que no ha habido una epidemia a causa del consumo de agua y que las causas también pueden ser provocadas, por los cambios climáticos del invierno y verano.

En cuanto a los recursos y servicios de agua, en 184 viviendas expresaron que cuentan con servicios de agua, como pozos excavados a mano y pozos perforados (117 viviendas, 63%), sistemas rústicos por gravedad privados y el mini acueducto por gravedad en la comunidad El Cacao (40 viviendas, 21%) y el resto se abastece de quebradas (30 viviendas, 16%).

La relación en el traslado del agua hacia las viviendas, está relacionado con las prácticas laborales, donde la mayoría de los hombres, están de responsables del hogar y las mujeres realizan los trabajos domésticos, por eso en 164 viviendas (88%), las mujeres acarrear el agua y solamente en el resto lo acarrear los hombres o al menos las apoyan, utilizando alrededor de una (1) hora diario, para el acarreo del agua en 3.5 veces al día.

Por otra parte el 99%, considera que la calidad del agua que consumen es buena, que los recipientes en que almacenan el agua son seguros para la salud, porque los almacenan en bidones tapados y que los ubican en lugares altos y que usan pocillos para extraer el agua que usan, además consideran que el agua tiene buen sabor y el 96% expresan que cloran o hierven el agua que consumen.

El 99% consideran que necesitan un proyecto de agua potable, que están dispuestos a participar en el proyecto, que están dispuestos a aportar mano de obra y que están dispuestos a aportar dinero para la ejecución del mismo y dar cuotas mensuales para su operación y mantenimiento.

5.1.3 Infraestructura Básica

La comunidad cuenta con sistema eléctrico en la mayoría de las viviendas (126 viviendas, de las 189 existentes tienen energía eléctrica, que equivale al 67% del total), además frente al pozo perforado a utilizar para el MABE pasa el tendido eléctrico y solo será necesario ampliar la red eléctrica y un nuevo transformador que servirá para el sistema de agua potable.

No se cuenta con teléfono convencional, pero existe comunicación por teléfonos celulares, representantes del gobierno, tienen celulares, para comunicación directa y los líderes y representantes del CAPS también.

Su sistema actual de abastecimiento de agua potable, son 83 obras (66 pozos excavados a manos (PEM), de carácter privados, 6 PEM comunales, 1 pozo perforado (PP) y 10 captaciones de manantiales (CM).

El pozo perforado frente al centro educativo Los Carao, abastecerá al mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), con una profundidad mayor de 170' y un caudal de 55 galones por minuto (55 gpm), realizado en el año 2010, por un organismo denominados "Amigos por Cristo" y proporcionado los datos por la alcaldía de Achuapa.

El sistema de educación, está bastante bueno; ya que en cada una de las comunidades, existe una escuela de educación primaria, que atienden a un total de 135 estudiantes con 6 profesores, en la comunidad Los Carao tienen un instituto de secundaria, que atienden a 148 estudiantes con 8 profesores, también

en cada una de las comunidades existe un preescolar, que atienden un total de 55 estudiantes con 3 profesores.

La carretera aunque es de macadán, está muy deteriorada, mucho más en los caminos troncales y las veredas; en verano permite la accesibilidad todo el tiempo, incluido vehículos de transmisión sencilla al igual en el invierno ya que el puente la Perla y el de los Carao están en buena condiciones, con respecto al transporte colectivo, aunque no es excelente, al menos resuelve las necesidades básicas de transporte, tienen dos rutas que salen de Achuapa y llegan hasta la comunidad El Caracol, la primera sale a las 7 am y regresa a las 10 am y el segundo sale de Achuapa a las 12 m y regresa a las 3 pm.

Si bien es cierto que en la comunidad no existen ferreterías, necesarias para el mantenimiento del sistema de agua potable, estas existen en Achuapa, su cabecera municipal que dista del centro de las 3 comunidades 6 Km al Norte este.

5.2 Estudio Hidrogeológico

Las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao se encuentran en la micro cuenca hidrográfica, del Río Chiquito, que nace en la parte alta de la comunidad San Nicolás y El Pajarito, atraviesa la parte urbana de Achuapa, de Noreste a Suroeste, encontrándose en la parte central de la comunidad La Perla, con el río chiquito, formando la microcuenca Achupita, que se une al río grande en el sector Las Pilas Villanueva.

5.2.1 Recarga

La recarga del depósito de agua subterránea, proviene esencialmente de la infiltración de los manantiales, que están en la parte alta de la comunidad y que bajan hasta el valle y de la precipitación de las lluvias directamente sobre el área ocupada por los sedimentos aluviales que conforman el relleno aluvial; así como también, por aguas lluvias que caen y se infiltran en la zona montañosa que limitan

la comunidad y que posteriormente, bajo la acción del gradiente natural, escurren hacia ella.

5.2.2 Aguas superficiales.

Las comunidades, están asentadas en el valle de Achiuapa y rodeado de montañas semi boscosas, en la comunidad El Cacao existen al menos diez pequeños manantiales, que son aprovechadas para el abastecimiento de agua a algunas familias de la comunidad, estos producen dos pequeña quebrada de todo tiempo, bajando su caudal significativamente en tiempo de verano, existe otro quebrada en la comunidad La Perla, que fluye prácticamente en invierno y se seca en varano, en épocas anteriores, esas quebradas eran caudalosas también en épocas de estiaje, pero la deforestación ha disminuido su potencial.

Los manantiales, tienen pocos caudales, que varían desde 2 a 8 galones por minutos, no encontrando uno de ellos, con suficiente caudal, que pueda abastecer al menos a la mayoría de la población, con un sistema por gravedad.

La más importante fuente superficial es el río Achiuapita, que atraviesa a las tres comunidades

No existen estudios que describan a nivel local las características de la escorrentía superficial. De acuerdo a las entrevistas y asambleas, la comunidad está dispuesta a no seguir deteriorando el medio ambiente, reforestar y recuperar las fuentes existentes.

5.2.3 Aguas Subterránea

No se han realizados estudios que describan a nivel local, si existen aguas subterráneas y el grado de capacidad de las mismas, para llevar un proyecto de agua.

Existen 73 son pozos, de los cuales 66 son excavados a manos (PEM), con bombas de mecate de uso privado, 6 PEM comunales, 1 pozo perforado en los Carao.

En la comunidad La Perla, existen 22 pozos, de los cuales, 21 son privados y 1 comunal, en Los Carao, existen 31 pozos (27 PEM privados, 3 PEM comunales y 1 PP comunal) y en la comunidad El Cacao, existen 20 pozos, de los cuáles 18 son PEM privados, 2 PEM comunales.

El pozo perforado (PP) frente al instituto Los Carao, que abastecerá al mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), tiene una profundidad mayor de 170' y un caudal de 55 galones por minuto (55 gpm), realizado en el año 2010, por un organismo denominados "Amigos por Cristo" y proporcionado los datos por la alcaldía de Achuapa, a este pozo se le realizó análisis bacteriológico y físico químico, resultando el agua de buena calidad, apta para el consumo humano.

En este estudio, no incluimos el aforo de los pozos excavados a manos, por la elevación de los costos, por el incremento del tiempo y porque se sabe que la mayoría de los pozos se contaminan en la época de invierno.

5.2.4 Protección forestal de fuente de agua

En las comunidades, objeto de este estudio, igual a la gran mayoría de las comunidades de Nicaragua, la deforestación causada principalmente por el desarrollo de las actividades agrícolas y por el corte de los árboles para madera y leña, ha traído como consecuencia la degradación de los suelos por diferentes tipos de erosión, el sobrecalentamiento del mismo, la profundización de las aguas subterráneas, y la pérdida de ríos en las épocas secas.

La agricultura tradicional caracterizada por prácticas de siembra en suelos frágiles, ondulados o con elevados niveles de pendientes y con texturas de arena franca o arcillosa, actualmente es la principal causante de la erosión de la capa fértil.

En el proceso de reconocimiento de fuentes de agua, se identificaron 10 pequeños manantiales, todos con similares características de caudal, ubicados bajo vegetación arbustivas y situación higiénica sanitaria no adecuada, en su alrededores no se encuentra suficientes bosques, que nos garantice a largo plazo, el aseguramiento de las fuentes de agua, muchos de los manantiales, están

ubicados contiguos a lugares desforestados, donde el suelo es usado para prácticas agrícolas tradicionales y donde los dueños de los terrenos, no son los mismos, que los dueños de los manantiales, por lo tanto, aunque sientan la importancia de la reforestación, no se comprometieron a realizar una reforestación completa, sino en una pequeña parte de sus parcelas, para proteger los manantiales.

El área de recarga del acuífero correspondiente a estos manantiales, se encuentra medianamente forestada, sin embargo la comunidad está dispuesta a mantener la conservación de los bosques, con dos acciones, reduciendo los despales en el área alrededor donde están ubicados los manantiales, para lograr la segunda que es la reforestación natural alrededor de los manantiales, con especies forestales nativas de la zona, como cedro real, mangos, naranja, zapote, caoba, pochote, laurel, Guanacaste y jenízaro, y que serán determinadas juntos con los encargados de este rubro en la alcaldía de Achuapa.

5.2.5 Inventario de fuentes

5.2.5.1 Sistema de abastecimiento de agua actual

Su sistema actual de abastecimiento de agua potable, para la mayoría de la población son pozos excavados manos y manantiales conducidos por gravedad, también existe un pozo perforado (PP) frente al instituto Los Carao, que abastecerá al mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), con una profundidad mayor de 170' y un caudal de 55 galones por minuto (55 gpm), realizado en el año 2010, por un organismo denominados "Amigos por Cristo " y proporcionado los datos por la alcaldía de Achuapa, a este pozo se le realizó análisis bacteriológico y físico químico, resultando el agua de buena calidad, apta para el consumo humano.

En total existen 83 obras de agua potable, 22 en la comunidad La Perla, 31 en Los Carao y 30 en El Cacao, de los cuales 66 son pozos excavados a manos (PEM), con bombas de mecate de uso privado, 5 PEM comunales, 2 pozo perforado en los Carao, y 10 manantiales (CM), captados rústicamente, algunos PEM y CM se

rehabilitaran y otros no porque se abastecerán con el MABE y porque el organismo PIMCHAS MARENA, los están apoyando actualmente.

En la comunidad La Perla, existen 22 pozos, de los cuales, 21 son privados y 1 comunal, en Los Carao, existen 31 pozos (27 PEM privados, 2 PEM comunales y 2 PP comunales) y en la comunidad El Cacao, existen 30 obras, de los cuáles 18 son PEM privados, 2 PEM comunales, 9 CM de carácter privados 1 CM comunal, que abastece a un sector del Cacao, con mangueras rústicas y en mal estado, tiene problemas de abastecimiento, tanto en el aspecto técnico, como de organización y problemas sociales entre algunos comunitarios.

5.3 Factibilidad técnica.

5.3.1 Análisis de la demanda de agua potable.

Aunque en encuestas realizadas por INEC, en años anteriores, se constató, que el municipio de Achuapa, es el municipio con poco crecimiento poblacional, que la tasa anual de crecimiento ha oscilado entre 1.34% y 0.45%, por debajo de la tasa promedio, que generalmente ha sido del 3%, sugerimos que para las proyecciones de población, utilicemos el factor de incremento poblacional del 3%, porque no sabemos si esa tendencia ha seguido y que es preferible, usar un factor de seguridad, que garantice el abastecimiento de agua, para una mayor población.

Para la proyección de esa población, utilizamos, $r = 3\%$ (tasa de crecimiento poblacional), con el método de proyección geométrica, ya que no tenemos datos aritméticos anuales de las comunidades, que coincide con las normas técnicas de acueductos rurales (NTON 09002-99), que debe de estar entre 2.5% y 4 % como máximo.

La dotación estipulada en las normas de Acueductos Rurales del país, de acuerdo a los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable rural,

determinan el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto.

Según normas técnicas de INAA, para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, la dotación para conexiones domiciliarias es de 50 a 60 litros por persona diaria (13- 16 gppd), tomaremos como dotación 60 lppd (16 gpm), más 25% de pérdidas por fallas técnicas y desperdicio, dando una dotación total de 20 gppd (galones por persona diaria), se estimó que en el período de diseño en 10 horas de bombeo máximo (600 minutos), se abastecerá la población total; ya que el caudal de la línea de conducción será de 48 gpm, como caudal mínimo o 72 gpm como caudal máximo día, según normas de INAA.

Tabla 2: Proyección de Demanda Promedio Diaria, CMD, CMH y Volumen de almacenamiento requerido.

AÑO	POBLACIÓN	COBERTURA %	DOTACIÓN		CPD		20 % PERDIDAS DE CPD		CPDT=CPD+PA		CMD=1,5*CPD		CMH=2,5*CPD		ALMACENAMIENTO		
	HABITANTES		gal/hab/d	lts/hab/di	g/h/d	l/h/d	Gal	lts	g/d	l/d	g/d	l/d	g/d	l/d	gal	lts	mt3
2017	684	100	20	76	13680	51984	2736	10397	16416	62381	20520	77976	34200	129960	4788	18194	18,1944
2018	704	100	20	76	14080	53504	2816	10701	16896	64205	21120	80256	35200	133760	4928	18726	18,7264
2019	726	100	20	76	14520	55176	2904	11035	17424	66211	21780	82764	36300	137940	5082	19312	19,3116
2020	747	100	20	76	14940	56772	2988	11354	17928	68126	22410	85158	37350	141930	5229	19870	19,8702
2021	770	100	20	76	15400	58520	3080	11704	18480	70224	23100	87780	38500	146300	5390	20482	20,482
2022	793	100	20	76	15860	60268	3172	12054	19032	72322	23790	90402	39650	150670	5551	21094	21,0938
2023	817	100	20	76	16340	62092	3268	12418	19608	74510	24510	93138	40850	155230	5719	21732	21,7322
2024	841	100	20	76	16820	63916	3364	12783	20184	76699	25230	95874	42050	159790	5887	22371	22,3706
2025	866	100	20	76	17320	65816	3464	13163	20784	78979	25980	98724	43300	164540	6062	23036	23,0356
2026	892	100	20	76	17840	67792	3568	13558	21408	81350	26760	101688	44600	169480	6244	23727	23,7272
2027	919	100	20	76	18380	69844	3676	13969	22056	83813	27570	104766	45950	174610	6433	24445	24,4454
2028	947	100	20	76	18940	71972	3788	14394	22728	86366	28410	107958	47350	179930	6629	25190	25,1902
2029	975	100	20	76	19500	74100	3900	14820	23400	88920	29250	111150	48750	185250	6825	25935	25,935
2030	1004	100	20	76	20080	76304	4016	15261	24096	91565	30120	114456	50200	190760	7028	26706	26,7064
2031	1034	100	20	76	20680	78584	4136	15717	24816	94301	31020	117876	51700	196460	7238	27504	27,5044
2032	1066	100	20	76	21320	81016	4264	16203	25584	97219	31980	121524	53300	202540	7462	28356	28,3556
2033	1097	100	20	76	21940	83372	4388	16674	26328	100046	32910	125058	54850	208430	7679	29180	29,1802
2034	1130	100	20	76	22600	85880	4520	17176	27120	103056	33900	128820	56500	214700	7910	30058	30,058
2035	1164	100	20	76	23280	88464	4656	17693	27936	106157	34920	132696	58200	221160	8148	30962	30,9624
2036	1199	100	20	76	23980	91124	4796	18225	28776	109349	35970	136686	59950	227810	8393	31893	31,8934
2037	1235	100	20	76	24700	93860	4940	18772	29640	112632	37050	140790	61750	234650	8645	32851	32,851

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Análisis de la oferta.

Su sistema actual de abastecimiento de agua potable, son 83 obras en total de los cuales hay, 66 pozos excavados a manos (PEM), de carácter privados, 5 PEM comunales, 2 pozo perforado (PP) y 10 captaciones de manantiales (CM), existió un mini acueducto por gravedad (MAG), de manera que los comunitarios, conocen perfectamente las diferentes tecnologías, para el abastecimiento de agua potable

Por otra parte, no existe una fuente de agua, con suficiente caudal, para abastecer por gravedad, al menos a una parte de la población, las captaciones de manantiales oscilan con caudales de entre 2 gpm y 8 gpm, que sirven únicamente para abastecer a nivel familiar

Los pozos perforados, no son buena opción por lo disperso de las comunidades, quedando solamente construir un mini acueducto por bombeo eléctrico (demandado por las comunidades y aceptado por la alcaldía) abastecido por el pozo perforado (PP), que se encuentra frente al instituto de la comunidad Los Carao, el cual garantiza el caudal necesario para el consumo humano(55 gpm).

El diámetro del pozo perforado es de 4", en el cuál no cabe un equipo de bombeo mayor de cinco caballos de fuerza (5 HP), por esta razón no se puede instalar un equipo de mayor capacidad.

5.3.3 Calidad de agua

Para conocer la calidad de agua de las fuentes se recopilaron muestras y se realizaron ensayos de laboratorios entre ellos físico-químico y micro bacteriológico en la Universidad Nacional de Ingeniería UNI (programa PIENSA).

Resumiendo los resultados, se puede apreciar que la fuente en estudio tienen valores recomendados por las normas CAPRE, en respecto a la presencia de coliformes fecales y totales (Anexo 1), por lo que conlleva que todas deben

pasar por un proceso de desinfección como mínimo; en relación a las pruebas físico-químico, con respecto al color verdadero.

5.4 Alternativas técnicas de solución.

5.4.1 Caudales de diseño y capacidad de la fuente.

El caudal de diseño de la línea de conducción al tanque será igual a 1.5 veces el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto (Consumo Máximo Día), así mismo el caudal de diseño de la red de distribución será de 2.5 veces el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto (Consumo Máxima Hora), de acuerdo con las normas de diseño de acueductos rurales vigentes en el país.

En la Tabla 1, está demostrado las dotaciones para máxima hora y máximo día, para la alternativa de conexiones domiciliarias para el final del período de diseño, el caudal mínimo es de 41 gpm, el caudal máxima día es de 62 gpm y el de máxima hora es de 103 gpm.

La capacidad de la fuente a utilizar se presentó en los TDR, siendo seleccionado el pozo perforado de la comunidad Los Carao, que está en frente del instituto, con un caudal de 55 gpm, un poco mayor a la necesidad del sistema con conexiones domiciliarias, que es de 41 gpm, pero se diseñara con 40 gpm, porque es lo máximo que permite, para un equipo de bombeo de 5 HP, que es el mayor equipo que cabe, en el pozo perforado.

5.4.2 Volumen útil de almacenamiento.

Según normas de diseño del instituto regulador (INAA) , para el almacenamiento se estimará el 15% del consumo promedio diario para sufragar y compensar las variaciones horarias de consumo , más el 20% para atender eventualidades en casos de emergencias y reparaciones en línea de conducción y fuente de abastecimiento, para un total del 35% del consumo promedio diario.

Se concluye que se necesita un tanque de concreto de 32.85 metros cúbicos, pudiéndose elevar la capacidad de almacenamiento hasta 40 metros cúbicos, para que la comunidad ahorre en energía eléctrica por el encendido del equipo.

5.5 Equipo de bombeo eléctrico.

5.5.1 Descripción del pozo perforado.

Ubicación Comunidad Los Carao, Achuapa, León

Diámetro del revestimiento: 4" (100mm)

Profundidad Total del Pozo: 196 pies.

Columna de bombeo 140 pies

Nivel Estático del agua, NEA 26 pies

De acuerdo a la Prueba de Bombeo (Anexo 2) realizada en el pozo, la cual se presenta en anexo, el pozo puede explotarse con un caudal de 40 gpm (2.52 lps).

5.5.2 Determinación de diámetro de la columna

El diámetro de la columna, debe ser tal que las pérdidas por fricción sean menores que el 5% de la longitud de la columna.

Se propone un diámetro de columna de 3" (75mm).

Las pérdidas por fricción se calculan a partir de la expresión de Hazen-Williams.

5.5.3 Sarta de descarga del equipo de bombeo.

La sarta de descarga deberá incluir los siguientes accesorios:

- Manómetro y toma de muestra
- Válvula de alivio de aire y vacío
- Válvula Check
- Válvula de compuerta
- Medidor de caudal Válvula de alivio de presión
- Punto de inyección de cloro

5.5.4 Determinación de carga total dinámica de equipo de bombeo.

La carga total dinámica del equipo de bombeo debe ser suficiente para lograr impulsar el agua desde el pozo perforado hasta el tanque de almacenamiento, el tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 40 m³, es de concreto reforzado y tiene una altura de 4.0 metros.

La CTD del equipo de bombeo está definida por:

Diferencia de elevación entre NDA de invert de tubería de entrada de agua al tanque.

Nivel de terreno en el pozo

Nivel de terreno en el tanque

Pérdidas por fricción en columna de bombeo

Perdidas por fricción en sarta de descarga

Perdidas por fricción en línea de conducción pozo – tanque.

A partir de los datos reales con que contamos como son : caudal del pozo de 40 gpm de explotación con un diámetro de 3”, profundidad a instalar la bomba de 151 pies, la diferencia de altura entre el pozo y el lugar más probable para el tanque de almacenamiento, hasta el rebose (159 pies), 33 pies de pérdida de carga en la línea de conducción y la distancia del pozo al tanque de 1170 metros, todo da una carga total dinámica de 343 pies, determinamos la capacidad de la bomba para la alternativas con conexiones domiciliarias.

Tabla 3: Aforo de pozo.

PRUEBA DE BOMBEO			
Fecha: <u>21 de septiembre del año 2016</u>	Columna de Bombeo:	<u>140 ´ pies</u>	
Propietario: <u>Comunidad el Carao</u>	Número de impulsores:	<u> </u>	
Localización: <u>Achuapa</u>	Diámetro de descarga:	<u>2”</u>	
Diámetro de revestimiento: <u>4” PVC</u>	Diámetro de orificio:	<u>2”</u>	
Profundidad de pozo:	<u>196 ´ pies</u>	Altura piezométrico:	<u> </u>
Nivel estático:	<u>26 ´ pies</u>	Caudal en GPM:	<u>40</u>
Diámetro de la Bomba:	<u>3 ¾”</u>	Hora inicial de la prueba:	<u>6:08 a.m.</u>
		Hora final de la prueba:	<u>6:08 p.m</u>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cálculo de potencia de la bomba.

Caudal GPM	CTD PIES		EFICIENCIA	POTENCIA BONBA
40	343	3960	70%	4,94949495

Fuente: Elaboración propia

Potencia de la bomba = $Q \times \text{CTD} / 3960 \times E$
 Potencia de la bomba = $40 \times 343 / 3960 \times .7$
Potencia de la bomba = 4.95 HP = 5 HP

Tabla 5: Cuadro anual de tiempo de bombeo.

Años	Q	C.P.D.T	Qdn C.M.D.= CPDx1.5	Tb=16Qdn/Qb	
	Gpm	Gpm	Gpm	Horas	Horas y Min
2017	40	22	22	5,5	5 h y 30 m
2022	40	26	26	6,5	6 h y 30 m
2027	40	30	30	7,5	7 h y 30 m
2032	40	35	35	8,75	8 h y 45 m
2037	40	40	40	10	10 h

Fuente: Elaboración propia

5.6 Topografía y ubicación del tanque.

Para la elaboración del croquis utilizamos gps, fotografías satelitales de referencia y programas SIG, del cuál obtuvimos la ubicación de toda las comunidades con sus principales puntos de interés, fuentes y viviendas, sus elevaciones incluyendo la ubicación del tanque y distancias; concluyendo que a excepción de 30 vivienda al resto le llegaría el agua domiciliarmente.

De 189 viviendas, para el proyecto (42 de La Perla, 69 de Los Carao y 78 del Cacao), en 32 viviendas de la comunidad El Cacao, no se podrá abastecer, (11 de California, 12 del Pacón, 4 de La Mora y 5 de Los Carbones), porque la altura, con respecto al tanque no permite que llegue el agua, pero si a 157 viviendas y 9 centros públicos.

Al no tener otra fuente como alternativa de solución, no es necesario realizar otro levantamiento para analizar otra posibilidad de abastecimiento.

La distancia del tanque de almacenamiento a partir del pozo, es de 1170 metros y una elevación de 46 metros al Sureste del mismo y con un caudal de 55 gpm según los TDR.

Durante este levantamiento se logró determinar que la mayoría de las viviendas están en la línea principal paralela a la carretera y en una longitud de 5000 metros, el resto se encuentra en ocho ramales que suman 5,200 metros.

Las 166 conexiones domiciliarias, tienen una longitud 3,798 metros (3,258 de 1 / 2 “ y 540 de 3 / 4 “).

5.7 Descripción del sistema propuesto

En todas las partes del sistema, los beneficiados aportaran mano de obra no especializada, como contraparte del proyecto, realizaran las excavaciones y relleno tanto de la línea de conducción, como de la red y conexiones domiciliarias, en la parte constructiva del tanque, caseta, embaldosados, darán apoyo al albañil, aportaran piedra bolón y poste de madera para los cercos y en general, estarán apoyando el proyecto; sin embargo en las actividades muy especializadas, como la instalación del equipo de bombeo y sistema eléctrico, las principales actividades las realizará el contratista.

5.7.1 Fuente de Abastecimiento y obra de captación.

La fuente de abastecimiento propuesta es un pozo perforado, situado a 3 metros de la calle principal de la comunidad Los Carao, frente al Instituto, con un caudal de 40 gpm, con agua de buena calidad, debidamente protegido, con el tendido eléctrico a solo 37 metros del pozo, a 1170 metros del sitio del tanque de almacenamiento; se necesita la instalación de otro transformador porque el existente, es para las conexiones de las viviendas.

Las obras propuestas son: destruir base de bomba existente y construir una nueva de 0.50 m x 0.50 m x 0.40 m de altura, reforzada con hierro de 3 / 8”, instalar equipo de bombeo eléctrico de 5 HP con sus respectivas instalaciones eléctricas, casetas de control, cercas perimetrales, portones y embaldosados de concreto para mejorar la infraestructura.

5.7.2 Línea de Conducción.

Estará conformada por 1,170 metros de tubería PVC de Ø 3”, solamente la tubería de la sarta del pozo y la que entra en el tanque será de H.G, el contratista en coordinación con el supervisor, determinaran si es necesario, usar rellenos especiales.

Tabla 6: Línea de Conducción.

No	NODO		DIAMETRO Mm	LONG. (m)
	DE	A		
LINEA DE CONDUCCION				
1	144	143	75	3
2	143	142	75	24
3	142	141	75	50
4	141	140	75	27
5	140	139	75	17
6	139	285	75	25
7	285	287	75	37
8	287	293	75	250
9	293	294	75	24
10	294	295	75	52
11	295	314	75	50
12	314	315	75	44
13	315	319	75	70
14	319	320	75	42
15	320	321	75	174
16	321	322	75	50
17	322	440	75	35
18	440	441	75	100
19	441	442	75	50
20	442	443	75	38
21	443	444	75	8
TOTAL				1,170.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Línea de conducción por Bombeo eléctrico.

Tramo	Caudal GPM	Long. (m)	C	Diám. (pulg.)	Perdida de Carga Hf (m)	Perdida de Carga Hf Acum.	Veloc. (m/s)	Diferencia de. Altura (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
P.P (Pi 144) - Pi 285	40	146,00	150	3	0,63	0,63	0,82	1	1	1,63	52,08
Pi 285 - Pi 293	40	287,00	150	3	1,25	1,88	0,82	0	1	1,25	50,45
Pi 293 - Pi 321	40	456,00	150	3	1,98	3,86	0,82	1	2	2,98	49,20
Pi 321 - Pi 444 (Tanque)	40	281,00	150	3	1,22	5,08	0,82	45	47	46,22	46,22
Total		1170									

Fuente: Elaboración propia

5.7.3 Tanque de Almacenamiento.

Al aplicar el 35% del consumo promedio al final del período de diseño , el volumen interno del tanque, para el sistema con conexiones domiciliarias, es de 32.8 m³, pero proponemos aumentar la capacidad de almacenamiento un poco a 40 m³, la construcción de un tanque de almacenamiento de forma cuadrada, de acuerdo a un poco más de la demanda de almacenamiento de la población, las paredes de este se propone sean de concreto ciclópeo y los refuerzos estructurales (vigas, columnas y zapatas) de concreto armado.

5.7.4 Características de los materiales

Concreto

Resistencia mínima a la compresión $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (3,000 lbs/plg²) a los 28 días de edad.

Peso volumétrico del concreto reforzado = 2,400 kg/m³ (150 lbs/pie³).

Acero de refuerzo

Grado 40, con un Esfuerzo a la Fluencia $F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ (60,000 lbs/plg²).

Módulo de elasticidad $E_s = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi)

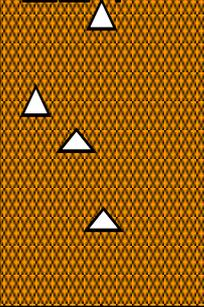
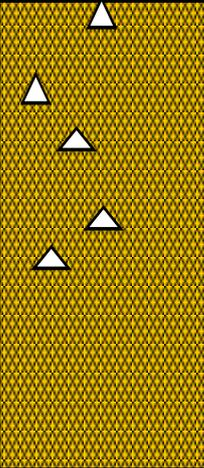
Tipo ASTM A-40, corrugado para el caso del refuerzo longitudinal mayor o igual al N°3, y liso para el caso del acero transversal N°2.

Peso volumétrico del acero = 7,850 Kg/m³ (490 lbs/pie³).

Suelos

Se hizo una inspección visual de las características y tipologías de los suelos del sitio de proyecto, y en base a lo observado se asume considerar una presión admisible de suelo de 1.50 Kg/cm² y un peso volumétrico del suelo de 1,750 Kg/m³.

En un cuadro resumen abajo mostrado se presentan los resultados de esta inspección visual en sitio y en base a la cual se consideró lo concerniente a capacidad de soporte de los suelos.

profundidad en metros	columna litológica	Descripción estatigráfica	diámetro de calicata en metros
0.05		suelo vegetal, color negro, suelto	0.5
0.3		de 0.00a 0.30 metros , toba, bastante homogenea, media compacto , no plástico, color rojizo pardo, existencia ligera de cantos rodados angulosos basalticos, de tamaño variables de 1 - 6 pulgadas.	0.5
1.2		de 0.00a 0.30 metros , toba, bastante homogenea, media compacto , no plástico, color rojizo, existencia ligera de cantos rodados angulosos basalticos, de tamaño variables de 1 - 6 pulgadas.	0.5
		1.20 metros fin de la excavación	

Elaboración propia

5.7.5 Línea de distribución.

Para conexiones domiciliarias la red de distribución, estará conformada por 12,050 metros de tubería (11,869 m PVC y 181 m Hg), de los cuales 1,690 metros son de 6", 2893 de 4", 1,083 metros de 3", 227 metros de 2.5", 1,031 metros serán de tubería de 2", 930 metros de 1 1/2", 812 metros de 1 1/4", 2,847 metros de 1" y 537 metros de 3/4", el contratista en coordinación con el supervisor, determinaran si es necesario, usar rellenos especiales.

RED DE DISTRIBUCION

Tabla 8: Cálculos de pérdidas en la red de distribución

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Tanque (Pi 4) al PP N°1	471	231.00	150	6	3.29	3.29	2.21	29	29	25.71	25.71
Del PP N°1 al E' (Pi 321)	468	50.00	150	6	0.70	3.99	2.19	0	29	-0.70	25.01
Pi 321 (E ') al Pi 315	348	286.00	150	6	2.32	6.31	1.70	0	29	-2.32	22.69
Del Pi 315 al E Pi 316	6	18.00	150	1	0.49	6.80	0.97	0	29	-0.49	22.20
Del Pi 315 al E Pi 295	342	94.00	150	6	0.74	7.54	1.67	0	29	-0.74	21.46
Del Pi 295 al E Pi 296	15	58.00	150	1.5	1.20	8.74	1.10	-0.5	28.5	-1.70	19.76
Del Pi 296 al Pi 302	12	218.00	150	1.5	2.98	11.73	0.90	-0.5	28	-3.48	16.27
Del Pi 302 al Pi 304	9	20.00	150	1.25	0.39	12.12	0.95	0	28	-0.39	15.88
Del Pi 304 al Pi 305	6	33.00	150	1.25	0.30	12.42	0.67	0	28	-0.30	15.58
Del Pi 304 al Pi 305	3	285.00	150	1	2.16	14.59	0.53	-0.5	27.5	-2.66	12.91
Del Pi 295 al E Pi 287	327	326.00	150	6	2.36	9.90	1.61	2	31	-0.36	21.10
Del Pi 287 al Pi 285	324	37.00	150	6	0.26	10.17	1.59	0	31	-0.26	20.83
Del Pi 285 al Pi 286	3	100.00	150	1	0.76	10.93	0.53	0	31	-0.76	20.07
Del Pi 285 al Pi 139	321	25.00	150	6	0.17	10.34	1.58	0	31	-0.17	20.66
Del Pi 139 al E Pi 141	186	44.00	150	6	0.11	10.45	0.98	1	32	0.89	21.55
Del Pi 141 al Pi 142	183	50.00	150	6	0.12	10.58	0.97	0	32	-0.12	21.42
Del Pi 142 al Pi 143'	171	24.00	150	6	0.05	10.63	0.91	0	32	-0.05	21.37
Del Pi 143' al Pi 270	9	65.00	150	1.25	1.27	11.85	0.95	0	32	-1.27	20.15
Del Pi 143' al Pi 143	162	3.00	150	6	0.01	10.64	0.87	0	32	-0.01	21.36

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Del Pi 143 al Pi 145	156	39.00	150	6	0.07	10.71	0.84	1	33	0.93	22.29
Del Pi 145 al Pi 151	144	25.00	150	6	0.04	10.75	0.79	1.5	34.5	1.46	23.75
Del Pi 151 al Pi 155	141	15.00	150	6	0.02	10.77	0.77	1.5	36	1.48	25.23
Del Pi 155 al Pi 157	138	13.00	150	6	0.02	10.79	0.76	1.5	37.5	1.48	26.71
Del Pi 157 al Pi 159	135	20.00	150	6	0.03	10.82	0.74	1.5	39	1.47	28.18
Del Pi 159 al Pi 162	84	50.00	150	4	0.21	11.03	0.97	0	39	-0.21	27.97
Del Pi 162 al Pi 164	78	50.00	150	4	0.18	11.21	0.90	2	41	1.82	29.79
Del Pi 164 al Pi 166	75	19.00	150	4	0.07	11.28	0.87	0	41	-0.07	29.72
Del Pi 166 al Pi 167	18	30.00	150	1.5	0.87	12.15	1.29	0	41	-0.87	28.85
Del Pi 167 al Pi 169	15	26.00	150	1.5	0.54	12.69	1.10	0	41	-0.54	28.31
Del Pi 169 al Pi 171	12	50.00	150	1.5	0.68	13.37	0.90	0	41	-0.68	27.63
Del Pi 171 al Pi 173	9	12.00	150	1.25	0.23	13.60	0.95	0	41	-0.23	27.40
Del Pi 173 al Pi 177	3	82.00	150	0.75	2.53	16.13	0.86	-2	39	-4.53	22.87
Del Pi 166 al Pi 178	57	41.00	150	3	0.34	11.16	1.11	0	39	-0.34	27.84
Del Pi 178 al Pi 179	3	85.00	150	0.75	2.62	13.78	0.86	0	39	-2.62	25.22
Del Pi 178 al Pi 180	54	28.00	150	3	0.21	11.37	1.06	7	46	6.79	34.63
Del Pi 180 al Pi 184	48	50.00	150	3	0.30	14.08	0.96	0	39	-0.30	24.92
Del Pi 184 al Pi 186	45	12.00	150	3	0.06	11.44	0.90	0	46	-0.06	34.56
Del Pi 186 al Pi 189	42	47.00	150	3	0.22	11.66	0.85	0	46	-0.22	34.34
Del Pi 189 al Pi 191	39	33.00	150	3	0.14	11.80	0.80	2	48	1.86	36.20
Del Pi 191 al Pi 196	36	116.00	150	3	0.41	12.21	0.74	5	53	4.59	40.79
Del Pi 196 al Pi 203	33	171.00	150	3	0.52	12.73	0.69	-5	48	-5.52	35.27
Del Pi 203 al Pi 215	21	50.00	150	2	0.47	13.21	0.91	3	51	2.53	37.79
Del Pi 215 al Pi 222	18	261.00	150	2	1.86	15.07	0.80	3	54	1.14	38.93
Del Pi 222 al Pi 226	15	96.00	150	1.5	1.99	17.06	1.10	0	54	-1.99	36.94
Del Pi 226 al Pi 230	12	115.00	150	1.5	1.57	18.63	0.90	1	55	-0.57	36.37
Del Pi 230 al Pi 232	9	36.00	150	1.25	0.70	19.33	0.95	1	56	0.30	36.67

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Del Pi 232 al Pi 233	3	26.00	150	0.75	0.80	20.13	0.86	0	56	-0.80	35.87
Del Pi 233 al Pi 234	3	18.00	100	0.75	1.17	21.31	1.22	0	56	-1.17	34.69
Del Pi 232 al Pi 235	6	43.00	150	1	1.18	20.51	0.97	0	56	-1.18	35.49
Del Pi 203 al Pi 205	12	85.00	150	1.5	1.16	13.90	0.90	2	50	0.84	36.10
Del Pi 205 al Pi 208	9	53.00	150	1.5	0.43	14.32	0.70	1	51	0.57	36.68
Del Pi 208 al Pi 209	3	120.00	150	1	0.91	15.23	0.53	0	51	-0.91	35.77
Del Pi 208 al Pi 210	6	34.00	150	1	0.93	16.16	0.97	0	51	-0.93	34.84
Del Pi 210 al Pi 213	3	56.00	150	0.75	1.72	17.89	0.86	1	52	-0.72	34.11
Del Pi 159 al Pi 239	42	41.00	150	3	0.19	11.01	0.85	0.5	39.5	0.31	28.49
Del Pi 239 al Pi 243	33	18.00	150	3	0.05	11.07	0.69	0.5	40	0.45	28.93
Del Pi 243 al Pi 246	27	56.00	150	2.5	0.29	11.30	0.78	0.5	40	0.21	28.70
Del Pi 246 al Pi 248	24	28.00	150	2.5	0.11	11.18	0.71	0.5	40.5	0.39	29.32
Del Pi 248 al Pi 250	3	109.00	150	1	0.83	12.13	0.53	0	40	-0.83	27.87
Del Pi 248 al Pi 255	21	139.00	150	2	1.32	13.45	0.91	-1	39	-2.32	25.55
Del Pi 255 al Pi 257	12	26.00	150	1.25	0.86	14.31	1.22	0	39	-0.86	24.69
Del Pi 255 al Pi 256	3	60.00	150	0.75	1.85	16.16	0.86	0	39	-1.85	22.84
Del Pi 255 al Pi 263	6	76.00	150	1	2.08	18.24	0.97	-2	37	-4.08	18.76
Del Pi 263 al Pi 266	3	100.00	150	0.75	3.08	21.32	0.86	1	38	-2.08	16.68
Del Pi 139 al Pi 136	135	88.00	150	6	0.12	10.47	0.74	4	35	3.88	24.53
Del Pi 136 al Pi 133	132	116.00	150	6	0.16	10.62	0.73	1	36	0.84	25.38
Del Pi 133 al Pi 281	3	60.00	150	0.75	1.85	12.31	0.86	0	35	-1.85	22.69
Del Pi 133 al Pi 131	129	51.00	150	6	0.07	10.69	0.72	1	37	0.93	26.31
Del Pi 131 al Pi 282	6	143.00	150	1	3.91	16.23	0.97	-1	34	-4.91	17.77
Del Pi 131 al Pi 126	123	202.00	150	4	1.73	17.95	1.34	3	37	1.27	19.05
Del Pi 126 al Pi 125	123	94.00	100	4	1.70	19.65	1.91	0	37	-1.70	17.35

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Del Pi 125 al Pi 111	123	694.00	150	4	5.93	25.58	1.34	-3	34	-8.93	8.42
Del Pi 111 al Pi 109	120	41.00	150	4	0.33	25.92	1.32	0	34	-0.33	8.08
Del Pi 109 al Pi 105	117	150.00	150	4	1.17	27.09	1.29	1	35	-0.17	7.91
Del Pi 105 al Pi 103	114	31.00	150	4	0.23	27.32	1.26	0	35	-0.23	7.68
Del Pi 103 al Pi 101	111	65.00	150	4	0.46	27.78	1.23	0	35	-0.46	7.22
Del Pi 101 al Pi 97	108	145.00	150	4	0.97	28.75	1.20	0	35	-0.97	6.25
Del Pi 97 al Pi 98	3	150.00	150	1	1.14	29.89	0.53	0	35	-1.14	5.11
Del Pi 97 al Pi 94	105	52.00	150	4	0.33	30.22	1.17	0	35	-0.33	4.78
Del Pi 94 al Pi 91	102	50.00	150	4	0.30	30.52	1.14	1	36	0.70	5.48
Del Pi 91 al Pi 93	3	116.00	150	1	0.88	30.77	0.53	0	35	-0.88	4.23
Del Pi 91 al Pi 88	96	100.00	150	4	0.54	31.06	1.08	0	36	-0.54	4.94
Del Pi 88 al Pi 86	93	13.00	150	4	0.07	30.59	1.05	0	36	-0.07	5.41
Del Pi 86 al Pi 81	90	218.00	150	4	1.05	31.81	1.02	1	36	-0.05	4.19
Del Pi 81 al Pi 78	87	143.00	150	4	0.64	31.71	1.00	1	37	0.36	5.29
Del Pi 78 al Pi 74	84	32.00	150	4	0.14	30.72	0.97	0	36	-0.14	5.28
Del Pi 74 al Pi 76	3	83.00	150	1	0.63	32.44	0.53	0	36	-0.63	3.56
Del Pi 74 al Pi 72	81	100.00	150	4	0.39	32.10	0.94	4	41	3.61	8.90
Del Pi 72 al Pi 73	3	75.00	150	1	0.57	31.29	0.53	-1	35	-1.57	3.71
Del Pi 72 al Pi 66	78	72.00	150	4	0.26	32.37	0.90	-1	40	-1.26	7.63
Del Pi 66 al Pi 70	3	179.00	150	1	1.36	32.65	0.53	0	40	-1.36	7.35
Del Pi 66 al Pi 65	75	33.00	150	4	0.11	32.48	0.87	0	40	-0.11	7.52
Del Pi 65 al Pi 61	72	33.00	150	4	0.10	32.76	0.84	4	44	3.90	11.24
Del Pi 61 al Pi 52	66	133.00	150	4	0.36	32.84	0.78	4	44	3.64	11.16
Del Pi 52 al Pi 58	3	290.00	150	1	2.20	34.96	0.53	-1	43	-3.20	8.04
Del Pi 52 al Pi 47	63	61.00	150	4	0.15	32.99	0.75	0	44	-0.15	11.01
Del Pi 47 al Pi 49	6	87.00	150	1	2.38	37.34	0.97	-1	43	-3.38	5.66
Del Pi 47 al Pi 41	57	48.00	150	4	0.10	33.09	0.69	2	46	1.90	12.91
Del Pi 41 al Pi 45	6	127.00	150	1	3.47	36.56	0.97	-2	44	-5.47	7.44

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Del Pi 41 al Pi 40	51	40.00	150	4	0.07	33.16	0.63	0	46	-0.07	12.84
Del Pi 40 al Pi 38	51	23.00	100	4	0.08	33.24	0.89	0	46	-0.08	12.76
Del Pi 38 al Pi 35	48	12.00	150	3	0.07	33.31	0.96	0	46	-0.07	12.69
Del Pi 35 al Pi 32	45	40.00	150	3	0.22	33.53	0.90	0	46	-0.22	12.47
Del Pi 32 al Pi 30	36	32.00	150	3	0.11	33.64	0.74	0	46	-0.11	12.36
Del Pi 30 al Pi 28	33	50.00	150	3	0.15	33.79	0.69	0	46	-0.15	12.21
Del Pi 28 al Pi 24	30	145.00	150	3	0.37	34.16	0.64	3	49	2.63	14.84
Del Pi 24 al Pi 13	27	25.00	150	2.5	0.13	34.29	0.78	3	52	2.87	17.71
Del Pi 13 al Pi 14	12	19.00	150	2	0.06	34.35	0.56	0	52	-0.06	17.65
Del Pi 14 al Pi 15	12	22.00	100	2	0.16	34.51	0.80	0	52	-0.16	17.49
Del Pi 15 al Pi 16	12	25.00	150	1.5	0.34	34.85	0.90	0	52	-0.34	17.15
Del Pi 16 al Pi 18	9	25.00	150	1.5	0.20	35.05	0.70	-1	51	-1.20	15.95
Del Pi 18 al Pi 20	6	75.00	150	1.25	0.69	35.75	0.67	0	51	-0.69	15.25
Del Pi 20 al Pi 22	3	50.00	150	1	0.38	36.13	0.53	1	52	0.62	15.87
Del Pi 13 al Pi 11	15	56.00	150	2	0.29	34.58	0.68	-2	50	-2.29	15.42
Del Pi 11 al Pi 9	12	36.00	150	1.5	0.49	35.07	0.90	0	50	-0.49	14.93
Del Pi 9 al Pi 5	9	38.00	150	1.5	0.31	35.37	0.70	0	50	-0.31	14.63
Del Pi 5 al Pi 8	3	158.00	150	1	1.20	36.57	0.53	0	50	-1.20	13.43
Del Pi 5 al Pi 3	6	88.00	150	1.25	0.81	36.19	0.67	0	50	-0.81	13.81
Del Pi 3 al Pi 0	3	176.00	150	1	1.34	37.52	0.53	0	50	-1.34	12.48
Pi 321 (E ¹) al Pi 325	126	153.00	150	6	0.19	4.18	0.70	2	31	1.81	26.82
Pi 325 al Pi 327	123	30.00	150	4	0.26	4.43	1.34	0	31	-0.26	26.57
Pi 327 al Pi 336	120	40.00	150	4	0.33	4.76	1.32	0	31	-0.33	26.24
Pi 336 al Pi 338	117	9.00	150	4	0.07	4.83	1.29	0	31	-0.07	26.17
Pi 338 al Pi 340	114	17.00	150	4	0.13	4.96	1.26	0	31	-0.13	26.04
Pi 340 (E ⁻) al Pi 343	24	35.00	150	2.5	0.14	5.10	0.71	0	31	-0.14	25.90
Pi 343 al Pi 345	21	25.00	150	2	0.24	5.34	0.91	0	31	-0.24	25.66

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Pi 345 al Pi 348	18	100.00	150	2	0.71	6.05	0.80	0	31	-0.71	24.95
Pi 348 al Pi 353	15	107.00	150	2	0.55	6.60	0.68	0	31	-0.55	24.40
Pi 353 al Pi 354	3	100.00	150	1	0.76	7.36	0.53	0	31	-0.76	23.64
Pi 353 al Pi 356	9	28.00	150	1.5	0.23	6.82	0.70	0	31	-0.23	24.18
Pi 356 al Pi 357	3	100.00	150	1	0.76	7.58	0.53	0	31	-0.76	23.42
Pi 356 al Pi 366	6	384.00	150	1.25	3.54	10.37	0.67	-12	19	-15.54	8.63
Pi 366 al Pi 367	3	70.00	150	1	0.53	10.90	0.53	0	19	-0.53	8.10
Pi 366 al Pi 372	3	136.00	150	1	1.03	11.93	0.53	1	20	-0.03	8.07
Pi 372 al Pi 373	3	50.00	150	0.75	1.54	13.47	0.86	1	21	-0.54	7.53
Pi 340 (E) al Pi 385	84	50.00	150	4	0.21	5.17	0.97	-2	29	-2.21	23.83
Pi 385 al Pi 387	81	24.00	150	4	0.09	5.26	0.94	-2	27	-2.09	21.74
Pi 387 al Pi 392	69	31.00	150	4	0.09	5.35	0.81	-5	22	-5.09	16.65
Pi 392 al Pi 394	66	20.00	150	3	0.22	5.57	1.26	0	22	-0.22	16.43
Pi 394 al Pi 397	60	13.00	150	3	0.12	5.69	1.16	-1	21	-1.12	15.31
Pi 397 al Pi 399	57	20.00	150	3	0.17	5.86	1.11	-1	20	-1.17	14.14
Pi 399 al Pi 401	54	27.00	150	3	0.20	6.06	1.06	-2	18	-2.20	11.94
Pi 401 al Pi 405	48	33.00	150	3	0.20	6.26	0.96	-1	17	-1.20	10.74
Pi 405 al Pi 407	45	26.00	150	3	0.14	6.41	0.90	1	18	0.86	11.59
Pi 407 al Pi 409	42	25.00	150	3	0.12	6.52	0.85	-1	17	-1.12	10.48
Pi 409 al Pi 412	39	50.00	150	3	0.21	6.73	0.80	-1	16	-1.21	9.27
Pi 412 al Pi 415	36	33.00	150	3	0.12	6.85	0.74	-2	14	-2.12	7.15
Pi 415 al Pi 417	33	21.00	150	2.5	0.16	7.00	0.93	0	14	-0.16	7.00
Pi 417 al Pi 420	30	31.00	150	2.5	0.19	7.20	0.86	0	14	-0.19	6.80
Pi 420 al Pi 423	24	31.00	150	2.5	0.13	7.32	0.71	-1	13	-1.13	5.68
Pi 423 al Pi 427	21	40.00	150	2	0.38	7.70	0.91	6	19	5.62	11.30
Pi 427 al Pi 428	21	12.00	100	2	0.24	7.94	1.30	0	19	-0.24	11.06
Pi 428 al Pi 429	3	200.00	150	2	0.05	8.00	0.17	-7	12	-7.05	4.00
Pi 428 al Pi 430	12	20.00	150	1.5	0.27	8.22	0.90	-5	14	-5.27	5.78
Pi 430 al Pi 432	9	27.00	150	1.5	0.22	8.44	0.70	1	15	0.78	6.56
Pi 432 al Pi 436	6	49.00	150	1.25	0.45	8.89	0.67	4	19	3.55	10.11
Pi 436 al Pi 437	6	12.00	100	1.25	0.23	9.12	0.95	0	19	-0.23	9.88
Pi 437 al Pi 438	6	12.00	150	1.25	0.11	9.23	0.67	0	19	-0.11	9.77

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caudal GPM	Longitud (m)	C	Diámetro (pulg.)	Perdida de Carga Hf parcial (m)	Perdida de Carga Hf Acum. (m)	Velocidad (m/s)	Diferencia de. Altura parcial (m)	Diferencia de. Altura Acum. (m)	Presión Residual (Pr)	Presión Residual (Pr) acum
Pi 438 al Pi 439	3	22.00	150	1	0.17	9.40	0.53	-7	12	-7.17	2.60
Total de la red		12050.00									

Fuente: Elaboración propia

5.7.6 Nivel de servicio.

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliarias, de las cuales se propone instalar 3,258 metros de tubería de ½ “pvc, 487 de 3 / 4” en un total de 166 tomas.

5.7.7 Tratamiento.

Según el análisis realizado, el agua del pozo perforado es de buena calidad, tanto en los aspectos bacteriológicos, como en lo físico- químico; sin embargo se llegó a la conclusión de que se necesita únicamente un sistema de cloración, se propone la instalación de un hipoclorador o dosificador de cloro eléctrico de pulso, en la caseta eléctrica, para que inyecte hipoclorito de sodio a la línea de conducción de manera directa, con una capacidad de inyección de 24 galones al día dosificado.

Para garantizar que el agua que llegue al tanque de almacenamiento sea potable y libre de microorganismos patógenos, deberá realizarse desinfección mediante la aplicación de Hipoclorito de Sodio. En la Tabla 8 a continuación se calculan los caudales de dosificación de hipoclorito de sodio y a partir de esta se determina la capacidad del clorador eléctrico a instalar.

Considerando

Hipoclorito de Sodio, 13%

Cloro activo 160 g/l

Tabla 9: Caudales de Dosificación de Hipoclorito de Sodio.

Caudal	Dosis	Caudal de Dosificación
m ³ /hora	mg/l	(lph)
9.22	1.5	0.1
9.22	2.0	0.14
9.22	2.5	0.17

Fuente: Elaboración propia

5.8 Requisitos ambientales – evaluación de emplazamiento.

Durante el estudio técnico se realizó el análisis ambiental del emplazamiento del proyecto, de acuerdo con el instrumento de análisis ambiental siguiente.

5.8.1 Instrumento de análisis ambiental

5.8.1.1 Calidad ambiental del sitio previo al proyecto

Tabla 10: Línea base de los factores ambientales.

Factores ambientales	Alteraciones ambientales		Valoración
	Causas	Efectos	
Calidad del aire	No existen problemas	No existen problema	Nivel 3.
Precipitación	No existen problemas	No existen problema	Nivel 3.
Aguas superficiales	No hay vertidos de ninguna especie	No hay efecto	Nivel 3
Aguas subterráneas	No habrá sobre explotación.	No hay efecto	Nivel 3.
Geología	Trazado y excavación	Poquísima área cultivable afectada	Nivel 3.
Suelos	Uso transitorio.	Poquísima área cultivable afectada	Nivel 3.
Cubierta vegetal	Deforestación.	Erosión momentáneo	Nivel 3
Medio construido	No hay alteraciones del hábitat	No hay efecto	Nivel 3
Población	Genera empleo	Estimula la estabilidad.	Nivel 3
Calidad de vida	Mejora en hábitos de higiene y saneamiento	No existen problema	Nivel 3.
Cultura	No existen problemas.	No existen problema	Nivel 3.
Valor promedio de importancia			3

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la valoración se considera:

Nivel 1: Mayor peso

Nivel 2: Mediano peso

Nivel 3: Poco peso

5.8.1.2 Impactos ambientales que genera el proyecto

5.8.1.2.1 Identificación de los impactos del proyecto

Tabla 11: Impacto ambiental del proyecto

Estado del proyecto	Acciones impactantes	Efectos	Factor ambiental afectado	Valoración del impacto
Estudio y planificación	No hay impacto	No hay efecto	Ninguno	Nivel 3.
Construcción de obras.	Poco movimiento de tierra	Poca destrucción de suelo vegetal, poco riesgo de erosión, compactación de suelo	Tierra/suelo	Nivel 3.
Operación y mantenimiento	No hay impacto	No hay efecto	Ninguno	Nivel 3.
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA				3

Fuente: Elaboración propia

5.8.1.2.2 Valoración de los impactos del proyecto

Tabla 12: Nivel de impacto ambiental del proyecto.

Causa	Efecto	CRITERIOS					Promedio
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
Trazado y excavación	Poquísi ma área cultivable afectada	Baja.	Se realizará en pequeñas áreas.	Menor a un año.	Menos de un año.	Menos del 25%	3
Uso transitorio.	Poquísi ma área cultivable afectada	Baja.	Se realizará en pequeñas áreas.	Menor a un año.	Menos de un año.	Menos del 25%	3
Deforestación.	Erosión momentánea	Baja	Se realizará en pequeñas áreas.	Menor a un año.	Menos de un año.	Menos del 25%	3
VALOR PROMEDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL MEDIO							3

Fuente: Elaboración propia

5.8.1.3 Pronóstico de la calidad ambiental de medio con el proyecto.

La calidad ambiental de la comunidad en la ejecución del proyecto, no será afectada en mayor grado, debido a las diferentes actividades que se realizarán durante la construcción de las obras proyectadas, una vez finalizadas éstas, se reducirán los efectos generados por el proyecto de forma gradual, hasta alcanzar su estado inicial de los componentes ambientales afectados.

Con la ejecución de actividades de orientación y capacitación del proyecto, la calidad ambiental mejorará de forma directa, así como las obras mismas; ya que se facilitarán los recursos necesarios para que los beneficiarios del proyecto dispongan de medios adecuados para la disposición de excretas y el procesamiento adecuado de los desechos sólidos, además la calidad de vida de la población se mejorará grandemente, ya que los mismos contarán con un sistema de agua potable seguro desde el punto de vista de calidad y cantidad del suministro del vital líquido.

Otro aspecto importante es el componente de educación que está incluido en el proyecto, ya que el mismo está diseñado para que superen si existieran malos hábitos de higiene, mal uso del agua, lavado de manos, buen uso y mantenimiento de letrinas, aseo familiar y comunal, etc, así como el desarrollo comunal, operación y mantenimiento del sistema, uso y conservación de las fuentes de agua y otros aspectos de gran importancia para el mejoramiento de la calidad ambiental de las comunidades de nuestro país.

5.8.1.4 Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto.

Tabla 13: Mitigación de impacto ambiental.

Acciones impactantes	Efectos	Medidas de mitigación	Costo de la medida	Responsable por el cumplimiento de la medida
Descapote	Eliminación de la corteza agrícola.	Afectar la menor área posible y renovación natural	No hay costo adicional	Contratista, miembros del CAPS y comunidad
Excavaciones para instalar tuberías	Peligro para personas y animales y contaminación temporal del medio ambiente.	No realizar excavaciones indiscriminadamente, sino por tramos máximo de 600 metros.	No hay costo adicional	Contratista, miembros del CAPS y comunidad
Relleno y compactación	Contaminación del aire.	Rellenar inmediatamente los tramos recibidos	No hay Costo adicional	Contratista, supervisor CAPS comunidad
Corte terreno y bancos de materiales	Contaminación del aire.	Trabajar con moderación	No hay costo adicional	Contratista. Alcaldía supervisor
Traslado de material selecto	Contaminación del aire.	Trabajar con moderación	No hay costo extra	Contratista. Alcaldía supervisor

Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Evaluación del emplazamiento del proyecto.

Como se nota en las tablas de evaluación posteriores, este pequeño proyecto es viable, óptimo y elegible desde cualquier punto de evaluación que se realice, apoyado por las razones siguientes: a) existen los pozos perforados comunales con suficiente agua y destinados al proyecto, con buena calidad y sin ningún problema ambiental y con tendencia a ser mejor, mediante la reforestación, explotación adecuada y mantenimiento, b) disposición, voluntad, interés y necesidad del proyecto de las comunidades, c) donaciones de terrenos asegurados (marco legal asegurado) d) aportes comunitarios y de alcaldía asegurados, e) tarifas y organización asegurada para el mantenimiento del proyecto y f) no existen riesgos que puedan afectar el proyecto como grandes incendios, actividades volcánicas, sismos o grandes masas de agua que puedan

provocar inundaciones , grandes deslizamientos, fuentes de contaminación ambiental y de recursos hídricos y marco legal.

5.8.2.1 Evaluación ambiental del proyecto.

	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL TÉCNICO MUNICIPAL Y/O ASESOR MUNICIPAL						
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	3
ORIENTACION	X													
CONFORT HIGROTÉRMICO	X													
REGIMEN DE VIENTO						X								
PRECIPITACION						X								
RUIDOS						X								
CALIDAD DEL AIRE	X													
SISMICIDAD						X								
EROSION						X								
USOS DE SUELO						X								
DESLIZAMIENTOS						X								
VULCANISMO						X								
RANGOS DE PENDIENTES						X								
CALIDAD DEL SUELO						X								
SUELOS AGRICOLAS						X								
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						X								
FRECUENCIAS (F)	SUMA					12		SUMA						
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)	36					36								
PESO x FRECUENCIA (Px F)	12					12								
VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)	3													
RANGOS	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5						

Figura 3: Evaluación ambiental del proyecto (Elaboración propia)

SIGNIFICADO DE LAS EVALUACIONES

Finalmente como se puede apreciar el valor total del histograma oscilará entre 1 y 3 teniendo el siguiente significado:

- **Valores entre 1 y 1.5** significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso, con alto componente de riesgo a desastres y/o con

un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizarán el servicio. Por lo que el FISE recomienda **no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones** y recomienda la selección de otro lugar.

- **Valores entre 1.6 y 2.0** significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa el FISE estudiará de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

- **Valores entre 2.1 y 2.5** significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio **elegible** siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos:
 - Sismicidad
 - Deslizamientos
 - Vulcanismo
 - Mar y lagos
 - Fuentes de contaminación
 - Marco legal

- **Valores superiores a 2.6** significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que se considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión. Siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos:
 - Sismicidad
 - Deslizamientos
 - Vulcanismo
 - Mar y lagos
 - Fuentes de contaminación
 - Marco legal.

Análisis ambiental.

Se procedió a realizar la evaluación ambiental correspondiente a esta etapa del estudio, para evitar que el proyecto genere un daño ambiental o para detener los efectos, en todos dio el valor 3, que significa que el proyecto en ninguna etapa genera daños o efectos negativos que puedan afectar a la comunidad o sectores aledaños, el valor 1 demostraría un daño fuerte al medio ambiente y el valor 2 un daño intermedio, en ambos casos, se tendrían que tomar acciones preventivas y correctivas en el proyecto. Se evaluaron los siguientes aspectos:

Durante el estudio de pre factibilidad se realizó el análisis ambiental del proyecto, de acuerdo con instrumentos de análisis, dando el valor 3 como un valor aceptable, dentro del rango que no ocasionan daños al medio ambiente de la comunidad y sus alrededores.

Con la ejecución de actividades de orientación y capacitación del proyecto, la calidad ambiental mejorará de forma directa y en poco tiempo, así como las obras mismas; ya que se facilitarán los recursos necesarios para que los beneficiarios del proyecto dispongan de medios adecuados para la disposición de excretas y el procesamiento adecuado de los desechos sólidos, además la calidad de vida de la población se mejorará grandemente, ya que los mismos contarán con un sistema de agua potable seguro desde el punto de vista de calidad y cantidad del suministro del vital líquido.

Otro aspecto importante es el componente de educación que está incluido en el proyecto, ya que el mismo está diseñado para que superen si existieran malos hábitos de higiene, mal uso del agua, lavado de manos, buen uso y mantenimiento de letrinas, aseo familiar y comunal, etc, así como el desarrollo comunal, operación y mantenimiento del sistema, uso y conservación de las fuentes de agua y otros aspectos de gran importancia para el mejoramiento de la calidad ambiental de las comunidades de nuestro país.

5.9 Presupuesto del proyecto (MABE).

Presentamos las actividades y los costos del MABE propuesto.

5.9.1 Cuadro de identificación de actividades con su respectivo costo, para MABE con conexiones domiciliarias.

Tabla 14: Presupuesto del proyecto

ETAPA SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO MONTO
310	PRELIMINARES	M2	1,500.00	22.2387	33358.00
01	LIMPIEZA INICIAL	M2	1,500.00	2.0000	3000.00
	LIMPIEZA INICIAL	M2	1,500.00	2.0000	3000.00
02	TRAZADO Y NIVELACION PARA TUBERIAS	ML	12,179	2.0000	24358.00
	TRAZADO Y NIVELACION PARA TUBERIAS	ML	12,179	2.0000	24358.00
05	ROTULOS	C/U	1.00	6000.0000	6000.00
	ROTULO DE 1.22 X 2.44M (ESTR. METAL & ZINC LISO)	C/U	1.00	6000.0000	6000.00
320	LINEA DE CONDUCCION	ML	1,173.00	154.3551	181058.50
03	INSTALACION DE TUBERIA	ML	1,173.00		160138.50
	TUBERIA PVC DE 3" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	1,170.00	135.5000	158535.00
	TUBERIA PVC DE 3" H.G (SIN EXCAVACION)	ML	3.00	534.5000	1603.50
06	PRUEBA HIDROSTATICA	M3	4.00	1100.0000	4400.00
	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	4.00	1100.0000	4400.00
15	ACARREO DE TIERRA	M3	118.00	140.0000	16520.00
	ACARREO DE MATERIAL SELECTO A 3 KM	M3	118.00	140.0000	16520.00
330	LINEA DE DISTRIBUCION	ML	9,314.00	188.3676	1754455.90
03	INSTALACION DE TUBERIA	ML	34.00		1526787.90
08	TUBERIA DE 1 " DE DIAMETRO	ML	3,167.00	30.4232	96350.29
	TUBERIA PVC DE 1 " SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	3,155.00	29.9500	94492.25
	TUBERIA HG DE 1 " (SIN EXCAVACION)	ML	12.00	154.8367	1858.04
08	TUBERIA PVC DE 1 1 / 4" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	810.00	49.9422	40453.20
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	3.00	500.0000	1500.00
	TUBERIA PVC DE 1 1 / 4" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	798.00	45.6000	36388.80
	TUBERIA DE 1 1 / 4" H.G	ML	12.00	213.7000	2564.40
09	TUBERIA PVC DE 1 1 / 2"	ML	976.00	48.0492	46896.00
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	4.00	500.0000	2000.00
	TUBERIA PVC DE 1.5" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	976.00	46.0000	44896.00
10	TUBERIA PVC DE 2"	ML	1,379.00	75.7187	104416.06
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	2.00	500.0300	1000.06
	TUBERIA PVC DE 2" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	1,357.00	70.0000	94990.00
	TUBERIA DE 2 " H.G	ML	22.00	383.0000	8426.00
11	TUBERIA PVC DE 2 1 / 2"	ML	184.00	140.7522	25898.40

ETAPA SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO MONTO
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	3.00	500.0000	1500.00
	TUBERIA PVC DE 2.5" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	184.00	132.6000	24398.40

12	TUBERIA PVC DE 3"	ML	1,015.00	139.5734	141667.05
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	4.00	500.0000	2000.00
	TUBERIA PVC DE 3" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	1,015.00	137.6030	139667.05
13	TUBERIA PVC DE 4"	ML	2,691.00	206.0308	554428.90
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	11.00	500.0000	5500.00
	TUBERIA PVC DE 4" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	2,574.00	183.0000	471042.00
	TUBERIA DE 4 " H.G	ML	117.00	665.7000	77886.90
14	TUBERIA PVC DE 6"	ML	1,892.00	273.0856	516678.00
	BLOQUE DE REACCION PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	6.00	500.0000	3000.00
	TUBERIA PVC DE 6" SDR-26 (SIN EXCAVACION)	ML	1,892.00	271.5000	513678.00
06	ACARREO DE TIERRA	M3	1,120.00	140.0000	156800.00
	ACARREO DE MATERIAL SELECTO A 3 KM (CON EQUIPO)	M3	1,120.00	140.0000	156800.00
25	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	156.00	235.6923	36768.00
	CAJA PARA VALVULAS DE PASE	C/U	6.00	828.0000	4968.00
	VALVULA DE PASE DE BRONCE. DE 6"	C/U	6.00	3800.0000	22800.00
	ACCESORIOS	GBL	150.00	60.0000	9000.00
07	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	31.00	1100.0000	34100.00
	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	31.00	1100.0000	34100.00
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3	40.00	3454.5750	138183.00
	4.4 x 4.4 x 2.8 m externo, 4 x 4 x 2.5 m interno				
02	CONSTRUCCION DE TANQUE	M3	40.00	2974.9250	118997.00
	CONSTRUCCION DE TANQUE DE MAMPOSTERIA	M3	40.00	2974.9250	118997.00
02	OTRO TIPO DE OBRAS	GLB	1.00	18440.0010	18440.00
	DRENAJE CON TUBO HG DE 3"	ML	6.00	686.6667	4120.00
	ANDEN DE CONCRETO, SIZA CADA 1 METRO,ESPESOR 2"	M2	21.60	662.9630	14320.00
02	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	ML	24.00	31.0833	746.00
	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	ML	24.00	31.0833	746.00
340	FUENTE Y OBRAS DE TOMA	C/U	1.00	325658.9992	325659.00
01	OBRAS DE CAPTACION	C/U	1.00	7998.0000	7998.00
	REFORZAR EMBALDOZADO Y DRENAJE, ESPESOR 0.07M				
	(1 :3), DEMOLER BASE Y CONSTRUIRLA NUEVA (.5 X .5)	C/U	1.00	7998.0000	7998.00
02	ESTACION DE BOMBEO	C/U	1.00	159231.0000	159231.00
	EQUIPO DE BOMBEO DE 5HP Y 48 MTS DE TUBERIA 2" HG				
	PROTECTOR ELECTRICO, ARRANCADOR MAGNETICO	GLB			

ETAPA SUB ETAPA	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO MONTO
	MANOMETRO, VALVULA CHEQUE DE 2"	C/U			
	SARTA PARA ESTACION DE BOMBEO 3" HG	C/U	1.00		
03	CASETA DE CONTROL	M2	5.76	8869.0972	51086.00
	CASETA DE MAMPOSTERIA (INCLUYE. SIST. ELECTRICO)	M2	5.76	8870.0000	51086.00
05	INSTALACIONES ELECTRICAS	C/U	1.00	106598.0000	106598.00
	POSTE DE CONCRETO DE 40'	C/U	1.00	12800.0000	12800.00
	ESTRUCTURA MT-605/C	C/U	2.00	5000.0000	10000.00
	PR-101 EN ANILLO CERRADO	C/U	1.00	6000.0000	6000.00
	TR2-105	C/U	1.00	17250.0000	17250.00
	TRANSFORMADOR DE 10 KVA	C/U	1.00	37650.0000	37650.00
	CANALIZACION CON TUBOS CONDUIT PVC Y EMT	ML	22.00	84.0000	1848.00
	CORTA CIRCUITO FUSIBLE DE 27W	C/U	1.00	2500.0000	2500.00
	BREAKER DE 2X60 AMPERIOS	C/U	1.00	900.00	900.00
	BREAKER DE 2X50 AMPERIOS	C/U	1.00	900.00	900.00
	CABLE TRIPLEX N° 2	ML	30.00	100.00	3000.00
	ALAMBRE ELECTRICO SOLIDO 1/0 ACSR	ML	50.00	45.00	2250.00
	APROBACION DE DISEÑO Y CONSTRUCCION	GLB	1.00	11500.0000	11500.00
08	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	ML	18.00	41.4444	746.00
	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS (6 HILADAS) CON POSTES DE MADERA DE Ø = 4", INCLUIDO PORTON	ML	18.00	41.4444	746.00
350	CONEXIONES	C/U	161.00	2625.8882	422768.00
01	CONEXIONES INTRADOMICILIARES	C/U	161.00	2625.8882	422768.00
	CONEXIÓN DOMICILIAR AGUA POTABLE (CON MEDIDOR Y CAJA)	C/U	161.00	2625.8882	422768.00
360	PLANTA DE PURIFICACION	C/U	1.00	11500.0000	11500.00
01	EQUIPO DE CLORINACION COMPLETO	C/U	1.00	11500.0000	11500.00
	EQUIPO DE CLORINACION INYECTOR ELECTRICO	C/U	1.00	11500.0000	11500.00
370	LIMPIEZA Y ENTREGA	GLB	1.00	5200.0000	5200.00
03	PLACA CONMEMORATIVA DE 65X42 CMS	C/U	1.00	4000.0000	4000.00
03	PEDESTAL PARA PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	1200.0000	1200.00
	TOTAL MABE EN CORDOBAS				2872,182.40
	PROYECTOS DE AGUA POT. Y SAN. RURAL DISPERSO				

Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Costo de operación y mantenimiento

Tabla 15: Costos de operación

Ítems y Subítems	Descripción	Costo Total Anual	Costo Total Mensual
1.0	Salarios del operador	60,000.00	5000.00
2.0	Análisis de Agua bacteriológico 2 veces al año	900.00	75.00
3.0	Reposiciones de equipo de bombeo	16,560.00	1,380.00
4.0	Reposición de materiales p/ mto. Redes	5000.00	416.67
5.0	Consumo de cloro	3,300.00	275.00
6.0	Equipos y Herramientas	2,000.00	166.67
7.0	Papelera y útiles de oficina	3,360.00	280.00
8.0	Costo de energía	54,000.00	4,500.00
	Total	145,120.00	12,093.34

Fuente: Elaboración propia

NOTA: C\$ 12,093.34 entre 161 usuarios, es igual a C\$ 75.11 córdobas por cada vivienda, que es mayor que el costo que pagaría una familia promedio, según la tarifa autorizada por INAA, que sería de C\$ 48.50 córdobas por mes.

5.9.3 Cuadro de tarifas de agua

Se adaptaron las tarifas de agua, para lograr el mantenimiento del sistema de agua potable, ya que, con las tarifas de INAA en el sector urbano, el costo promedio es de C\$4.85 por m³ y el cobro promedio sería de C\$48.50 córdobas al mes y el mínimo por familia para darle al sistema un adecuado mantenimiento, es de C\$75.11 córdobas al mes.

Tabla 16: Tarifas del servicio de agua

M ³	Valor agua potable						
1	7.6	26	197.6	51	387.6	70	532
2	15.2	27	205.2	46	349.6	71	539.6
3	22.8	28	212.8	47	357.2	72	547.2
4	30.4	29	220.4	48	364.8	73	554.8
5	38	30	228	49	372.4	74	562.4
6	45.6	31	235.6	50	380	75	570
7	53.2	32	243.2	51	387.6	76	577.6
8	60.8	33	250.8	52	395.2	77	585.2
9	68.4	34	258.4	53	402.8	78	592.8
10	76	35	266	54	410.4	79	600.4
11	83.6	36	273.6	55	418	80	608
12	91.2	37	281.2	56	425.6	81	615.6
13	98.8	38	288.8	57	433.2	82	623.2
14	106.4	39	296.4	58	440.8	83	630.8
15	114	40	304	59	448.4	84	638.4
16	121.6	41	311.6	60	456	85	646
17	129.2	42	319.2	61	463.6	86	653.6
18	136.8	43	326.8	62	471.2	87	661.2
19	144.4	44	334.4	63	478.8	88	668.8
20	152	45	342	64	486.4	89	676.4
21	159.6	46	349.6	65	494	90	684
22	167.2	47	357.2	66	501.6	91	691.6
23	174.8	48	364.8	67	509.2	92	699.2
24	182.4	49	372.4	68	516.8	93	706.8
25	190	50	380	69	524.4	94	714.4

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones:

1. Realizado el estudio socioeconómico en las comunidades, La Perla, Los Carao y El Cacao, se lograron identificar una población de 781 habitantes, los cuales no cuentan con la cantidad ni calidad de agua para consumo humano.
2. Evaluado los sistemas actuales de abastecimiento de agua en las tres comunidades, se determinó que la mejor alternativa para garantizarle a la población la cantidad y calidad de agua necesaria para el consumo humano es el pozo ubicado frente al instituto Los Carao con un caudal de 40 gpm según los datos de aforo.
3. Las comunidades La Perla, Los Carao y El Cacao por su densidad poblacional son comunidades rurales dispersas, con una topografía plana, teniendo como limitante las longitudes entre cada uno de los nodos y la elevación en donde se ubicara el tanque de almacenamiento, permitiendo únicamente abastecer a 157 viviendas y 9 centros públicos.
4. Para dimensionar las obras hidráulicas se consideraron normas de abastecimiento de agua (NTON -09003), las cuales sirven de base para determinar la capacidad de las obras tomando en cuenta principios hidráulicos correspondientes (enfocados al cálculo de las pérdidas, presión requerida en la tomas y el equipo de bombeo a seleccionar).
5. Según el análisis ambiental, el proyecto en ninguna etapa genera daños o efectos negativos que puedan afectar a la comunidad o sectores aledaños.
6. Se realizó el presupuesto de la alternativa a estudiar, se considera que este trabajo monográfico contiene los documentos técnicos necesarios para la construcción del proyecto.

6.2 Recomendaciones.

1. Se recomienda el replanteo del levantamiento topográfico de la ciudad al momento de la construcción. Esto es debido a que las condiciones topográficas pueden variar entre el período de aprobación del proyecto y la ejecución del mismo.
2. Se debe de dar una concientización sobre el uso del agua a la población, la asistencia social se recomienda que esté en todas las etapas del proyecto.
3. Realizar pruebas de calidad de agua en la fuente de abastecimiento al menos una vez al año para garantizar que la población reciba el suministro de agua libre de contaminantes físicos, químicos y biológicos
4. Se recomienda que se elabore y ejecute un plan de protección de la zona de ubicación del proyecto, para mantener el caudal de la fuente y no afecte en un futuro el suministro del vital líquido a la población de las tres comunidades.
5. Una vez ejecutado el proyecto se recomienda no alterar el diseño de este para garantizar el óptimo funcionamiento de este.
6. Se recomienda utilizar la tarifa establecida según los costos de mantenimiento de operación del proyecto para lograr la auto sostenibilidad de este.

BIBLIOGRAFIA

1. Azevedo Netto, Guillermo Acosta. Manual de Hidráulica. Editorial Harla, 1976
2. Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y Republica Dominicana. “Normas de calidad para consumo humano”. Centroamérica 1994.
3. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. “ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua”. Segunda Edición. Managua, Nicaragua. 2007.
4. Francisco Javier Aparicio Mijares. “Fundamentos de hidrología de superficie”. Editorial LIMUSA. Mexico, 1992.
5. Ministerio de Fomento Industria y comercio – Comisión Nacional de Normalizacion Tecnica y Calidad. “NTON 09 003-99 Normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilizacion del Agua (Urbano)”. Managua, Nicaragua. Junio, 2000.
6. Instituto de Acueducto y Alcantarillado de Nicaragua, Normas de diseño de Abastecimiento de Agua en el medio rural y saneamiento básico rural. Nicaragua.
7. SISGA-FISE. Manual de Gestion Ambiental del Nuevo FISE Vol.2 2008.
8. CAPSA, Manual técnico para el diseño de conducciones de PVC, Managua, Nicaragua 2008.

ANEXOS

Anexo 1: Prueba físico químico en pozo Los Carao



Universidad Nacional de Ingeniería
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
 Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				FQAN1611-0220	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELEFONO	
Alcaldía de Achuapa		Achuapa, León		2310-2146	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Ervin Cerros		Resp. Proyecto	ervincerroslopez@yahoo.es	8405-7443	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				NUMERO DE MUESTRAS	
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA
23/11/2016	23/11/2016	06/12/2016	06/12/2016	2642	Ocho (08)
Fecha y Hora de Muestreo		23/11/2016; 02:40 pm			
Muestreado por		Ing. María Lidia Gómez - Lic. María Brenes /Tec. PIENSA			
Supervisor de Muestreo en Campo		Ing. Esli Dolmus Mendoza			
Fuente		PP Los Caraos, Los Caraos			
Tipo de muestra		Agua Subterránea			
Observaciones de Ubicación		Contiguo a la Escuela Los Caraos			
Coordenadas		X: 540363; Y: 1441790			
Codificación PIENSA		LA-1611-0978			
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION	Norma CAPRE*	
			PUNTO DE MUESTREO 8		
Visual	Aspecto	NE	Claro	NE	
2350-B	Temperatura	°C	28.80	18 - 30**	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	6.99	6,5 - 8,5**	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	292.00	400**	
2130-B	Turbiedad	NTU	0.078	5	
2120-C	Color Verdadero	UC	< 1.00	15	
2320-B	Alcalinidad	mg/L	158.40	NE	
2320-B	Carbonatos	mg/L	< 0.10	NE	
2320-B	Bicarbonatos	mg/L	158.40	NE	
4500-B	Nitratos	mg/L	3.45	50	
4500-B	Nitritos	mg/L	< 0.009	0.1	
4500-D	Cloruros	mg/L	6.21	250	
3500-B	Hierro Total	mg/L	0.020	0.3	
4500-D	Sulfatos	mg/L	6.41	250	
2340-C	Dureza total	mg/L	107.84	400**	
2340-C	Dureza Calcica	mg/L	55.52	NE	
3500-B	Calcio	mg/L	22.25	100**	
3500-B	Magnesio	mg/L	12.71	50	
3500-B	Manganeso	mg/L	< 0.02	0.5	
3500-X	Sodio	mg/L	19.00	200	
3500-C	Potasio	mg/L	2.49	10	
4500-C	Fluor	mg/L	0.357	0.7	
4500-C	Silice	mg/L	23.00	NE	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency
 * Norma regional de calidad del agua para consumo humano: ** Valor recomendado.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente.

COORDINACIÓN TÉCNICA
 P.B. Leandro Páramo
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

0000037

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.
 Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 5847-6823 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Anexo 2: Prueba de bombeo en pozo Los Carao

PRUEBA DE BOMBEO

Fecha: 21 de septiembre del año 2016 Columna de Bombeo: 140 ´ pies

Propietario: Comunidad el Carao Número de impulsadores: _____

Localización: Achuapa Diámetro de descarga: 2”

Diámetro de revestimiento: 4” PVC Diámetro de orificio: 2”

Profundidad de pozo: 196 ´ pies Altura piezométrico: _____

Nivel estático: 26 ´ pies Caudal en GPM: 40

Diámetro de la Bomba: 3 ¾” Hora inicial de la prueba: 6:08 a.m.

Hora final de la prueba: 6:08 p.m.

TIEMPO EN MINUTOS	N.E.A. (pies)	Abastecimiento (Pies)	Observaciones
6:08 a.m.	26 ´ pies	0.00	
6:09 a.m.	41 ´ pies	15 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:10 a.m.	41 ´ pies	15 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:11 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:12 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:13 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:14 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:15 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:16 a.m.	41.7 ´ pies	15.7 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:17 a.m.	42 ´ pies	16 ´ pies	15 GPM Agua Limpia
6:18 a.m.	42 ´ pies	16 ´ pies	15 GPM Agua Limpia

6:23 a.m.	42' pies	16' pies	15 GPM Agua Limpia
6:28 a.m.	42.5' pies	16.5' pies	15 GPM Agua Limpia
6:38 a.m.	42.6' pies	16.6' pies	15 GPM Agua Limpia
6:50 a.m.	43' pies	17' pies	15 GPM Agua Limpia
7:00 a.m.	43' pies	17' pies	15 GPM Agua Limpia
7:30 a.m.	43' pies	17' pies	15 GPM Agua Limpia
8:00 a.m.	43' pies	17' pies	15 GPM Agua Limpia
8:20 a.m.	43' pies	17' pies	15 GPM Agua Limpia
8:30 a.m.	54' pies	28' pies	30 GPM Agua Limpia
9:00 a.m.	57' pies	31' pies	30 GPM Agua Limpia
9:30 a.m.	57' pies	31' pies	30 GPM Agua Limpia
10:00 a.m.	60' pies	34' pies	30 GPM Agua Limpia
10:30 a.m.	60' pies	34' pies	30 GPM Agua Limpia
11:00 a.m.	61' pies	35' pies	40 GPM Agua Limpia
12:00 a.m.	97' pies	71' pies	40 GPM Agua Limpia
1:30 a.m.	97' pies	71' pies	40 GPM Agua Limpia

2:00 a.m.	97' pies	71' pies	40 GPM Agua Limpia
2:30 a.m.	99' pies	73' pies	40 GPM Agua Limpia

PRUEBA DE BOMBEO

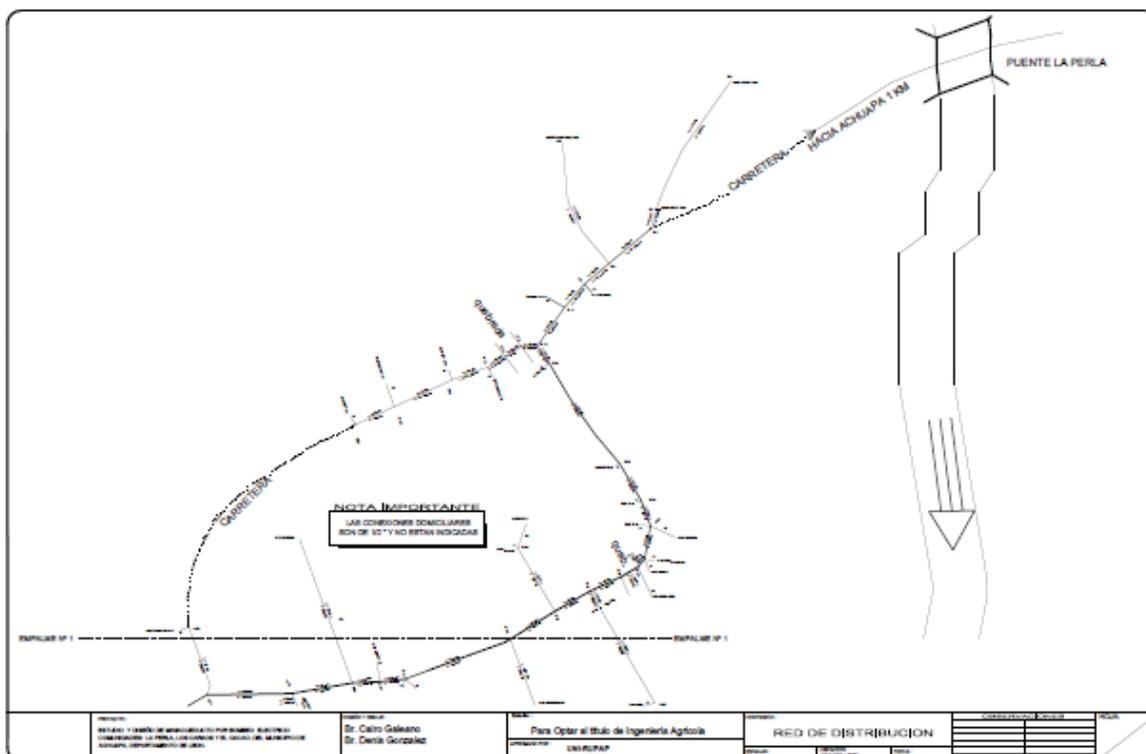
Fecha: 21 de septiembre del año 2016 Columna de Bombeo: 140 ´ pies
 Propietario: Comunidad el Carao Número de impulsores: _____
 Localización: Achuapa Diámetro de descarga: 2”
 Diámetro de revestimiento: 4” PVC Diámetro de orificio: 2”
 Profundidad de pozo: 196 ´ pies Altura piezométrico: _____
 Nivel estático: 26 ´ pies Caudal en GPM: 40
 Diámetro de la Bomba: 3 ¾” Hora inicial de la prueba: 6:08 a.m.
 Hora final de la prueba: 6:08 p.m.

TIEMPO EN MINUTOS	N.E.A. (pies)	Abastecimiento (Pies)	Observaciones
3:00 a.m.	99´ pies	73´ pies	40 GPM Agua Limpia
3:30 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia
4:00 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia
4:30 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia
5:00 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia
5:30 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia
6:00 a.m.	100´ pies	74´ pies	40 GPM Agua Limpia

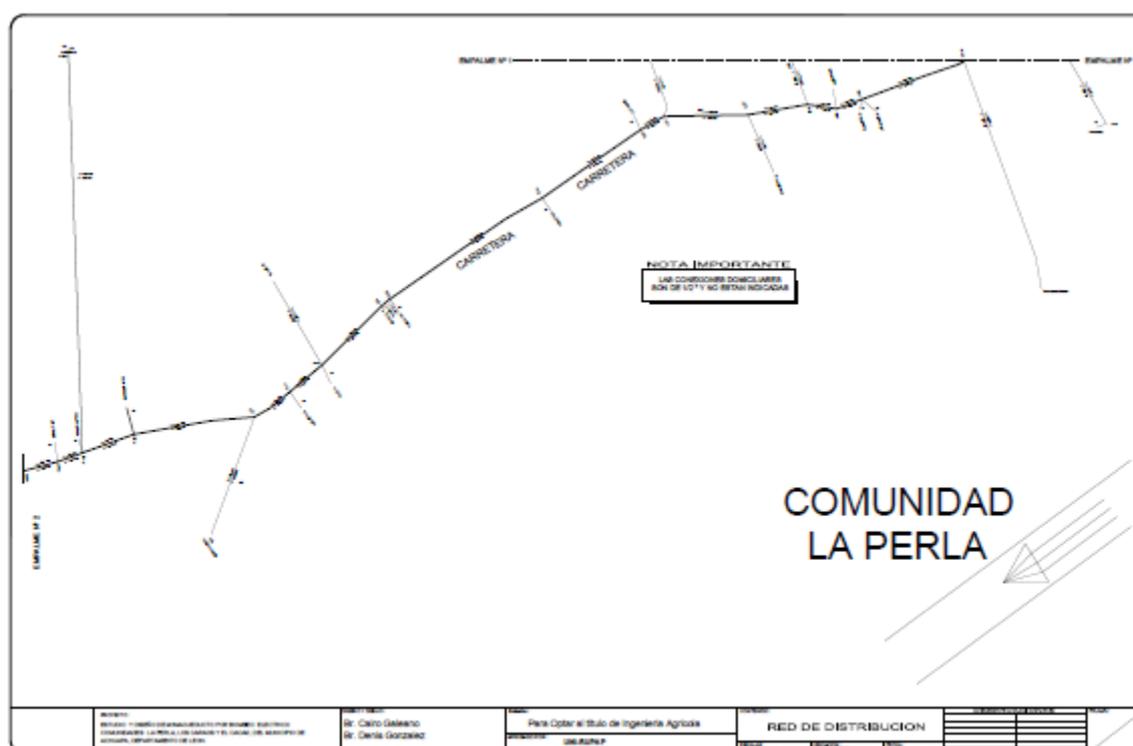
Nota:

Recuperación del Pozo: 78´ pies en 10 minutos.
 Recuperación total: 30 minutos.
 Capacidad especificada del pozo: 40 galones por minutos.
 Instalar 160´ pies de columna de bombeo más motor y bomba.

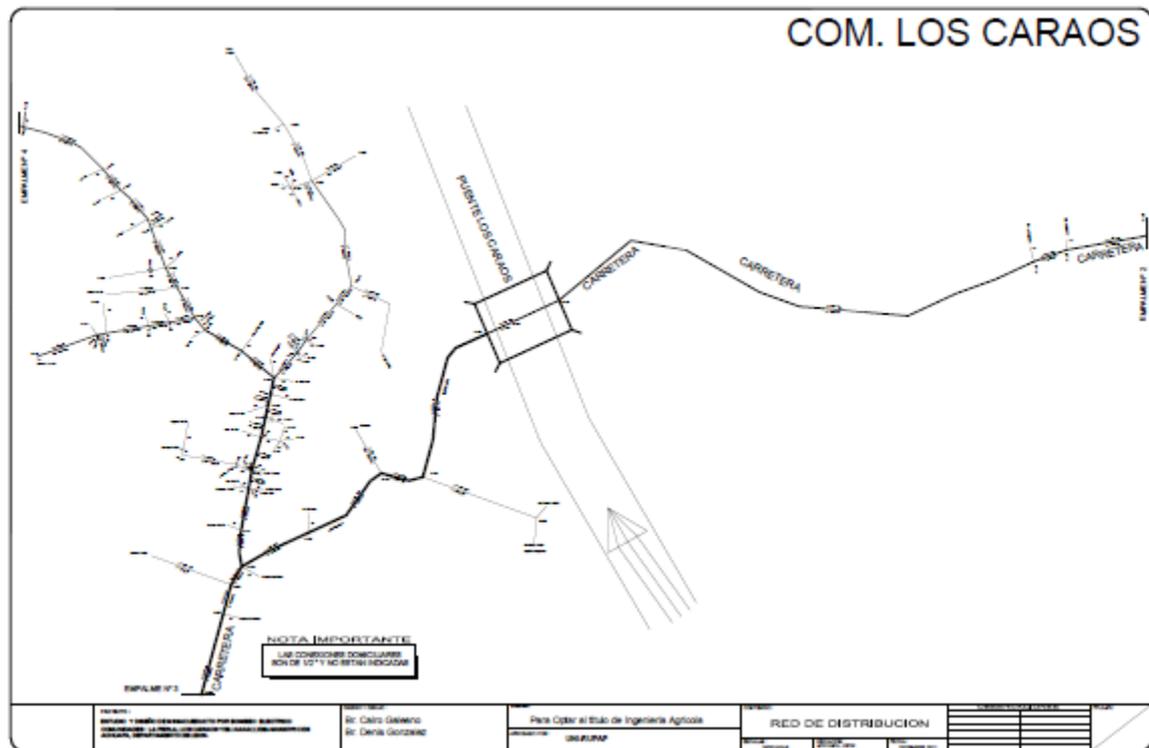
Anexo 3: Red de distribución (plano 1)



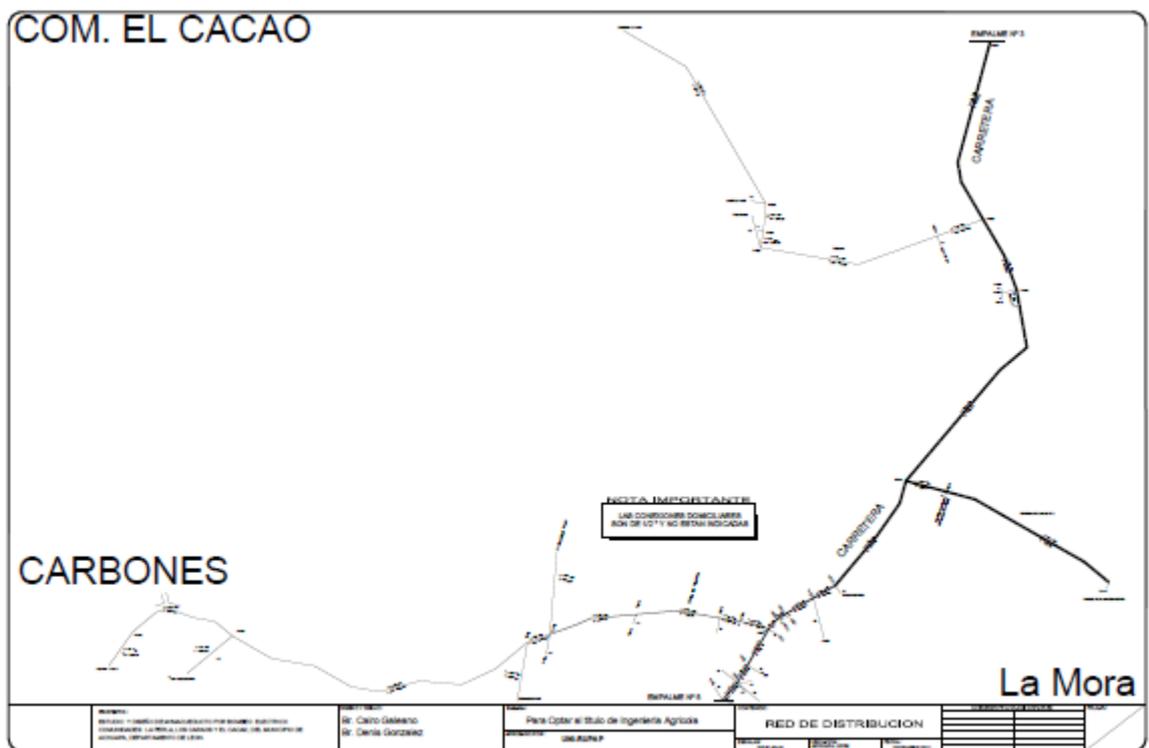
Anexo 4: Red de distribución (plano 2)



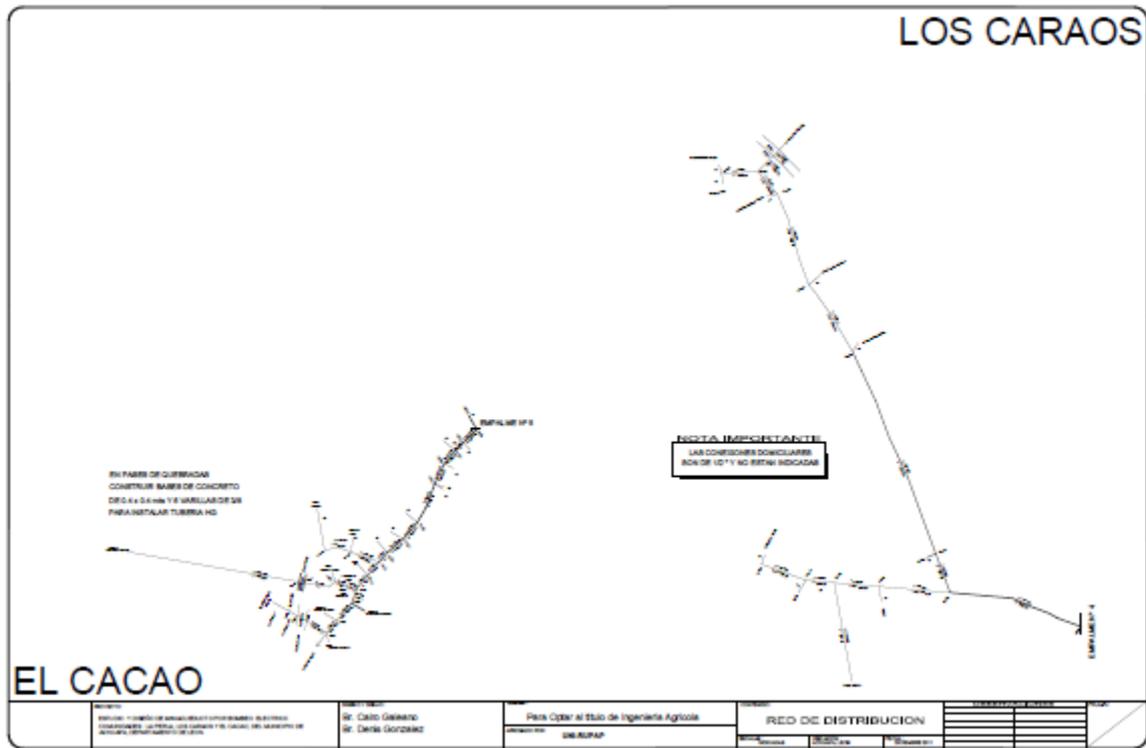
Anexo 5: Red de distribución (plano 3)



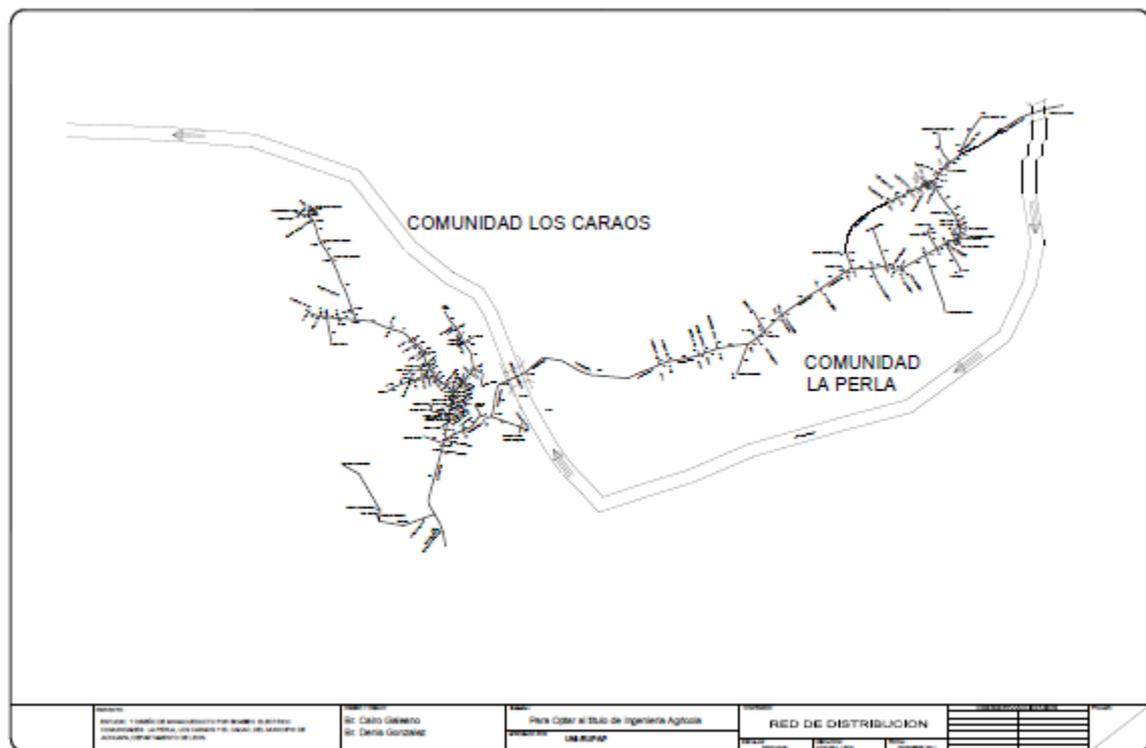
Anexo 6: Red de distribución (plano 4)



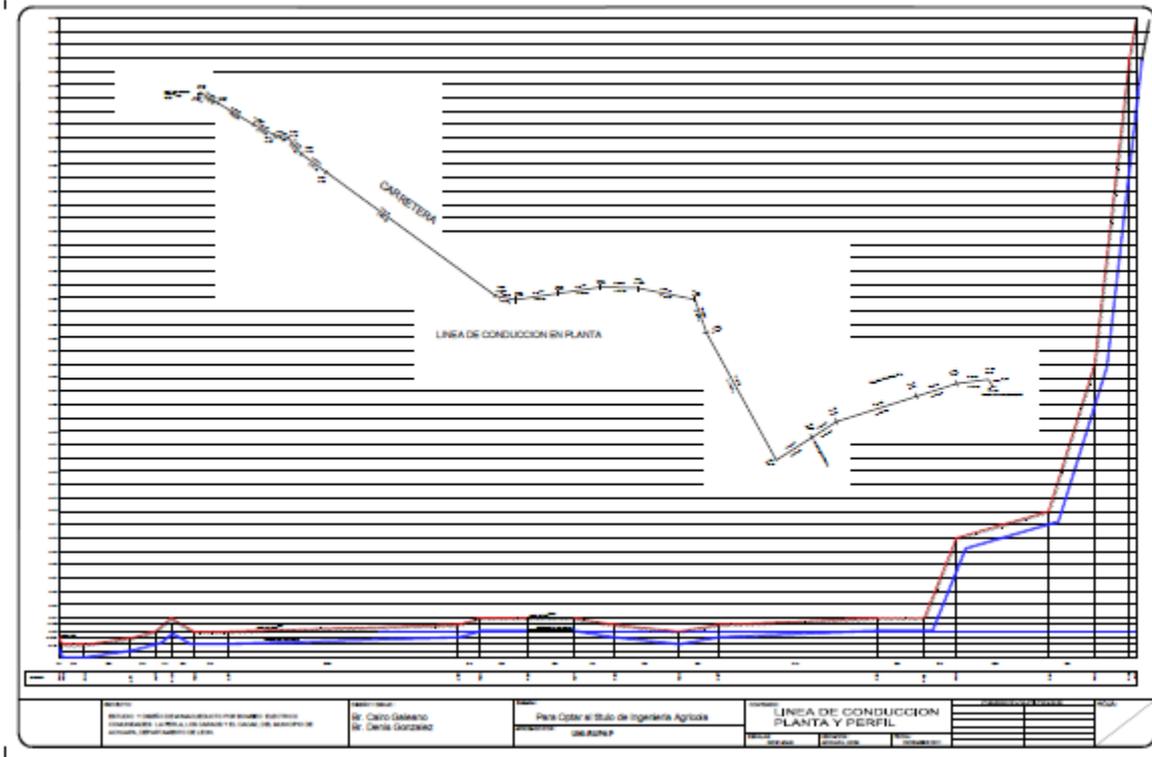
Anexo 7: Red de distribución (plano 6)



Anexo 9: Red de distribución (plano 7)



Anexo 10: Perfil longitudinal de la red de distribución



Anexo 11: Esquema dimensional del tanque de almacenamiento

