



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

MONOGRAFIA

“Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa,
departamento de Chontales”

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

-  Br. Hanssel Jonathan Acosta Icabalceta
-  Br. Yuri Tatiana García Amador
-  Br. Pavel Jossue Useda García

Tutor:

M. Sc. Ing. Luis Silverio López Duarte

Febrero 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

MONOGRAFIA

“Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa,
departamento de Chontales”

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

 Br. Hanssel Jonathan Acosta Icabalceta

 Br. Yuri Tatiana García Amador

 Br. Pavel Jossue Useda García

Tutor:

M. Sc Ing. Luis Silverio López Duarte

Febrero 2021

DEDICATORIA

A **Dios**, quien me dio la oportunidad de redireccionarme por el buen camino, proporcionándome la sabiduría e inteligencia en todo momento, dándome fuerzas en todo tiempo para no desfallecer, ante los problemas que se presentaban, porque cuando las fuerzas del hombre se terminan son las de Dios las que nos sostienen y reactivan nuestro ánimo para continuar sin importar las adversidades, sin el nada de esto hubiese sido posible a él sea toda la gloria y honra por siempre.

A mis padres, **Manuel Salvador Acosta Centeno y María Auxiliadora Icabalceta Cabrera**, quienes siempre me han dado su apoyo incondicional en todas las áreas de mi vida, espiritual, económica, social, y moral ya que el inmenso deseo de ellos por ver a su hijo preparándose para obtener mejores oportunidades en un futuro, sin importar las situaciones que se les presentaron, es el motor que provoco el avance y crecimiento como persona, sin ellos ninguno de mis objetivos hubiese sido alcanzado.

A mis **Hermanos, Manuel Salvador Acosta Icabalceta e Issac Manuel Acosta Icabalceta**, quienes han aportado mucho a mi crecimiento como persona y me han enseñado mucho con su buen ejemplo de superación y perseverancia sin importar el nivel de dificultad.

A mi tío **Juan Ramon Cabrera Blandino**, quien me ha apoyado de muchas maneras en el transcurso de mi desarrollo y considero que es una persona muy especial en mi vida.

A mis **compañeros**, que nos especificamos por ser un grupo que siempre nos apoyamos, esto nos ayudó a superar muchas dificultades que se nos presentaron en el transcurso de la carrera.

A mis **maestros**, que siempre nos han apoyado de diversas maneras, dándonos la oportunidad de adentrarnos en el mundo del conocimiento, contribuyendo con múltiples aportes en las diferentes áreas para nuestro crecimiento.

Br. Hanssel Jonathan Acosta Icabalceta

AGRADECIMIENTO

A **Dios** nuestro excelentísimo y buen Padre celestial que me permite llegar hasta esta etapa de mi vida, así como de gozar de muchos de sus beneficios como hijo, quien me ha brindado la vida, protección, salud, sabiduría, inteligencia y entendimiento, todos mis sueños se han ido concluyendo gracias a él, no existen palabras que puedan expresar lo eternamente agradecido que estoy con lo que Dios ha hecho por mí.

A mis **padres, Manuel Salvador Acosta Centeno y María Auxiliadora Icabalceta Cabrera**, que siempre han estado para mí en todo momento, que aunque pasamos momentos difíciles ellos nunca desfallecieron, al contrario me mostraron que todo los objetivos que se pretendan alcanzar, se logran conforme a la perfecta voluntad de Dios, ellos siempre han dado lo mejor para mí en todas las áreas, la calidad de padres que me tocó tener en esta vida fue la mayor bendición en todo su esplendor, nunca podré pagar lo que han hecho por mí, todos sus esfuerzos han quedado hasta lo más profundo de mi corazón, siempre estaré eternamente agradecido hasta el último día de mi vida.

A mis **hermanos: Manuel Salvador Acosta Icabalceta e Issac Manuel Acosta Icabalceta**, quienes han sido de mucha bendición en el transcurso de cada etapa de mi vida, ayudándome de múltiples maneras para cumplir mis metas.

De forma especial a nuestro tutor **M.Sc. Ing. Luis Silverio López Duarte**, por dedicar su tiempo y conocimiento, para la realización del presente trabajo y nuestro asesor el **Ing. Rafael Antonio Taleno Campos**, quien siempre estuvo apoyándonos en la realización del presente trabajo.

A todas las personas que fueron parte de este proceso brindándome su amistad y apoyo, que sin ser familia se portaron de una manera muy especial conmigo, en especial a don **Cesar Augusto Urbina y su esposa Yorlene del Carmen López**.

A **Enacal** por proporcionarnos información necesaria y darnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo monográfico en las instalaciones que están a su cargo.

Br. Hanssel Jonathan Acosta Icabalceta

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme incondicionalmente en este proceso como Padre, amigo y consejero, a quien honro, glorifico y exalto. Por guardarme, direccionarme y preservarme conforme a su propósito y perfecta voluntad. A él, quien me ha provisto de capacidades, dones y talentos para desarrollarme espiritual y profesionalmente.

A mis Padres, con méritos especiales a **mi mamá Alejandra Amador Rocha**, por ser una mujer llena de sueños, esforzada, dedicada, valiente y a quien honro por ser quien ha luchado cada día y hasta el cansancio por ver realizado este sueño que también le pertenece.

Al matrimonio Zepeda Lorío, quienes estuvieron presente en este proceso, siendo no solamente mis Pastores y guías espirituales, sino también amigos incondicionales; ellos que, con su ejemplo, me inspiraron a alcanzar y seguir luchando por mis sueños y de los cuales nunca faltó palabra de amor, fe, consuelo y esperanza, recordándome lo que Dios me ha concedido por gracia.

A mi familia, de manera especial a **mi hermana Vanessa Amador y mi cuñado Oscar González**, por ayudarme, alentarme y motivarme a creer en las capacidades que Dios me ha dado, por inspirarme a establecer mis sueños como metas y objetivos, a ellos quienes circunstancialmente me brindaron su apoyo y cariño.

A mis amigos/as, compañeros y cada una de las personas que estuvieron presentes en toda esta etapa, quienes aportaron de su tiempo, palabras de motivación y compañía.

A la familia Useda García y Doña Aleyda Lumbí, quienes abrieron las puertas de su hogar para acogernos con amor, acompañarnos en todo el proceso e incondicionalmente abrazarnos con palabras de afirmación.

Br. Yuri Tatiana García Amador

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar, por darme la oportunidad de culminar este sueño y que en este tiempo se ve concretado. Por su gracia, amor, bondad y por proveer todo lo necesario durante este proceso, dotándome de sabiduría, inteligencia, fuerza, valentía e incondicionalmente mostrando su amor y ternura en cada paso.

A mis Padres David García Hernández y Alejandra Amador Rocha, quienes han sido pilares fundamentales en el desarrollo y crecimiento personal, así como académico. De manera especial a mi madre, quien en primera instancia depositó su confianza en mí a pesar de las dificultades de la vida, esforzándose y luchando en cada momento para darme como herencia una carrera universitaria y encaminarme a una vida profesional que nunca tuvo.

A mis hermanos, de manera especial a mi pequeña **Vanessa Amador**, quien fue parte de cada uno de los procesos y quien incondicionalmente me acompañó, alentó e inspiró a cumplir esta meta de vida.

A mis compañeros de monografía Pavel Useda y Hanssel Acosta, quienes han sido fundamentales en todo el desarrollo de culminación de estudios, ayudándome en mi crecimiento académico, personal y espiritual, así como brindándome su amistad y cariño.

Al tutor Msc. Ing. Luis Silverio López Duarte, por dedicarnos su tiempo y conocimiento, acompañándonos en todo el proceso de elaboración de monografía.

A los Ingenieros Rigoberto Méndez, Miguel Meza y a los Lic. Valeska Aguilar y Luis Rafael Marín, quienes aportaron información y conocimientos desde sus espacios y responsabilidades de trabajo en calidad de profesionales.

A los docentes e Ingenieros Rafael Taleno, Lázaro González, Camilo Hernández y Rubel Mendoza, por brindarme de sus conocimientos e inspirarme a desarrollar mis capacidades intelectuales y profesionales.

Br. Yuri Tatiana García Amador

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado **a Dios** principalmente, ya que sin él la culminación de mis estudios no se hubiese dado de manera satisfactoria o quizás nunca hubiese llegado hasta este punto, lo que me hace recordar todas las veces que aun que yo no veía una solución y me sentí al borde de dejarlo todo a un lado, siempre veía una luz al final del túnel, lo que hacía que me motivara a seguir sin desistir ante muchas adversidades que se me presentaban, y también sé que los buenos días que hubieron fueron por gracia de él.

Aunque esta sea una pequeña obra la cual significa el final de una etapa y el inicio de una nueva quiero dedicar este trabajo a mis padres **Cresencio Useda Martínez** y **Urania del Carmen García Murillo**, que son de las pocas personas que si quieren verme mucho mejor que ellos sin siquiera sentir un sentimiento negativo al verme tener éxito en todo lo que me proponga de ahora en adelante y estoy seguro que la culminación de esto los llena de mucho orgullo y felicidad, así como también les dedico todos mis logros y éxitos que tendré debido a los estudios que ellos me ayudaron a lograr ya que su sacrificio y esfuerzo fue mucho más grande que la simple dedicación a los estudios por mi parte y sé que ni trabajando todo lo que me falta de vida podría pagarles todo lo que han hecho por mí y lo mejor de todo esto es que ellos no verán todo lo que he gastado en mí económicamente, años de vida y su desgaste físico y emocional y aun así ellos simplemente se sentirán satisfechos con verme triunfar.

Br. Pavel Jossue Useda García

AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** por permitirme sentir la satisfacción de poder disfrutar este día, de poder haberme dado la fortaleza y el entendimiento necesario para dar este paso, de poder culminar esta etapa maravillosa de aprendizaje en la cual pude darme cuenta de algunas de las capacidades y dones que me regaló, por las personas que dejó cruzarse en mi camino que de una u otra forma sé que llevo una parte de ellos guardada en mis pensamientos.

Me siento muy agradecido con las personas que dan todo por mi bienestar, que prefieren dejar a un lado sus necesidades por suplir las mías, que encomendaron una parte de sus sueños en mí para cumplirlos: mis padres **Cresencio Useda Martínez** y **Urania del Carmen García Murillo**, que me enseñaron las bases fundamentales del hombre que hoy soy, el apoyo económico, moral, al hogar en el que me permitieron crecer y el impacto positivo que generó en mí su figura paternal, mi madre demostrándome su amor inconmensurable y la fortaleza de mi padre que salió adelante ante las adversidades de la vida.

Sin olvidar a los que me apoyaron a realizar mis estudios con mayor comodidad y seguridad lo cual me ayudó a tener un mejor desempeño estudiantil: Don **Cesar Urbina** y doña **Yorlene López** que aun siendo tiempos difíciles fueron incondicionales.

Agradezco a mi tutor **M. Sc. Ing. Luis Silverio López Duarte** que me dio la guía para culminar este trabajo, así como también al **Ing. Rafael Taleno** quien nos ayudó con muchas dudas e incertidumbres en el camino de este proceso.

A las personas que me acompañaron en esta etapa, por conocer más acerca de la vida ya que cada día había una nueva historia por compartir, conocí la amistad, aprendí de lealtad en mis compañeros lo cual aportó mucho en mi formación profesional y más aún como un hombre de bien, estaré enormemente agradecido por eso ya que esas experiencias son algo que aportaron positivamente en mí y personas como ellos nunca se encuentran dos veces.

Br. Pavel Jossue Useda García

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de proponer un diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa, el cual consta en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde una fuente subterránea hasta las viviendas de los habitantes que serán beneficiados directamente con el proyecto de suministro; garantizando que fuese factible y funcional desde el punto de vista hidráulico considerando los criterios establecidos en la norma NTON 09 003-99 y análisis económicos correspondientes.

Debido a las características y comportamiento del terreno se determinó que el sistema más apropiado es del tipo Fuente-Tanque-Red. Para la realización del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cuapa, se describen los análisis y estudios que corresponden a: Levantamiento topográfico, censo poblacional, proyección de población, estimación de dotación y caudales de consumo, estudio de suelo, selección del equipo de bombeo, modelaciones hidráulicas del sistema, variables de posibles impactos ambientales y presupuesto de obra.

El diseño consiste en un sistema de equipo de impulsión, que transportará el vital líquido a través de una línea de conducción de tubería tipo hierro fundido con una distancia de 12,572.29 m hacia el tanque de almacenamiento de 40,000 galones de capacidad, el cual distribuirá un caudal de 11.864 lps mediante la red de distribución de tipo malla cerrada con una presión máxima en los nodos de 48.13 mca y velocidades máximas de 1.51 m/s; cabe destacar, que en los tramos donde no cumplen las velocidades del flujo se ubicaron válvulas de limpieza que permitirá un mejor funcionamiento dentro de la red hidráulica.

Así mismo, se propuso una estación de rebombeo localizada a una elevación de 255.92 m sobre la fuente de abastecimiento, venciendo una carga total dinámica de 228.76 m; para esto se realizó un análisis altimétrico en el tramo de conducción, lo que permitió garantizar no solamente las presiones y velocidades del flujo, sino

también la demanda de consumo máximo diario que corresponde a 7.47 Lps para el llenado del tanque.

La ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable, durante el desarrollo de construcción generará nuevos empleos y demanda de mano de obra, igualmente contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población, tomando en consideración la disponibilidad continua del vital líquido para consumo humano y comercial. El sistema de distribución se propone para satisfacer la demanda en un periodo de 20 años para una población de 4,364 habitantes.

ÍNDICE

I. GENERALIDADES

1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5

II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

2.1. Localización.....	6
2.2. Población y vivienda.....	6
2.3. Principales Infraestructuras socio-económicas	9
2.3.1. Transporte y vías de acceso	9
2.3.2. Energía eléctrica	9
2.3.3. Agua y saneamiento	10
2.3.4. Educación	16
2.3.5. Salud.....	17

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Demanda de agua potable	18
3.2. Estudio de consumo	18
3.3. Dotación de agua	18
3.4. Pérdidas en el sistema	19
3.5. Estudio poblacional	20
3.6. Abastecimiento de agua	22
3.7. Variación del caudal	22
3.8. Sistema de abastecimiento	23
3.9. Fuentes de abastecimiento	23
3.9.1. Requisitos sobre la calidad del agua	24
3.10. Línea de conducción	28
3.11. Tanque de almacenamiento.....	29
3.12. Red de distribución de agua potable	29

3.12.1.	Criterios de diseño de redes hidráulicas.....	30
3.13.	Válvulas o accesorios.....	31
3.14.	Estación de bombeo.....	33
3.14.1.	Equipos de bombeo.....	34
3.15.	Selección de equipo de bombeo	36
3.16.	Software Epanet.....	37
3.17.	Presupuesto de obra	37
3.18.	Evaluación ambiental	38
3.18.1.	Impacto ambiental	38
3.18.2.	El análisis de los impactos.....	39
3.18.3.	Método para la identificación de impactos.....	40
IV. DISEÑO METODOLÓGICO		
4.1.	Proyección de población	44
4.2.	Demanda futura.....	44
4.3.	Fuente de abastecimiento y obra de captación	47
4.4.	Determinación de la calidad de agua	47
4.5.	Tratamiento del agua.....	47
4.6.	Topografía	47
4.7.	Almacenamiento.....	48
4.8.	Selección del equipo de bombeo.....	49
4.9.	Modelado de la red de distribución.....	50
4.10.	Elaboración del presupuesto de captación, conducción y distribución	50
4.11.	Evaluación ambiental del sitio	50
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
5.1.	Proyección de población	52
5.2.	Consumos	54
5.3.	Fuente de abastecimiento y obra de captación	54
5.4.	Calidad y tratamiento del agua.....	55
5.5.	Selección de equipo de bombeo	56
5.6.	Línea de conducción	68
5.7.	Almacenamiento.....	68
5.8.	Red de distribución.....	70

5.9.	Modelación	71
5.10.	Estudio de suelo.....	72
5.11.	Presupuesto de obra	74
5.12.	Evaluación ambiental del sitio	78
5.12.1.	Línea de base ambiental	78
5.12.2.	Matrices de interacción.....	90
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1.	Conclusiones.....	109
6.2.	Recomendaciones.....	110
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Información de población y vivienda.....	7
Tabla 2:	Disposición de viviendas por barrio	7
Tabla 3:	Fuentes de abastecimiento de agua por vivienda.....	10
Tabla 4:	Agua utilizada para consumo por vivienda	12
Tabla 5:	Principales problemáticas para la obtención de agua.....	13
Tabla 6:	Problemáticas frecuentes por consumo de agua de tubería.....	14
Tabla 7:	Período de tiempo que tarda en suministrar agua la tubería	15
Tabla 8:	Aceptación de un proyecto de agua potable.....	16
Tabla 9:	Valores de los atributos de impactos	41
Tabla 10:	Valores de importancia	42
Tabla 11:	Calificación para la matriz de importancia	43
Tabla 12:	Población actual e índice poblacional	52
Tabla 13:	Cuadro de dosificación y volumen de hipoclorito de calcio.....	56
Tabla 14:	Resumen de costos, pozo-estación de rebombeo.....	61
Tabla 15:	Resumen de costos, estación de rebombeo-tanque de almacenamiento	68
Tabla 16:	Tramos donde se instalarán válvulas de limpieza	71
Tabla 17:	Ubicación muestras representativas	73
Tabla 18:	Clasificación de las muestras	73

Tabla 19: Beneficiarios indirectos.....	89
Tabla 20: Distribución de negocios locales.....	90
Tabla 21: Matriz de interacción causa-efecto	91
Tabla 22: Matriz de valoración de impactos (Etapa de construcción).....	96
Tabla 23: Matriz de valoración de impactos (Etapa de operación y mantenimiento)	99
Tabla 24: Matriz de importancia (Etapa de construcción).....	100
Tabla 25: Matriz de importancia (Etapa de operación y mantenimiento).....	101

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Parámetros bacteriológicos	25
Cuadro 2: Parámetros organolépticos	27
Cuadro 3: Parámetros físico-químicos	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Población de la ciudad de Cuapa.....	7
Gráfico 2: Disposición de viviendas por barrio.....	8
Gráfico 3: Fuentes de abastecimiento de agua por vivienda	11
Gráfico 4: Agua utilizada para consumo por vivienda.....	12
Gráfico 5: Principales problemáticas para la obtención de agua.....	13
Gráfico 6: Problemáticas frecuentes por consumo de agua de tubería	14
Gráfico 7: Período de tiempo que tarda en suministrar agua la tubería	15
Gráfico 8: Aceptación de un proyecto de agua potable	16
Gráfico 9: Esquema de equipo de bombeo del pozo-cárcamo de rebombeo	56
Gráfico 10: Esquema de equipo de bombeo cárcamo - tanque de almacenamiento	62
Gráfico 11: Probabilidad diaria de precipitación	81
Gráfico 12: Niveles de comodidad de la humedad	82
Gráfico 13: Velocidad promedio del viento	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización geográfica, ciudad de Cuapa.....	6
Ilustración 2: Área de influencia directa del proyecto	79
Ilustración 3: Mapa red hídrica Cuapa, Chontales.....	84
Ilustración 4: Área protegida reserva natural Serranía de Amerrisque	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Recolección de datos para censo poblacional	i
Anexo 2: Abastecimiento de agua a través de cisternas	i
Anexo 3: Abastecimiento de agua a través de pozos públicos.....	ii
Anexo 4: Realización de levantamiento topográfico	ii
Anexo 5: Pozo público en mal estado ubicado en barrio La Plaza	iii
Anexo 6: Extracción de muestras de suelo y agua.....	iii
Anexo 7: Tanque de almacenamiento existente	iv
Anexo 8: Formato para censo poblacional	v
Anexo 9: Parámetros para selección del tipo de tratamiento de agua.....	vi
Anexo 10: Resultados de análisis microbiológico	vii
Anexo 11: Resultados pruebas de calidad de agua ENACAL	viii
Anexo 12: Sistema de cloración por goteo	ix
Anexo 13: Modelación de cloro residual para calidad de agua.....	x
Anexo 14: Resultados de calidad de agua en la red mediante el programa EPANET	xi
Anexo 15: Gráfica de selección para bomba sumergible.....	xii
Anexo 16: Gráfica de selección para bomba horizontal y carga neta positiva requerida	xiii
Anexo 17: Modelación de velocidades con demanda base	xiv
Anexo 18: Modelación de presiones en la red con demanda base	xv
Anexo 19: Modelación de presiones en la red con demanda cero	xvi
Anexo 20: Resultados de Velocidades en la red de distribución a través de EPANET	xvii
Anexo 21: Resultado de presiones en la red con demanda base.....	xviii

Anexo 22: Resultados de presiones en la red con demanda cero.....	xix
Anexo 23: Cálculo de selección de equipo de bombeo	xx
Anexo 24: Distribución de caudales por año	xli
Anexo 25: Lista de accesorios para la línea de conducción	xlii
Anexo 26: Gráfica de la United Soil Classification según ASTM D 2487-98	xliii

I. GENERALIDADES

1.1. Introducción

A lo largo de la historia de las civilizaciones hasta las épocas modernas, se ha registrado el aprovechamiento de los recursos naturales para satisfacer las necesidades básicas de la humanidad, partiendo de la insuficiencia de agua para consumo humano y el acceso a la misma. Debido a esto las comunidades y regiones, al transcurrir el tiempo, han desarrollado estrategias y alternativas para lograr el suministro del vital líquido en cada uno de los hogares o poblados cercanos a ellos, garantizando la dotación a la demanda poblacional existente.

El agua constituye uno de los elementos fundamentales dentro de los servicios básicos de una comunidad, así como el desarrollo socio económico de la misma. Por tanto, es necesario proveer a las poblaciones de construcciones que suministren el líquido con un funcionamiento eficiente, asegurando estándares elevados en cuanto a calidad, cantidad, higiene y seguridad.

El presente trabajo describe la elaboración del diseño de un Sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Cuapa, a partir de una fuente subterránea ubicado en la comarca El Tamarindo; tomando en consideración la demanda existente de la población, parámetros hidráulicos y selección de materiales y equipo de bombeo para el correcto funcionamiento y dimensionamiento del sistema; con el cual se logrará facilitar el acceso del vital líquido en la localidad de manera estable y segura.

1.2. Antecedentes

Nicaragua es un país rico en recursos hídricos, debido a su privilegiada ubicación geográfica, a sus favorables regímenes de precipitación y a la cantidad de volúmenes de aguas tanto superficiales como subterráneas. A nivel nacional, la disponibilidad de agua es suficiente para cubrir la demanda existente (PHINPDA, 2003); sin embargo, factores como la contaminación, recursos financieros y gestión de calidad, no han permitido que la población en general disponga de agua potable.

En la ciudad de Cuapa, se construyó un sistema de abastecimiento de agua en la década de los 80, pero debido al crecimiento poblacional, el aumento de la demanda de agua y el tiempo de funcionamiento, éste operaba con ineficiencia en la distribución, evidenciado por un abastecimiento irregular o escasez del vital líquido en épocas de verano y un alto grado de contaminación durante el invierno.

Para solucionar este problema, en el año 2010 las autoridades locales en conjunto con la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), evaluaron diferentes alternativas. Para ello, se realizaron excavaciones de pozos en el área urbana, que trabajan con bombas de mecate, las cuales no suplen la demanda permanente por parte de los pobladores, siendo necesario en el año 2011 la ejecución de la construcción de 1.3 km de línea de conducción que transportaba agua desde Oluma y río La Mica hasta un tanque de almacenamiento con capacidad de 150 m³ para luego ser distribuida a los pobladores.

Dicho proyecto buscaba satisfacer la demanda de agua aún en la temporada seca, sin embargo, debido a la disminución del recurso por pérdidas propias de la red y extracciones en la línea de conducción, además de conflictos legales con el dueño de la propiedad por donde pasa la tubería principal; la alternativa de abastecimiento no cumple con los objetivos planteados de suministro a la población.

1.3. Justificación

La ciudad de San Francisco de Cuapa, por más de 20 años ha tenido como fuente principal de abastecimiento de agua potable dos tomas superficiales, las cuales se ubican en la parte alta de dicho municipio, estas son las denominadas la Mica localizada aproximadamente a 3 km al norte y Oluma 3.2 km al nor-oeste respectivamente.

En la actualidad, dichas fuentes superficiales disponen de agua suficiente para satisfacer la demanda de la población, sin embargo, las pérdidas por extracciones indebidas del recurso impiden la disponibilidad del vital líquido para consumo de los habitantes de la ciudad; dichas pérdidas son ocasionadas directamente sobre la tubería principal, en la propiedad del señor Avelino Martínez; según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), hay presencia de 5 tomas de agua, ninguna de las cuales cuenta con un medidor de caudal que permita conocer el volumen extraído con exactitud, pero se estima que el 70% del agua potable proveniente de ambas fuentes superficiales mencionadas anteriormente es vertida en la propiedad.

Lo anteriormente mencionado causa dos problemas específicos; la disminución del caudal disponible y la pérdida de presión sobre la línea principal, lo cual dificulta que el recurso llegue hasta el tanque de almacenamiento existente, por lo que este tarda más tiempo en alcanzar el nivel de agua proyectado para poder ser distribuido a la población.

La red de distribución de agua potable de Cuapa tiene más de 20 años, y presenta pérdidas debido al estado de las tuberías y la vida útil de dichos materiales, hecho que se manifiesta por averías ocasionadas por la presión en distintos puntos de la red, principalmente en las uniones de tuberías hacia la tubería principal, lo cual, sumado al aumento de la demanda de usuarios; ha generado una problemática de acceso a este recurso, para más de 3,783 personas.

En atención a esto, el gobierno municipal en conjunto con ENACAL ha realizado la perforación de pozos artesanales en 9 barrios de la ciudad, los cuales no cumplen con los requisitos de calidad y volúmenes de agua requeridos para

satisfacer la demanda y expone a la población ante enfermedades como diarrea, infección renal, etc.

Así mismo, la entidad gubernamental como una forma de mitigación de la problemática, ha dispuesto el uso de cisterna para transportar agua desde la ciudad de Juigalpa y suministrar agua a los diferentes barrios, con una frecuencia de 8 días para cada barrio, medida que no permite abastecer a la población de forma regular, ni con las condiciones de salubridad necesarias.

Es por ello que el presente estudio, propondrá una solución a la situación actual, mediante el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable a partir de un sistema de bombeo en la obra de captación, con el cual se aproveche el agua subterránea del acuífero ubicado a 13.2 km nor-oeste de la ciudad de Cuapa, en la Comarca El Tamarindo, conduciendo el agua hasta un tanque de almacenamiento en la ciudad, desde donde se pueda distribuir por gravedad el vital líquido mediante una red de distribución, asegurando la disponibilidad de agua potable de manera permanente y segura para toda la población. Con lo cual, se da respuesta al sexto objetivo de desarrollo sostenible (ODS).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable a través de un estudio técnico e hidráulico, que garantice de manera permanente el vital líquido en la ciudad de Cuapa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico del área del proyecto, determinando la descripción alti-planimétrica del terreno, mediante aparatos geodésicos de alta precisión.
- Calcular la demanda de agua potable requerida en el sistema de abastecimiento, mediante la estimación de la población de la ciudad de Cuapa para un periodo de diseño de 20 años.
- Elaborar propuesta de diseño hidráulico del sistema de abastecimiento bajo los criterios establecidos en la norma del INAA (NTON 09 003-99), evaluando el funcionamiento mediante simulaciones en el software Epanet 2.0.
- Elaborar el presupuesto de captación, conducción y distribución, mediante la estimación de cantidades y alcances de obra.
- Determinar posibles impactos ambientales a generarse en la etapa de construcción del proyecto, mediante la caracterización del lugar.

II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

2.1. Localización

La ciudad de Cuapa, está localizada a 26 kilómetros al norte del municipio de Juigalpa, ubicado en el sector Noreste del Departamento de Chontales; limitado al norte por el municipio de Camoapa, al sur el municipio de Juigalpa, al este con el municipio La Libertad y al oeste con el municipio de Comalapa. Su localización geográfica está entre las coordenadas 12° 16´de Latitud Norte, y 85° 23´ de Longitud Oeste, con una altitud media de 306 m.s.n.m.

Ilustración 1: Localización geográfica, ciudad de Cuapa.



Fuente: Google Earth

2.2. Población y vivienda

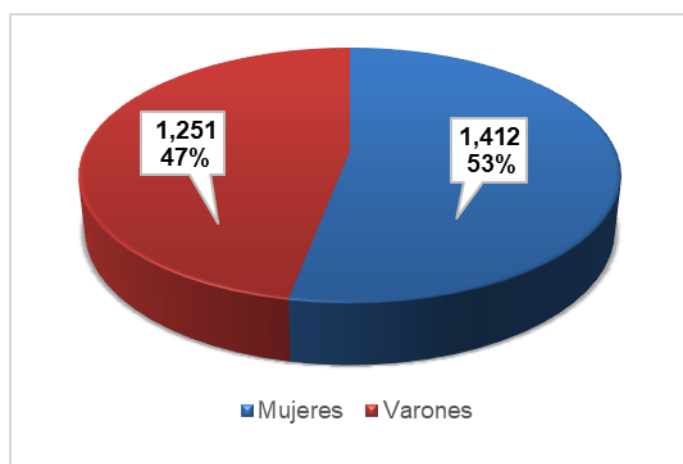
La ciudad de Cuapa tiene una población de 2,663 personas, éstas habitan en 781 viviendas, para un índice poblacional de 3.4 habitantes / viviendas. En la tabla 1 se presenta un resumen de la población y viviendas de la ciudad.

Tabla 1: Información de población y vivienda

Población y Vivienda			
Ciudad de Cuapa	Habitantes	Viviendas	Habitantes / Vivienda
	2663	781	3,4
Descripción		Frecuencia	Porcentaje
Mujeres		1412	53
Varones		1251	47
Total		2663	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Población de la ciudad de Cuapa



Fuente: Elaboración propia

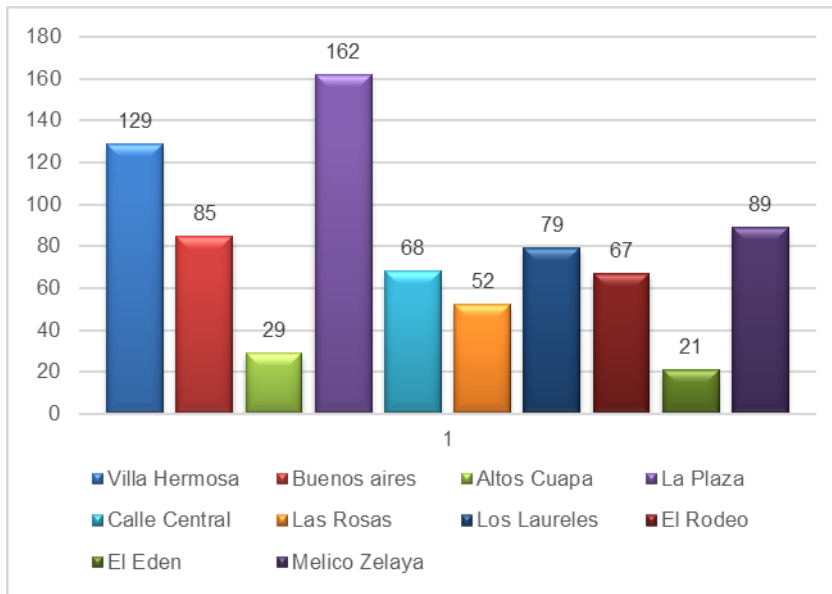
La población total de la ciudad de Cuapa es de 2,663 habitantes, equivalente a un 100% en ambos sexos, de los cuales 1,412 son mujeres correspondientes a un 53% de población y 1,251 varones que equivalen a un 47% de personas que residen en la localidad.

Tabla 2: Disposición de viviendas por barrio

Barrio	Villa Hermosa	Buenos aires	Altos Cuapa	La Plaza	Calle Central	Las Rosas	Los Laureles	El Rodeo	El Edén	Melico Zelaya
Frecuencia	129	85	29	162	68	52	79	67	21	89
Porcentaje	16,5	10,9	3,7	20,7	8,7	6,7	10,1	8,6	2,7	11,4

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Disposición de viviendas por barrio



Fuente: Elaboración propia

La ciudad de Cuapa está distribuida actualmente por 10 barrios, de los cuales corresponden a un 100% de la urbanización.

De acuerdo a los resultados del censo poblacional se observa:

- En el barrio Villa Hermosa hay una cantidad existente de 129 viviendas para un 16.5% del total de viviendas.
- El barrio Buenas Aires está distribuido actualmente por 85 viviendas equivalentes a un 10.9% de disposición total de viviendas.
- En el barrio Altos de Cuapa existen en la actualidad 29 viviendas correspondientes a un 3.7% del total de viviendas en la urbanización.
- El barrio La Plaza está conformado por 162 viviendas equivalentes al 20.7% de la distribución general de viviendas en la ciudad.
- El barrio Calle Central está distribuido por 68 viviendas que corresponden al 8.7% del total de viviendas en la urbanización.
- El barrio Las Rosas se conforma por 52 viviendas para un 6.7% de disposición total de viviendas.
- En el barrio Los Laureles hay una cantidad de 79 viviendas que equivalen a un 10.1% del total de viviendas.

- El barrio El Rodeo está conformado por 67 viviendas correspondientes a un 8.6% de la distribución general de viviendas en la ciudad.
- El barrio El Edén dispone de 21 viviendas lo que equivale a un 2.7% del total de viviendas.
- En el barrio Melico Zelaya actualmente existen 89 viviendas para un 11.4% del total de viviendas en la urbanización.

2.3. Principales Infraestructuras socio-económicas

2.3.1. Transporte y vías de acceso

La ciudad de Cuapa cuenta con rutas que la comunican con Juigalpa, Managua y Camoapa, prestando un servicio continuo y satisfactorio. Se cuenta con unidades de buses que prestan servicio entre Juigalpa y Cuapa, Cuapa – Camoapa, Juigalpa - Las Lajitas - Cuapa.

La principal vía de comunicación la constituye la carretera de todo tiempo Las Lajitas-Cuapa, que permite comunicar el municipio de Cuapa con Juigalpa y a través de la carretera Managua-El Rama, comunicarse con el resto del país.

La segunda vía de importancia es la que comunica Cuapa con el municipio de Comalapa, pudiendo comunicarse luego con Camoapa y otras poblaciones del departamento de Boaco.

El casco urbano posee en un 70% revestimiento de todas sus calles. Las vías que conducen a las zonas productivas cuentan con vías pavimentadas en buen estado.

2.3.2. Energía eléctrica

La ciudad de Cuapa, cuenta con el servicio domiciliario de Energía Eléctrica, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL). La demanda de energía Eléctrica se ha incrementado en los últimos años y comprende circuitos independientes para el servicio eléctrico domiciliario en el sector Urbano.

En la actualidad, la ciudad de Cuapa cuenta con el 100% de alumbrado público. Por gestiones del Gobierno Municipal del Sr. Manuel Zelaya se ha logrado ampliar las conexiones eléctricas domiciliarias en aproximadamente 150 conexiones,

principalmente en el nuevo Barrio Melico Zelaya y el resto ubicados en otros Barrios como Villa Hermosa, La Plaza, El Edén y Altos de Cuapa.

2.3.3. Agua y saneamiento

Actualmente, la ciudad de Cuapa cuenta con el servicio público de agua potable cuya administración está a cargo de ENACAL, teniendo un total aproximado de 755 conexiones domiciliarias.

El principal suministro de agua a la población se realiza a través del sistema de abastecimiento de agua potable que posee como fuente principal dos tomas superficiales Oluma y la Mica, transportando el vital líquido a través de una línea de conducción construida en el año 2016 y que se destina hacia un tanque de almacenamiento ubicado en la ciudad; cuenta con una red de suministro obsoleta construida en los años 80 la cual opera con ineficiencia, dentro de la cual, también hay presencia de fugas lo que dificulta que ciertos sectores de la ciudad no reciban agua.

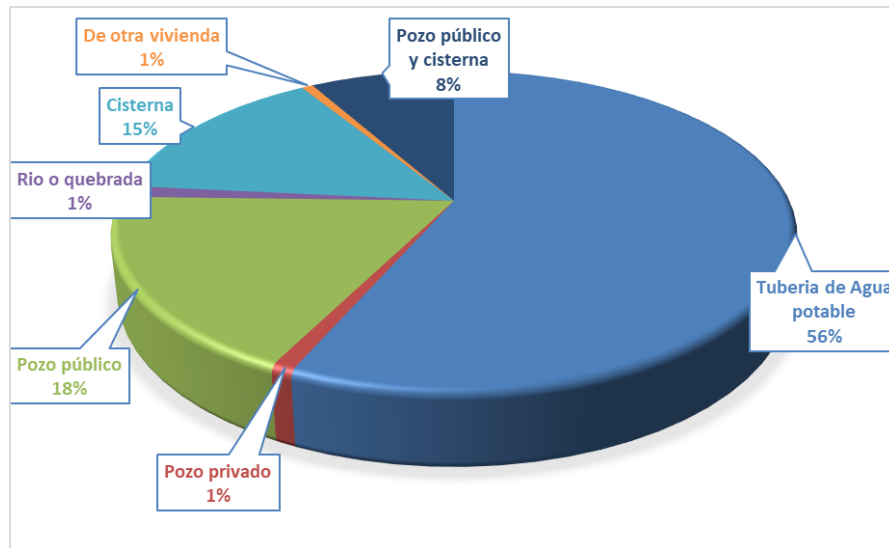
En la tabla 3 se muestran las principales fuentes de abastecimiento por vivienda en la urbanización:

Tabla 3: Fuentes de abastecimiento de agua por vivienda

Descripción	Tubería de Agua potable	Pozo privado	Pozo público	Rio o quebrada	Cisterna	De otra vivienda	Pozo público y cisterna	Total
Frecuencia	442	7	140	9	114	5	64	781
Porcentaje	56,6	0,9	17,9	1,2	14,6	0,6	8,2	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Fuentes de abastecimiento de agua por vivienda



Fuente: Elaboración propia

En la ciudad de Cuapa uno de los mayores problemas que enfrenta la población, es la escasez de agua mayormente en épocas de verano. De acuerdo a lo anterior, en la actualidad, los habitantes están siendo suministrados del vital líquido irregularmente por las siguientes fuentes de abastecimiento:

- Se observa que 442 viviendas son abastecidas principalmente por la Tubería de agua potable de la red existente, equivalente a un 56.6%; 7 viviendas que corresponden al 0.9% son suministradas de agua a través de Pozos privados; 140 viviendas pertenecientes al 17.9% abastecidas por Pozos Públicos; 9 viviendas correspondientes al 1.2% tienen como fuente principal Rio o quebradas; 114 viviendas equivalente al 14.6% están siendo abastecidas a través de Cisternas; 5 viviendas que corresponden a un 0.6% son suministradas de agua de otras viviendas locales y 64 viviendas que equivalen a un 8.2% demandan de ambas fuentes Pozo Publico y Cisternas para abastecimiento de agua.

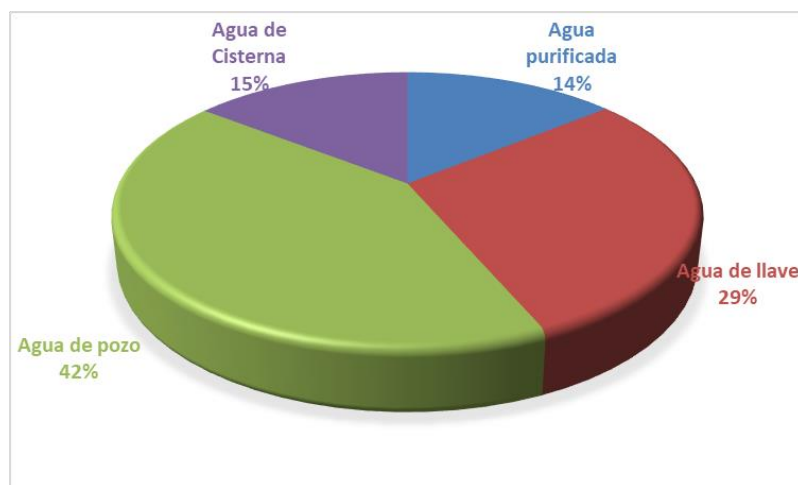
Situación actual de abastecimiento

Tabla 4: Agua utilizada para consumo por vivienda

Descripción	Agua purificada	Agua de llave	Agua de pozo	Agua de Cisterna	Total
Frecuencia	110	230	328	113	781
Porcentaje	14,08	29,45	42,00	14,47	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Agua utilizada para consumo por vivienda



Fuente: Elaboración propia

Los habitantes de la ciudad de Cuapa son abastecidos de agua para consumo mediante los siguientes suministros:

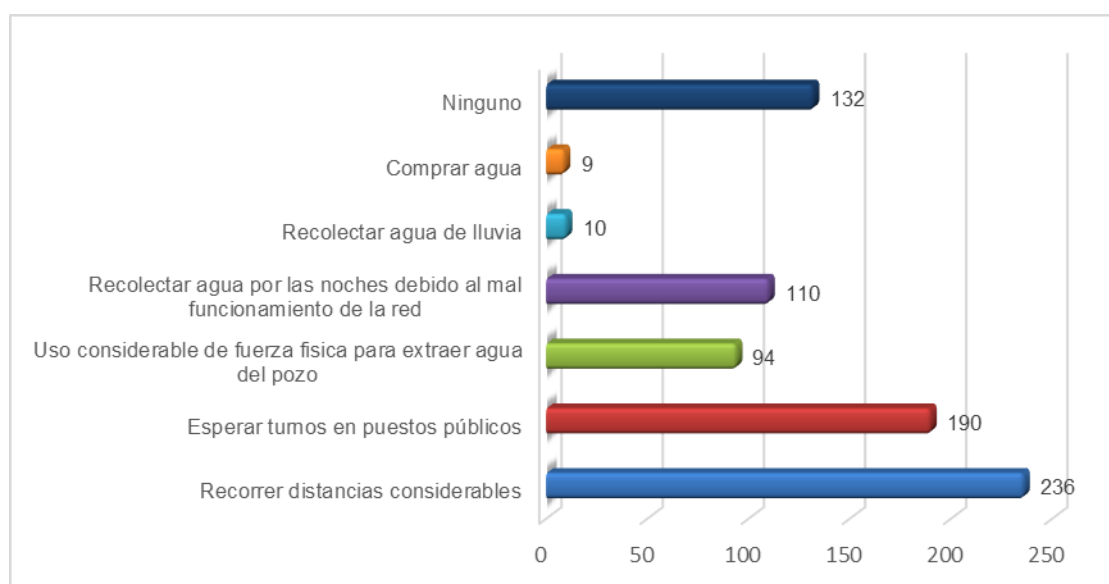
- El 14% que equivale a 110 viviendas, compran agua purificada para consumo diario.
- El 29% correspondiente a 230 viviendas, utiliza agua de llave.
- El 42% equivalente a 328 viviendas, consumen agua de pozo.
- El 14% que corresponde a 113 viviendas, hace uso de agua de cisterna.

Tabla 5: Principales problemáticas para la obtención de agua

Descripción	Recorrer distancias considerables	Esperar turnos en puestos públicos	Uso considerable de fuerza física para extraer agua del pozo	Recolectar agua por las noches debido al mal funcionamiento de la red	Recolectar agua de lluvia	Comprar agua	Ninguno	Total viviendas
Frecuencia	236	190	94	110	10	9	132	781
Porcentaje	30,2	24,3	12,0	14,1	1,3	1,2	16,9	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Principales problemáticas para la obtención de agua



Fuente: Elaboración propia

En consideración a la información proporcionada por la población de la ciudad de Cuapa, se muestran las principales problemáticas que enfrentan para obtener el vital líquido en cada una de las viviendas de la localidad. Dicho lo anterior, se observa lo siguiente:

- El 30.2% que corresponden a 236 viviendas, recorren distancias considerables; tal es el caso de los habitantes del Barrio Villa hermosa, caminan aproximadamente de 1-2 km para obtener agua del pozo público más cercano.
- El 24.3% equivalente a 190 viviendas, esperan turnos en puestos públicos.

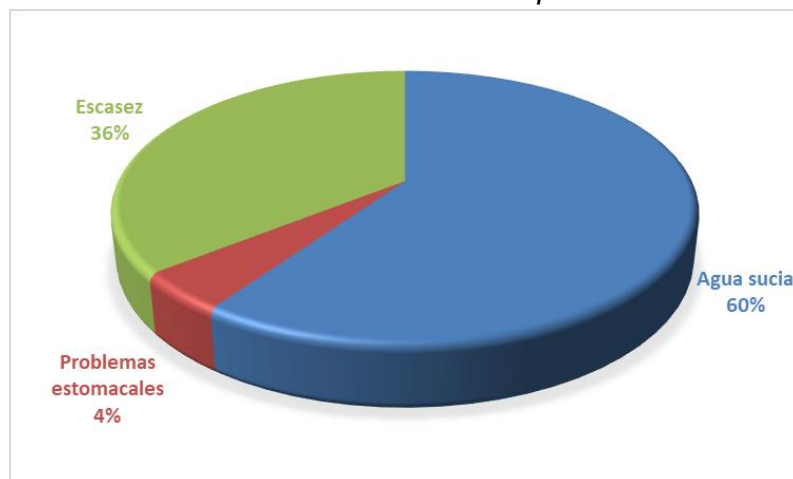
- El 12% correspondiente a 94 viviendas, realizan uso considerable de fuerza física para extraer agua de los pozos.
- El 14.1% perteneciente a 110 viviendas, tienen que recolectar agua por las noches, debido al mal funcionamiento de la red existente.
- El 1.3% correspondiente a 10 viviendas, recolectan agua de lluvia.
- El 1.2% que equivalen a 132 viviendas, tienen que comprar agua para consumo.
- El 16.9% equivalente a 132 viviendas, no presentan ninguna problemática para obtener agua.

Tabla 6: Problemáticas frecuentes por consumo de agua de tubería

Descripción	Agua sucia	Problemas estomacales	Escasez	Total
Frecuencia	466	36	279	781
Porcentaje	59,7	4,6	35,7	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Problemáticas frecuentes por consumo de agua de tubería



Fuente: Elaboración propia

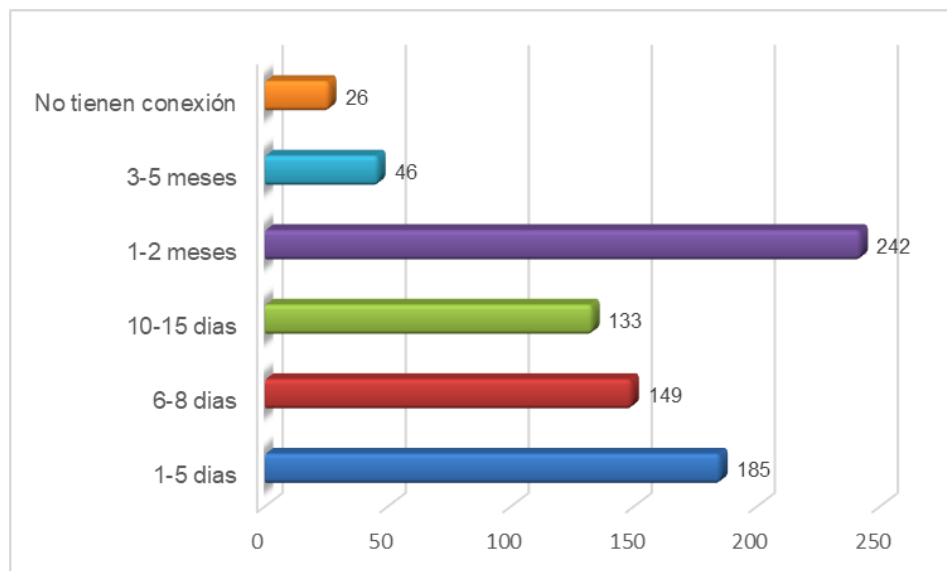
Un 59.7% de la población expresó, que el agua que consume de la tubería es sucia; el 4.6% manifestó problemas estomacales, debido a la mala calidad del vital líquido y el 35.7% de las viviendas presentan problemas de escasez de agua con mayor frecuencia.

Tabla 7: *Período de tiempo que tarda en suministrar agua la tubería*

Descripción	1-5 días	6-8 días	10-15 días	1-2 meses	3-5 meses	No tienen conexión	Total Viviendas
Frecuencia	185	149	133	242	46	26	781
Porcentaje	23,7	19,1	17,0	31,0	5,9	3,3	100,0

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 7: *Período de tiempo que tarda en suministrar agua la tubería*



Fuente: *Elaboración propia*

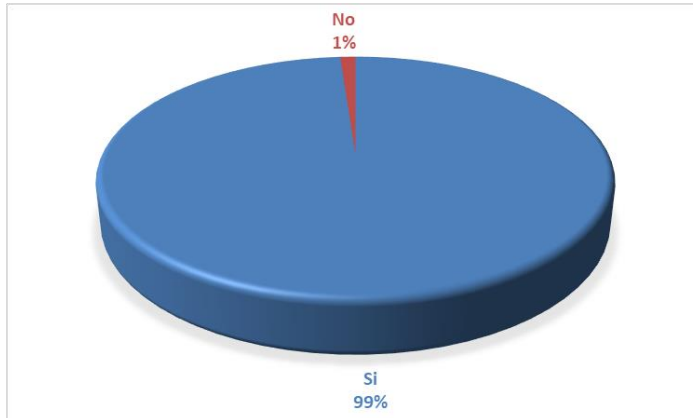
El 23.7% equivalente a 185 viviendas, espera un período de tiempo de 1-5 días para tener agua de la tubería de la red existente; el 19.1% correspondiente a 149 viviendas obtienen agua en un período de 6-8 días; el 17% que equivale a 133 viviendas dura un tiempo de 10-15 días para recibir el vital líquido; el 31% perteneciente a 242 viviendas permanece en un tiempo de espera de 1-2 meses; el 5.9% que corresponde a 46 viviendas adquieren agua en un período de 3-5 meses y el 3.3% equivalente a 26 viviendas no tienen conexión de tubería de la red existente.

Tabla 8: Aceptación de un proyecto de agua potable

Descripción	Si	No	Total
Frecuencia	772	9	781
Porcentaje	98,8	1,2	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Aceptación de un proyecto de agua potable



Fuente: Elaboración propia

De 781 viviendas encuestadas, 772 que corresponden a un 99%, expresaron total aceptabilidad de un proyecto de agua potable para la población de la Ciudad de Cuapa, 9 viviendas que equivalen al 1% manifestaron nula aceptabilidad a la realización del proyecto, ya que éstos cuentan con un suministro permanente de agua en sus hogares y no serían beneficiarios directos.

En la actualidad, la ciudad de Cuapa carece de un sistema de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial.

2.3.4. Educación

Los habitantes de la ciudad de Cuapa, cuentan actualmente con dos centros escolares; ubicados en los barrios Villa Hermosa y Melico Zelaya, correspondientes a la educación primaria y en el barrio La Plaza, el Instituto San Juan Bautista con la educación secundaria.

Según fuentes del Ministerio de Educación (MINED), la población estudiantil en los centros educativos antes mencionados para inicios del año escolar 2020 es de: 1,575 estudiantes.

2.3.5. Salud

En la ciudad de Cuapa, el Ministerio de Salud (MINSa) en la actualidad brinda atención a la población a través de un Centro de Salud organizado por: médicos, enfermeras y personal administrativo; del cual, se impulsan los diferentes programas como: Salud integral de la mujer y la niñez: control prenatal, puerperio, control del cáncer, vigilancia de crecimiento y desarrollo del niño, detección de discapacidad, planificación familiar y odontología y atención de enfermedades crónicas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Demanda de agua potable

La Junta de Andalucía (2015), plantea que la demanda de agua potable es el término que se usa para definir el volumen del vital líquido de forma cuantificable y que los usuarios necesitan para un determinado fin ya sea de producción o consumo, no sin antes pasar por un proceso de potabilización mediante una planta procesadora que agrega químicos como el cloro para su purificación.

3.2. Estudio de consumo

El consumo de agua, es directamente proporcional al número de pobladores donde se realizó el estudio para llevar a cabo el diseño de una red de abastecimiento de agua potable, que sea sostenible y duradera, cabe mencionar que este consumo se encuentra exento de las pérdidas que se generan dentro del sistema de distribución y del caudal contra incendios (INAA, 1989).

3.3. Dotación de agua

Se define como dotación de agua potable a la cantidad necesaria que consume una persona al día, necesidad que se encuentra ligada a diversos factores, tales como:

- 1- Uso doméstico
- 2- Uso comercial
- 3- Uso industrial
- 4- Factor cultural
- 5- Costumbres
- 6- Nivel de vida
- 7- Pérdida en el sistema

Entre otros factores, esto se debe de analizar de manera cuidadosa para así determinar la cantidad total necesaria para un óptimo abastecimiento de la población por su cantidad de habitantes. El INAA determinará cuanto será el consumo promedio por rango de población establecido en la norma técnica obligatoria (INAA, 1989).

- **Consumo doméstico**

El consumo doméstico es “la cantidad de agua necesaria que se establecerá en el diseño previo de abastecimiento, estas dotaciones se encuentran regidas por la norma para cualquier ciudad del país que no sea la ciudad de Managua”. (INAA, 1989, pág. 11)

- **Consumo comercial, industrial y público**

Según la Norma NTON 09-003 publicada por INAA (1989), los consumos comerciales, industriales y público son aquellos que están “directamente ligados al desarrollo socio económico de la ciudad, fábricas, agronomía etc. Este se agregará en función del consumo de la población expresada en la norma sin incluir la ciudad de Managua”. (INAA, 1989, pág. 12)

- **Caudal contra incendios**

El caudal contra incendios es la cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible ante cualquier emergencia presentada en la ciudad; según la normativa nacional, establece que:

Cuando en las localidades consideradas existan o estén en proyectos la instalación de: industrias, fábricas, centros comerciales, etc. A éstos se les deberá diseñar su propio sistema de protección contra incendios, contando cada uno de ellos con: tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección, etc. Independientes al sistema de distribución de agua potable de la ciudad (INAA, 1989, pág. 12).

Dicho caudal, estará determinado por la cantidad de población estimada en las localidades. En el caso de que la población sea menor a 5,000 habitantes no deberá tomarse en cuenta para el diseño.

3.4. Pérdidas en el sistema

En los sistemas de agua corresponden a los volúmenes del vital líquido que se pierden por medio de fugas, desperdicios y sustracciones clandestinas en los elementos del mismo, por cuanto estas deben ser consideradas en el diseño, y se

expresa como “porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua según las normas del INAA, el porcentaje se fijará en un 20%” (INAA, 1989, pág. 14).

Dichas pérdidas deben considerarse para todo el periodo de funcionamiento del sistema de agua potable, garantizando que no sean mayores a la demanda de consumo.

3.5. Estudio poblacional

Como principal iniciativa de un proyecto de abastecimiento de agua potable, es de vital importancia determinar la cantidad de agua que debe servir a la población al final del periodo de servicio, con el objetivo de cumplir las exigencias que podrían presentar las fuentes de abastecimiento, las líneas de conducción, equipos de bombeo, extensiones de la red y plantas de tratamiento. Sin embargo, antes de conocer la cantidad de agua que se va a suministrar es importante estimar el número de personas que se beneficiaran de este proyecto.

En Nicaragua, el organismo estatal encargado de llevar los datos oficiales acerca del crecimiento poblacional es el Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE), cuyos datos abarcan a todo el país. Se cuenta con datos censales de 1955, 1971, 1995 y el último que se realizó en el 2005.

- **Crecimiento poblacional**

El crecimiento poblacional es directamente proporcional a su desarrollo social, económico, e industrial.

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser suficiente para ayudar a este desarrollo, por lo que la determinación de la cantidad de habitantes es uno de los elementos primordiales para la elaboración de un diseño eficiente de suministro de agua potable, con ello se podrán proponer los componentes que forman un acueducto: Capacidad de fuentes de abastecimiento, almacenamiento, diámetro de tuberías, tamaño de los equipos de bombeo, etc. (INIDE, 2016)

Para proveer con mayor precisión la cantidad de agua necesaria es imprescindible llevar a cabo los estudios de población, para ello es necesario tomar en cuenta distintos factores:

1. Conocer la población actual.
2. Ritmo de crecimiento histórico.

La tasa de crecimiento poblacional es el aumento (o disminución) de la población por año en un determinado período debido al aumento natural y a la migración neta, expresado como porcentaje de la población del año inicial o base.

- **Proyección de población**

Una proyección poblacional es un cálculo que hace referencia al crecimiento del número de habitantes previstos a futuro de un determinado lugar.

La población futura de una localidad se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo, el uso de buen juicio en la estimación de la población es importante puesto que, si el estimado es muy bajo, el sistema será pronto inadecuado siendo necesario rediseñar, reconstruir y refinanciar es de gran importancia tomar en cuenta que existen distintos modelos de proyección de población (INAA, 1989).

Los métodos que se aplican más frecuentemente en Nicaragua son el método geométrico y el aritmético, aplicable para zonas urbanas y rurales respectivamente.

- **Método geométrico**

Este método se aplica en ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija, es el de mayor uso en Nicaragua; se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros establecidos en la norma del INAA: Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento mayor al 4% y menor al 2.5% de crecimiento poblacional.

3.6. Abastecimiento de agua

El objetivo principal de un sistema de abastecimiento de agua es el suministro seguro para el consumo humano a un costo no muy elevado.

La cantidad de agua para mantener la vida de una persona es relativamente pequeña, pero al agruparse formando comunidades y tomando en cuenta las necesidades de cada persona, la cantidad se incrementa. Un sistema de distribución de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores (INAA, 1989).

El abastecimiento de agua en las ciudades y comunidades, supone la perforación de pozos o la exploración de otras fuentes, así como el almacenamiento, tratamiento y la distribución por redes; este debe ser suficiente para suplir las necesidades de los pobladores, tanto para actividades domésticas como para operaciones comerciales aportando al desarrollo económico de las localidades.

3.7. Variación del caudal

El caudal, se relaciona a la demanda de agua que requiera la población en un periodo de diseño determinado. Para esto es necesario determinar el caudal promedio diario (CPD), caudal máximo día (CMD), y el caudal máximo hora (CMH). La NTON 09 003-99 establece lo siguiente:

El caudal promedio diario, es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada; corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

El caudal máximo diario, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.

El caudal máximo horario, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

3.8. Sistema de abastecimiento

Los sistemas de abastecimiento según (Rodriguez Ruiz, 2001) están definidos como: “Obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud”.

Una de las alternativas más viables a utilizar es el sistema Fuente-tanque-red, es de un carácter económico ya que permite que las bombas trabajen a un nivel óptimo; consta de la impulsión del agua hasta un sistema de almacenamiento, lo que permite proveer en periodos de bajo suministro, ésta después pasa a la red de distribución domiciliar.

3.9. Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de agua o de abastecimiento pueden describirse como los sitios que son desviados o apartados para el aprovechamiento del recurso; dichas fuentes pueden ser subterráneas y superficiales. Dentro del diseño de suministro de agua potable es uno de los elementos más primordiales para la dotación de las poblaciones. Para esto:

Es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo (Jerez Esquivel, 2017).

Para los estudios preliminares de las fuentes, se considerará lo establecido en las normativas nacionales e internacionales que rigen también la calidad y aprovechamiento del agua. Para esto el INAA describe lo siguiente:

a) Investigación inicial

Deben recopilarse los datos existentes, los cuales se describen: Hidrológicos, Geológicos, Calidad del agua a utilizar, fuentes de contaminación, usos de las aguas que estén en conflicto, legislación sobre las aguas, propiedad de la tierra, planos topográficos, condiciones y calidad del terreno, transporte y

comunicaciones, suministro de energía eléctrica, suministro de energía disponible de los servicios públicos, planos de servicios públicos, planos de los sistemas actuales de agua potable, alcantarillado, servicio eléctrico, de gas y de teléfono y disponibilidad de mano de obra local.

b) Investigación complementaria

En caso de que los datos obtenidos estén incompletos ó no sean suficientes para la correcta elaboración del proyecto:

1. Deberán complementarse con investigaciones sobre el terreno hechas por el proyectista. Por ejemplo, deberán efectuarse para diferentes épocas del año, aforos de la fuente, toma de muestras análisis fisicoquímicos, etc.
2. Determinación en laboratorios de procesos unitarios que comprendan coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección.

3.9.1. Requisitos sobre la calidad del agua

En la actualidad ya no es tan fácil disponer de una fuente de aprovisionamiento de agua, apropiada para dotar a una población de dicho líquido potable, pues en los últimos años debido al gran crecimiento de las ciudades, de las industrias, etc. las cuales vierten sus aguas residuales a los cauces naturales sin ningún tratamiento, esto ha llevado a que los mantos freáticos se vean fuertemente contaminados de tal forma que estas aguas ya no son aprovechables actualmente.

El agua de la fuente de abastecimiento deberá ser examinada con el objeto de determinar las características físico-químicas; dicha fuente debe ser de tal calidad que no requiera un tratamiento que sea excesivo o antieconómico.

La norma del (INAA, 1989) establece que: “La calidad del recurso hídrico es de vital importancia y depende de ciertos parámetros, que define tanto el estado físico químico como biológico; que se subdividen en una serie de aspectos a evaluar”.

El agua que se usará para consumo debe estar libre de sustancias químicas y biológicas que constituyan un peligro para la salud, y debe ser presentada para su

uso eliminando aquellas propiedades físicas que le den un mal aspecto, color u olor.

- **La calidad microbiológica**

La calidad microbiológica se encuentra principalmente basada en microorganismos patógenos que en su mayoría se relacionan con una contaminación fecal humana o animal.

Las bacterias son seres microscópicos de vida unicelular. Existen en diferentes lugares, pero por lo general cada tipo en su ambiente natural y su presencia en otro medio es meramente accidental.

El análisis se hace para determinar el número de bacterias que pueden desarrollarse bajo condiciones comunes, así como detectar la presencia de bacterias del grupo intestinal, que, en caso afirmativo, constituye un índice de que la contaminación es de origen fecal.

El Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) establece los parámetros bacteriológicos siguientes:

Cuadro 1: Parámetros bacteriológicos

Origen	Parámetro (b)	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible	Observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme fecal	Neg	Neg	
	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras no consecutivas
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras puntuales No debe ser detectado en el 95 % de las muestras anuales (c)
	Coliforme fecal	Neg	Neg	

Fuente: CAPRE

(a) NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli, definida en el artículo 4. La

bacteria Coliforme Total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

(b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al remuestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración la muestra positiva, para la valoración de calidad anual. Si el remuestreo da positivo se intensifica las actividades del programa de vigilancia sanitaria que se establezca en cada país. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

(c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de negatividad debe ser $\geq 90\%$.

- **La calidad físico-química**

La calidad físico-química refleja las características de las formaciones geológicas y del suelo en contacto, influenciadas además con las actividades humanas, específicamente por los productos de la agricultura y de la industria.

Los análisis físicos consisten en determinar la turbiedad, color, olor, sabor y temperatura. La turbiedad se refiere a la materia orgánica en suspensión: arcillas, barros, materia orgánica y otros organismos microscópicos, etc.

Sanitariamente es inocua si es debida a arcilla o a otras sustancias minerales, pero es peligrosa si la turbiedad proviene de aguas calcáreas o residuos industriales.

Cuadro 2: Parámetros organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible
Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C

Fuente: CAPRE

El color proviene generalmente de la descomposición de materia vegetal o de las sales de hierro.

El olor y el sabor son dos sensaciones que tienen una relación íntima y van casi siempre unidos; sin embargo, a veces puede haber sabor en el agua sin que se aprecie olor alguno. No existe forma de medir el olor y el sabor, por lo tanto, en los análisis solo se indica si este es aromático, rancio, etc.

El análisis químico tiene dos fines fundamentales: Averiguar la composición mineral del agua y su posibilidad de empleo para la bebida, los usos domésticos o industriales y los indicios sobre la contaminación por el contenido de cuerpos incompatibles con su origen geológico.

Cuadro 3: Parámetros físico-químicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración de Iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	µS/cm	400	
Dureza	mg/L CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L CaCO ₃	100	
Cobre	mg/L	1.0	2.0
Magnesio	mg/L CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

Fuente: CAPRE

(a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.

(b) Cloro residual libre.

(c) 5 mg/l en base a evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor “residual” no afecta la salud. Por otro lado, cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

En el caso de Nicaragua deben adoptarse las normas elaboradas en base al documento “normas de calidad del agua para consumo humano”, emitidas por el comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de centro América, panamá y república dominicana (CAPRE en 1994) y que son aceptadas por el Ministerio de Salud (MINSA).

- **Tratamiento del agua**

Es una serie de procesos que pueden ser aplicados con éxito en sistemas rurales y urbanos, estos procesos incluyen: la sedimentación, la aireación, la filtración y desinfección de cloración. La selección apropiada de los pasos de tratamiento a incluir por si solo o en combinación en un caso específico, se basa en la calidad y en las características de la fuente de agua. Por lo tanto, un buen análisis de la calidad del agua en la fuente es de primordial importancia para definir el tratamiento aplicable.

3.10. Línea de conducción

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento dependiendo de la configuración del sistema de agua potable. Según (hidráulico, s.f.) : “Una línea de conducción debe seguir en lo posible el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente, esta puede diseñarse para trabajar por gravedad o por bombeo”.

- **Línea de conducción por bombeo**

El diseño de líneas de conducción por bombeo está condicionado por el “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 por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo” (INAA, 1989, pág. 56).

- **Línea de conducción por gravedad**

Las líneas de conducción por gravedad consisten principalmente en “transportar el caudal requerido aguas abajo de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo” (INAA, 1989, pág. 54).

3.11. Tanque de almacenamiento

El almacenamiento tiene como objetivo aportar la cantidad necesaria de agua para suplir las máximas demandas que se presentan durante la vida útil del proyecto, cumplir con las presiones requeridas en el diseño de la red de distribución y disponer del líquido en caso de escasez.

Volumen compensador: Es el necesario para la compensación de las variaciones horarias de consumo que se estima en un 25% del CPD cuando la población es menor a 20,000 habitantes.

Volumen de reserva para eventualidades y/o emergencias: Este volumen será igual al 15% del CPD.

3.12. Red de distribución de agua potable

Una red de distribución de agua potable se le llama al conjunto de tuberías trabajando a presión llenas del vital líquido, cuya función es la de permitir que el agua llegue desde el lugar de captación hasta el punto de consumo, en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad, se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

Es importante tener en cuenta que esta agua antes de ser enviadas a las viviendas, industria y lugares públicos en general al punto de consumo final, se transformará en agua potable. El tratamiento que se llevará a cabo varía en función del origen de estas (Iglesias, 2016).

3.12.1. Criterios de diseño de redes hidráulicas

Los criterios de diseño son un conjunto de recomendaciones establecidas por entidades gubernamentales que son las encargadas de velar y regular las prestaciones de servicio de agua potable o de alcantarillado sanitario en todo el país. Todo proyecto de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de aguas tratadas para ciudades del país, deberá estar diseñado por ingenieros sanitarios, ingenieros civiles o agrícolas colegiados y con certificado de habilidad profesional.

- **Velocidad permisible**

“En una tubería de conducción de agua potable las velocidades permisibles para que el agua circule por el sistema no debe de ser mayor a 2 m/s ni menor que 0.6 m/s, debe considerarse estas velocidades para asegurar el arrastre de sedimentos posible dentro de la tubería y también para evitar el desgaste de la misma” (INAA, 1989, pág. 43).

- **Pérdidas por fricción**

Estas pérdidas se producen por la interacción del flujo con las paredes internas del conducto que lo transporta, ya que siempre tratan de frenar el flujo y es producida por la acción de un esfuerzo cortante en las paredes internas de la tubería y va en dirección opuesta al movimiento del fluido, la magnitud de este esfuerzo depende de la rugosidad absoluta del material de la tubería (Rueda, 2010).

- **Presión mínima**

Toda tubería utilizada para un sistema de agua potable normalmente debe de resistir las altas presiones que el agua va a provocar debido a las diferencias de

altura ocasionadas por la topografía del terreno, para la construcción de un diseño seguro y confiable las presiones a considerar serán como mínimo 14 m.c.a (metros columna de agua) y como máximo 50 m.c.a, cabe aclarar que en puntos donde la presión sea estática se permitirá hasta de 70 m.c.a, siempre y cuando la topografía del terreno sea muy desfavorable para el sistema (INAA, 1989).

- **Cobertura sobre tuberías**

Para evitar daños a la tubería ocasionados por el peso ejercido sobre el pavimento debido a los vehículos de transporte, debemos tomar como parámetros de cobertura para nuestro sistema una profundidad mínima 1.20 metros y si la tubería se encuentra ubicada en una calle peatonal como profundidad mínima será de 0.70 metros (INAA, 1989).

- **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m (INAA, 1989).

3.13. Válvulas o accesorios

Las válvulas son llamados también dispositivos que se emplean en el diseño de un sistema para el funcionamiento dentro de redes de distribución y líneas de conducción.

Permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras (INAA, 1989).

Dentro de los accesorios que se usan comúnmente en los sistemas de distribución se pueden mencionar los siguientes:

- **Válvulas de compuerta**

Son accesorios que permiten tener control sobre el flujo, regulando el pase y direccionando el caudal en las tuberías.

La válvula de compuerta supera en número a los otros tipos de válvulas en servicio en donde se requiere circulación interrumpida y poca caída de presión. Cuando la válvula está abierta del todo, se eleva por completo la compuerta fuera del conducto del flujo, por lo cual el fluido pasa en línea recta por un conducto que suele tener el mismo diámetro de la tubería (Rangel, 2009).

Estas válvulas se utilizan comúnmente en puntos estratégicos de las tuberías. En las redes hidráulicas se ubican para sectorizar el flujo de agua en las zonas de las localidades.

- **Válvulas de limpieza**

Las válvulas de limpieza son dispositivos que según INAA (1989, pág. 51) “permiten las descargas de los sedimentos acumulados en las redes, deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas”.

- **Válvulas de retención o check**

Las válvulas de retención son integrales y su función principal es impedir la inversión del flujo en una tubería, evitando también la sobrepresión. Hay diferentes tipos de válvulas de retención, como la de bisagra (columpio) y de retención horizontal, su selección depende de la temperatura, caída de presión que producen y la limpieza del fluido.

- **Válvulas de aire**

Estos dispositivos generalmente son ubicados en los puntos más altos de las tuberías, mayormente en la conducción; su función principal es evitar las burbujas de aire que producen sobrepresiones en las tuberías.

3.14. Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución (Anónimo, 2005, pág. 3).

La normativa nacional (INAA, 1989) establece que las estaciones de bombeo podrán ser de dos tipos: Estaciones de pozos húmedos y Estaciones de pozos profundos.

Para el diseño de toda estación de bombeo debe tomarse en consideración lo siguiente:

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo. Según la norma del INAA, debe tomarse en cuenta: Protección de la calidad del agua, eficiencia hidráulica del sistema de distribución o conducción., peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc., disponibilidad de energía eléctrica o de combustible, topografía del terreno, facilidad del acceso en todo el año, área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones y áreas de retiros.

La determinación del caudal de bombeo debe realizarse sobre la base de la concepción básica del sistema de abastecimiento, de las etapas para la implementación de las obras y del régimen de operación previsto para la estación de bombeo.

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará sobre la base del consumo máximo diario. Cuando el sistema no incluye almacenamiento, la capacidad de la estación se calculará en base al consumo máximo horario.

Debe considerarse la altura dinámica, carga neta positiva, así como el equipo de bombeo requerido para el correcto funcionamiento del sistema.

3.14.1. Equipos de bombeo

El equipo de bombeo es el elemento encargado de transportar el agua desde la fuente de abastecimiento o estación de bombeo hacia el lugar que se requiera.

La universidad (Catalunya, 2011) describe que: Una bomba es una máquina generadora que trabaja con un fluido incomprensible en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. Su misión es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación, esto conlleva un aumento de la presión a la salida de la bomba que puede relacionarse con el caudal que se esté transportando en forma de curva característica.

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, así como las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del diseño, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.

- **Bombas sumergibles**

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente baja, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía.

Otra desventaja es que, al estar el motor y la bomba sumergidos, no existe forma de llegar a ellos cuando están instalados, en otras palabras, la unidad no es susceptible de recibir mantenimiento sin paralizar el bombeo.

Los motores sumergibles están concebidos con velocidades de operación altas y son máquinas muy rígidas con respecto a la misma, no es factible hacer regulaciones durante la operación para variar la velocidad.

- **Bombas centrífugas horizontales**

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es positiva y en la situación inversa la succión es negativa.

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

- **Bombas centrífugas verticales**

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas están lo ruidosas que son y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación.

Los costos de instalación de este tipo de bombas son menores a los demandados por la instalación de una bomba de eje horizontal; sin embargo, la operación y mantenimiento exige cuidado especial y mayores costos.

3.15. Selección de equipo de bombeo

Para seleccionar un equipo de bombeo se deberá tener un conocimiento completo del sistema en que trabajará la bomba y motor, caso contrario puede hacer una selección errónea que causará el mal funcionamiento de la bomba, lo que a su vez afectará a la eficiencia y eficacia del sistema.

Para la selección del equipo de bombeo la norma del INAA establece tomar en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Operación en serie o en paralelo, tipo de bombas, número de unidades, capacidad de las unidades, eje horizontal o vertical, succión única o doble, tipo de impulsores, características del arranque y puesta en marcha, posibles variaciones de la altura de succión, flexibilidad de operación, curvas características y modificadas de las bombas, carga neta positiva (N.P.S.H) disponible y requerido, así también el golpe de ariete.
- ✓ Las unidades de bombeo (incluyendo el equipo auxiliar) deben tener una capacidad lo suficientemente amplia, en cuanto al número de unidades que permitan la reparación al menos de una unidad sin serias reducciones en el servicio.
- ✓ La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando éstas trabajen en serie se dividirá en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el motivo de normalizar los tipos de equipos a instalar.
- ✓ Se proyectarán dos unidades como mínimo, siendo una de reserva.

- ✓ Para facilidad de mantenimiento cuando se proyecten 3 o más unidades se recomienda que las bombas sean de igual capacidad.
- ✓ Velocidades recomendadas: La velocidad más adecuada es de 1760 revoluciones por minuto (rpm) sólo que no sea posible conseguir ésta se recomienda usar 2900 y 3450 rpm.

- **Golpe de ariete**

El golpe de ariete es un efecto que se produce al chocar un fluido de forma violenta en las paredes de un conducto, cuando el movimiento o dirección del fluido es modificado.

Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido normal por la acción de la gravedad provocando una inversión del flujo, viajando hacia la bomba. Este sucede debido a que el fluido es ligeramente elástico (en ciertos casos considerado como un fluido no compresible).

En consecuencia, cuando se cierra de manera súbita una válvula instalada en el extremo final de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente siguiendo la misma dirección y el mismo movimiento. Originando una sobrepresión que recorre la tubería de manera inversa, desplazándose a una alta velocidad que puede superar en ciertos casos la misma velocidad del sonido en el fluido (Lugo, 2014).

3.16. Software Epanet

Muchas de las aplicaciones informáticas vinculadas al uso y explotación de los modelos necesitan disponer de un simulador hidráulico que proporcione la respuesta de la red ante cualquier escenario, tanto en lo que se refiere a las variables hidráulicas como de calidad del agua. Epanet, responde a esta necesidad funcionando como una aplicación independiente, con su propia interfaz gráfica para construir el modelo de la red y analizar los resultados (Niño, 2017).

3.17. Presupuesto de obra

Determinación de las cantidades de los distintos rubros que compone una obra u instalación y cualquier otro elemento integrante del proyecto o de un servicio

profesional relacionado con las obras, esto significa calcular las cantidades de cada tarea, respetando las unidades de medidas establecidas, según normas o modalidades en la industria de la construcción (Macchia, 2007)

3.18. Evaluación ambiental

Es la evaluación sistemática, reproducible e interdisciplinaria de los efectos potenciales, tanto de una acción propuesta como de sus alternativas, en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica en particular.

El proceso de EIA, se define como el conjunto de procedimientos (algunos de naturaleza técnica y otros de naturaleza administrativa) que tienen como objetivo asegurar que se realice la predicción y el análisis sistemático de los impactos ambientales de un proyecto.

3.18.1. Impacto ambiental

Las alteraciones resultantes de la acción humana son en general denominadas efectos ambientales. La mayoría de los autores asocia el término impacto ambiental a un efecto ambiental que tiene importancia para la sociedad. Así, se define Impacto Ambiental como cualquier alteración significativa en el ambiente provocada por una acción humana.

Un impacto ambiental es siempre la consecuencia de una acción. Sin embargo, no todas las consecuencias de una acción humana merecen ser consideradas como impactos ambientales. Los factores que llevan a calificar un efecto ambiental como significativo son subjetivos y dependen de preferencias de naturaleza técnica, política y social.

Dentro de los atributos principales de los impactos ambientales se describen los siguientes:

La magnitud: es la dimensión de un impacto en términos absolutos, es decir, la medida del cambio de valor de un parámetro ambiental, en términos cuantitativos o cualitativos, provocada por una acción.

La importancia: es la ponderación significativa de un impacto respecto al factor ambiental que afecta a otros impactos; en el contexto de una determinada evaluación de impacto ambiental, puede ser que un impacto de magnitud elevada no sea importante cuando se lo compara a otros, ya sea porque el componente afectado no es crítico para la subsistencia de la población, o por cualquier otra razón de protección del ambiente.

3.18.2. El análisis de los impactos

El análisis de los impactos, comprende la identificación, caracterización y selección de los impactos a ser detallados en profundidad, la predicción de su magnitud y la atribución de la importancia de dichos impactos.

La identificación de los impactos, en general, es tarea compleja. Cada acción puede generar una o más cadenas de impactos, en los medios abiótico, biótico y socioeconómico; es necesario decidir hasta que orden, en esas cadenas, se continuará el análisis, y definir las características de cada uno de los impactos.

Identificados y clasificados los impactos relevantes del proyecto, se pasa a la medición de cada uno de ellos, es decir, la predicción de sus magnitudes. La magnitud de un impacto puede ser expresada en términos cuantitativos, por medio de valores numéricos que representen la alteración a ser producida por la acción en un determinado parámetro o factor ambiental, en términos cualitativos, expresando la probable variación de calidad a ser observada en el factor ambiental afectado.

Para que la predicción de la magnitud de los impactos sea efectuada con el mínimo de precisión, dotando el estudio de impacto ambiental de contenido científico y reduciendo el grado de incertidumbre de las decisiones sobre el proyecto, es necesario el empleo de técnicas de predicción de impactos consistentes y que presenten respuestas claras. Para tratar los componentes abióticos del ambiente, existen numerosos abordajes científicos, por ejemplo, los modelos matemáticos analíticos, los modelos físicos en escala reducida, los análisis de probabilidad.

La importancia del uso y del perfeccionamiento de las técnicas de predicción de impacto vino a ser considerada esencial para reducir la incertidumbre. Cuanto mejor es la calidad de las informaciones sobre el proyecto y el ambiente, y cuanto más sofisticados son los métodos de predicción, más grande la precisión de los resultados y, en consecuencia, la decisión será tomada más adecuadamente.

Después de predecir la magnitud de los impactos relevantes, se procede a la valoración de los mismos. Esta actividad consiste en el establecimiento de los grados de importancia de cada uno de ellos, en función de los usos, la fragilidad y el valor que la sociedad atribuye a los factores afectados.

3.18.3. Método para la identificación de impactos

- ***Matriz de interacción***

La matriz de interacción tiene el objetivo de identificar los principales impactos del proyecto. Según (Dompé, 2019), las matrices funcionan como listados de control bidimensionales, disponiendo a lo largo de sus ejes vertical y horizontal las acciones de ejecución del proyecto y los factores ambientales que se pueden afectar, y asignando, en las celdas correspondientes a la intersección de las líneas y las columnas, los impactos de cada acción sobre los componentes que ella modifica.

Completada la matriz, se puede apreciar el conjunto de impactos generados por el proyecto, destacándose las acciones que provocan mayor número de impactos y que, por consiguiente, deben ser objeto de atención o de sustitución por alternativas menos impactantes. También se puede observar el conjunto de acciones que afectan los factores ambientales considerados relevantes.

Las formas sencillas de matriz de interacción, en las que las relaciones de causa y efecto apenas son señaladas, originaron otras más avanzadas. La más conocida es la *matriz de Leopold*.

Un primer paso para la utilización de la matriz de causa-efecto, consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se considerará primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en

cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente.

La matriz de causa-efecto tiene aspectos positivos entre los que cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y su utilidad en la identificación de efectos, pues contempla en forma bastante completa los factores físicos, biológicos y socioeconómicos involucrados, sobre todo si el equipo multidisciplinar que interviene en el estudio contempla y adapta la relación de factores ambientales.

- **Matriz de valoración de impactos**

Para la valoración de los impactos a generarse en el proyecto, se utilizará la siguiente tabla donde describe los criterios de evaluación ambiental; dicha metodología pertenece a Vicente Conesa Fernández-Vítora (1997):

Tabla 9: Valores de los atributos de impactos

Naturaleza Impacto beneficioso (+) ImpactoPerjudicial (-)	Intensidad (In) Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy alta 8 Total 12	Extensión (Ex) Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítica 12
Momento (Mo) Largo plazo 1 Medio plazo 2 Inmediato 4 Crítico 8	Persistencia (Pe) Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4	Reversibilidad (Rv) Corto plazo 1 Medi plazo 2 Irreversible 4
Sinergia (si) Sin sinergismo 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4	Recuperabilidad (Mc) Recuperable de manera inmediata 1 Recuperable a medio paso 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8	Acumulación (Ac) Simple 1 Acumulativo 4
Efecto (Ef) Relacion (Causa - efecto) Indirecto (secundario) 1 Directo 4	Perioidad (Pr) Irregular o discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4	

Fuente: Vicente Conesa, 1997.

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Dónde:

$\pm$ = Naturaleza del impacto.

I = Importancia del impacto.

i = Intensidad o grado probable destrucción.

EX = Extensión o área de influencia del impacto.

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.

RV = Reversibilidad.

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo.

EF = Efecto (tipo directo o indirecto).

PR = Periodicidad.

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

Posteriormente, se describen los valores extremos de importancia (I), de los cuales pueden variar describiéndose de la siguiente manera:

Tabla 10: Valores de importancia

Valor I	Calificación
< 25	Irrelevante o compatible
≥25 y <50	Moderado
≥50 y <75	Severo
≥ 75	Critico

Fuente: Elaboración propia

Impacto compatible: Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.

Impacto moderado: Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversible y recuperable a mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.

Impacto severo: Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles a mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

Impacto crítico: Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversibles (>10 años). Para su manejo se requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

- **Matriz de importancia**

La particularidad de esta matriz se constituye en la incorporación de las UIP (Unidades de Importancia Ponderada); tomando en cuenta, los valores calculados en la matriz de la valoración. Considerando que cada factor representa solo una parte del medio ambiente, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Con este fin se atribuye a cada factor un peso, expresado en las UIP, las cuales toman en cuenta la importancia que tiene cada factor ambiental en el sitio donde se desarrolla el proyecto.

De acuerdo a lo anterior, la matriz quedará conformada con las siguientes categorías:

Tabla 11: Calificación para la matriz de importancia

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
< 2.5	Irrelevante o compatible	
≥2.5 y <5	Moderado	
≥5 y <7.5	Severo	
≥ 7.5	Crítico	

Fuente: Servicios hidrogeológicos y ambientales, Hidroar, S.A

En conclusión, se detallarán los impactos potenciales directos e indirectos, que actúan fundamentalmente sobre los factores físicos y bióticos, activando los diversos procesos sobre el medio ambiente.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Para la realización del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa, se tomaron en consideración los parámetros establecidos en las Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), regida por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), de igual manera la aplicación de conocimientos ingenieriles del área en estudio.

4.1. Proyección de población

El cálculo de la población futura se realizó a través de la aplicación del método geométrico, conociendo la cantidad de habitantes determinado por el censo poblacional; se aplicó la siguiente fórmula para determinar la tasa de crecimiento poblacional:

$$r_g = \left(\frac{P_f}{P_o} \right)^{1/n} - 1$$

La población futura se determinó utilizando la fórmula siguiente:

$$P_f = P_o(1 + r_g)^n$$

En donde:

P_f : Población futura

P_o : Población inicial

r_g : Tasa de crecimiento

n : número de años

4.2. Demanda futura

Para establecer la cantidad de agua necesaria y satisfacer el consumo actual y futuro de la población en estudio, se utilizó los criterios establecidos en las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización de Agua (NTON 09 003-99).

- **Consumo doméstico**

Para la realización del cálculo del consumo doméstico se refleja de la siguiente manera:

$$CD = Dotación * habitantes = (Lpd)$$

Siendo esto, el producto de la dotación del año en estudio por la población total del mismo año.

- **Consumo comercial (CC)**

El consumo comercial se determinó con la siguiente fórmula:

$$CC = CD * 7\% = (lpd)$$

- **Consumo industrial (CI)**

El consumo industrial se expresa de la siguiente manera:

$$CI = 2\% * CD (lpd)$$

- **Consumo Público**

Se determinó de la siguiente manera:

$$CP = 7\% CD (lpd)$$

El cálculo del consumo promedio diario se obtuvo de la sumatoria del consumo doméstico mas el consumo comercial mas el consumo industrial mas el consumo público donde se expresa de la siguiente manera:

$$CPD = \frac{(CD + CC + CI + CP)}{86,400 \text{seg/día}} = Lps$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

CD: Consumo doméstico

CC: Consumo comercial

CP: Consumo público

CI: Consumo industrial

- **Pérdidas en el sistema**

Volumen del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en sus accesorios, en el caso de Nicaragua este porcentaje de agua se puede expresar en un 20% del consumo promedio diario, se representa a través de la siguiente ecuación:

$$Q_f = 20\% \text{ CPD (lps)}$$

Donde:

Q_f : Caudal de fugas

- **Consumo máximo diario**

El consumo máximo diario se estima de una serie de registros observados durante los 365 días del año y para ello se utilizó un factor de 150 % con respecto al consumo promedio diario (CPD), según lo establecido por el INAA, la ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$CMD = 1.5 * CPD + Q_f$$

Donde:

CMD: Consumo maximo Diario

- **Consumo de máxima hora (CMH)**

El consumo maxima hora (CMH), se calculó utilizando el factor del 2.5 del consumo promedio diario según lo establecido por el INAA y se expresa con la siguiente fórmula:

$$CMH = 2.5 * CPD + Q_f$$

Donde:

CMH: Consumo Maxima Hora

4.3. Fuente de abastecimiento y obra de captación

El caudal demandado por la población será suministrado a través de un pozo perforado, que se encuentra ubicado en la comunidad El Tamarindo a 13.2 km al nor-oeste de la ciudad de Cuapa, en las coordenadas 12° 11' 54" norte y 24° 43', oeste a una altitud de 122.889 m.

4.4. Determinación de la calidad de agua

Para la evaluación de calidad de agua del pozo de El Tamarindo, se determinó bajo los parámetros establecidos en la Norma CAPRE, mediante pruebas de laboratorio, las cuales se analizaron en el laboratorio de la planta de tratamiento de ENACAL en Juigalpa, Chontales y en el laboratorio del PIENSA (Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente). De acuerdo a los resultados, se determinó si cumple con los requisitos para ser usada para consumo humano.

4.5. Tratamiento del agua

Con los resultados obtenidos de la calidad del agua se determinó el sistema necesario para la potabilización de esta misma, el cual consiste en tratamiento por desinfección; esto se realizó mediante lo establecido en la norma NTON 09-003-99 y el CEPIS.

4.6. Topografía

Se realizó un levantamiento topográfico el cual permitió conocer las elevaciones del terreno, que nos facilitó la ubicación del tanque de almacenamiento, también la de los puntos estratégicos donde fue trazada la línea de conducción y la red distribución; el levantamiento se efectuó utilizando un equipo topográfico digital de alta precisión. Para el procesamiento estos datos se utilizó el programa Excel para introducir los puntos levantados, luego se importó al Civil 3D donde se trazó la línea de conducción, los ramales de distribución y la ubicación del tanque de almacenamiento.

- **Equipo topográfico**

Para realizar el levantamiento topográfico, se utilizó una estación total marca Leica, modelo TC-407, la cual permitió realizar el levantado de los puntos por donde se trazó el sistema de distribución de agua potable.

- **Línea de conducción**

El levantamiento de la línea de conducción se realizó desde el pozo perforado hasta la ubicación del tanque de la siguiente manera: con estacionamiento cada 30 metros aproximadamente, ubicados en puntos específicos el cual se obtuvo una mejor visualización y así visar con la estación la mayor cantidad de puntos posibles tomando en cuenta un mejor detalle de las partes más accidentadas del terreno.

- **Red de distribución**

Para el trazado de la red, se realizó el levantamiento en toda la ciudad, tomando en cuenta las descripciones del sitio, las características topográficas, así como la distribución de la población en las calles y avenidas de la ciudad priorizando las de mayor demanda. Posteriormente, se elaboró un mapa de elevaciones, con base en datos obtenidos de la estación total, los cuales se procesaron en el programa Civil 3D, de manera que se determinara la ubicación de la línea de distribución más factible para el diseño del sistema en la ciudad.

4.7. Almacenamiento

Se diseñó hidráulicamente el tanque de almacenamiento, de tal manera que sea capaz de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, garantizando que mantenga las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía eléctrica como en los casos de averías que sufran la línea de conducción o el sistema de bombeo.

- **Cálculo volumen del tanque**

Se consideraron los volúmenes de emergencia que equivale al 25 % del CPD y compensador que será igual al 15% del consumo promedio diario (CPD) y se expresa con la siguiente ecuación:

$$V_{tanque} = 25\%CPD + 15\%CPD$$

Donde:

V_{Tanque} : Volumen del tanque

- **Dimensionamiento hidráulico del tanque de almacenamiento**

Se propuso un tanque de almacenamiento de forma cilíndrica. Para el dimensionamiento hidráulico de éste, se utilizó la siguiente fórmula:

$$H = \sqrt{\frac{(4 * V_{Tanque})}{\pi}}$$

Donde:

$$H = \theta$$

H = Altura del tanque

θ = Diámetro del tanque

- **Tiempo de llenado del tanque**

$$T_{llenado} = VT / CMD$$

Donde:

$T_{llenado}$: Tiempo de llenado

VT : Volumen del tanque

CMD : Consumo Máximo Diario

4.8. Selección del equipo de bombeo

Para la selección del equipo de bombeo, se consideraron varios criterios de evaluación, entre ellos se describen: el caudal de diseño, la carga total dinámica, eficiencia y potencia de la bomba, así como el tipo de tubería a instalarse en la conducción. Dichos factores, se analizan tanto para la bomba sumergible, como para la bomba horizontal que impulsarán el vital líquido de la fuente de abastecimiento hacia una estación de rebombeo y posteriormente al tanque de

almacenamiento. De igual forma, se realizó un análisis económico para cada caso, tomando en cuenta los costos anuales de operación que incluyen gastos de energía e instalación de tuberías.

4.9. Modelado de la red de distribución

En el modelado de la red de distribución se realizó mediante el programa EPANET 2.0 donde se evaluaron las presiones en los nodos, las velocidades en las tuberías, elevación del tanque de almacenamiento, el análisis dinámico en nodos, el dimensionamiento de los diámetros y la ubicación de los accesorios en los casos correspondientes para el buen funcionamiento del diseño del sistema.

4.10. Elaboración del presupuesto de captación, conducción y distribución

En la estimación de los costos, se utilizaron como línea base los precios de los catálogos del FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia) para los requerimientos de las actividades del proyecto, las cuales se describieron en tablas de Excel, detallando los alcances de obras, costos unitarios y totales. Del mismo modo, se consideró la cantidad lineal de tubería a instalar en la línea de conducción y red de distribución, cantidad de accesorios provistos para el diseño, así como el costo de equipo de bombeo necesario para el funcionamiento del sistema y el tratamiento de agua mediante el sistema por cloración.

Para la determinación del presupuesto, también se tomó en cuenta el estudio de suelo, especificando el tipo de terreno por donde se realizarían las excavaciones para la tubería de línea de conducción y red de distribución.

4.11. Evaluación ambiental del sitio

Para la identificación y predicción de posibles impactos que podrían generarse en el proyecto, se procedió a realizar la caracterización del lugar a través de visitas in situ, tomando en cuenta los componentes del medio físico, biótico y sociocultural.

Una vez identificados los elementos de la línea base, se elaboraron las matrices de interacción: Causa-efecto, valoración de impactos y de importancia; aplicadas para cada una de las fases del proyecto comprendidas por: Fase de construcción,

operación y mantenimiento; lo que permite identificar y evaluar los posibles impactos ambientales a generarse en el proyecto.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Proyección de población

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario la estimación de los caudales requeridos, tomando en consideración la demanda poblacional actual y futura de Cuapa en un período del proyecto de 20 años. Para la proyección de población de esta ciudad, se realizó mediante el método geométrico, establecido en la norma del INAA NTON 09-003-99.

- **Población actual**

De acuerdo a los datos obtenidos del Censo poblacional realizado en la ciudad de Cuapa referente al año 2020; en la tabla 9 se muestran los resultados que corresponden a la población actual, cantidad de viviendas e índice poblacional.

Tabla 12: Población actual e índice poblacional

Población y Vivienda			
Ciudad de Cuapa	Habitantes	Viviendas	Habitantes / Vivienda
	2,663	781	3,4

Fuente: Elaboración propia

- **Proyección de población futura**

Para el cálculo de la población futura de la ciudad de Cuapa, se realizó tomando en cuenta los datos obtenidos del censo poblacional del año 2005 según el INIDE y la población actual de la localidad.

- **Estimación de tasa de crecimiento**

A continuación, se muestra el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional considerando los siguientes datos:

- ✓ Población año 2005: 2,161 habitantes
- ✓ Población año 2020: 2,663 habitantes
- ✓ Intervalo de años $n=15$ años

Entonces:

$$r_g = \left(\frac{P_f}{p_0} \right)^{1/n} - 1$$

$$r_g = \left[\left(\frac{2,663}{2,161} \right)^{1/15} - 1 \right] * 100$$

$$\underline{r_g = 1.402 \%}$$

Según la norma del INAA NTON 09-003-99; si la tasa de crecimiento es menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa del 2.5%.

- **Estimación de población futura**

Para la determinación de la población futura de la ciudad de Cuapa, se utilizó el método geométrico establecido en la norma INAA, aplicado para ciudades que no han alcanzado su desarrollo y de mayor uso en Nicaragua. Para esto se utilizará una tasa de crecimiento anual del 2.5%. la estimación de población futura está dada por:

$$Pf = P_0(1 + r_g)^n$$

$$Pf = 2,663 (1 + 2.5\%)^{20}$$

$$\underline{Pf = 4,364 \text{ hab.}}$$

La población de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable es de 4,364 habitantes.

- **Demanda futura**

En la determinación de la cantidad de agua requerida para satisfacer la demanda de la población actual y futura de la ciudad de Cuapa, se considera una dotación de agua para consumo doméstico de 75 l/hab/día para ciudades con un rango de población de 0 - 5000 habitantes; así mismo, un consumo comercial, público e industrial del 16% según la NTON 09-003-99.

De acuerdo a lo anterior, el Consumo Promedio Diario para una población de 4,364 habitantes es de 69,65 GPM o 4.934 lps.

- **Pérdidas en el sistema**

Se utilizó un factor de pérdida de agua del 20%, producido en el sistema por fugas o desperdicios en cada uno de sus elementos. El caudal de pérdida está dado por:

$$Q_p = 20\% \text{ CPD}$$

$$Q_p = 20\% (4.934)$$

$$\underline{Q_p = 0.9868 \text{ lps}}$$

Esta pérdida de volumen es considerada para el cálculo de consumo máximo día.

5.2. Consumos

Según la población de la ciudad de Cuapa proyectada a 20 años, se estiman los consumos máximo día y máxima hora; de los cuales están determinados para caudales de diseño del sistema.

De acuerdo a lo anterior, el consumo máximo día corresponde a 7.470 lps y el consumo máxima hora de 11.864 lps.

5.3. Fuente de abastecimiento y obra de captación

La fuente de agua para el funcionamiento del sistema de abastecimiento de la ciudad de Cuapa, está constituido por un pozo perforado con una profundidad de 300 pies, un diámetro de 12 pulgadas y un caudal de 151 GPM según las pruebas de bombeo; dicho pozo está ubicado en la comunidad El Tamarindo a 13.2 km de la urbanización y una elevación de 122.889 m.s.n.m.

Según la norma del INAA NTON 09 003-99 en la tabla 5-1 y de acuerdo a los resultados del análisis físico y microbiológico, el pozo perforado es una fuente de abastecimiento buena y que requiere únicamente como tratamiento la desinfección.

De acuerdo a las características topográficas del terreno el sistema es de tipo: por bombeo. Se diseñó el sistema a partir de la distribución por Fuente-Tanque-Red, el cual tendrá un funcionamiento de 24 horas y una dotación de 365 días.

5.4. Calidad y tratamiento del agua

A partir de los resultados de las pruebas de calidad de agua (Ver anexo 10 y 11) realizadas a la fuente de abastecimiento y bajo los parámetros establecidos en las normas CAPRE y NTON 09-003-99 (ver anexo 9), se determina si el agua es apta para consumo, así como el tratamiento a la que esta será sometida. De acuerdo a lo antes mencionado, se propone un sistema de desinfección que consiste en cloración por goteo para la distribución de agua potable a los habitantes de la ciudad (Ver anexo 12).

El uso del cloro para desinfectar el agua, posiblemente ha sido el hecho de salud pública de mayor relevancia tecnológica de toda la historia del abastecimiento de agua.

El grado de tratamiento de agua, depende del estado inicial en la que ésta se recoja. Si el agua original es de un pozo que por lo general es bastante pura, se tendrá simplemente que añadir el cloro y recibirá poco tratamiento; pero si se trata de un agua superficial, proveniente de un río más o menos contaminado, entonces los tratamientos han de ser obligatoriamente más intensivos.

La cloración es el proceso más utilizado. El tratamiento de agua por cloración permite eliminar de forma sencilla y poco costosa la mayor parte de los microbios, bacterias, virus y componentes que pueden ser tóxicos para la salud; consiste en el uso de hipoclorito de sodio, de calcio, cloro gas y dióxido de cloro; esto en dependencia de las características de la fuente y el tipo de tratamiento a ejecutar. Para esto se requieren equipos de dosificación y medición de cloro.

- **Diseño para tratamiento de agua**

Se propone instalar un hipoclorador por goteo, siendo este de operación sencilla y bajo costo. El sistema consiste en una bomba dosificadora con una capacidad de 60 galones por día con una presión de 150 psi y un almacenamiento para dosis de solución de 250 litros, aplicando 3.33 lb/día de hipoclorito de Calcio al 70% de concentración comercial.

El dosificador de solución de cloro se diseñó para todo el periodo de operación del proyecto con una dosis promedio de 2 mg/l al 1% de concentración de solución madre, en un tiempo de desinfección de 24 horas. La dosis de solución requerida es de 2,101.65 gotas/min y 105.08 ml/litro.

A continuación, se muestran los resultados para el diseño de cloración por goteo cada 5 años:

Tabla 13: Cuadro de dosificación y volumen de hipoclorito de calcio

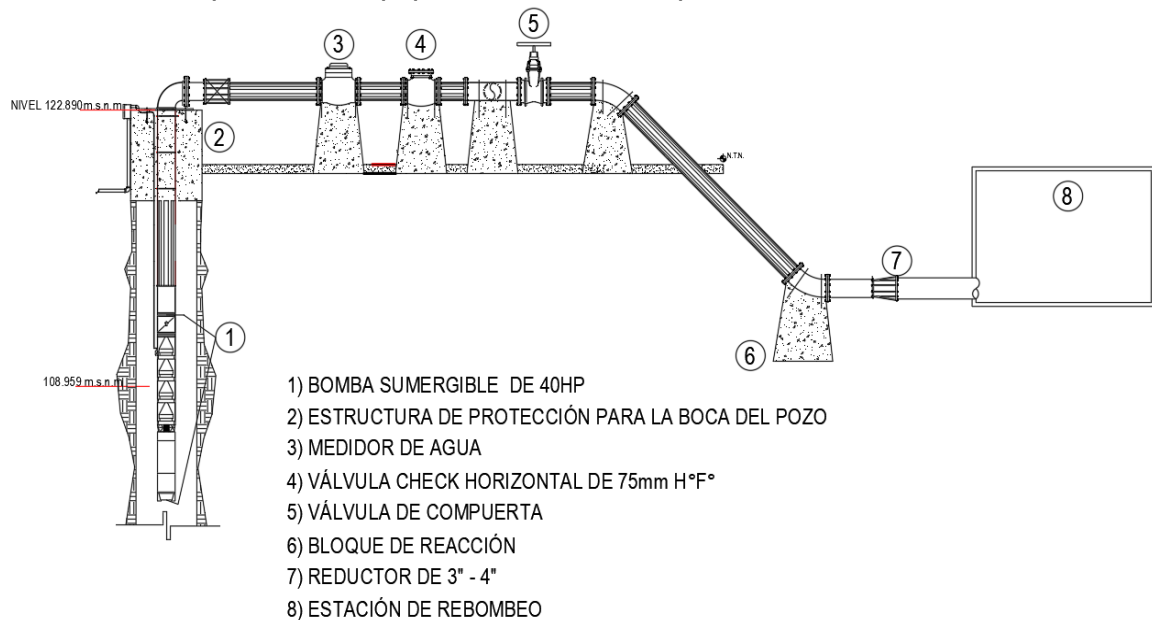
Año	CMD LPS	Vol. Cloro lb/día	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. Solución lt/día	Dosificación		
			lb/día	gr/día		gotas / min	ml / min *	lt
2025	5,158	1,96	3,33	1513,27	151,33	2101,65	105,08	151
2030	5,835	2,22	3,77	1712,12	171,21	2377,82	118,89	171
2035	6,602	2,51	4,27	1937,11	193,71	2690,29	134,51	194
2040	7,470	2,84	4,83	2191,66	219,17	3043,81	152,19	219

Fuente: Elaboración propia

5.5. Selección de equipo de bombeo

Para la selección del equipo de bombeo, se determinaron los componentes para la operación de los mismos, de los cuales se describen a través de los tramos correspondientes en la conducción.

Gráfico 9: Esquema de equipo de bombeo del pozo-cárcamo de rebombeo



Fuente: Elaboración propia

Equipo de bombeo sumergible del pozo perforado-estación de rebombeo.

- **Selección de la clase de tubería a utilizar**

Debido la carga de trabajo que se produce en la tubería de 4 pulgadas (100 mm) y considerando la sobrepresión por golpe de ariete; se estableció la presión que se generará en la parte interna de la tubería; mediante el análisis mencionado anteriormente, se prescribe una presión de 237.127 m.c.a; del cual, se propone una tubería de hierro fundido que resiste una carga de 509 m.c.a, siendo esta mayor a la requerida.

A continuación, se muestran los cálculos para la determinación del comportamiento hidráulico del diseño en la línea de conducción, desde la fuente de abastecimiento hasta la estación de rebombeo, tomando cuenta los datos siguientes:

- ✓ Longitud = 7,371.670 m
- ✓ Nivel del pozo = 122.889 m
- ✓ Nivel del rebombeo = 255.920 m
- ✓ Nivel dinámico = 8.201 m
- ✓ Nivel estático = 5.731 m
- ✓ Caudal = 7.47 Lps

Datos de la tubería

- ✓ Coeficiente de rugosidad Hierro fundido $C = 130$
- ✓ Módulo de elasticidad de la tubería $= 1,723,326.8 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del agua $= 20,670 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Espesor = 0.44 cm
- ✓ Diámetro = 4 pulgadas

Se determina la velocidad del flujo en la línea de conducción con la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00747 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi \cdot (4 \cdot 0.0254)^2}{4}}$$

$$\underline{V = 0.921 \text{ m/s}}$$

La velocidad de diseño según la norma del INAA NTON 09 003-99 establece que no debe exceder a 1.50 m/s y un mínimo de 0.60 m/s. Por lo tanto, el resultado para diseño cumple con el rango establecido.

Para la selección de la tubería a instalarse en la línea de conducción, del pozo perforado a la estación de rebombeo, se determinará considerando la velocidad de diseño y el diámetro más conveniente a través del análisis económico correspondiente.

- **Cálculo de las pérdidas**

Se determina el cálculo de pérdidas debido a la disminución de energía entre el conducto y el agua, en la succión y descarga de la tubería; por lo tanto, se toma en cuenta lo siguiente:

✓ $Q = 0.00747 \text{ m}^3/\text{s}$

✓ $D = 0.1016 \text{ m}$

✓ $L = 7,385.602 \text{ m}$

✓ $C = 130$

- **Pérdida de energía en la descarga**

$$hf = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.875}}$$

$$hf = 10.67 \left(\frac{\frac{0.00747 \text{ m}^3}{\text{s}}}{130} \right)^{1.852} * \left(\frac{7,385.602 \text{ m}}{0.1016^{4.875}} \right)$$

$$\underline{hf = 76.614 \text{ m}}$$

- **Pérdida de energía por succión**

$$hfl = hf * 5\%$$

$$hfl = 76.614 \text{ m} * 5\%$$

$$\underline{h_{fl} = 3.8307 m}$$

- **Pérdida en los accesorios**

$$h_f = 10.67 (Q/c)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.875}}$$

$$h_f = 10.67 \left(\frac{0.00747 m^3/s}{130} \right)^{1.852} * \frac{130.4}{(4*0.0254)^{4.875}}$$

$$\underline{h_f = 1.35m}$$

- **Pérdidas totales**

$$H_{f \text{ total}} = h_f + h_{fl} + h_{f \text{ accesorios}}$$

$$H_{f \text{ total}} = 76.614m + 3.8307m + 1.35m$$

$$\underline{H_{f \text{ total}} = 81.79m}$$

A continuación, se presenta el cálculo de la carga total dinámica mediante la siguiente fórmula:

$$CTD = \text{Carga estática} + N. \text{dinámico} + N. \text{estático del pozo} \\ + \text{pérdida total de carga por fricción y menores}$$

$$CTD = 133.036m + 8.201m + 5.731m + 81.79m$$

$$\underline{CTD = 228.758m}$$

Posteriormente se realiza el cálculo de la potencia requerida para el equipo de bombeo, tomando en cuenta los datos siguientes:

$$✓ \gamma = 1,000 \text{ Kg}/m^3$$

$$✓ \eta = 0.9$$

$$✓ Q = 0.00747 \text{ m}^3/s$$

$$✓ CTD = 228.758 m$$

Entonces:

$$P_n = \frac{\gamma * Q * CTD}{76\eta}$$

$$P_n = \frac{(1000 \frac{Kg}{m^3})(0.00747 m^3/s)(228.758 m)}{76(0.9)}$$

$$\underline{P_n = 24.98 HP}$$

La potencia de la bomba real según los cálculos antes señalados es de 24.98 HP; sin embargo, esta debe ajustarse a la potencia de bombas comerciales disponibles, por lo que se requiere una bomba vertical con una potencia de 25 HP.

Según el anexo 15, tomando en cuenta los datos calculados anteriormente, se propone una bomba comercial con una potencia de 40 HP, una carga total dinámica de 270 m y una eficiencia del 62%, así también una bomba de relevo para mantenimiento con la misma descripción.

- **Cálculo del consumo de energía eléctrica por año**

El consumo de energía eléctrica anual, se realizó para una potencia de bomba de 40 HP, por lo tanto:

- ✓ 1 HP = 0.7457 Kw – hora
- ✓ 1 año tiene 8,760 horas
- ✓ Pn = 40 HP
- ✓ EA = Energía eléctrica anual

$$EA = (40 Hp) \left(0.7457 \frac{kw}{hora} \right) \left(8760 \frac{horas}{año} \right)$$

$$\underline{EA = 261,293.28 Kw por año}$$

- **Cálculo del costo anual de consumo de energía**

El costo anual por consumo de energía eléctrica está definido por:

- ✓ El costo de Kw-hora equivale a C\$ 6.40.
- ✓ CAE = Costo anual de consumo de energía.

Entonces:

$$CAE = EA * Precio de 1kw - hora$$

$$CAE = 261,293.28kw - hora * C\$6.40$$

$$CAE = C\$1,672,276.992$$

Entonces, la tasa de cambio del dólar según el cambio oficial del Banco Central de Nicaragua para 26 de octubre de 2020 es:

$$CAE = \frac{C\$1,672,276.992}{C\$34.87}$$

$$CAE = \$ 47,957.47$$

- **Análisis económico**

En la tabla 14 se muestra el análisis económico con diámetros de 3", 4" y 6", tomando en consideración, los costos de energía e instalación del equipo de bombeo; de los cuales, se seleccionó la tubería con diámetro de 4" con un costo anual de \$ 145,631.79; cabe mencionar, que los costos para los diámetros de 3" y 6" son menores que el seleccionado, pero dado que es un análisis técnico-económico se toma en consideración las velocidades de diseño las cuales no cumplen según el rango establecido en la NTON 09 003-99.

Tabla 14: Resumen de costos, pozo-estación de rebombeo

Datos	Diámetro en pulgadas		
	3	4	6
Costo anual energía (U\$)	\$59.723,25	\$47.957,47	\$23.889,30
Costo anual de tubería inst (U\$)	\$77.611,48	\$97.674,32	\$104.773,24
Costo anual de operación (U\$)	\$137.334,73	\$145.631,79	\$128.662,54

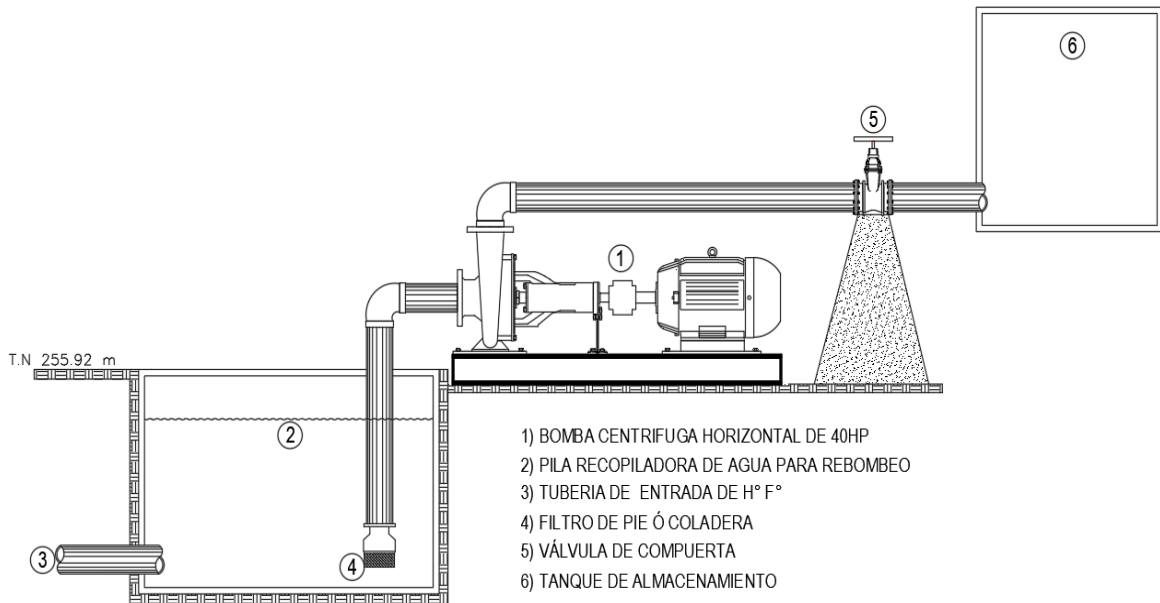
Fuente: Elaboración propia

Equipo de bombeo de la estación de rebombeo-tanque de almacenamiento

Debido a la generación de presión y pérdidas de energía mayores en las tuberías de la línea de conducción, así como equipos de bombeos con capacidades altas y de mayores costos de operación y suministro; se procedió a proponer una estación de rebombeo, tomando en consideración el análisis económico, al igual que estudio técnico e hidráulico.

La estación se encuentra localizada en la coordenada 12° 14' 17.4" Norte y 85° 23' 28.3" Oeste y en la EST 7+361.670 m en una elevación de 255.366 msnm

Gráfico 10: Esquema de equipo de bombeo cárcamo - tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

- **Selección del tipo de tubería a utilizar**

Dada la carga de trabajo que se produce en la tubería de 4 pulgadas (100 mm) y considerando la sobrepresión por golpe de Ariete; se determinó la presión que se generará internamente en la tubería; mediante el análisis mencionado anteriormente, se prescribe una presión de 218.449 m.c.a; del cual, se propone una tubería de hierro fundido que resiste una carga de 509 m.c.a, siendo esta mayor a la requerida.

A continuación, se muestran los cálculos para la determinación del comportamiento hidráulico del diseño en la línea de conducción, tomando en cuenta los datos de diseño siguientes:

- ✓ Longitud de descarga = 5,200.62 m
- ✓ Longitud de succión = 1.46 m
- ✓ Nivel mínimo de rebombeo = 255.366 m
- ✓ Nivel de rebose del tanque = 395.548 m
- ✓ Caudal de bombeo = 7.47 Lps

Datos de la tubería

- ✓ Coeficiente de rugosidad de Hierro fundido $C = 130$
- ✓ Módulo de elasticidad de la tubería $= 1,723,326.8 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad del agua $= 20,670 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Espesor $= 0.44 \text{ cm}$
- ✓ Diámetro $= 4 \text{ pulgadas}$
- ✓ Tiempo de bombeo $= 16 \text{ horas}$

Se realiza el cálculo de la velocidad del flujo en la línea de conducción con la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{(0.00747 \text{ m/s})}{\frac{\pi(4*0.0254)^2}{4}}$$

$$\underline{V = 0.921 \text{ m/s}}$$

La velocidad de flujo permisible según la Norma del INAA NTON 09 003-99, está comprendida en un rango de 0.6 a 1.5 m/s; dentro del cual la velocidad de diseño en las tuberías será de 0.921 m/s, cumpliendo con el parámetro antes mencionado.

• Dimensionamiento hidráulico del cárcamo

Se procedió a proponer un cárcamo de bombeo, estableciendo un tiempo de retención hidráulica de 5 minutos.

A continuación, se muestran las dimensiones de diseño:

- ✓ Longitud $= 1.38 \text{ m}$
- ✓ Base $= 1.38 \text{ m}$
- ✓ Altura $= 0.708 \text{ m}$
- ✓ Volumen $= 1.34 \text{ m}^3$

Posteriormente se determina la carga estática con la fórmula siguiente:

Carga estática = Nivel de rebose del tanque – Nivel minimo de rebombeo

$$Carga\ estática = 395.548m - 255.366m$$

$$\underline{Carga\ estatica = 140.182m}$$

- **Cálculo de las pérdidas en los accesorios**

Para el cálculo hidráulico de las pérdidas generadas por fricción, se toma en consideración las perdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería tanto como para succión y descarga.

Por lo tanto:

$$hf = 10.67 \left(\frac{Q}{c} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.875}}$$

$$hf = 10.67 \left(\frac{0.00747m^3/s}{130} \right)^{1.852} * \frac{59.80}{(4*0.0254)^{4.875}}$$

$$\underline{hf = 0.673\ m}$$

- **Pérdida en la succión**

$$hf = 10.67 \left(\frac{Q}{c} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.875}}$$

$$hf = 10.67 \left(\frac{0.00747m^3/s}{130} \right)^{1.852} * \frac{59.8572}{(4*0.0254)^{4.875}}$$

$$\underline{hf = 0.62\ m}$$

- **Pérdida en la descarga**

$$hf = 10.67 \left(\frac{Q}{c} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.875}}$$

$$hf = 10.67 \left(\frac{0.00747m^3/s}{130} \right)^{1.852} * \frac{5,200.62\ m}{(4*0.0254)^{4.875}}$$

$$\underline{hf = 53.95\ m}$$

- **Pérdidas totales**

$$hf = 0.673 + 0.62\ m + 53.95\ m$$

$h_f = 55.243 \text{ m}$

- **Cálculo de la carga total dinámica**

El cálculo de la carga dinámica, está determinado por los metros de forma vertical que tiene que vencer el equipo de bombeo una vez seleccionado.

Entonces:

$$CTD = \text{Carga estatica} + \text{perdidas totales}$$

$$CTD = 140.182\text{m} + 55.243\text{m}$$

$CTD = 195.425\text{m}$

La carga total dinámica a vencer será de 195.425 m.

- **Cálculo de la carga neta positiva**

La carga neta positiva se calcula para encontrar la presión absoluta mínima que debe haber en la entrada de la bomba, evitando el fenómeno de cavitación. Se determina tomando en cuenta lo siguiente:

$$\text{Carga neta positiva} = P. \text{atmósferica} - \text{altura estática} - \text{pérdida en la succión} - P. \text{de vapor}$$

$$\text{Carga neta positiva} = 10.02\text{m} - 0.8540\text{m} - 0.62\text{m} - 0.306\text{m}$$

$\text{Carga neta positiva} = 8.24\text{m}$

- **Cálculo de la potencia requerida para el equipo de bombeo**

Para la determinación de la potencia de la bomba que será empleada para la conducción de agua del pozo perforado hacia la estación de rebombeo y llenado del tanque de almacenamiento; se considera lo siguiente:

✓ $\gamma = 1,000 \text{ Kg/m}^3$

✓ $Q_B = 0.00747 \text{ m}^3/\text{s}$

✓ $CTD = 195.425 \text{ m}$

✓ $E = 57.684 \%$

Entonces:

$$Pb = \frac{\gamma \cdot QB \cdot CTD}{76E}$$

$$Pb = \frac{(1,000 \frac{Kg^3}{m})(0.00747 m^3/s)(195.425 m)}{76(0.57684)}$$

$$\underline{Pb = 33.299HP}$$

La potencia de la bomba real según los cálculos antes realizados es de 33.29 HP; sin embargo, esta debe ajustarse a la potencia de bombas comerciales disponibles, por lo que se requiere una bomba horizontal con una potencia de 40 HP.

En el anexo 16, se muestra la gráfica para selección del equipo de bombeo a utilizarse en el diseño del sistema, del cual se toma en cuenta la carga total dinámica, potencia de la bomba y carga neta positiva.

De acuerdo a estos resultados, se propone una bomba horizontal de 4 pulgadas de diámetro de descarga, con una potencia de 40 HP y una eficiencia del motor de 72% y una bomba de relevo para mantenimiento con la misma descripción.

- **Cálculo del consumo de energía eléctrica por año**

El consumo de energía eléctrica anual, se realizó para una potencia de bomba de 40 hp, por lo tanto:

- ✓ 1 hp = 0.7457 Kw – hora
- ✓ 1 año equivale a 8,760 horas
- ✓ Pb = 40 hp
- ✓ EA = Energía eléctrica anual

Entonces, el consumo anual de energía está dado por:

$$EA = (40 Hp) \left(0.7457 \frac{kw}{hora} \right) \left(8760 \frac{horas}{año} \right)$$

$$\underline{EA = 261,293.28 Kw por año}$$

- **Cálculo del costo anual de consumo de energía**

El costo anual por consumo de energía eléctrica está definido por:

✓ El costo de Kw-hora equivale a C\$ 6.40

Por lo tanto:

$$CAE = EA * \text{Precio de } 1kw - \text{hora}$$

$$CAE = 261,293.28kw - \text{hora} * C\$6.40$$

$$\underline{CAE = C\$1,672,276.992}$$

Entonces, la tasa de cambio del dólar según el cambio oficial del Banco Central de Nicaragua para octubre de 2020 es:

$$CAE = \frac{C\$1,672,276.992}{C\$34.87}$$

$$\underline{CAE = \$ 47,957.47}$$

- **Análisis económico**

En la tabla 15 se presenta el análisis económico con diámetros de 3", 4" y 6", tomando en cuenta, los costos de energía e instalación del equipo de bombeo; de los cuales, se seleccionó la tubería con diámetro de 4" con un costo anual de \$ 117,429.91; cabe mencionar, que los costos del diámetro de 6" son menores a un 12% que el seleccionado, pero dado que es un análisis técnico-económico se toma en cuenta los parámetros de velocidades de diseño, dentro del cual no cumple con el rango establecido al igual que la de 3"; el diámetro antes mencionado supera el costo a un 8.52% que el escogido.

A continuación, se muestran los resultados del análisis económico para selección de tubería:

Tabla 15: Resumen de costos, estación de rebombeo-tanque de almacenamiento

Datos	Diámetro en pulgadas		
	3	4	6
Costo anual energía (U\$)	\$71,936.21	\$47,957.47	\$29,973.42
Costo anual de tubería inst (U\$)	\$55,503.34	\$69,472.44	\$73,655.05
Costo total anual de operación (U\$)	\$127,439.55	\$117,429.91	\$103,628.47

Fuente: Elaboración propia

5.6. Línea de conducción

Se propone una línea de conducción por bombeo que conducirá el agua desde el Pozo perforado hasta una estación de rebombeo y posteriormente hacia el tanque de almacenamiento con una capacidad de 152 m³; dentro de los elementos propuestos, se establece una tubería de hierro fundido de 4" con velocidad de diseño de 0.921 m/s.

Los accesorios como las válvulas de limpieza, se ubicarán en los puntos más bajos de la línea de conducción para evitar la acumulación excesiva de sedimentos, así como las válvulas de aire y vacío, se colocarán en los puntos más altos de la tubería de impulsión para liberar las burbujas de aire que se ocasionan dentro del conducto (ver detalles en anexo 25).

5.7. Almacenamiento

Según la norma NTON 09-003-99 establece que los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nodos componentes de dicha red.

En el caso del diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa, tomando en consideración los requerimientos antes mencionados, se propone ubicar el tanque de almacenamiento de acero en el barrio Villa Hermosa, en la coordenada latitud 12° 16" 31.2` Norte y longitud 85° 23" 28.3` Oeste y la EST 12 + 572.2.

- **Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento**

Para el cálculo del volumen de tanque de almacenamiento, se considera una capacidad mínima de:

- ✓ Volumen compensador, equivalente para poblaciones menores de 20,000 habitantes, el 25 % del consumo promedio diario.
- ✓ Reserva para eventualidades y/o emergencia, este volumen será igual al 15 % del consumo promedio diario.

El volumen contra incendio no se considera debido a que la población es menor a 5,000 habitantes según Tabla 2.5 de la Norma del INAA NTON 09 003-99.

A continuación, se muestra el procedimiento de diseño hidráulico teniendo en cuenta lo siguiente:

De acuerdo a los resultados de proyección de población, se estableció el Consumo promedio diario siendo de 4.934 Lps que equivale a $0.004934 \text{ m}^3/\text{s}$

Por tanto:

$$V_{\text{tanque}} = 25\%CPD + 15\%CPD$$

$$V_{\text{tanque}} = 40\% \left(\frac{0.004394 \text{ m}^3}{\text{s}} \right) \left(\frac{86,400 \text{ seg}}{1 \text{ día}} \right)$$

$$\underline{V_{\text{tanque}} = 152 \text{ m}^3}$$

Posteriormente, se calcula el dimensionamiento hidráulico del tanque:

$$H = \sqrt[3]{\frac{4 * Vol. \text{ del tanque}}{\pi}}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{4 * 152 \text{ m}^3}{\pi}}$$

$$\underline{H = 5.8 \text{ m}}$$

Una vez determinada la altura, la norma considera un borde libre de 0.50 m.

Para efectos de diseño, se considera la altura del tanque igual al diámetro.

Para el cálculo del tiempo de llenado del tanque, se toma en cuenta el volumen del tanque y el caudal de llenado, equivalente al consumo máximo diario.

Entonces:

✓ Consumo máximo diario es igual a 7.470 lps , $0.00747 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ o $26.892 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

$$T_{\text{llenado}} = VT/CMD$$

$$T_{\text{llenado}} = \frac{152 \text{ m}^3}{26.892 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\underline{T_{\text{llenado}} = 5.6 \text{ h}}$$

Así mismo, se calcula el tiempo de vaciado del tanque, considerando lo siguiente:

✓ Consumo Promedio Diario = 4.934 Lps o $15.8184 \text{ m}^3/\text{h}$

$$T_{\text{vaciado}} = \frac{VT}{CPD}$$

$$T_{\text{vaciado}} = \frac{152 \text{ m}^3}{15.8184 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\underline{T_{\text{vaciado}} = 9.6 \text{ h}}$$

Una vez funcionando el sistema, se estima un tiempo de llenado del tanque de 5.6 horas y tiempo de vaciado de 9.6 horas.

Posteriormente, se procede a realizar la estimación del nivel de rebose del tanque, tomando en cuenta los siguientes datos:

✓ Nivel del terreno del tanque = 389.248 m

✓ Altura del tanque = 5.80 m

✓ Borde libre = 0.50 m

Entonces:

$$NRT = \text{Nivel del terreno del tanque} + \text{altura del tanque} + \text{borde libre}$$

$$NRT = 389.248 \text{ m} + 5.80 \text{ m} + 0.50 \text{ m}$$

$$\underline{NRT = 395.548 \text{ m}}$$

5.8. Red de distribución

Para el trazado de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Cuapa, se evaluaron las condiciones más desfavorables del terreno para el diseño, garantizando el correcto funcionamiento del sistema, así como las presiones y

velocidades del flujo en las tuberías. Del mismo modo, se consideraron los lugares con mayor concentración de demanda de población y de gran consumo comercial; dicho lo anterior, se ubicaron los nodos en los puntos estratégicos del trazado.

Se propone una red de distribución de tipo malla cerrada, con tubería PVC SDR-26, una presión máxima de 112 mca y diámetros de 1 ½ para tramos no mayores a 100 m según la norma del INAA NTON 09 003-99 y de 2", 2 ½ ", 3" y 4" (Ver anexos 17 al 20). El trazado satisface la demanda de los diez barrios de la ciudad, garantizando el acceso del vital líquido a toda la localidad.

5.9. Modelación

Para la modelación de la red de distribución se realizó mediante un análisis hidráulico en el software EPANET 2.0; tomando de referencia modelaciones con demanda base correspondiente al consumo máximo horario y demanda cero, evaluando el comportamiento del diseño hidráulico de la red de distribución.

• Modelación con demanda base

Se realizó el análisis de las velocidades del flujo a través de la modelación con la demanda base; cabe destacar, que se efectuó tomando en consideración los parámetros establecidos en la norma del INAA NTON 09 003-99 del rango de velocidades permisibles. En los resultados del análisis de la modelación (ver anexo 17), se observa, que existen tramos de tuberías en los cuales no cumplen con los rangos establecidos de velocidad; por lo tanto, se propone instalar 3 válvulas de limpieza en la elevación más baja de la tubería evitando así la acumulación de sedimentos.

Tabla 16: Tramos donde se instalarán válvulas de limpieza

Descripción	Velocidad
Tubería p21	0.04 m/ s
Tubería p8	0.08 m/s
Tubería p4	0.07 m/s

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se realizó el análisis de las presiones en cada uno de los nodos de la red, considerando una presión mínima de 14 mca y carga estática máxima de 50 mca, según lo establecido en la norma del INAA NTON 09 003-99. De acuerdo a lo anterior, las presiones de diseño de la red de distribución están dentro del rango especificado (ver anexo 18).

- **Modelación con demanda cero en la red**

En esta condición se analizan las presiones máximas en la red de distribución. De acuerdo a los resultados de la modelación (ver anexo 19), todas las presiones son menores que el rango máximo permisible; a diferencia de la conexión n8, se observa que, se produce una carga estática de 77.06 mca, dentro del cual no cumple con el parámetro establecido en la norma; pero se toma en consideración que la tubería resiste una presión máxima de 112 mca.

- **Modelación del análisis de calidad de agua**

Se realizó la modelación para la distribución de cloro residual en la red, con una calidad inicial de 1 mg/l, evaluando el parámetro mínimo de 0.5 mg/l en el punto más alejado; mediante el análisis se describe una calidad final de 0.99 mg/l en la conexión n24 (ver anexo 13), dentro del cual está dentro del parámetro establecido en la norma CAPRE.

5.10. Estudio de suelo

Para la clasificación de suelo del área en estudio, se realizó mediante ensayos de laboratorio a cinco muestras representativas, de las cuales se procedió a efectuar las pruebas de: Análisis Granulométrico y límites de consistencia o límites de Atterberg. Dichos análisis, se establecieron bajo las normas ASTM D-422 y D-4318 respectivamente.

Para la extracción de las muestras, estas fueron localizadas en sitios específicos por donde pasará la línea de conducción y red de distribución, con una excavación manual de 1m x 0.80m por 1.20m de profundidad. En la siguiente tabla, se muestra la ubicación de los sondeos realizados:

Tabla 17: Ubicación muestras representativas

Sondeos	Nombre de la muestra	Ubicación	Barrio
1	El Pozo	12° 11' 57.9" N y 85° 25' 15.32" W	Comunidad El Tamarindo
2	La Emboscada	12° 14' 25.1" N y 85° 23' 22" W	Comunidad El Carmen
3	El Rodeo	12° 15' 16.6" N y 85° 23' 6.9" W	El Rodeo
4	Melico Zelaya	12° 15' 50.4" N y 85° 22' 27.1" W	Melico Zelaya
5	La Plaza	12° 15' 57.9" N 85° 23' 3.2" W	La Plaza

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados de las pruebas, se realizó la clasificación de los suelos mediante la norma ASTM D-2487 98: Practica estándar para clasificación de suelos para propósitos de ingeniería; considerando lo siguiente:

El uso de este estándar resultará en una clasificación simple, símbolo de grupo y nombre de grupo excepto cuando un suelo contiene de 5 a 12 % de finos o cuando el ploteo de los valores de limite liquido e índice plástico caen dentro del área rayada de la carta de plasticidad. En estos dos casos, un doble símbolo es usado, por ejemplo, GP-GM, CL-CM.

En el anexo 26, se muestran los criterios a evaluar en cada una de las muestras para su clasificación.

Tabla 18: Clasificación de las muestras

N° de muestras	Granulometria por tamizado			Limites de consistencia			Simbolo del grupo	Clasificación
	% pasa por la malla			Limites Atterberg				Nombre de grupo
	N°. 4	N°. 40	N°. 200	L.L	L.P	I.P		
1	47	31	22	38.5	20.6	1.87	GM	Grava Limosa con arena
2		59	40	37	22.8	1.62	ML	Limo de baja compresibilidad
3		85	71	48.9	20.1	2.43	ML	Limo de baja compresibilidad
4		90	78	65.2	22	2.96	MH	Limo de alta compresibilidad
5		52	30	36	20.4	1.76	SM	Arena Limosa con grava

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior, muestra los resultados de características físico-mecánicas y clasificación de los suelos en el área de estudio, especificados por muestras representativas; de las cuales corresponden a lo siguiente:

- Sondeo 1 (El Pozo), su clasificación corresponde a Grava Limosa con arena.
- Sondeo 2 (La Emboscada) y Sondeo 3 (El Rodeo), correspondiente a Limo de baja compresibilidad.
- Sondeo 4 (Melico Zelaya), su clasificación corresponde a Limo de alta compresibilidad.
- Sondeo 5 (La Plaza), correspondiente a Arena Limosa con grava.

5.11. Presupuesto de obra

La correcta estimación de los costos constituye uno de los aspectos centrales del proyecto, tanto por la importancia de obtener el costo real, así como, el conocer como estarán distribuidos los costos directos dentro de las etapas y sub etapas de la obra.

Dentro de una correcta estimación del costo y presupuesto de un proyecto, juega un papel importante la planificación de cada una de las actividades a ejecutarse dentro de las etapas del diseño; para esto se realizó el análisis de los requerimientos tanto como materiales, equipos y mano de obra, tomando en consideración el catálogo de etapas y sub etapas para Proyectos de Agua y Saneamiento del FISE.

Para el cálculo de los costos antes mencionados se tomaron como guías bases los montos de los catálogos del FISE, de los cuales se aplicó el IVA (Impuesto al valor agregado) que corresponde al 15% del costo directo y el Impuesto municipal (IM) correspondiente al 1% de los costos del Proyecto.

El costo de inversión para la ejecución del proyecto del Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa, corresponde a \$ 2,384,485.40 (Dos millones trescientos ochenta y cuatro mil, cuatrocientos ochenta y cinco punto cuarenta dólares americanos).

A continuación, se muestra el presupuesto de obra que incluye etapas y sub etapas del proyecto:

PRESUPUESTO DE OBRA: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CUAPA-CHONTALES

ETAPA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANT.	C.UNIT	C.TOTAL
-	-	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CUAPA	-	-	-	-
01		PRELIMINARES				C\$228.013,94
	0101	LIMPIEZA INICIAL (OBRA DE CAPTACIÓN)				
	02103	LIMPIEZA MANUAL INICIAL Y BOTAR ESCOMBROS (CON CAMION PLATAFORMA) DE CONSTRUCCION	m ²	397,00	C\$56,00	C\$22.232,00
02		LINEA DE CONDUCCION	ml	12.563,00		C\$53.604.562,30
	0201	TRAZO Y NIVELACIÓN				
	020101	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA) LINEA DE CONDUCCION	ml	12.563,00	C\$16,38	C\$205.781,94
	0202	EXCAVACION				
	020201	EXCAVACION (CON RETRO-EXCAVADORA) EN FORMA DE ZANJA EN T. NATURAL	m ³	6.407,13	C\$193,39	C\$1.239.087,68
	020202	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE ADOQUÍN EST 9+740 - 11+400	m ²	996,00	C\$1.092,35	C\$1.087.980,60
	020203	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE ADOQUÍN EST 11+740 - 12+260	m ²	312,00	C\$1.092,35	C\$340.813,20
	0203	RELLENO Y COMPACTACION				
	020301	RELLENO Y COMPACTACION (CON MÓDULO DE MAQUINARIA)	m ³	7.111,91	C\$228,42	C\$1.624.467,90
	020302	CAMA DE MATERIAL GRANULAR (ARENA)	m ³	108,39	C\$603,00	C\$65.356,50
	0204	INSTALACION DE TUBERIA				
	020401	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA 4" (100 MM) HFD	ml	12.563,00	C\$3.853,66	C\$48.413.480,33
	0205	PRUEBA HIDROSTATICA				
	020501	PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIA DE PVC Diám.=4" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	ml	42,00	C\$571,41	C\$23.999,39
	0206	VALVULAS Y ACCESORIOS				
	020601	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE LIMPIEZA H.F, DIÁMETRO 3"	c.u.	3,00	C\$6.822,64	C\$20.467,92
	020602	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=4" CON FLANGE DE PVC (2 C/U) + PERNOS + TUERCAS	c.u.	1,00	C\$13.847,25	C\$13.847,25
	020603	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=3"	c.u.	1,00	C\$6.407,54	C\$6.407,54
	020604	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE AIRE Y VACÍO H.F, DIÁMETRO 2"	c.u.	4,00	C\$17.196,44	C\$68.785,76
	020605	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diám.=4"	c.u.	5,00	C\$15.471,75	C\$77.358,75
	020606	SUMINISTRO DE VÁLVULA DE ALIVIO RÁPIDO DE 2"	c.u.	3,00	C\$16.861,62	C\$50.584,87
	0207	CRUCES AEREOS				
	020701	EST 1+221.00 - 1+278.00, TUBERIA DE ACERO Diám. =4"	ml	57,00	C\$3.853,66	C\$219.658,41
	020702	EST 6+744.00 - 6+780.00, TUBERIA DE ACERO Diám. =4"	ml	36,00	C\$3.853,66	C\$138.731,63
	020703	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS (USANDO MADERA DE PINO)	c.u.	21,00	C\$369,17	C\$7.752,63
03		RED DE DISTRIBUCION	ml			C\$11.677.670,60
	0301	TRAZO Y NIVELACIÓN				
	030101	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA) LINEA DE DISTRIBUCION	ml	8.583,00	C\$16,38	C\$140.589,54
	0302	EXCAVACION				
	030201	ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE ADOQUÍN	m ²	6.008,10	C\$1.092,35	C\$6.562.948,04
	030202	EXCAVACION (CON RETRO-EXCAVADORA) EN FORMA DE ZANJA EN T. NATURAL	m ³	7.209,72	C\$193,39	C\$1.394.302,17
	030203	CAMA DE MATERIAL GRANULAR (ARENA)	m ³	109,88	C\$603,00	C\$66.255,31
	0303	RELLENO Y COMPACTACION				
	030301	RELLENO Y COMPACTACION (CON MODULO)	m ³	8.002,79	C\$228,42	C\$1.827.997,11
	0304	INSTALACION DE TUBERIA				
	030401	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	ml	1.146,00	C\$396,62	C\$454.526,52
	030402	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	ml	120,00	C\$255,52	C\$30.662,40
	030403	TUBERIA DE PVC Diám.= 2 y 1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	ml	498,00	C\$168,51	C\$83.917,98
	030404	TUBERIA DE PVC Diám.= 2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	ml	6.570,00	C\$125,01	C\$821.315,70
	030405	TUBERIA DE PVC Diám.= 1 1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	ml	222,00	C\$90,77	C\$20.150,94
	0305	PRUEBA HIDROSTATICA				
	030501	PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIA DE PVC Diám.=6" L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	ml	29,00	C\$1.214,70	C\$35.226,30

ETAPA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANT.	C.UNIT	C.TOTAL
-	-	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CUAPA	-	-	-	-
	0306	VALVULAS Y ACCESORIOS				
	030601	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE LIMPIEZA H.F, DIÁMETRO 1.5"	c.u.	3,00	C\$16.040,40	C\$48.121,20
	030602	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALULAS DE COMPUERTA BRONCE 2"	c.u.	14,00	C\$4.161,47	C\$58.260,54
	030603	CRUZ LISA DE PVC Diám.=4"x4" JUNTA CEMENTADA (NO INCL. EXCAVACION)	c.u.	1,00	C\$1.061,24	C\$1.061,24
	030603	CRUZ LISA DE PVC Diám.=2"x2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA (NO INCL. EXCAVACION)	c.u.	1,00	C\$201,88	C\$201,88
	030604	YEE DE PVC DE 2"x2"x2"	c.u.	3,00	C\$144,66	C\$433,98
	030605	YEE DE PVC DE 3"x3"x3"	c.u.	2,00	C\$277,14	C\$554,27
	030606	YEE DE PVC DE 4"x4"x4"	c.u.	0,00	C\$164,75	C\$0,00
	030607	TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	c.u.	10,00	C\$140,55	C\$1.405,49
	030608	TEE LISA DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	c.u.	1,00	C\$365,54	C\$365,54
	030609	TEE REDUCTORA LISA DE PVC DE 2" x 1½" (S40) JUNTA CEMENTADA	c.u.	7,00	C\$176,21	C\$1.233,47
	030610	REDUCTOR LISO DE PVC DE 2" x 1½" (S40)	c.u.	6,00	C\$56,81	C\$340,89
	030611	REDUCTOR LISO DE PVC DE 2½" x 2" (S40)	c.u.	1,00	C\$92,05	C\$92,05
	030612	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 2" (S40)	c.u.	2,00	C\$151,34	C\$302,68
	030613	REDUCTOR LISO DE PVC DE 3" x 2 ½" (S40)	c.u.	4,00	C\$152,62	C\$610,47
	030614	REDUCTOR LISO DE PVC DE 4" x 2" (S40)	c.u.	4,00	C\$268,89	C\$1.075,57
	030615	TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=2 ½"	c.u.	1,00	C\$124,03	C\$124,03
	030616	TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=2"	c.u.	3,00	C\$54,17	C\$162,51
	030618	CODO LISO DE PVC Diam= 2" 90º JUNTA CEMENTADA	c.u.	1	C\$134,16	C\$134,16
	030617	BLOQUES DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE PARA ACCESORIOS DE TUBOS	c.u.	64,00	C\$369,17	C\$23.626,88
	0307	CRUCES AEREOS				
	030701	TUBERIA DE ACERO Diám. =4" PUENTE MELICO ZELAYA	ml	26,00	C\$3.853,66	C\$100.195,06
	030702	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS (USANDO MADERA DE PINO)	c.u.	4,00	C\$369,17	C\$1.476,68
04		TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$712.613,65
	0401	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA				
	040101	SUMINISTRO E INSTALACION DE TANQUE DE ACERO (A-36) PARA ALMACENAMIENTO CON CAP=40,000 GLNS	Global	1,00	C\$712.613,65	C\$712.613,65
05		FUENTE Y OBRAS DE TOMA				C\$310.025,23
	0501	POZO				
	050101	PRUEBA DE BOMBEO(CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE) ESCALONDA	hrs	29,00	C\$1.899,79	C\$55.094,04
	0502	PRUEBAS DE CALIDAD DE AGUA				
	050201	PRUEBA MICROBIOLÓGICA	c.u.	1,00	C\$952,00	C\$952,00
	050202	ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE.	c.u.	1,00	C\$2.800,00	C\$2.800,00
	0503	INSTALACIONES ELECTRICAS				
	050301	PANEL PRINCIPAL TRIFASICO 18ESPACIOS BARRA 200A ILINE O SU EQUIVALENTE 480V CON SU MEIN PRICIPAL Y DERIVACIONES PARA BOMBA DE 40 HP TIPO CON SU INTERRUPTOR PRINCIPAL Y DERIVACIONES PARA EL MOTOR Y PANEL.	c.u.	1,00	C\$251.179,19	C\$251.179,19
06		ESTACION DE BOMBEO				C\$4.074.358,85
	0601	EQUIPOS, TUBERIA Y ACCESORIOS				
	060101	SARTA DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"(INCL. 3 VALVULAS DE HIERRO FUNDIDO DE 3"y2") CON MEDIDOR Diám.=3" +MANOMETRO HIDRAUL PARA EQUIPO DE BOMBEO	c.u.	2,00	C\$99.752,99	C\$199.505,98
	060102	SUMINISTRO E INSTALACIÓN EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE DE 40HP.Q=450GPM, CTD=270m	c.u.	3,00	C\$365.254,06	C\$1.095.762,18
	060103	PLATO (PLATINA) CUADRADA DE ACERO DE 16" CON ORIFICIO Diám.=4", Esp.=1" CON CUELLO P/SOPORTE DE EQUIPO	c.u.	1,00	C\$8.214,71	C\$8.214,71
	0602	INSTALACION DE TUBERIA				
	060201	TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Diám. =3" PARA COLUMNA DE DESCARGA	ml	20,00	C\$2.439,84	C\$48.796,88
	060202	BLOQUES DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE PARA ACCESORIOS DE TUBOS	c.u.	4,00	C\$369,17	C\$1.476,69
	0604	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	m ²			
	060401	CERCO (A) DE MALLA CICLON DE HIERRO GALVANIZADO Cal.#13, Alt.=1.83m(6') SOBRE TUBO DE HIERRO	ml	40,00	C\$382,42	C\$15.296,80

ETAPA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANT.	C.UNIT	C.TOTAL
-	-	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CUAPA	-	-	-	-
	0605	CARCAMO DE REBOMBEO				
	060501	TRAZO Y NIVELACIÓN	m ²	3,24	C\$40,95	C\$132,68
	060502	EXCAVACIÓN	m ³	4,86	C\$340,90	C\$1.656,77
	060503	DESALOJO DEL MATERIAL EXCAVADO	m ³	5,39	C\$241,50	C\$1.302,80
	060504	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA +CUBIERTA TECHO,A= 2.65 m x 6.00m CONTROLES ELECTRICOS	c.u.	1,00	C\$191.390,19	C\$191.390,19
	060505	CONCRETO ESTRUCTURAL DE 3000 PSI	m ³	0,50	C\$12.330,15	C\$6.165,08
	060506	REPELLO CORRIENTE	m ²	10,35	C\$195,65	C\$2.024,98
	060507	FORMALETA	m ²	4,20	C\$678,30	C\$2.848,86
	060508	IMPERMEABILIZANTE SIKA STOP SEAL 107 IMPERMEABILIZANTE SIKA STOP SEAL 107	m ²	10,35	C\$950,25	C\$9.835,09
	060509	ACERO DE REFUERZO	kg	137,00	C\$48,65	C\$6.665,05
	0606	INSTALACIONES ELECTRICAS				
	060601	PANEL CON VARIACION DE FRECUENCIA DE 40 HP TRIFASICO EN GABINETE METALICO CON SU MEIN PRINCIPAL ,CONTACTOR DE LINEA,PARARRAYO , MEDIDOR DIGITAL,TRANSFORMADOR DE CORRIENTE,TRANSFORMADOR DE CONTROL,AUTOMATO DE PROTECCION,RELE DE CONTROL DE NIVEL,BOTONERA DE DE PARO Y MARCHA,LUCES PILOTO,PULSADOR DE EMERGENCIA Y VENTILADOR	c.u	1,00	C\$1.302.638,00	C\$1.302.638,00
	060602	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA C/MOTOR DE 40HP,Q=450 GPM, CTD=220m	c.u	3,00	C\$393.548,70	C\$1.180.646,11
07		CONEXIONES				C\$1.014.059,51
	0701	CONEXIONES DOMICILIARES				
	070101	MEDIDOR DE BRONCE PARA AGUA POTABLE Diám.=½" (CON CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA CON TAPA Y ARO DE HIERRO FUNDIDO) PARA USO DOMICILIAR	c.u	26,00	C\$2.907,48	C\$75.594,51
	070102	RECONEXION DOMICILIAR CON TUBO DE PVC Diám.= ½" PARA AGUA POTABLE	c.u	755,00	C\$1.243,00	C\$938.465,00
08		PLANTA DE PURIFICACION				C\$111.446,83
	0801	CASETA DE CONTROL				
	080101	CASETA DE MADERA ROJA +CUBIERTA DE TECHO DE ZINC +FORRO DE MALLA CICLON A= 4.00 m2 PARA CLORADOR	c.u	1,00	C\$50.360,90	C\$50.360,90
	0802	EQUIPO DE CLORACION (COMPLETO)				
	080201	TANQUE DOSIFICADOR DE PVC Cap.=250 LITROS (HIPOCLORADOR) CON MANGUERA DE HULE Diám. =¼" + FLOTADOR	c.u	1,00	C\$9.477,96	C\$9.477,96
	080202	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO DE 60 GPD Y 150 PSI	c.u	1,00	C\$51.607,97	C\$51.607,97
09		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$7.370,23
	0901	PLACA CONMEMORATIVA				
	090101	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	c.u	1,00	C\$7.370,23	C\$7.370,23
		SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN C\$				C\$71.740.121,13
		IMPUESTOS DEL 15% SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN C\$				C\$10.761.018,17
		IMPUESTOS MUNICIPALES 1% DEL SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN C\$				C\$717.401,21
		COSTO TOTAL EN OBRAS EN C\$				C\$83.218.540,51
		COSTO TOTAL EN OBRAS EN \$				\$2.384.485,40
		Tipo de cambio a la fecha 28/01/2021	C\$34,90			

5.12. Evaluación ambiental del sitio

Para la evaluación ambiental del proyecto de Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa, se realizará a través de línea de base ambiental; esta describe el estado actual del área de actuación del proyecto, así como la identificación de la zona de influencia directa e indirecta, la cual está relacionada al espacio físico, biótico y socioeconómico.

En el presente instrumento analítico se definirá los factores y variables que estarán sujetos a modificaciones debido a la intervención del proyecto; de modo que permita medir los resultados obtenidos a causa de la inversión del Sistema de abastecimiento; así como la comparación de la situación antes y después de la intervención.

5.12.1. Línea de base ambiental

Área de influencia directa del proyecto

El área de influencia directa del proyecto (AID), se refiere al espacio geográfico, incluyendo todos sus factores ambientales, que pudieran sufrir cambios cuantitativos y/o cualitativos en sus atributos debido a las acciones realizadas en las diferentes etapas del proyecto, programa, plan, obra, industria o actividad (Decreto No. 20-2017 , 2017)

El área de influencia del proyecto se definió mediante los criterios ambientales - sociales y de acuerdo a la naturaleza del proyecto donde se desarrollará; describiendo así el lugar de impacto directo de la obra.

De este modo, se delimitó el AID, comprendida por el área de emplazamiento del Sistema de distribución de agua potable. A continuación, se detallan los lugares de influencia directa del proyecto:

- ✓ Barrios: El Rodeo, La Plaza, El Edén, Los Laureles, Calle Central, Melico Zelaya, Altos de Cuapa, Las Rosas, Buenos Aires, Villa Hermosa.

El sistema de abastecimiento ocupará una superficie de 12,686.008 m² y se ha definido un área de influencia de 1.10 km².

Ilustración 2: Área de influencia directa del proyecto



Fuente: Google Earth.

Área de influencia indirecta del proyecto

Se considera como Área de influencia indirecta (AII) aquellas zonas alrededor del área de influencia directa en donde se podrían evidenciar impactos de tipo indirecto por las actividades del proyecto. Estas zonas pueden definirse como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado, y su tamaño puede depender de la magnitud del impacto y el componente afectado. En este sentido, la determinación del área de influencia indirecta es variable, según se considere el componente físico, biótico o socioeconómico y cultural; e incluso dentro de cada uno de estos componentes el área de influencia indirecta puede variar según el elemento ambiental analizado (MINEM, 2015).

El AII se definió considerando una franja de 500 metros a ambos lados del trazado de línea de conducción y red de distribución en la ciudad de Cuapa; conforme a esta referencia se determinó el límite de área de influencia indirecta del lugar de estudio.

A continuación, se detallan las zonas de influencia indirecta del proyecto:

- ✓ Comunidad Llano Grande (Llano de Higo)
- ✓ Comunidad El Carmen (Betania, sector Nueva York o La emboscada)
- ✓ Comunidad El Pintor (Rodeo No. 2)
- ✓ Comunidad El Tamarindo.

La superficie comprendida del área de influencia indirecta es de 9.788 km².

5.12.1.1. Medio físico o abiótico

Clima

El área del proyecto se encuentra en la zona climática de bosque subtropical cálido húmedo, con temperaturas de 25°-27° C y precipitaciones de 1300-1800 mm anuales, principalmente al sur de Cuapa.

En el territorio, la época de lluvia es opresiva y nublada; la temporada seca es bochornosa, ventosa y parcialmente nublada y es predominante temperaturas altas durante todo el año.

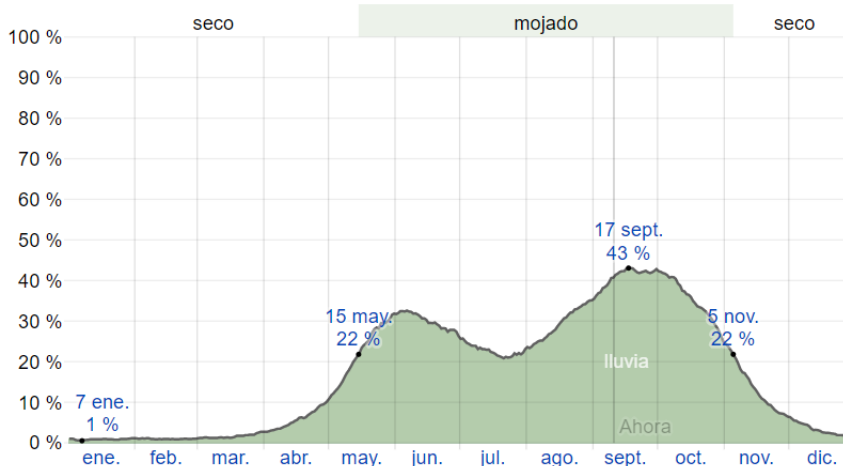
Precipitación

En el sector de Cuapa, un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5,7 meses, de 15 de mayo a 5 de noviembre, con una probabilidad de más del 22 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 43 % el 17 de septiembre.

La temporada más seca dura 6,3 meses, del 5 de noviembre al 15 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 7 de enero.

Gráfico 11: Probabilidad diaria de precipitación



Fuente: Weather Spark

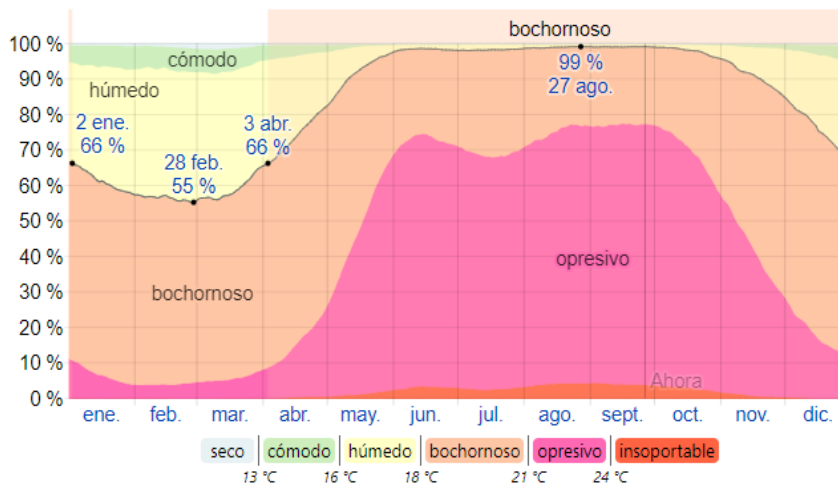
Temperatura

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 17 °C o sube a más de 35 °C.

Humedad relativa

En Cuapa la humedad percibida varía considerablemente. El período más húmedo del año dura 9,0 meses, del 3 de abril al 2 de enero, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 66 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 27 de agosto, con humedad el 99 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 28 de febrero, con condiciones húmedas el 55 % del tiempo.

Gráfico 12: Niveles de comodidad de la humedad



Fuente: Weather Spark

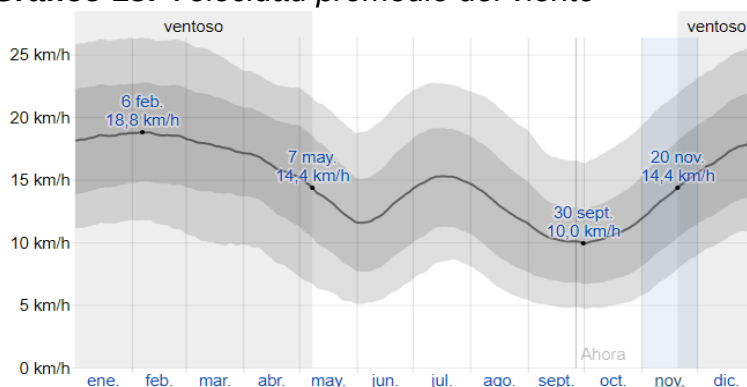
Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Cuapa tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 5,6 meses, del 20 de noviembre al 7 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 14,4 kilómetros por hora.

El día más ventoso del año es el 6 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 18,8 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 6,4 meses, del 7 de mayo al 20 de noviembre. El día más calmado del año es el 30 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 10,0 kilómetros por hora.

Gráfico 13: Velocidad promedio del viento



Fuente: Weather Spark

Hidrografía

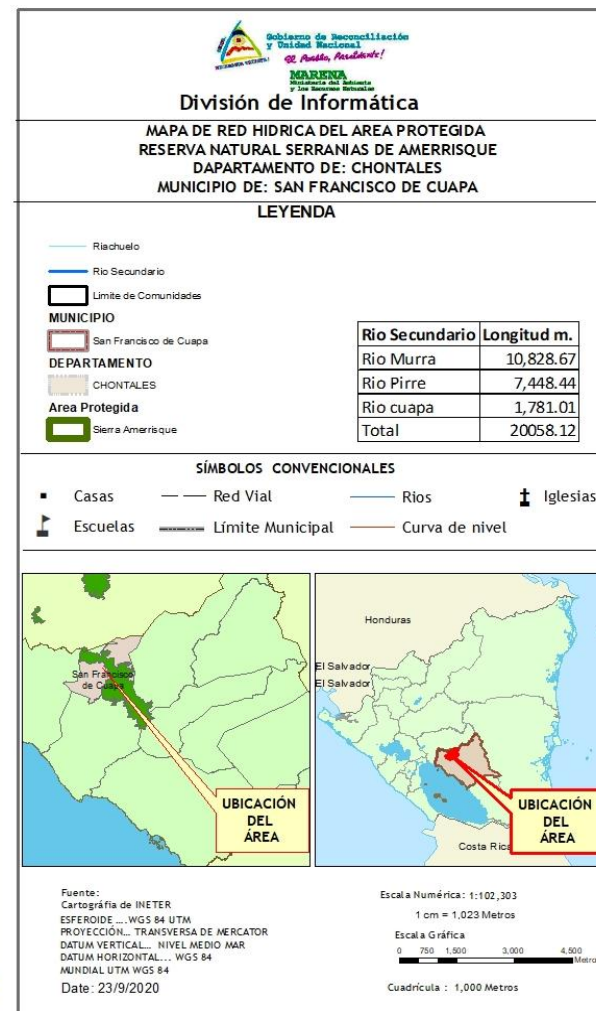
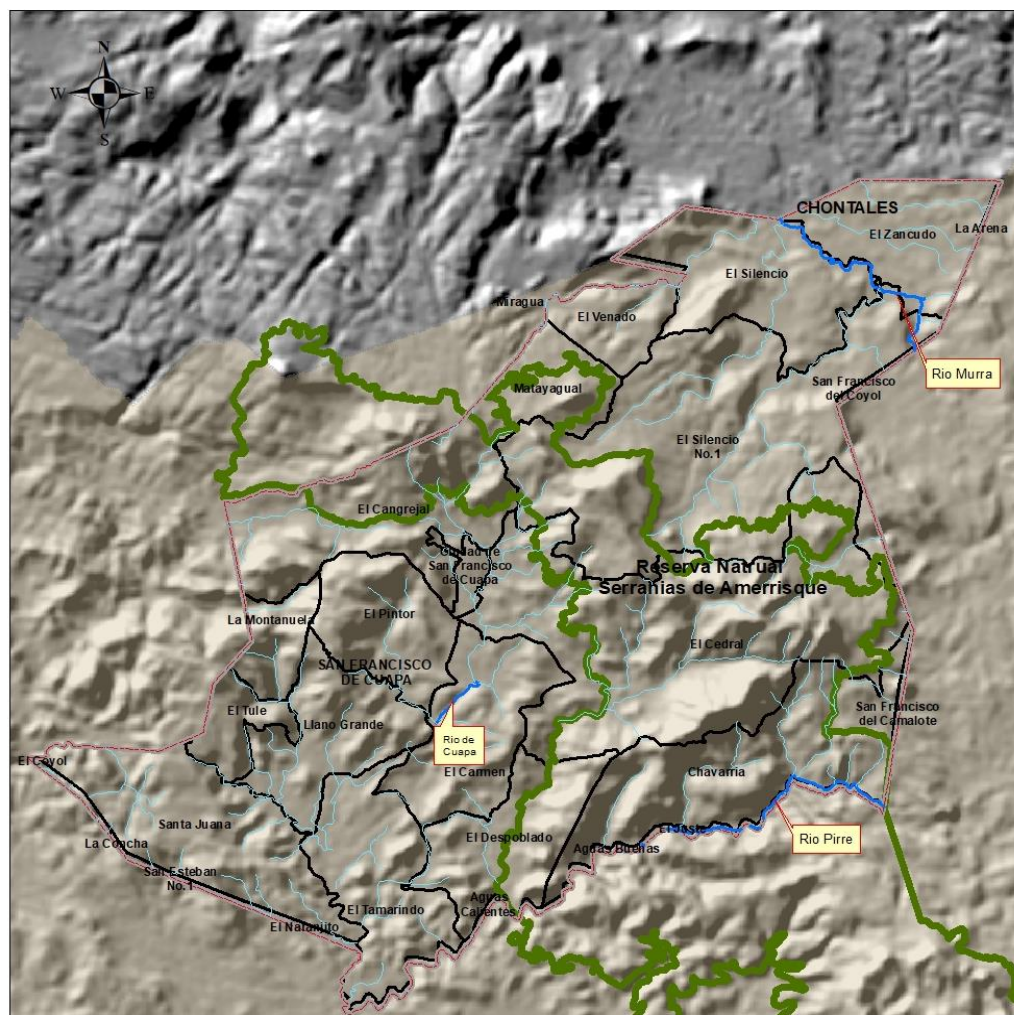
Los principales ríos que conforman la red hidrográfica del municipio de San Francisco de Cuapa son las siguientes:

Rio Cuapa: Nace en el cerro El Parlamento, sus afluentes son los ríos: La Mica, La Ramona, El Amparo, Nueva York, Palo Grande, Cruz Alla, Chilamatillo, El Tamarindo, el Guásimo, el Charco. Desemboca en el río Mayales, afluente del río San Juan a través del Lago de Nicaragua.

Rio Murra: Extendido desde la comarca El silencio y El Zancudo, siendo alimentado por riachuelos y quebradas aledañas.

Rio Pierre: Nace en el cerro El Castillo en el municipio de La Libertad. Sirve de línea divisoria entre los municipios de Cuapa y Juigalpa. Sus afluentes son los ríos: Los Ángeles, Cerro Petari, El curita, Mayales (El ayote), el Guanacaste, El Tangué, Río Higo. Desemboca en el río Mayales.

Ilustración 3: Mapa red hídrica Cuapa, Chontales



Fuente: MARENA

5.12.1.2. Medio biótico

Flora

El municipio de Cuapa cuenta con una extensión de área forestal aproximadamente de 27,768.13 Mz, de las cuales 1,855.86 comprende al área boscosa, 7,825.24 con pastos cultivados o sembrados y 18,087.03 con pastos naturales, destinados principalmente para el pastoreo de ganado. El área agrícola abarca una superficie de 526.41 Mz, entre ellas 329.32 son de Maíz, 177.52 de frijol y 19.57 de sorgo rojo, millón y blanco.

La ciudad de Cuapa está ubicada al pie de la cordillera de Amerrisque, cuyas elevaciones más importantes son: La Loma de las Mesas, El Cerro de Oluma, La Mica, Buena Vista, Tumbé, La Victoria y la Tablazón. La mayor parte de estos, se encuentran cubiertos de superficies pequeñas de bosques tropicales y latifoliados, encontrándose en éstos una diversidad de especies forestales.

Dentro de las especies forestales más comunes a lo largo de la superficie del tramo del proyecto, se pueden mencionar las siguientes: Madroño, Guanacaste, Laurel, Jiñocuabo, Níspero, Guapinol, Carao, Madero negro, Genízaro, Jícaro, Cedro Real, Teca y Caoba; estos últimos como productos maderables, de los cuales los productores se han dedicado a la siembra y comercialización de los mismos.

Áreas protegidas

El municipio de Cuapa forma parte de la Reserva Natural Sierra Amerrisque, fue Creada bajo decreto # 42-91 del 04 de noviembre de 1991, bajo la Declaración de áreas protegidas en varios cerros, macizos montañosos, volcanes y lagunas del país; cuenta con una superficie de 277 km² dentro de Cuapa, localizada en las coordenadas 85°23" longitud y 12°16" latitud, a una altura de 323 metros sobre el nivel del mar.

El área protegida posee atracciones como es: la arqueología, producción ganadera, cascadas y áreas naturales.

Se encuentra en la franja central del territorio nicaragüense, en un extenso paisaje de planicies y mesetas interrumpidas por elevaciones escarpadas conocida como la serranía de Amerrisque y los cerros de la cordillera Chontaleña.

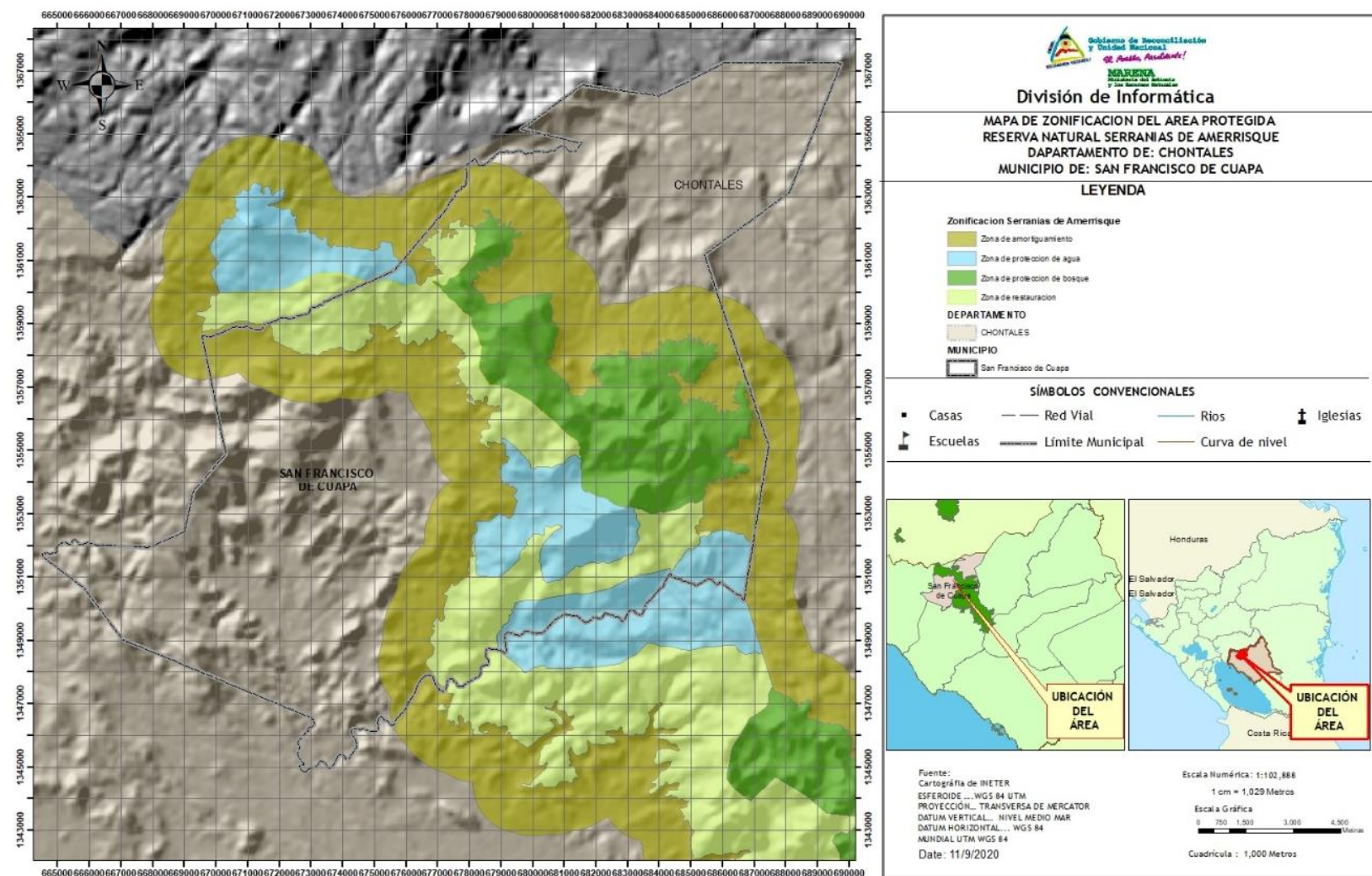
El área protegida presenta una variedad de climas entre un rango de 20 ° C y 27° C, esta distribución de la temperatura ambiente depende de la altitud en el área.

Los suelos del área protegida Sierra Amerrisque, de acuerdo a los estudios edafológicos se identifican los siguientes órdenes de suelos: alfisoles, entisoles, inceptisoles, molisoles, y ultisoles.

La variada flora de la cordillera es correspondida por una importante fauna presente. Entre la vegetación se encuentra el bosque seco, bosque húmedo y matorrales. Entre las especies forestales predominan Ojoche (*Brosimum alicastrum*), zapote de mico (*Couroupita nicaraguensis*), capulín (*Trema micrantha*), palo de hule (*Castilla elástica*).

La actual existencia de los bosques se considera como volúmenes remanentes de bosque de galería. Se pueden observar pequeñas áreas sobre los cursos de agua y lugares de difícil acceso que no representan valor para convertirlos en pastos o cultivos por los finqueros y campesinos (FUNDAR & MARENA, 2012).

Ilustración 4: Área protegida reserva natural Serranía de Amerrisque



Fuente: MARENA

Fauna Silvestre

Dentro de la gran variedad de especies que posee la fauna silvestre del municipio de Cuapa, se logran destacar las siguientes: Zahino (*Tayassu tajacu*), Mapachin (*Procyon lotor*), Cusuco (*Dasypus novemcinctus*), Puerco Espin (*Coendou mexicanus*), Ardilla (*Sciurus deppei*), Coyote (*Canis latrans*), Cuyuso (*Potos flavus*); así como Ganado mayor y menor (caballos, vacas, toros, cerdos, etc.) a lo largo del tramo del proyecto.

En la reserva natural de Amerrisque se reportan 57 especies de aves entre estas 13 se encuentran protegidas por el estado nicaragüense, así también 13 especies migratorias.

Entre las especies que predominan se encuentran los pericos frentinaranja (*Aratinga canicularis*), el tucancito collarejo (*Pteroglossus torquatus*), entre otros.

Entre los mamíferos se reportan 31 especies destacando (leoncillo) - Puma (*Yagouaroundi*), *Panthera onca* (puma), *Alouatta palliata* (mono congo), *Cebus capucinus* (mono carablanca).

5.12.1.3. Medio sociocultural o socioeconómico

Descripción de organización política

La descripción del medio socioeconómico se detallará para cada uno de los barrios de la ciudad de Cuapa que forman parte del área de influencia del proyecto. A continuación, se describen aspectos generales:

La ciudad actualmente está comprendida por los siguientes barrios: El Rodeo, La Plaza, El Edén, Los Laureles, Calle Central, Melico Zelaya, Altos de Cuapa, Las Rosas, Buenos Aires, Villa Hermosa.

Población

Beneficiarios directos:

Son los que estarán involucrados directamente en el proyecto y, por consiguiente, se beneficiarán de su realización. Los beneficiarios directos están comprendidos

por: 2,663 habitantes, de los cuales están distribuidos en 781 viviendas de los 10 barrios de la ciudad, localizados en el área de influencia directa del proyecto.

Beneficiarios indirectos:

Dentro de los beneficiarios indirectos del proyecto corresponden a los pobladores de las comarcas aledañas de la ciudad, de los cuales también gran parte se localizan en el área de influencia indirecta. A continuación, se describe la cantidad estimada de habitantes por comunidad:

Tabla 19: *Beneficiarios indirectos*

Comunidad	Población
El Tamarindo	216
Llano Grande	1,078
El Carmen	266
El Pintor	265
Total	1,825

Fuente: *Elaboración propia*

Economía

Las principales actividades económicas están constituidas por la agricultura, la ganadería y el comercio. Dentro de estos rubros están involucrados principalmente los pequeños agricultores, los cuales se convierten en proveedores de sus familias y del mercado local; siendo los principales cultivos los siguientes: Maíz, Frijol, Verduras, Frutas, entre otros.

Así mismo, la actividad ganadera la cual está caracterizada por tener un desarrollo extensivo dentro de la zona, gran parte de la población se dedica a la producción de ganado bovino y ganado menor.

La actividad comercial se encuentra instituida en poco crecimiento, actualmente basada en negocios pequeños, comerciantes y vendedores ambulantes, dedicándose a ésta aproximadamente un 3% de la población económicamente activa y el 2% labora en instituciones de servicio público y privado.

Tabla 20: Distribución de negocios locales

Descripción	Cuartería	Pulpería	Ferretería	Comedor	Billar	Veterinaria	Carnicería	Quesera	Hotel y Rest.	Otros	Total
Frecuencia	4	63	1	3	1	1	2	1	1	38	115
Porcentaje	3.5	54.8	0.9	2.6	0.9	0.9	1.7	0.9	0.9	33.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos en la realización del censo poblacional, se puede observar la disposición de pequeños negocios en la ciudad, de los cuales están localizados en los diferentes puntos de la urbanización, mayormente en espacios propios.

En la actualidad, existe una industria de procesamiento de lácteos, dedicada principalmente a la producción de queso, dicha empresa tiene un suministro de agua de una fuente autónoma, de la cual utilizan para la elaboración de sus productos y actividades propias de operación.

Es importante mencionar que la ciudad de Cuapa, cuenta con una considerable cantidad de ciudadanos que han emigrado a diferentes comarcas de la misma jurisdicción y a otras localidades del País; lo anterior significa un déficit en la economía local afectando la demanda en los negocios del sector, así como en prestaciones de servicios (restaurantes, comedores, hospedajes, etc).

5.12.2. Matrices de interacción

Una vez descritas las variables en la línea de base ambiental, se procede a realizar la determinación de los posibles impactos ambientales en el proyecto “Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa”, utilizando el método de las matrices de interacción; de modo que se pueda evaluar para cada uno de los factores de los medios físico, biótico y socioeconómico; tomando en consideración la magnitud y significancia de cada una de las actividades propuestas a desarrollarse en el proyecto.

Tabla 21: Matriz de interacción causa-efecto

MEDIO	CATEGORIAS	DESCRIPCIÓN		ACCIONES DE IMPACTO DEL PROYECTO													
				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
				Instalación y operación de Campamentos y Pailo de máquinas	Preparación del sitio de obras	Construcción de las Obras	Excavación, cortes y movimientos de tierra	Explotación de Fuentes de agua	Depositos de materiales excedentes	Retiro del campamento	Señalización	Puesto en Servicio de las obras	Uso y manejo de compuestos químicos	Operación de obras de protección y complementarias	Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	Reparación de fugas	Mantenimiento de obras de protección y complementarias
			Código	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Medio Físico	Geología	Topografía	B1														
		Agua Superficial	C1														
	Hidrografía	Agua Subterráneas	C2														
		Erosión Superficial	D1														
	Suelo	Cobertura Vegetal	D2														
		Ruido	E1														
	Viento/Aire	Partículas	E2														
		Gases	E3														
	Clima y Amenazas	Inundación	F1														
		Inestabilidad del terreno	F2														
Medio biótico	Fauna	Aves	G1														
		Reptiles	G2														
	Flora	Arbustiva	H1														
		Especies Forestales	H2														
Medio socioeconómico		Población	I1														
		Uso de Suelo	I2														
		Demanda de Bienes y Servicios (Comercio)	I3														
		Colapso de Bienes y Servicios (Comercio)	I4														
		Incremento Demográfico	I5														
		Seguridad (Riesgos por accidentes)	I6														
		Empleo y mano de obra	I7														

 Posible impacto
 Sin impacto aparente

5.12.2.1. Descripción de las actividades matriz causa-efecto

Para la evaluación e identificación de impactos ambientales, se describen las principales actividades de acuerdo a su relevancia en el proyecto, las cuales están comprendidas en las obras de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución; cada una de ellas representadas en las fases de construcción, operación y mantenimiento.

Fase de construcción:

Durante esta fase, se detallan actividades como:

1. Instalación, operación de campamentos y patio de maquinarias.

Las acciones comprendidas dentro de esta actividad incluyen la construcción y operación de campamentos para los trabajadores, incluyendo oficinas, comedor, infraestructura sanitaria, etc. Así como la habilitación de patio de maquinarias, donde abarcará almacenes para materiales y equipos.

2. Preparación del sitio de obra.

Dentro de esta actividad se realizará la remoción de capa vegetal, cortes, nivelaciones y compactaciones necesarias para la construcción de estación de rebombeo. Así también se incluyen la preparación del sitio para las obras de conducción, tratamiento y distribución.

3. Construcción de obras.

Esta actividad consiste en la habilitación final del sitio y la construcción de obras de conducción y distribución, así como las obras de la estación de rebombeo que incluye: Acceso, infraestructura, instalaciones eléctricas para equipos de bombeo, etc. Dentro de esta fase también se considera la cimentación de infraestructura para equipos de tratamiento de agua y almacenamiento de hipoclorito de calcio.

4. Excavación, cortes y movimiento de tierras.

Esta actividad comprende las tareas de excavación, relleno y compactación para la instalación de tuberías en la línea de conducción y distribución; así como

movimiento de tierra en el área de construcción para el acceso y ubicación de estación de rebombeo.

Para la instalación de tuberías de la línea de conducción y red de distribución, se estiman excavaciones con profundidad que oscilan entre 0.85m y 1.20m respectivamente; dicho volumen de material será manejado fácilmente, considerando las zonas de relleno.

5. Explotación de fuentes de agua.

Esta actividad consiste en la obtención del recurso de agua, tanto superficial como subterránea dentro de la zona de estudio. En este caso, tomando en cuenta la cercanía de las obras, se puede obtener agua de ríos aledaños y pozos de mecate ubicados en la ciudad de Cuapa. Lo anterior, estará condicionado de acuerdo a las necesidades de las actividades en el proyecto.

6. Depósitos de materiales excedentes.

De acuerdo a las actividades de construcción de las obras, se prevé la generación de materiales excedentes producidos por el movimiento de tierras y excavación para instalación de tuberías, así como sobrante de materiales y desperdicios en la operación de campamentos.

7. Retiro del campamento.

Esta operación consiste principalmente en el desalojo de campamentos y equipos complementarios utilizados en la etapa de construcción, así mismo el retiro de patio de maquinarias, limpieza del área del proyecto, áreas de oficina y almacenes.

8. Señalización.

Esta actividad se relaciona a la instalación de señalización horizontal y vertical de tipo reglamentario, preventivo e informativo, con carácter temporal y permanente. Es importante mencionar que, durante la etapa de construcción de las obras de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución, se deberá utilizar un señalamiento preventivo que servirá para evitar accidentes dentro y

fuera de las áreas intervenidas; mismas que por su carácter temporal no serán consideradas como causante de un impacto ambiental negativo.

Fase de operación:

Dentro de esta fase, se considerarán actividades como:

1. Puesta en servicio del proyecto.

Esta actividad se refiere a la puesta en operación de cada una de las obras ya mencionadas anteriormente. Así mismo, implica la extracción de 7.47 lps de agua del pozo ubicado en la comunidad El Tamarindo, para su posterior bombeo, conducción, almacenamiento, potabilización y distribución dentro de la ciudad de Cuapa. Es importante mencionar que esta actividad iniciará a partir de la culminación de la etapa de construcción.

2. Uso y manejo de compuestos químicos.

Esta actividad se refiere al uso y manejo de compuestos químicos tales como el hipoclorito de calcio que se utilizará para la desinfección del agua.

3. Operación de obras de protección y complementarias.

Esta actividad se relaciona con la puesta en servicio de las obras de protección y complementarias, tanto de la obra de captación, como de la línea o tubería de conducción y distribución.

Las obras corresponden a instalación de equipos de bombeo, sartas, válvulas o accesorios: Check, de compuerta, de aire y reguladoras de presión o alivio. Para esta actividad es necesario verificar su funcionamiento, lo cual implica acciones de supervisión y mantenimientos.

Fase de mantenimiento:

Durante la fase de mantenimiento, están comprendidas las actividades siguientes:

1. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.

Esta actividad consiste en el mantenimiento de cada una de las instalaciones de captación, rebombeo y tratamiento del agua. Las tareas que comprende este mantenimiento incluyen: Limpieza, lubricación, reposición de partes de los equipos por completar su vida útil, inspección de componentes, etc.

En cuanto al mantenimiento correctivo, sus acciones estarán en función de las ocurrencias de desperfectos y/o averías mayores, los cuales se desconoce su periodicidad por lo que no se tiene una cantidad específica de trabajo.

2. Reparación de fugas.

Dicha actividad radica en la identificación y reparación de las fugas presentes tanto en la tubería de conducción, como en la red de distribución. Las tareas contenidas dentro de esta actividad son similares, aunque de menor magnitud, a aquellas descritas en la etapa de construcción; éstas también incluyen excavaciones, corte y movimientos de tierra.

3. Mantenimiento de obras de protección y complementarias.

Estas acciones se relacionan con la ejecución de tareas de mantenimiento y limpieza de obras de protección y complementarias de tal forma que mantengan el propósito por el cual fueron construidas.

Tabla 22: Matriz de valoración de impactos (Etapa de construcción)

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																																							
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS																																						
	-	+	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	1	2	4	1	2	4	8	1	4	1	4	1	2	4	SI + AC + EF + PR + MC)	Nivel de significancia	Valor máximo de importancia						
	Impacto Perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítico	Largo Plazo	Medio Plazo	Inmediato	Crítico	Fugaz	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Medio Plazo	Irreversible	Sin sinérgismo	Sinérgico	Muy sinérgico	Recuperación inmediata	Recuperable a medio plazo	Mitigable	Irrecuperable	Simple				Acumulativo	Indirecto (Secundario)	Directo	Irregular o discontinuo	Periódico	Continuo
	Naturaleza	Intensidad (Grado de destrucción)	Extensión (área de influencia)				Momento (Plazo de manifestación)				Persistencia (Permanencia del efecto)				Reversibilidad				Sinergia (Regularidad de manifestación)				Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)				Acumulacion (Incremento progresivo)		Efecto (Relación Causa - Efecto)					Periodicidad (Regularidad de la manifestación)					
	Signo	In	Ex				Mo				Pe				Rv				Si				Mc				Ac		Ef					Pr		s	s	s	
			In	Ex				Mo				Pe				Rv				Si				Mc				Ac		Ef				Pr		s	s	s	
A1D2	-	4	4				4				4				1				2				1				1		4		4		41	Moderado	100				
A1E1	-	8	8				4				2				2				4				4				4		4		2		66	Severo	100				
A1E2	-	4	4				4				2				4				4				4				4		4		2		48	Moderado	100				
A1E3	-	8	8				4				2				1				4				8				4		4		2		69	Severo	100				
A1G1	-	4	2				2				2				4				2				8				1		1		1		37	Moderado	100				
A1G2	-	1	2				2				1				2				2				2				1		1		2		20	Irrelevante	100				
A1H1	-	1	1				4				2				2				1				4				1		1		2		22	Irrelevante	100				
A1H2	-	4	2				4				4				2				2				4				4		4		4		44	Moderado	100				
A1I2	-	1	1				4				4				2				2				2				1		4		2		26	Moderado	100				
A1I3	+	8	2				4				2				1				2				2				1		1		2		43	Moderado	100				
A1I4	+	2	1				2				2				1				2				2				1		1		2		21	Irrelevante	100				
A1I6	+	8	4				4				2				1				2				2				4		4		2		53	Severo	100				
A2B1	-	2	4				4				4				2				2				2				1		4		4		37	Moderado	100				
A2C1	-	1	1				1				2				2				2				4				1		1		2		20	Irrelevante	100				
A2D1	-	1	2				2				2				2				2				4				4		1		2		26	Moderado	100				
A2D2	-	1	1				2				2				2				2				4				1		1		1		20	Irrelevante	100				
A2E1	-	2	2				2				2				1				2				1				1		4		2		25	Moderado	100				
A2E2	-	4	2				4				2				4				2				4				4		4		2		42	Moderado	100				
A2E3	-	4	2				2				2				4				2				4				4		4		2		40	Moderado	100				
A2G1	-	2	1				2				2				2				2				4				1		1		2		24	Irrelevante	100				
A2H1	-	1	1				2				2				1				2				2				1		1		1		17	Irrelevante	100				
A2H2	-	4	2				4				4				4				2				8				1		4		2		45	Moderado	100				
A2I3	+	2	1				4				2				2				2				2				1		1		2		24	Irrelevante	100				
A2I3	+	2	1				2				2				2				2				2				1		1		2		22	Irrelevante	100				
A2I6	+	8	8				4				4				2				1				4				1		4		2		62	Severo	100				
A2I7	+	8	8				4				2				4				1				1				4		4		2		62	Severo	100				

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																																						
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS																																					
	-	+	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	1	4	1	4	1	2	4	Nivel de significancia	Valor máximo de importancia			
	Impacto Perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítico	Largo Plazo	Medio Plazo	Inmediato	Crítico	Fugaz	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Medio Plazo	Irreversible	Sin sinergismo	Sinérgico	Muy sinérgico	Recuperación inmediata	Recuperable a medio plazo	Mitigable	Irrecuperable	Simple	Acumulativo	Indirecto (Secundario)	Directo			Irregular o discontinuo	Periódico	Continuo
	Naturaleza	Intensidad (Grado de destrucción)	Extensión (área de influencia)	Momento (Plazo de manifestación)	Persistencia (Permanencia del efecto)	Reversibilidad	Sinergia (Regularidad de manifestación)	Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)	Acumulacion (Incremento progresivo)	Efecto (Relación Causa - Efecto)	Periodicidad (Regularidad de la manifestación)	(I) = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)																										
	Signo	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Si	Mc	Ac	Ef	Pr	s	s	s																								
A3B1	-	8	8	4	4	4	2	4	1	4	4	67	Severo	100																								
A3C1	-	2	1	1	1	1	1	2	1	4	2	21	Irrelevante	100																								
A3C2	-	4	2	4	2	2	1	2	1	4	2	34	Moderado	100																								
A3D1	-	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2	38	Moderado	100																								
A3D2	-	4	2	4	4	2	1	2	1	4	2	36	Moderado	100																								
A3E1	-	8	4	8	2	4	4	8	1	4	2	65	Severo	100																								
A3E2	-	8	4	4	2	2	2	4	1	4	2	53	Severo	100																								
A3E3	-	12	8	4	2	4	4	8	4	4	2	84	Crítico	100																								
A3F1	-	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	18	Irrelevante	100																								
A3G1	-	8	2	4	2	2	2	4	1	4	4	51	Severo	100																								
A3H1	-	2	1	4	2	2	1	4	1	1	1	24	Irrelevante	100																								
A3I1	-	8	8	4	4	2	2	4	1	4	2	63	Severo	100																								
A3I2	-	1	1	4	4	2	2	4	4	4	2	31	Moderado	100																								
A3I3	+	8	4	4	2	2	2	2	1	4	2	51	Severo	100																								
A3I4	+	4	4	2	2	2	2	2	1	4	2	37	Moderado	100																								
A3I5	+	1	2	1	1	4	1	8	1	1	1	25	Moderado	100																								
A3I6	+	4	4	4	2	4	1	4	1	4	2	42	Moderado	100																								
A3I7	+	12	8	4	4	2	1	2	4	4	2	75	Crítico	100																								
A4B1	-	8	4	4	2	2	4	4	4	4	2	58	Severo	100																								
A4D1	-	4	2	4	2	4	2	4	4	4	2	42	Moderado	100																								
A4D2	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	40	Moderado	100																								
A4E1	-	12	8	4	2	4	4	8	4	4	2	84	Crítico	100																								
A4E2	-	8	4	4	2	4	2	8	4	4	2	62	Severo	100																								
A4E3	-	12	8	4	4	4	4	8	4	4	2	86	Crítico	100																								
A4F1	-	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	21	Irrelevante	100																								
A4F2	-	2	1	2	2	2	1	4	1	4	1	25	Moderado	100																								
A4G1	-	8	12	4	2	2	2	4	4	4	2	72	Severo	100																								
A4G2	-	2	4	2	2	2	1	4	1	4	2	32	Moderado	100																								
A4H2	-	4	2	4	4	2	1	4	1	4	2	38	Moderado	100																								
A4I1	-	8	8	4	4	4	4	4	4	4	2	70	Severo	100																								
A4I3	+	8	12	4	2	2	2	2	4	4	2	70	Severo	100																								
A4I4	+	4	4	4	2	2	2	2	1	4	2	39	Moderado	100																								
A4I6	+	12	8	4	4	2	1	2	1	4	2	72	Severo	100																								
A4I7	+	12	8	4	2	2	2	2	4	4	4	76	Crítico	100																								

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																																						
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS																																					
	-	+	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	1	4	1	4	1	2	4	Nivel de significancia	Valor máximo de importancia							
	Impacto Perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítico	Largo Plazo	Medio Plazo	Inmediato	Crítico	Fugaz	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Medio Plazo	Irreversible	Sin sinergismo	Sinérgico	Muy sinérgico	Recuperación inmediata	Recuperable a medio plazo	Mitigable	Irrecuperable			Simple	Acumulativo	Indirecto (Secundario)	Directo	Irregular o discontinuo	Periódico	Continuo
	Naturaleza	Intensidad (Grado de destrucción)	Extensión (área de influencia)				Momento (Plazo de manifestación)		Persistencia (Permanencia del efecto)		Reversibilidad		Sinergia (Regularidad de manifestación)		Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)		Acumulacion (Incremento progresivo)		Efecto (Relación Causa - Efecto)		Periodicidad (Regularidad de la manifestación)																	
	Signo	In	Ex				Mo		Pe		Rv		Si		Mc		Ac		Ef		Pr		S	S	S													
	(I) = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)																																					
A5C1	-	4	2				2		2		2		1		4		1		4		2		34	Moderado	100													
A5C2	-	2	4				4		4		2		1		4		1		1		4		35	Moderado	100													
A5G1	-	2	2				2		4		4		2		4		1		4		4		35	Moderado	100													
A5I1	-	2	4				4		4		2		2		4		4		4		4		42	Moderado	100													
A5I6	+	8	4				4		2		4		1		4		1		4		2		54	Severo	100													
A6B1	-	1	1				2		2		2		2		4		1		4		2		24	Irrelevante	100													
A6D1	-	1	1				2		2		2		2		4		1		1		2		21	Irrelevante	100													
A6D2	-	1	1				4		2		2		1		4		1		1		1		21	Irrelevante	100													
A6E1	-	2	2				4		2		4		2		1		1		4		1		29	Moderado	100													
A6E2	-	4	2				4		2		1		2		4		1		4		2		36	Moderado	100													
A6E3	-	4	2				4		2		4		2		8		4		4		2		46	Moderado	100													
A6G1	-	2	2				4		2		2		1		4		1		4		2		30	Moderado	100													
A6H1	-	2	2				4		2		2		1		2		1		1		1		24	Irrelevante	100													
A6I2	-	1	1				4		2		2		1		4		1		4		1		24	Irrelevante	100													
A6I6	+	4	2				4		4		2		1		4		1		4		2		38	Moderado	100													
A7D2	+	8	8				2		4		2		1		2		1		4		4		60	Severo	100													
A7E1	-	2	1				4		1		4		2		1		1		4		1		26	Moderado	100													
A7E3	-	2	1				4		1		1		2		8		1		4		1		30	Moderado	100													
A7I3	-	4	4				2		4		2		1		4		1		4		4		42	Moderado	100													
A8I1	+	12	8				4		4		2		1		4		1		4		4		76	Crítico	100													
A8I6	+	8	4				4		4		2		1		4		1		4		4		56	Severo	100													

Tabla 23: Matriz de valoración de impactos (Etapa de operación y mantenimiento)

IMPACTOS	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																						
	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS																																						
	-	+	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	1	4	1	4	1	2	4	s	s	s			
	Impacto Perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Critico	Largo Plazo	Medio Plazo	Inmediato	Critico	Fugaz	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Medio Plazo	Irreversible	Sin sinergismo	Sinérgico	Muy sinérgico	Recuperación inmediata	Recuperable a medio plazo	Mitigable	Irrecuperable	Simple	Acumulativo	Indirecto (Secundario)	Directo				Irregular o discontinuo	Perfódico	Continuo
	Naturaleza	Intensidad (Grado de destrucción)	Extensión (área de influencia)				Momento (Plazo de manifestación)				Persistencia (Permanencia del efecto)		Reversibilidad		Sinergia (Regularidad de manifestación)		Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)		Acumulacion (Incremento progresivo)		Efecto (Relación Causa - Efecto)		Periodicidad (Regularidad de la manifestación)																
Signo	In	Ex				Mo				Pe		Rv		Si		Mc		Ac		Ef		Pr																	
B1C2	-	12	8				2				4		2		1		4		4		4		4		77		Critico		100										
B1I1	+	12	8				4				4		4		1		4		4		4		4		81		Critico		100										
B1I5	+	2	2				1				4		4		1		8		1		1		1		31		Moderado		100										
B1I7	+	4	2				2				4		4		1		2		1		4		1		35		Moderado		100										
B2C2	-	2	2				4				4		1		1		4		1		4		4		33		Moderado		100										
B2I6	+	8	4				4				4		2		1		4		1		4		4		56		Severo		100										
B3C2	-	2	2				2				1		1		2		4		1		1		1		23		Irrelevante		100										
B3D1	-	4	2				4				2		1		2		4		1		4		1		35		Moderado		100										
B3F1	-	4	2				4				2		2		2		4		1		1		1		33		Moderado		100										
B3F2	-	2	2				2				2		2		1		4		1		1		1		24		Irrelevante		100										
B4C1	-	2	1				4				2		2		1		4		1		1		1		24		Irrelevante		100										
B4D1	-	4	1				4				2		2		1		4		1		4		1		33		Moderado		100										
B4E3	-	2	1				4				2		2		2		8		1		4		1		32		Moderado		100										
B4I6	+	4	1				4				2		1		1		2		1		1		2		28		Moderado		100										
B4I7	+	4	2				2				2		1		1		2		1		1		2		28		Moderado		100										
B5B1	-	4	4				4				2		1		2		1		1		4		2		37		Moderado		100										
B5D1	-	2	4				4				2		2		2		4		2		4		2		36		Moderado		100										
B5D2	-	1	2				4				2		2		2		4		1		4		2		28		Moderado		100										
B5E2	-	2	2				4				2		4		2		4		1		4		1		32		Moderado		100										
B5F1	-	2	1				4				2		2		1		2		1		1		1		22		Irrelevante		100										
B5I1	+	4	2				2				2		1		1		2		1		4		2		31		Moderado		100										
B5I6	+	1	1				4				1		1		1		2		1		1		1		17		Irrelevante		100										
B5I7	+	1	1				4				1		2		1		2		1		4		1		21		Irrelevante		100										
B6D1	-	2	2				4				2		2		1		4		1		1		1		26		Moderado		100										
B6E1	-	1	1				4				2		1		1		1		1		1		1		17		Irrelevante		100										
B6E3	-	2	2				2				2		2		1		4		1		1		1		24		Irrelevante		100										
B6G1	-	2	2				2				2		2		2		4		1		4		1		28		Moderado		100										
B6I1	-	4	2				2				2		2		2		4		1		4		2		35		Moderado		100										
B6I6	+	4	2				4				2		2		1		1		1		4		2		33		Moderado		100										
B6I7	+	4	4				4				2		2		1		2		1		4		2		38		Moderado		100										

Tabla 24: Matriz de importancia (Etapa de construcción)

MATRIZ DE IMPORTANCIA													
Medio	Factores	Código	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN										
			Instalación y operación de Campamentos y Patio de máquinas	Preparación del sitio de obras	Construcción de las Obras	Excavacion, cortes y movimientos de tierra	Explotación de Fuentes de agua	Depósitos de materiales excedentes	Retiro del campamento	Señalización	Valor de alteración	Máximo Valor de Alteración	Grado de alteración
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			
Medio Físico	Geología	B1		-37	-67	-58		-24			-186	400	-46,5
	Hidrografía	C1		-20	-21		-34				-75	300	-25
		C2			-34		-35				-69	200	-34,50
	Suelo	D1		-26	-38	-42		-21			-127	400	-31,75
		D2	-41	-20	-36	-40		-21	60		-98	600	-16,33
	Viento/Aire	E1	-66	-25	-65	-84		-29	-26		-295	600	-49,17
		E2	-48	-42	-53	-62		-36			-241	500	-48,2
		E3	-69	-40	-84	-86		-46	-30		-355	600	-59,17
Medio Biótico	Clima y Amenazas	F1			-18	-21					-39	200	-19,5
		F2				-25					-25	100	-25
	Fauna	G1	-37	-24	-51	-72	-35	-30			-249	600	-41,50
		G2	-22			-32					-54	200	-27
	Flora	H1	-20	-17	-24			-24			-85	400	-21,25
		H2	-44	-45		-38					-127	300	-42,33
	Población	I1			-63	-70	-42			76	-99	400	-24,75
	Uso de Suelo	I2	-26		-31			-24			-81	300	-27
Medio socioeco nómico	Demanda de Bienes y Servicios (Comercio)	I3	43	24	51	70			-42		146	500	29,2
	Colapso de Bienes y Servicios (Comercio)	I4	21	22	37	39					119	400	29,75
	Incremento Demográfico	I5			25						25	100	25
	Seguridad (Riesgos por accidentes)	I6	53	62	42	72	54	38		56	377	700	53,86
	Empleo y mano de obra	I7		62	75	76					213	300	71,00
Valor Medio de Importancia			-51,50										
Valor de Alteración			-256	-126	-355	-373	-92	-217	-38	132	-1325		
Máximo valor de la Alteración			1200	1400	1800	1600	500	1000	400	200		8100	
Grado de Alteración			-21,33	-9	-19,72	-23,31	-18,4	-21,7	-9,5	66			-193,56

Tabla 25: Matriz de importancia (Etapa de operación y mantenimiento)

MATRIZ DE IMPORTANCIA											
Medio	Factores	Código	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						Valor de alteración	Máximo Valor de Alteración	Grado de alteración
			Puesto en Servicio de las obras	Uso y manejo de compuestos químicos	Operación de obras de protección y complementarias	Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	Reparación de fugas	Mantenimiento de obras de protección y complementarias			
			B1	B2	B3	B4	B5	B6			
Medio Físico	Geología	B1					-37		-37	100	-37
	Hidrografía	C1				-24			-24	100	-24
		C2	-77	-33	-23				-133	300	-44,33
	Suelo	D1			-35	-33	-36	-26	-130	400	-32,5
		D2					-28		-28	100	-28
	Viento/Aire	E1						-17	-17	100	-17
		E2					-32		-32	100	-32
		E3				-32		-24	-56	200	-28
	Clima y Amenazas	F1			-33		-22		-55	200	-27,5
		F2			-24				-24	100	-24
Medio Biótico	Fauna	G1						-28	-28	100	-28
		G2							0	0	0
	Flora	H1							0	0	0
		H2							0	0	0
Medio socioeconómico	Población	I1	81				35	35	151	300	50,33
	Uso de Suelo	I2							0	0	0
	Demanda de Bienes y Servicios (Comercio)	I3							0	0	0
	Colapso de Bienes y Servicios (Comercio)	I4							0	0	0
	Incremento Demográfico	I5	35						35	100	35
	Seguridad (Riesgos por accidentes)	I6		56		28	17	33	134	400	33,5
	Empleo y mano de obra	I7	35			28	21	38	122	400	30,5
Valor Medio de Importancia			49,00								
Valor de Alteración			74	23	-115	-33	-82	11	-122		
Máximo valor de la Alteración			400	200	400	500	800	700		3000	
Grado de Alteración			18,5	11,5	-28,75	-6,6	-10,25	1,57			-93,51

5.12.2.2. Descripción de impactos ambientales

En base a las actividades descritas en las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto “Sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cuapa”, luego de ser analizadas para cada uno de los factores del medio físico, biótico y socioeconómico, se identificaron los posibles impactos ambientales; en relación al nivel de importancia de los impactos se detallan de la siguiente manera:

Fase de construcción:

- *Instalación y operación de campamentos y patio de maquinarias.*

En esta actividad se estima la generación de impactos negativos y positivos de carácter temporal durante el establecimiento y operación de los campamentos y maquinarias, entre los cuales se describen de la siguiente manera:

Dentro de los impactos irrelevantes se producirán principalmente en la flora y la fauna, correspondiente al medio biótico; dentro de ello se prevé la perturbación del hábitat de las especies animales, especialmente los reptiles y la destrucción de tipo arbustiva; del mismo modo el colapso de bienes y servicios producido en el medio socioeconómico y valorado como impacto positivo.

Así mismo, los impactos moderados están relacionados a la pérdida de la cobertura vegetal, contaminación del aire por partículas suspendidas, perturbación del hábitat de especies animales principalmente las aves, eliminación de especies forestales, cambios en el uso de suelo y demanda de bienes y servicios, siendo éste último un impacto positivo o beneficioso.

Entre los impactos severos se describen: La generación de ruido y gases por el uso de maquinarias, identificados como impactos negativos o perjudiciales y el establecimiento de la seguridad por riesgos de accidentes evaluado como impacto positivo.

- *Preparación del sitio de obras.*

Dentro de esta actividad se describen los impactos siguientes:

Los impactos irrelevantes se relacionan con el uso e incremento de volumen de sólidos a las aguas superficiales, pérdida de la cobertura vegetal y de tipo arbustiva, perturbación del hábitat de especies animales principalmente las aves, así como la demanda y colapso de bienes y servicios, siendo éstos últimos de valoración positiva.

Dentro de los impactos moderados se describe el cambio del relieve en cuanto a la topografía del lugar, incremento en los procesos de erosión superficial, así mismo la generación de ruido, partículas y gases producidos por el uso de maquinarias en la obra y la eliminación de especies forestales.

De igual manera, se prevé la generación de impactos severos, de acuerdo a su naturaleza son positivos o beneficiosos, de los cuales se relacionan a la seguridad por riesgos de accidentes, así como la generación de empleo y mano de obra.

- *Construcción de las obras.*

De acuerdo a la evaluación del estado físico se prevé la generación de impactos irrelevantes entre los cuales se mencionan: El uso y contaminación de aguas superficiales, inundaciones y eliminación de la flora tipo arbustiva; correspondientes al medio físico y biótico respectivamente.

Entre los impactos moderados se especifica la explotación de agua subterránea, eliminación de la cobertura vegetal y erosión superficial, cambio en el uso tradicional del suelo, colapso de bienes y servicios, incremento demográfico, así como un impacto positivo: La seguridad por riesgos de accidentes.

De igual manera, se describen los impactos severos: Cambio del relieve en cuanto a la topografía del lugar, generación de ruido y partículas suspendidas por el uso de maquinarias, eliminación de la flora tipo arbustiva, afectación negativa a la población donde se van a ejecutar las obras y la demanda de bienes y servicios, siendo este de naturaleza beneficiosa.

De acuerdo a la naturaleza de ésta operación, también se producirán impactos de crítica significancia; las que afectarán directamente al factor viento/aire que corresponde al medio físico. La actividad está vinculada a la emisión de gases por

el uso de maquinarias, lo que podría ocasionar un daño perjudicial en la salud de las personas, el ambiente y directamente a la atmósfera.

De igual modo, se producirá un impacto positivo y de crítica significancia en el factor socioeconómico, debido a la generación de empleos y demanda de mano de obra calificada y no calificada para el proceso constructivo del proyecto.

- *Excavación, cortes y movimientos de tierras.*

Los impactos irrelevantes comprendidos en esta etapa corresponde al medio físico, relacionado a las posibles inundaciones producidas por la interrupción del drenaje de las aguas en la etapa de excavación y movimiento de tierra realizado en la ciudad.

Dentro de los impactos moderados se describe la eliminación de la cobertura vegetal y erosión superficial, inestabilidad del terreno, perturbación del hábitat de especies como los reptiles, eliminación de especies forestales y el colapso de bienes y servicios.

Los impactos severos se relacionan al cambio de la topografía del lugar, generación de partículas suspendidas por el uso de maquinarias, perturbación de la fauna principalmente las aves, demanda de bienes y servicios, seguridad por riesgos de accidentes, siendo éstos últimos de naturaleza beneficiosa.

Así mismo, se prevé la generación de impactos negativos y de crítica significancia en el factor físico, producido por las emisiones sonoras y de gases por el uso de maquinarias en las tareas descritas anteriormente y que afectan de manera directa a los habitantes situados dentro del área del proyecto.

De igual modo, el incremento de empleo y demanda de mano de obra para dichas actividades, generando ingresos económicos significativos a los habitantes del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Dicho impacto, de acuerdo a su naturaleza será positivo o beneficioso.

- *Explotación de fuentes de agua.*

Los impactos moderados descritos en esta actividad se relacionan al uso y explotación de agua superficial y subterránea, así como la perturbación de la fauna, principalmente las aves.

Dentro de los impactos severos producidos en esta actividad y de acuerdo a su naturaleza positiva o beneficiosa se describe la seguridad por riesgos de accidentes.

Es importante destacar que éstos impactos serán de carácter temporal y de manifestación inmediata.

- *Depósitos de materiales excedentes.*

Los impactos irrelevantes en esta actividad están relacionados con el cambio de la topografía del lugar, la eliminación de la cobertura vegetal y erosión superficial del suelo, eliminación de la flora tipo arbustiva y cambio en el uso tradicional del suelo.

Así mismo, se describen lo impactos moderados entre los cuales destacan la generación de ruido, partículas suspendidas y gases por el uso de maquinarias, así como la seguridad por riesgos de accidentes en esta actividad.

- *Retiro del campamento.*

Los impactos moderados en esta actividad están relacionados a la presencia de ruido y gases por el desalojo de maquinarias en el sitio de establecimiento, así también la disminución de la demanda de bienes y servicios en los negocios aledaños a los campamentos.

Dentro de los impactos severos y de naturaleza beneficiosa, se describe la recuperación de la cobertura vegetal por el abandono de los campamentos.

- *Señalización.*

En esta actividad se relaciona la seguridad por riesgos de accidentes que se pueden producir dentro y fuera del área de las obras en construcción, siendo éste

de acuerdo a su valoración un impacto severo y de naturaleza positiva o beneficiosa.

Así mismo, se relaciona a la población como principal factor afectado de crítica significancia y de acuerdo a la naturaleza de esta actividad el impacto producido será positivo o beneficioso.

Fase de operación y mantenimiento:

- *Puesta en servicio de las obras.*

Los impactos moderados producidos en esta actividad se relacionan al incremento demográfico, generación de empleo y mano de obra en la ciudad de Cuapa.

Es importante mencionar el impacto positivo que se producirá en esta etapa al medio socioeconómico, esto implica el crecimiento de la economía local y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes que están dentro del área de influencia del proyecto, esto debido a la puesta en marcha del nuevo proyecto de agua potable en la zona, el cual estará funcionando como un servicio continuo de 24 horas durante el período de diseño.

Así también, se generarán impactos negativos o perjudiciales sobre el recurso hídrico Pozo El Tamarindo, debido a la explotación de agua que será suministrada a la población de la ciudad de Cuapa en un período de diseño de 20 años. De acuerdo al impacto que se producirá, es recomendable la ejecución de medidas de mitigación para la preservación del ambiente y el recurso hídrico aportando en la recarga del acuífero.

- Uso y manejo de compuestos químicos.

Esta actividad se relaciona al deterioro de la calidad de agua por el uso de hipoclorito de calcio para el proceso de desinfección del agua subterránea Pozo El Tamarindo, generando un impacto negativo y de moderada significancia. Así mismo, se evalúa el riesgo por accidentes durante el uso y manejo de los compuestos químicos, dicho impacto correspondiente a severa significancia.

- Operación y obras de protección y complementarias.

Una vez puesta en marcha las obras, se prevé la generación de impactos irrelevantes, los cuales están relacionados al desvío del agua subterránea e inestabilidad del terreno, debido al mal funcionamiento de los dispositivos que también podrían causar averías en la línea de conducción.

Dicho lo anterior, se estima la generación de impactos moderados, entre los que se describen: La contribución a la erosión superficial e inundaciones en las áreas perjudicadas.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.

Dentro de los impactos irrelevantes previstos en esta actividad se describe la contaminación de agua superficial por el derramamiento accidental de sustancias contaminantes a los cuerpos de aguas aledaños. De acuerdo a su naturaleza, es un impacto negativo o perjudicial.

Los impactos moderados están relacionados a la presencia de erosión superficial y gases, seguridad por riesgos de accidentes en el período de mantenimiento y la generación de empleo para dichas obras. Estos impactos estarán en función de las ocurrencias de averías mayores o desperfectos en las obras de conducción.

- Reparación de fugas.

Debido a las características de la actividad se estima la generación de impactos irrelevantes, entre los cuales se mencionan: Inundaciones en las áreas con presencia de fugas, seguridad por riesgos de accidentes y generación de empleo para dichas obras.

En cuanto a los impactos moderados se describen el cambio en la topografía del lugar, el aumento de erosión superficial y el deterioro de la cobertura vegetal, así como la generación de partículas suspendidas que afectan directamente a la población localizada en los lugares aledaños a las fugas.

- Mantenimiento de obras de protección y complementarias.

En esta actividad se prevé la generación de impactos irrelevantes, entre los que se describen: La generación de ruido y gases, produciendo la disminución de la calidad de aire local, debido a las tareas de mantenimiento y el uso de equipos o maquinarias en casos necesarios.

Así también, se estiman impactos moderados de naturaleza negativa o perjudicial como: El aumento de la erosión superficial y perturbación del hábitat, especialmente las aves. De igual manera, la seguridad por riesgos de accidentes y la generación de empleo para dichas tareas; éstos últimos impactos son evaluados de naturaleza positiva.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El levantamiento topográfico realizado en el sitio de estudio para definir la ubicación de la línea de conducción, almacenamiento y red de distribución; arrojó diferencias de elevaciones de 260.36 m desde la captación hasta el tanque de almacenamiento y una distancia de 12,572 m; por lo cual se empleó un pozo húmedo de bombeo localizado a 7,371.67 m de distancia y a una altura de 255.92 m sobre la fuente; de esta manera, se logró vencer la CTD al dividirla en magnitudes de 228.758 mca para el tramo Fuente – Estación de bombeo y 195.425 mca correspondiente al tramo Estación de bombeo - tanque de almacenamiento.

En base a la realización del censo poblacional en la ciudad de Cuapa, se determinó una población futura correspondiente a 4,364 habitantes para un período de diseño del sistema de 20 años, el cual tendrá un consumo promedio diario de 4.934 lps, volumen a ser distribuido en una red hidráulica cerrada.

Una vez propuesto el diseño del sistema del tipo Fuente-Tanque-Red, se realizó el análisis hidráulico, determinando el cumplimiento de las presiones en los nodos, obteniendo una presión mínima en la red de distribución de 14.05 mca y máxima correspondiente a 48.13 mca; así mismo las velocidades del flujo en las tuberías que van desde 0.04 a 1.51 m/s; de igual manera se describe una velocidad de 0.921 m/s. para la línea de conducción.

De acuerdo al análisis económico realizado para cada uno de los componentes del sistema, se determinó el monto de inversión del proyecto, el cual corresponde a \$ 2,384,485.40 (Dos millones trescientos ochenta y cuatro mil, cuatrocientos ochenta y cinco punto cuarenta dólares americanos).

Dentro de los impactos socio ambientales a generarse mediante la realización del proyecto del sistema de abastecimiento, se describen a partir del área de influencia directa e indirecta del proyecto que corresponde a 1.10 km² y 9.788 km² respectivamente; en donde se destaca la generación de empleos y mano de obra en las etapas de construcción y operación del proyecto, así como el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el crecimiento económico en la localidad.

6.2. Recomendaciones

A Enacal

Para la disminución de costos en la ejecución del proyecto, la utilización del tanque de almacenamiento existente en la ciudad de Cuapa, ubicado en el barrio Villa hermosa, que tiene una capacidad de 30 mil galones, permite cumplir con la demanda del sistema para un periodo de ocho años, siendo necesario la instalación del nuevo tanque después de dicho periodo.

Efectuar estudio de suelo para la ubicación del tanque de almacenamiento en el barrio Villa Hermosa, evaluando la capacidad de carga admisible del terreno y las características del mismo en función de los requerimientos de diseño.

Elaborar plan de gestión, seguimiento y conservación de la fuente con los productores que forman parte del área geográfica donde está ubicado el pozo perforado, de manera que se pueda prever mayor contaminación por agentes patógenos y del ambiente, así también disminución de caudal que perjudique el funcionamiento correcto del sistema en el periodo de diseño.

Realizar un plan de manejo ambiental para el proyecto de sistema de abastecimiento agua potable en la ciudad de Cuapa, tomando en consideración los impactos previstos y evaluados en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, estableciendo estrategias de manejo y monitoreo ambiental, priorizando los impactos de crítica y severa significancia.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2016). *Conflicto de Uso de agua, Municipio de Cuapa, Departamento Chontales*. Managua: Autoridad Nacional del Agua.
- Anónimo. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo para agua*. Lima.
- Castro, J. A., & Morales Castro, A. (2008). *PROYECTOS DE INVERSIÓN, EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN*.
- Catalunya, U. P. (Diciembre de 2011). *Enginyeries Industrials. Fluidos, bombas e instalacions hidrauliques*. Barcelona: LA FACTORIAL.
- Chain, N. S. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*.
- Cotán- Pinto Arroyo, S. (Diciembre de 2007). *Valoración de impactos ambientales. Metodologías Valoración Impacto Ambiental*, 3. Sevilla, España.
- Dompé, I. M. (2019). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Juigalpa.
- ENACAL. (2011). *Antecedente Como Fuente de Abastecimiento de Agua. Biblioteca Virtual ENACAL*.
- FUNDAR, & MARENA. (13 de Abril de 2012). *Plan de manejo Reserva Natural Amerrisque. Área protegida Reserva Natural Amerrisque*. Managua, Nicaragua.
- Grande, A. B. (2018). *Ficha Sector Sudáfrica*. España.
- hidráulico, D. (s.f.). *catarina.udatl*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/capitulo3.pdf
- Iglesias, M. S. (2016). *Características de la Red de Distribución de Agua Potable. eadic*.
- INAA. (1989). *Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas.(NTON 09003 - 99)*. Managua: SE.
- INGENIEROS, C. (Mayo de 2015). *MINEM*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20electricidad/EIA/EIA-HIDRO%20CHILIA-2015/4.0%20Descripci%C3%B3n%20area%20influencia%20directa%20e%20indirecta%20Rev%200.pdf>
- INIDE. (02 de Febrero de 2016). <http://www.inide.gob.ni/>. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de <http://www.inide.gob.ni/>: <http://www.inide.gob.ni/>

- Jerez Esquivel, R. R. (2017). *Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el proyecto Urbanización*. Managua.
- Junta de Andalucia. (2015). Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/agua/planes_hidrologicos/plan_hidrologico2015_2021_top/anejo_3_usos_y_demandas_top.pdf
- Lugo, Á. P. (09 de abril de 2014). *www.researchgate.net*. Obtenido de [www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/262043773_El_Fenomeno_del_Golpe_de_Ariete_Causas_Efectos_y_Preencion](https://www.researchgate.net/publication/262043773_El_Fenomeno_del_Golpe_de_Ariete_Causas_Efectos_y_Preencion)
- Macchia, J. L. (2007). *Computos, costos y presupuestos*.
- Mateus, E. O. (31 de Mayo de 2011). <https://core.ac.uk/download/pdf/71891662.pdf>. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71891662.pdf>
- Nacional, A. (27 de Noviembre de 2017). Decreto No. 20-2017 . *Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales*. Managua, Nicaragua.
- Niño, V. (2017). Obtenido de <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2076>
- PHINPDA. (2003). *Diagnóstico de los Recursos Hídricos por Cuenca Hidrográfica*. Managua: Plan Hidrologico Indicativo Nacional y Plan Anual de Disponibilidad del Agua.
- Rangel, C. C. (01 de Septiembre de 2009). *Academia edu*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá : https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33242910/19248899-Valvulas-para-tuberias.pdf?1395084270=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DFacultad_de_Ingenieria.pdf&Expires=1604958565&Signature=KveTSmW-UUfUmbFBTDtU2ESKz9tXxVj1BfdlvdTtaThpdnF-rF0VZG
- Rodriguez Ruiz, P. (2001). *ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*.
- Rueda, L. G. (2010). *Diseño de un banco de pruebas para la medición de perdidas por fricción en tuberías*. Bogotá.
- Salud, O. M. (1993). *Guías para la calidad*.
- Somoza, R. A. (agosto de 2013). *“DISEÑO DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE SAN BLAS EN EL MUNICIPIO DE TIPITAPA DEPARTAMENTO DE*

MANAGUA” . Obtenido de

file:///C:/Users/pavel%20useda/Desktop/Protocolo/70505.pdf

Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México.

Anexos

Anexo 1: Recolección de datos para censo poblacional



Fuente: Propia

Anexo 2: Abastecimiento de agua a través de cisternas



Fuente: Propia

Anexo 3: Abastecimiento de agua a través de pozos públicos



Fuente: Propia

Anexo 4: Realización de levantamiento topográfico



Fuente: Propia

Anexo 5: Pozo público en mal estado ubicado en barrio La Plaza



Fuente: Propia

Anexo 6: Extracción de muestras de suelo y agua



Fuente: Propia

Anexo 7: Tanque de almacenamiento existente



Fuente: Propia

Anexo 8: Formato para censo poblacional

CONFIDENCIAL

Por Ley Los Datos Suministrados son estrictamente confidenciales y serán usados solo para fines estadísticos.

CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA CIUDAD DE CUAPA, CHONTALES.



SECCION I. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

1 Barrio / Comarca: _____	4 Manzana _____
2 Localidad: _____	5 Vivienda _____
3 Nombre: _____	6 Área de Supervisión _____

7 Dirección Exacta _____

SECCION II. DATOS DE LA VIVIENDA

1 Tipo de Vivienda (Por Observación) Particular 01 ☐ Casa 02 ☐ Quinta 03 ☐ Apartamento 04 ☐ Cuartería 05 ☐ Rancho o Choza 06 ☐ Vivienda Improvisada 07 ☐ Local Usado como Vivienda Colectiva 08 ☐ Pulpería 09 ☐ Hospedaje 10 ☐ Ferretería 11 ☐ Centro de salud / Puesto de salud 12 ☐ Centro Escolar 13 ☐ Asilo 14 ☐ Institución religiosa 15 ☐ Comedor 16 ☐ Negocio público 17 ☐ Billar 18 ☐ Otros	4. Esta vivienda se abastece de agua por: 01 ☐ Tubería dentro de la vivienda 02 ☐ Pozo privado 03 ☐ Pozo público 04 ☐ Ojo de agua o manantial 05 ☐ Río/quebrada/arroyo 06 ☐ Camión/carreta/cisterna 07 ☐ De otra vivienda/vecino/empresa 08 ☐ Otro	9. ¿Qué problemas ha enfrentado para obtener agua potable? 01 ☐ recorrer distancias considerables 02 ☐ esperar turnos en puestos públicos 03 ☐ uso considerable de fuerza física para extraer agua potable de pozos. 04 ☐ recolectar agua por las noches debido al mal funcionamiento de la red 05 ☐ recolectar agua de lluvia
2. Cantidad de personas que habitan en este hogar Nº _____ Mujeres: _____ Hombres: _____	5. El tipo de servicio higiénico que tiene este hogar es: 01 ☐ Escusado o letrina Inodoro que descarga en: 2 ☐ Tubería de aguas negras 3 ☐ Sumidero o pozo séptico 4 ☐ Río/ quebrada 5 ☐ No tiene	10. problemática más frecuente con respecto al agua potable. 01 ☐ agua sucia 02 ☐ problemas estomacales 03 ☐ escasez
3. Esta vivienda que ocupa es: 01 ☐ Alquilada 02 ☐ Pagándose / amortizándose 03 ☐ Propia	6. Usos del agua potable en esta vivienda: 01 ☐ Uso doméstico 02 ☐ Uso agrícola 03 ☐ Uso industrial 04 ☐ Uso comercial	11. ¿Cada cuantos días llega el agua a su casa? 1 día ☐ 2 días ☐ 3 días ☐ 4 días a más ☐ Otro _____
	7. ¿Con que agua realiza el lavado de ropa? 01 ☐ agua de pozo 02 ☐ agua potable 03 ☐ agua de río o afluente natural	12. ¿Ve necesario una mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable? 1 ☐ Si 2 ☐ No
	8. Agua utilizada para consumo (ingesta, preparación de alimentos, etc.) 01 ☐ agua purificada 02 ☐ agua de llave 03 ☐ agua de pozo 04 ☐ agua de sistema	

Anexo 9: Parámetros para selección del tipo de tratamiento de agua

CLASIFICACION DE FUENTES DE AGUA Y POSIBLE TRATAMIENTO

ITEM	Fuente buena. Requiere como tratamiento únicamente desinfección	Fuente que puede requerir tratamiento usual tal como filtración y desinfección	Fuente deficiente puede requerir tratamiento especial y desinfección
DBO (5-días) mg/L			
Promedio Mensual	0.75-1.5	1.5-2.5	Mayor de 2.5
Máximo diario;	1.0-3.0	3.0-4.0	Mayor de 4.0
Coliforme NMP por 100 ml			
Promedio mensual	50-100	50-500	Mayor de 5000
Máximo diario:	Más de 100 en menos del 5% de las muestras	Más de 5000 en menos del 20% de las muestras.	Más de 20000 en menos de 5% de las muestras.
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.0 (mínimo)	4.0 (mínimo)	4.0 (promedio)
Saturación	75% o mayor	60% mayor	
pH promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 09	3.8 - 10.5
Cloruro max. mg/L.	Menor de 1.5	1.5 - 3.0	Mayor de 250
Fluoruros, mg/L.	Menor de 1.5	1.5 - 30	Mayor de 3.0
Compuestos			
Fenolicos max. Mg/Lit.	Ninguno	0.005	Mayor de 0.005
Color, unitario	20	20 - 150	Mayor de 150
Turbiedad, (U.T.N)	10	10 - 250	Mayor de 250

NOTAS:

- 1: Toda fuente superficial debe tener como tratamiento mínimo la desinfección.
- 2: el valor de los límites indicados en esta Tabla es relativo y el proyectista deberá utilizarlos solamente, como una guía general para cada caso.

Fuente: Norma del INAA NTON 09 003-99

Anexo 10: Resultados de análisis microbiológico



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

MB-2008-0143
FTP-7.8.2.1

CLIENTE		DIRECCION		TELEFONO	
Yuri Tatiana García		De la bodega de la Alcaldía 2c.al norte 1c.al oeste		NR	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Yuri Tatiana García		Tesisista		yurigarca2197@gmail.com	
DATOS DE LA MUESTRA			CONTROL DEL LABORATORIO		
Fecha y Hora de recolección	17/08/20 ; 01:40 pm		Fecha de	Ingreso de muestra	18/08/2020
Fuente	Pozo El Tamarindo			Inicio de análisis	18/08/2020
Tipo de muestra	Agua Subterránea			Finalización de análisis	21/08/2020
Ubicación de la fuente	Cuapa-Chontales			Emisión del certificado	28/08/2020
Coordenadas	NR		No. Cadena de custodia	4105	
Recolectada por	Anibal Martínez		Código de muestra	LA-2008-1206	
Supervisor en campo	Anibal Martínez		Muestra No.	Uno (01)	
METODO	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS		Norma CAPRE*
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	1.6*10 ³		Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	Negativo		Negativo

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

Abreviaturas y símbolos: s menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NR= No Reporta

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017

EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

6801714

Dirección: (505) 22781462 • Área Académica 2270-5613 y 8886-6702 (M); Atención al Cliente: 2270-1517 y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni, infopiensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Anexo 11: Resultados pruebas de calidad de agua ENACAL



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

2020
TECNICARAGUA

PATRIA!
PAZI!
PERVENIR!

INTERESADO:	ENACAL	FECHA CAPT :	19/08/2020
DEPARTAMENTO	CHONTALES	HORA CAPT :	3:30 PM
MUNICIPIO:	CUAPA	PRESERV:	SI
COMUNIDAD	EL TAMARINDO	TIPO FUENTE	SUBT.
PUNTO DE CAPTACION:	POZO PERFORADO ENACAL		

RESULTADOS

PARAMETRO	POZO PERFORADO	NORMAS CAPRE
TEMPERATURA	28	18-30 °C
pH	8.07	6.5-8.5
COND. ELECTRICA	348	1000 μ S/cm
TURBIEDAD	0.5	5 NTU
COLOR	0.0	15 UC
SOLID. DISUELTOS	174	400 mg/l CaCO_3
ALCALINIDAD	223.54	400 Mg/lts
HIERRO	0.11	0.3 mg/l
CLORO RESIDUAL	0	0.5 A3 mg/l
BACTERIOLOGICO	106	0 A 10 colonias 100ML
ARSENICO TOTAL	2	10 μ g/l

Nota: Como se observa en los resultados de las muestra todos los parámetros están dentro de NORMAS. El análisis Bacteriológico fue realizado por filtración de Membrana de 45mm y 0.45 μ m. Con Resultado de 106 Coliformes fecales en 100ml de Agua. Se tomó la muestra del pozo con captador (Agua estancada)

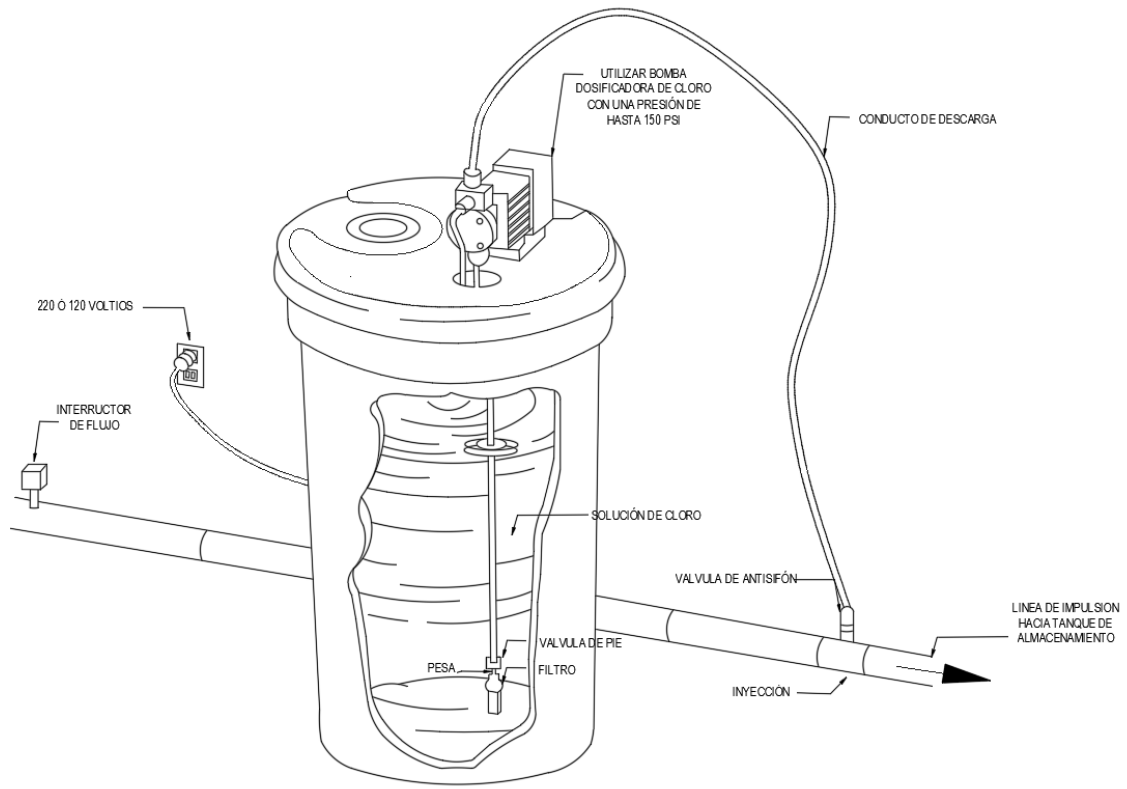


Atentamente

Miguel Meza Hurtado
Res. Reg. Regional ENACAL SUR

CC: Archivo

Anexo 12: Sistema de cloración por goteo



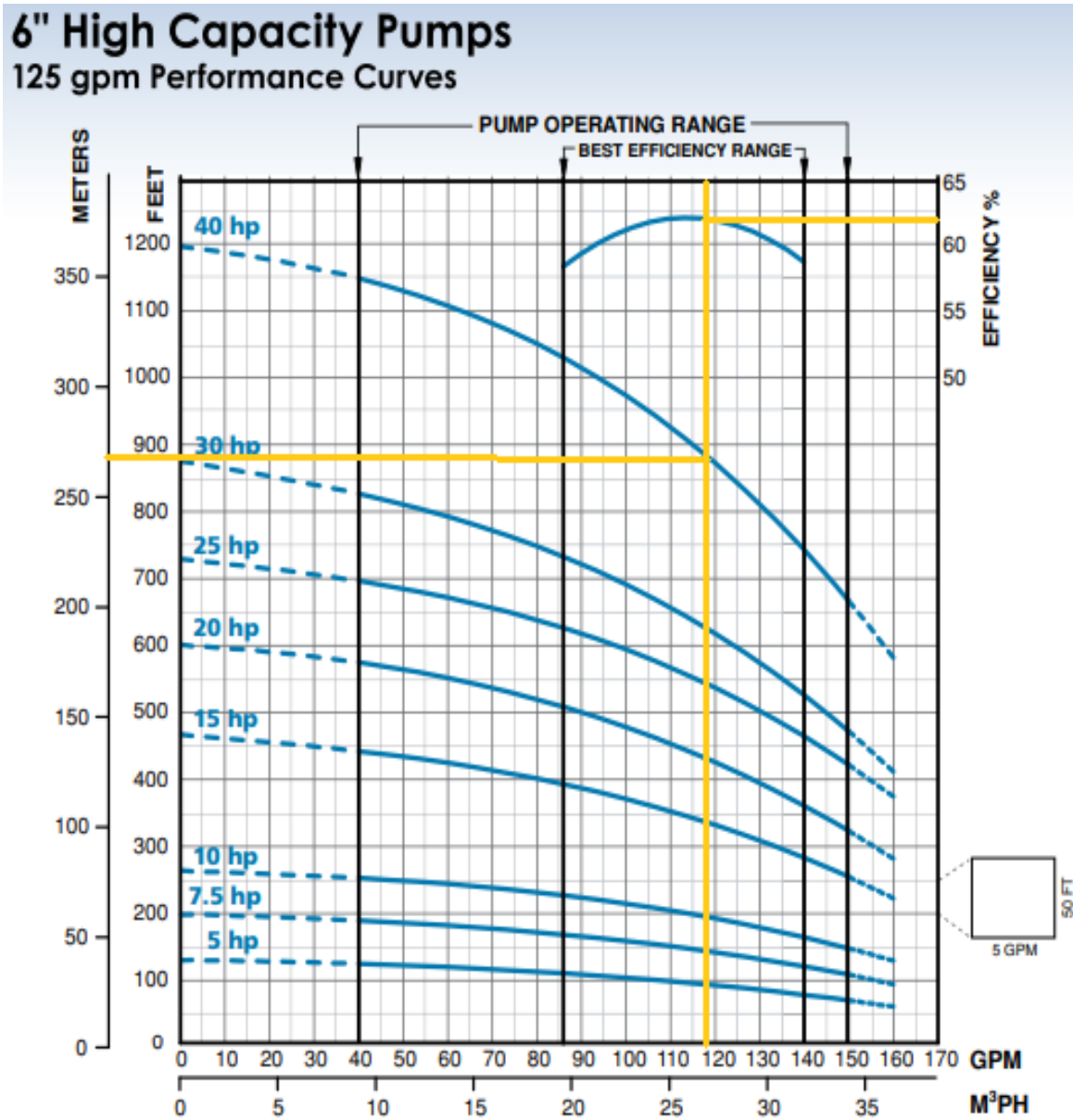
Fuente: *Elaboración propia*

X

Anexo 14: Resultados de calidad de agua en la red mediante el programa EPANET

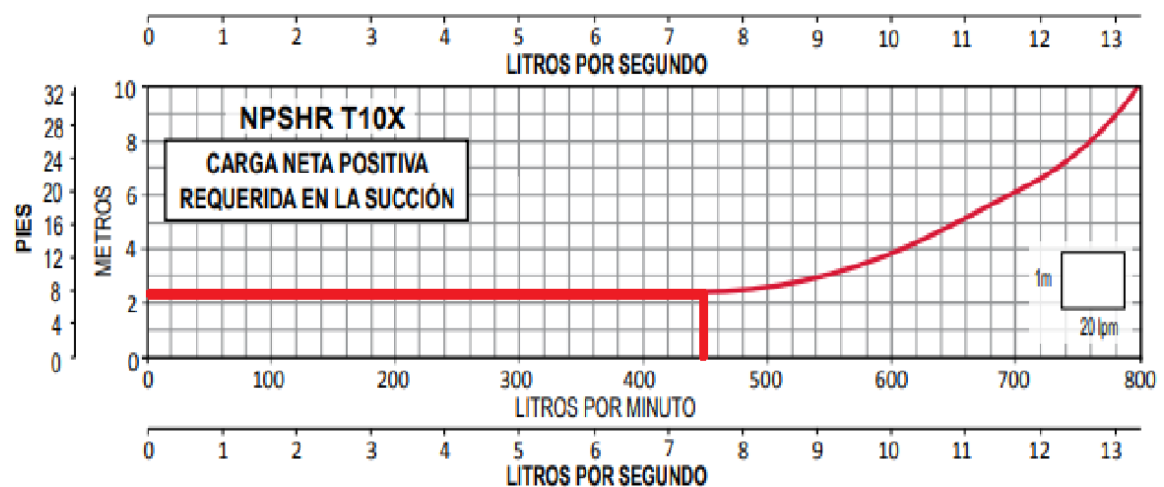
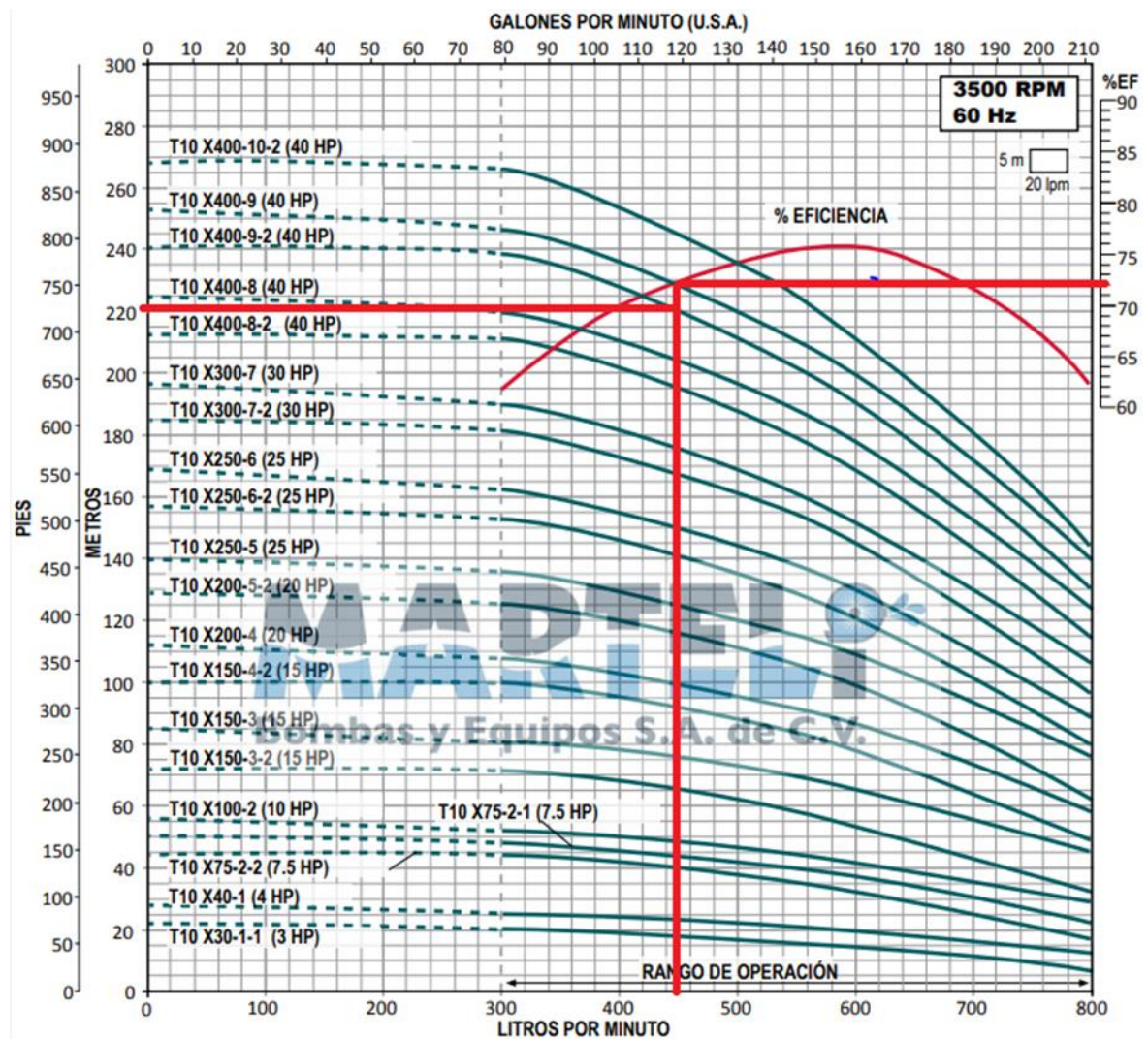
		
ID Nudo	Cota m	Químico mg/L
Conexión n1	301.348	0.99
Conexión n3	294.967	0.99
Conexión n4	294.958	0.99
Conexión n5	327.399	1.00
Conexión n6	315.89	0.99
Conexión n7	296.498	0.99
Conexión n8	287.457	0.99
Conexión n9	310.51	0.99
Conexión n10	329.54	1.00
Conexión n11	328.554	1.00
Conexión n12	333.575	0.99
Conexión n13	295.507	0.99
Conexión n14	297.771	0.99
Conexión n15	304.323	0.99
Conexión n16	317.886	0.99
Conexión n17	328.728	0.99
Conexión n18	302.735	0.99
Conexión n20	325.55	0.99
Conexión n23	300.422	0.99
Conexión n24	297.585	0.99
Conexión N-1	332.871	1.00
Embalse tanque1	383.248	1.00

Anexo 15: Gráfica de selección para bomba sumergible

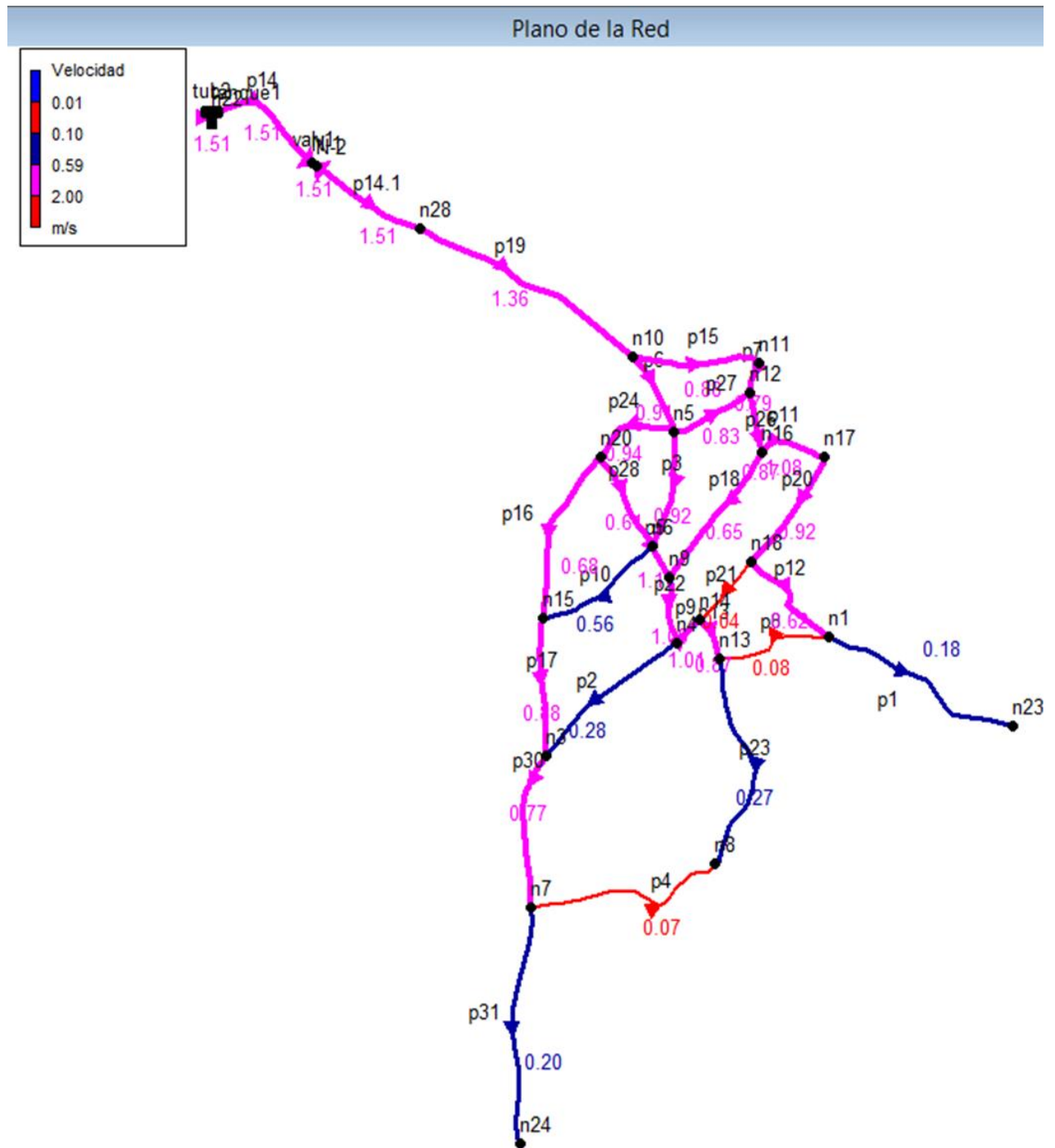


Fuente: Catálogo Franklin Electric

Anexo 16: Gráfica de selección para bomba horizontal y carga neta positiva requerida

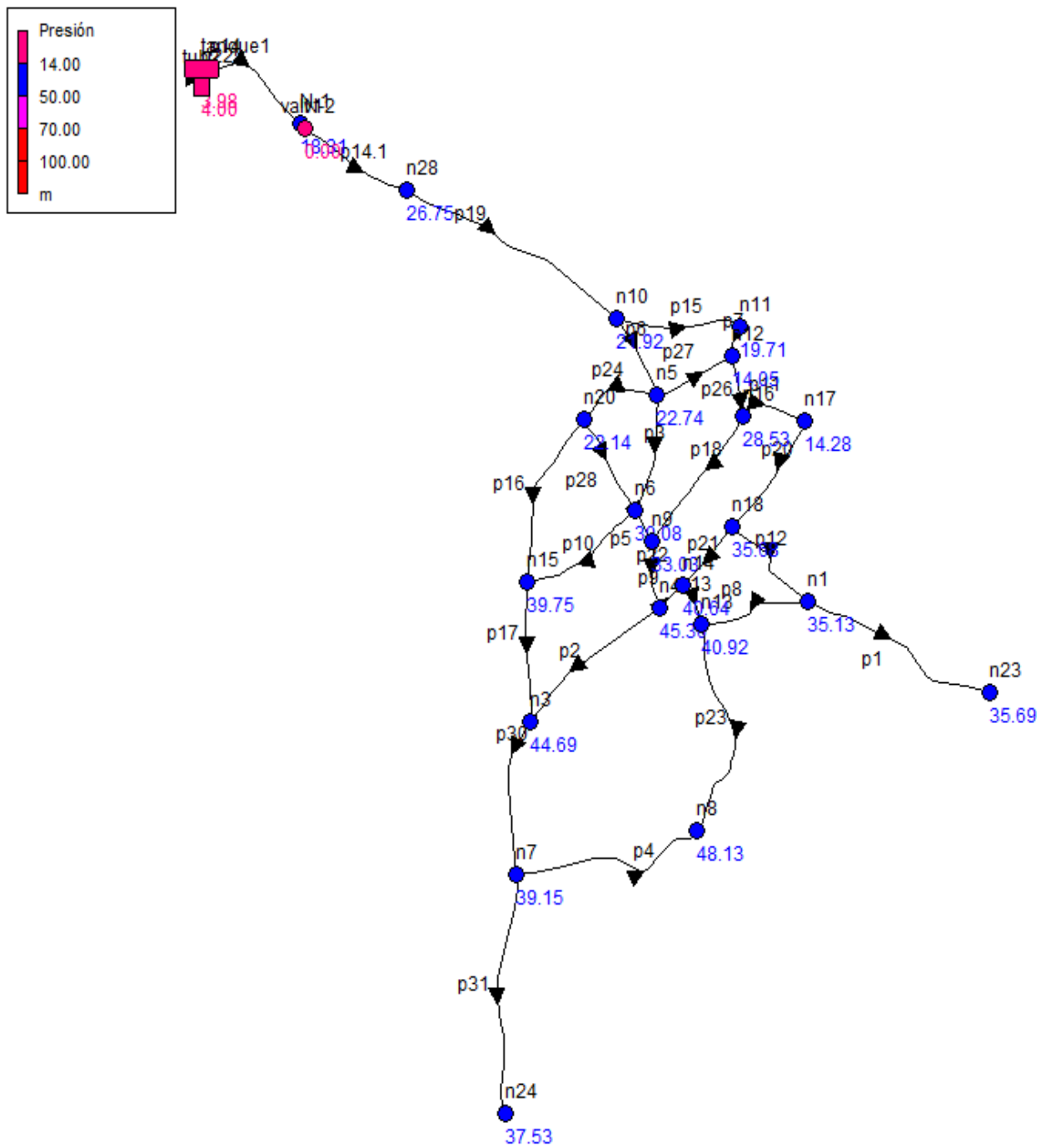


Anexo 17: Modelación de velocidades con demanda base



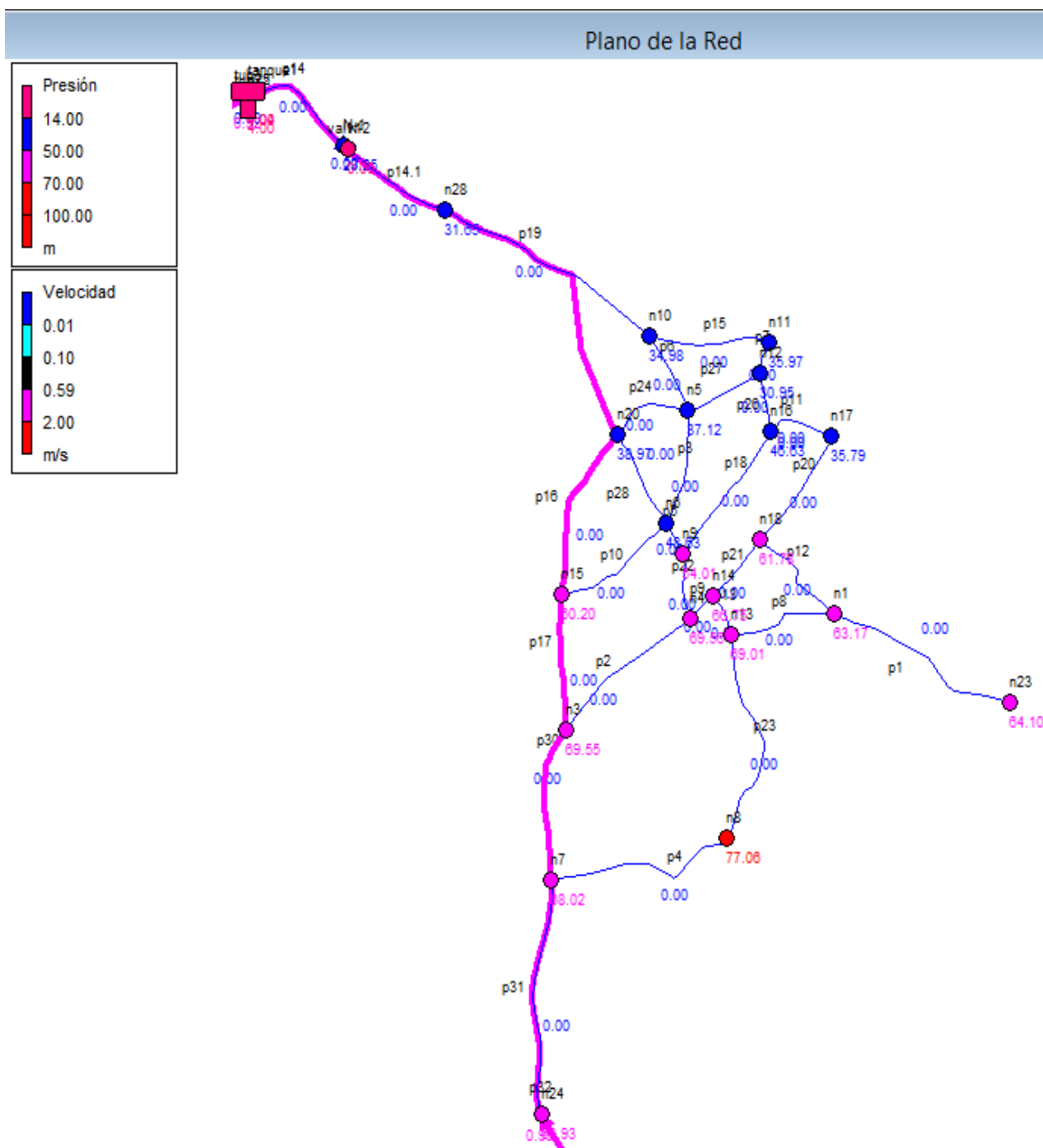
Fuente: EPANET

Anexo 18: Modelación de presiones en la red con demanda base



Fuente: EPANET

Anexo 19: Modelación de presiones en la red con demanda cero



Fuente: EPANET

Anexo 20: Resultados de Velocidades en la red de distribución a través de EPANET

Tabla de Red - Líneas					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería p2	345.13	50	-0.54	0.28	1.93
Tubería p3	233.03	50	1.80	0.92	17.86
Tubería p4	406.6	50.8	0.15	0.07	0.16
Tubería p5	69.12	38.1	1.27	1.11	35.25
Tubería p6	168.93	100	7.16	0.91	7.86
Tubería p7	62.06	63.5	2.51	0.79	10.35
Tubería p8	231.07	50	-0.16	0.08	0.19
Tubería p9	64.72	38.1	1.16	1.01	29.59
Tubería p10	267.5	50	-1.10	0.56	7.12
Tubería p11	140	50	2.13	1.08	24.34
Tubería p12	225.43	50	-1.21	0.62	8.62
Tubería p13	88.01	38.1	-1.00	0.87	22.47
Tubería p15	258.03	63.5	-2.77	0.88	12.40
Tubería p16	349.63	50	-1.34	0.68	10.35
Tubería p17	268.9	50	-1.72	0.88	16.41
Tubería p18	306.83	50	1.27	0.65	9.40
Tubería p20	255.03	50	-1.81	0.92	18.02
Tubería p21	151.27	50	-0.09	0.04	0.06
Tubería p22	131.1	50	2.14	1.09	24.51
Tubería p23	442.93	50	-0.54	0.27	1.90
Tubería p24	177	65	-3.13	0.94	13.83
Tubería p26	118.3	75	-3.86	0.87	10.16
Tubería p27	169.7	50	-1.63	0.83	14.81
Tubería p28	205.9	50	1.19	0.61	8.33
Tubería p30	307.33	50	-1.52	0.77	13.03
Tubería p1	428.35	50	0.35	0.18	0.84
Tubería p19	495	100	-10.67	1.36	16.49
Tubería p31	491	50	-0.40	0.20	1.09
Tubería p14.1	244	100	-11.86	1.51	20.06
Tubería p14	245	100	-11.86	1.51	20.06
Tubería tub2	1	100	-11.86	1.51	20.05
Válvula valv1	No Disponible	100	11.86	1.51	17.79

Anexo 21: Resultado de presiones en la red con demanda base

Tabla de Red - Nudos				
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	301.348	0.71	336.47	35.13
Conexión n3	294.967	0.74	339.66	44.69
Conexión n4	294.958	0.44	340.32	45.36
Conexión n5	327.399	0.60	350.14	22.74
Conexión n6	315.89	0.63	345.97	30.08
Conexión n7	296.498	0.97	335.65	39.15
Conexión n8	287.457	0.68	335.59	48.13
Conexión n9	310.51	0.41	343.54	33.03
Conexión n10	329.54	0.74	351.46	21.92
Conexión n11	328.554	0.26	348.26	19.71
Conexión n12	333.575	0.28	347.62	14.05
Conexión n13	295.507	0.62	336.43	40.92
Conexión n14	297.771	0.25	338.41	40.64
Conexión n15	304.323	0.72	344.07	39.75
Conexión n16	317.886	0.46	346.42	28.53
Conexión n17	328.728	0.32	343.01	14.28
Conexión n18	302.735	0.51	338.42	35.68
Conexión n20	325.55	0.59	347.69	22.14
Conexión n23	300.422	0.35	336.11	35.69
Conexión n28	332.871	1.19	359.63	26.75
Conexión n24	297.585	0.40	335.12	37.53
Conexión N-1	364	0.00	382.31	18.31
Conexión N-2	364.52	0.00	364.52	0.00
Depósito tanque1	383.248	-11.86	387.25	4.00

Anexo 22: Resultados de presiones en la red con demanda cero

Tabla de Red - Nudos				
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	301.348	0	364.52	63.17
Conexión n3	294.967	0	364.52	69.55
Conexión n4	294.958	0	364.52	69.56
Conexión n5	327.399	0	364.52	37.12
Conexión n6	315.89	0	364.52	48.63
Conexión n7	296.498	0	364.52	68.02
Conexión n8	287.457	0	364.52	77.06
Conexión n9	310.51	0	364.52	54.01
Conexión n10	329.54	0	364.52	34.98
Conexión n11	328.554	0	364.52	35.97
Conexión n12	333.575	0	364.52	30.95
Conexión n13	295.507	0	364.52	69.01
Conexión n14	297.771	0	364.52	66.75
Conexión n15	304.323	0	364.52	60.20
Conexión n16	317.886	0	364.52	46.63
Conexión n17	328.728	0	364.52	35.79
Conexión n18	302.735	0	364.52	61.78
Conexión n20	325.55	0	364.52	38.97
Conexión n23	300.422	0	364.52	64.10
Conexión n28	332.871	0	364.52	31.65
Conexión n24	297.585	0	364.52	66.93
Conexión N-1	364	0	387.25	23.25
Conexión N-2	364.52	0	364.52	0.00
Depósito tanque1	383.248	No Disponible	387.25	4.00

Anexo 23: Cálculo de selección de equipo de bombeo

Diámetro de 3" para bomba sumergible

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST0+000- EST 7+371.67				
DATOS	ECUACIÓN	RESULTADO	UNIDAD	OBESERVACIÓN
1. DATOS DEL TERRENO				
Longitud	-	7371.670	m	Tomada de planos
	-			
2. DATOS DE LA TUBERÍA				
C=	-	150.000	adim	Tubería nueva
M. elast Tub		28100.000	Kg/cm2	
M. elast Agua		20670.000	Kg/cm2	
3. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA				
	-			
X = N/24	-	0.667	adim	
Caudal	-	0.00747	M3/seg	
Determinación del diámetro	$D = 1.3X^{*0.25} Q^{*0.5}$	0.102	m	
D(pulgada)	-	3.997	m	
D (Pulgada)	-	4.000	Pulg	
Diámetro teorico	-	3.000	Pulg	Seleccionar al inmediato superior
Espesor 3"	-	0.343	cm	Datos seleccionados de catalogo de Durman Esquivel
4.DIÁMETROS SUPERIORES COMERCIALES				
Diam sup1		6.000	Pulg	Selección de diámetros para el analisis
Diam inf 1		3.000	Pulg	
Diam sup1		0.152	m	Diámetros comerciales convertidos en metros
Diam inf 1		0.076	m	
5.ANÁLIS DEL DIÁMETRO ECONOMCO 3"				
CÁLCULOS DE PÉRDIDAS				
Q	-	0.00747	m3/seg	
D1	D3"	0.076	m	Diámetro propuesto
L		7371.670	m	
C		150.000	Adim	
hf	$Hf= 10.67^{*}(Q/C)^{*1.852^{*}L/D_1^{*4.875}}$	238.489	m	Pérdidas de energías por longitud
hf5%	$Hf= Hf^{*}5\%$	11.924	m	Pérdidas de energías por succión
Pérdidas en los accesorios	$Hf= 10.67^{*}(Q/C)^{*1.852^{*}L/D_1^{*4.875}}$	4.219	m	
2 válvula de alivio de 2 pulgadas		19.400	m	
2 codo de 45 de 4 " pulgadas		3.000	m	
2 válvula check de 4 "		90.000	m	
2 válvula de aire de 2"		18.000	m	
Longitud equivalente		130.400	m	
Hftotal	$Hf= Hf^{*}5\% + Hf$	254.632	m	Pérdida de energía total

6. CARGA TOTAL DINÁMICA				
Nivel del pozo	-	122.884	m	Datos del pozo
Nivel del rebombeo	-	255.290	m	Nivel del terreno del cárcamo
Diferencia de altura	-	132.406	m	Carga estática
Nivel dinámico	-	8.201	m	Datos del pozo
Nivel estático	-	5.731	m	Datos del pozo
Hftotal	-	254.632	m	Pérdida de energía total
CD	$CD = Dif.Alt+N.Dinam+N.Estatico+Hftotal$	400.970	m	Carga dinámica
POTENCIA REQUERIDA DE BOMBEO				
1hp	-	0.7457	Kw-hra	Valor constante
Pnb	$Pnb = (1000 \cdot Q \cdot CD) / (76 \cdot 0.9)$	43.790	Hp	Potencia nominal de bombeo
PT.Bomba	$Pn = PNB \cdot 0.746$	37.285	Kw-hra	Potencia nominal de bombeo
Pnb	Bomba comercial	50.000	Hp	Potencia nominal de bombeo
7. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR AÑO				
Horas por año		8760.000	hra/año	
EA	$Precio = PT.Bomba \cdot Horas \text{ por año}$	326616.600	Kwatt-hra/año	Energía eléctrica anual
Precio Kwatt/hra		6.400	C\$	
Cae	$CAE = EA \cdot Precio \text{ Kwatt}$	2090313.578	C\$	Costo anual de consumo de energía
Tc	precio del Dolar	35.000	C\$/Dolar	Tasa de cambio del Dólar
Cae	-	59723.245	\$	Costo anual de consumo de energía
8. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE				
Et	-	28100.000	Kg/cm ²	Módulo de elasticidad del tubo
Kagua	-	20670.000	Kg/cm ²	Módulo de elasticidad del agua
Velocidad real	-	1.638	m/s	Velocidad real
Velocidad real	-	163.802	cm/s	Velocidad real
Diámetro1	-	0.076	m	Diámetro propuesto
Diámetro1	-	7.620	cm	Diámetro propuesto
E	-	0.343	cm	Espesor de tubería
e	-	0.00343	m	Espesor de tubería
Hi	$Hi = 145V / \sqrt{1 + (Ka \cdot DY) / (E \cdot e)}$	5703.520	cm	Sobre presión
Hi		57.035	m	Sobre presión
Hi 20%	-	0.200	m	Consideración
Hs	-	11.407	m	$Hs = 0.20Hi$
His.P		68.442	mca	Carga de sobre presion
Htotal	$Hst = \Delta Z + Hft + Hs$	398.445	mca	Hierro fundido < Hst
				509 mca < 398.445 mca
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	660.750.292	\$	Costo total de instalación
r	0.100	10.000	%	Tasa de interés anual
n		20.000	años	Plazo
a	$a = r / ((1+r)^n - 1)$	0.117		Coficiente Anual
Cai	$CAI = (Coficiente \text{ de anualidad}) / (\text{Costo total de tubería instalada})$	77.611.481	\$	Costo anual de tuberías instaladas
Cae		59.723.245	\$	Costo anual de energía
Coat3"		137.334.726	\$	Costo anual de operación de tuberías de 3"

ESTIMACIÓN DE COSTOS ANTES DEL CÁRCAMO EST 0+000- EST 7+371.67						
ESTIMACION DE COSTOS POR INSTALACION DE LINEA DE IMPULSION DE 3" HFD						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión Antes del Cárcamo		7,372.00		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	7,372.00	16.38	120,753.36
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	3,759.72	243.62	915,942.99
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
95230	4	Suministro e Instalación de Tubería 3" (152 mm) HFD	ml	7,372.00	2,439.84	17986,529.97
93282	5	Prueba Hidrostática (cada 300m) 3"	ml	24.57	1,214.70	29,849.23
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	4,173.29	106.95	446,333.28
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza H.F, diámetro 1.5"	c.u.	2.00	16,040.40	32,080.80
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
93862	9	suministro e instalación de valvulas check 3"	c.u.	2.00	18,184.79	36,369.57
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	1.00	16,861.62	16,861.62
95821	11	Suministro e instalación equipo de Bombeo sumergible de 50HP	c/u	1.00	403,868.24	403,868.24
	12	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	12,116.05	12,116.05
		Costos directos				20035,097.98
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				3005,264.70
		Total de costos de venta			C\$	23040,362.68
26/10/2020	34.87	Total de costos de venta			U\$	\$660,750.29

Diámetro de 4"

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST 0+000- EST 7+371.67				
DATOS	ECUACIÓN	RESULTADO	UNIDAD	OBSERVACIÓN
1. DATOS DEL TERRENO				
Longitud	-	7371.670	m	Tomada de planos
	-			
2. DATOS DE LA TUBERÍA				
C	-	150.000	Adim	Tubería nueva
M. elast. Tub		28100.000	Kg/cm2	
M. elast. Agua		20670.000	Kg/cm2	
3. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA				
	-			
X = N/24	-	0.667	adim	
Caudal	-	0.007	M3/seg	
Determinación del diámetro	$D = 1.3X^{0.25} Q^{0.5}$	0.102	m	
D(pulgada)		3.997	m	
D (Pulgada)	-	4.000	Pulg	
Diámetro teorico	-	4.000	Pulg	Seleccionar al inmediato superior
Espesor 4"	-	0.439	cm	Datos seleccionados de catalogo de Duman Esquivel
4. DIÁMETROS SUPERIORES COMERCIALES				
Diam sup1		6.000	Pulg	selección de diámetros para el análisis
Diam inf 1		3.000	Pulg	
Diam sup1		0.152	m	Diámetro comercial convertido a metros
Diam inf 1		0.076	m	
5. ANÁLISIS DEL DIÁMETRO ECONOMICO 4"				
CÁLCULOS DE PÉRDIDAS				
Q	-	0.007	m3/seg	
D1	D4"	0.102	m	Diámetro propuesto
L		7385.602	m	
C		150.000	Adim	
Hf1	$Hf= 10.67*(Q/C)^{1.852}*L/D_1^{4.87}$	58.778	m	Pérdidas de energías por longitud
Hf15%	Hf1= Hf*5%	2.939	m	Pérdidas de energías por succión
Pérdidas en los accesorios		1.038	m	
2 válvula de alivio de 2 pulgadas		19.400	m	
2 codo de 45 de 4 "pulgadas		3.000	m	
2 válvula check de 4 "		90.000	m	
2 válvula de aire de 2"		18.000	m	
Longitud equivalente		130.400	m	
Hftotal	Hf1= Hf*5% + Hf	62.754	m	Pérdida de energía total

6. CARGA TOTAL DINÁMICA				
Nivel del pozo	-	122.884	m	Datos del pozo
Nivel del rebombeo	-	255.920	m	Nivel del terreno del cárcamo
Diferencia de altura	-	133.036	m	Carga estática
Nivel dinámico	-	8.201	m	Datos del pozo
Nivel estático	-	5.731	m	Datos del pozo
Hftotal	-	62.754	m	Pérdida de energía total
CD	$CD = Dif.Alt+N.Dinam+N.Estático+Hftotal$	209.722	m	Carga dinámica
POTENCIA REQUERIDA DE BOMBEO				
1hp	-	0.746	Kw-hra	Valor constante
Pnb	$Pnb = (1000 \cdot Q \cdot CD) / (76 \cdot 0.9)$	22.904	Hp	Potencia nominal de bombeo
Pt Bomba	$Pn = PNB \cdot 0.746$	18.643	Kw-hra	Potencia nominal de bombeo
Pnb	Bomba comercial	25.000	Hp	Potencia nominal de bombeo
7. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR AÑO				
Horas por año		8760.000	hra/año	
Ea	$Precio = PT.Bomba \cdot Horas \text{ por año}$	163308.300	Kwatt-hra/año	Energía eléctrica anual
Precio Kwatt/hra		6.400	C\$	
Cae	$CAE = EA \cdot Precio Kwatt$	1045156.789	C\$	Costo anual de consumo de energía
Tc	precio del Dólar	35.000	C\$/Dólar	Tasa de cambio del Dólar
Cae	-	29861.623	\$	Costo anual de consumo de energía
8. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE				
Et		28100.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del tubo
Kagua		20670.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del agua
Velocidad real		0.921	m/s	Velocidad real
Velocidad real		92.139	cm/s	Velocidad real
Diámetro 1		0.102	m	Diámetro propuesto
Diámetro 1		10.160	cm	Diámetro propuesto
E		0.439	cm	Espesor de tubería
e		0.0044	m	Espesor de tubería
Hi	$Hi = 145V \sqrt{(1 + (Ka \cdot D) / (E \cdot e))}$	3146.907	cm	Sobre presión
Hi		31.469	m	Sobre presión
Hi 20%		0.200	m	Consideración
Hs		6.294	m	$Hs = 0.20Hi$
His.P		37.763	mca	Carga de sobre presión
Htotal	$Hst = \Delta Z + Hft + Hs$	202.084	mca	Hierro fundido < Hst
				509 mca < 202.084 mca
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	831,556.56	\$	Costo total de Instalación
r	0.100	10.000	%	Tasa de interés anual
n		20.000	años	Plazo
a	$a = r / ((1 + r)^n - 1)$	0.117		Coficiente Anual
Cai	$CAI = (Coficiente de anualidad) \cdot (Costo total de tubería instalada)$	97,674.32	\$	Costo anual de tuberías instaladas
Cae		29,861.62	\$	Costo anual de energía
Coat 4"		127,535.94	\$	Costo anual de operación de tubería de 4"

ESTIMACIÓN DE COSTOS ANTES DEL CÁRCAMO EST0+000- EST 7+371.67						
ESTIMACION DE COSTOS POR INSTALACION DE LINEA DE IMPULSION DE 4" HFD						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión		7,371.67		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	7,371.67	16.38	120,747.95
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	3,759.55	243.62	915,901.99
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
93861	4	Suministro e Instalación de Tubería 4" (100 mm) HFD	ml	7,371.67	3,141.98	23161,639.71
93282	5	Prueba Hidrostática (cada 300m) 4"	ml	24.57	571.41	14,040.92
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	4,173.10	106.95	446,313.30
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza h.f, diámetro 3"	c.u.	2.00	C\$6,822.64	C\$13,645.28
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
95508	9	suministro e instalación de valvulas check 4"	c.u.	2.00	19,319.47	38,638.94
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	1.00	16,861.62	16,861.62
95291	11	Suministro e instalación equipo de Bombeo sumergible de 25HP	c/u	1.00	438,891.66	438,891.66
	12	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	13,166.75	13,166.75
		Costos directos				25214,241.00
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				3782,136.15
		Total de costos de venta			C\$	28996,377.15
26/10/2020	34.87	Total de costos de venta			U\$	\$831,556.56

Diámetro de 6"

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST 0+000- EST 7+371.67				
DATOS	ECUACIÓN	RESULTADO	UNIDAD	OBSERVACIÓN
1. DATOS DEL TERRENO				
Longitud	-	7371.670	m	Tomada de planos
	-			
2. DATOS DE LA TUBERÍA				
C=	-	150.000	adim	Tubería Nueva
M. elast. Tub		28100.000	Kg/cm2	
M. elast. Agua		20670.000	Kg/cm2	
3. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA				
	-			
X = N/24	-	0.667	adim	
CAUDAL	-	0.00747	M3/seg	
Determinación del diámetro	$D = 1.3X^{0.25} Q^{0.5}$	0.102	m2	
D(pulgada)		3.997	m	
D (Pulgada)	-	4.000	Pulg	
Diámetro teorico	-	4.000	Pulg	Seleccionar al inmediato superior
Espesor 6"	-	0.648	cm	Datos seleccionados de catalogo de Duman Esquivel
4.DIÁMETROS SUPERIORES COMERCIALES				
Diam sup1		6.000	Pulg	Selección de diámetro para el análisis
Diam inf 1		3.000	Pulg	
Diam sup1		0.152	m	Diámetro comercial convertido a metros
Diam inf 1		0.076	m	
5.ANALÍS DEL DIÁMETRO ECONOMICO 6"				
CÁLCULOS DE PÉRDIDAS				
Q	-	0.007	m3/seg	
D1	D6"	0.152	m	Diámetro propuesto
L		7371.670	m	
C		150.000	Adim	
hfl	$H_f= 10.67*(Q/C)^{1.852}*L/D_{10}^{4.87}$	8.127	m	Pérdidas de energías por longitud
hf5%	$H_{f5}= H_f*5\%$	0.406	m	Pérdidas de energías por succión
Pérdidas en los accesorios		0.144	m	
2 válvula de alivio de 2 pulgadas		19.400	m	
2 codo de 45 de 4 " pulgadas		3.000	m	
2 válvula check de 4 "		90.000	m	
2 válvula de aire de 2"		18.000	m	
Longitud equivalente		130.400	m	
Hftotal	$H_{ft}= H_{f5}+ H_f$	8.534	m	Pérdida de energía total

6. CARGA TOTAL DINÁMICA				
Nivel del pozo	-	122.890	m	Datos del pozo
Nivel del rebombéo	-	255.920	m	Nivel del terreno del cárcamo
Diferencia de altura	-	133.030	m	Carga estática
Nivel dinámico	-	8.201	m	Datos del pozo
Nivel estático	-	5.731	m	Datos del pozo
Hftotal	-	8.534	m	Pérdida de energía total
CD	$CD = \text{Dif. Alt} + N. \text{Dinámico} + N. \text{Estatico} + Hftotal$	155.496	m	Carga dinámica
POTENCIA REQUERIDA DE BOMBEO				
1hp	-	0.746	Kw-hra	Valor constante
Pnb	$Pnb = (1000 \cdot Q \cdot CD) / (76 \cdot 0.9)$	16.982	Hp	Potencia nominal de bombeo
PT.Bomba	$Pn = PNB \cdot 0.746$	14.914	Kw-hra	Potencia nominal de bombeo
Pnb	Bomba comercial	20.000	Hp	Potencia nominal de bombeo
7. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR AÑO				
Horas por año		8760.000	hra/año	
EA	$PRECIO = PT. \text{Bomba} \cdot \text{Horas por año}$	130646.640	Kwatt-hra/año	Energía eléctrica anual
Precio Kwatt/hra		6.400	C\$	
Cae	$CAE = EA \cdot \text{Precio Kwatt}$	836125.431	C\$	Costo anual de consumo de energía
Tc	precio del Dólar	35.000	C\$/Dólar	Tasa de cambio del Dólar
Cae	-	23889.298	\$	Costo anual de consumo de energía
8. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE				
Et		28100.000	Kg/cm ²	Módulo de elasticidad del tubo
Kagua		20670.000	Kg/cm ²	Módulo de elasticidad del agua
Velocidad real		0.410	m/s	Velocidad real
Velocidad real		40.951	cm/s	Velocidad real
Diámetro 1		0.152	m	Diámetro propuesto
Diámetro 1		15.240	cm	Diámetro propuesto
E		0.648	cm	Espesor de tubería
e		0.006	m	Espesor de tubería
Hi	$Hi = 145V / \sqrt{(1 + (Ka \cdot D)) / (Et \cdot e)}$	1388.044	cm	Sobre presión
Hi		13.880	m	Sobre presión
Hi 20%		0.200	m	Consideración
Hs		2.776	m	$Hs = 0.20Hi$
His.P		16.657	mca	Carga de sobre presión
Htotal	$Hst = \Delta Z + Hft + Hs$	144.340	mca	Hierro fundido < Hst
				509 mca > 144.34 Utilizar Tubería de hierro fundido
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	891.993.65	\$	Costo total de instalación
r	0.100	10.000	%	Tasa de interés anual
n		20.000	años	Plazo
a	$a = r / ((1 + r)^n - 1)$	0.117		Coficiente Anual
Cai	$CAI = (\text{Coficiente de anualidad}) \cdot (\text{Costo total de tubería instalada})$	104.773.24	\$	Costo anual de tuberías instaladas
Cae		23.889.30	\$	Costo anual de energía
Coat 6"		128.662.54	\$	Costo anual de operación de tubería de 6"

ESTIMACIÓN DE COSTOS ANTES DEL CÁRCAMO EST0+000- EST 7+371.67						
ESTIMACION DE COSTOS POR INSTALACION DE LINEA DE IMPULSION DE 6" HFD						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión		7,371.67		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	7,371.67	16.38	120,747.95
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	3,759.55	243.62	915,901.99
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
93987	4	Suministro e Instalación de Tubería 6" (150 mm) HFD	ml	7,371.67	3,395.00	25026,840.81
96698	5	Prueba Hidrostática (cada 300m)	ml	24.57	1,214.70	29,847.89
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	4,173.10	106.95	446,313.30
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza H.F, diámetro 3"	c.u.	2.00	6,822.64	13,645.27
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
93866	9	suministro e instalación de valvulas check 6"	c.u.	2.00	18,184.79	36,369.57
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	1.00	16,861.62	16,861.62
94015	11	Suministro e instalación equipo de Bombeo sumergible de 20HP.Q=150GPM	c/u	1.00	491,952.93	491,952.93
	12	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	14,758.59	14,758.59
		Costos directos				27147,632.81
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				4072,144.92
		Total de costos de venta			C\$	31219,777.73
26/10/2020	34.87				U\$	\$891,993.65

Diámetro de 3" Bomba horizontal

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST 7+371.67 - EST 12+572.29				
Datos				
CPD Lps	CMD Lps	CMH Lps	Tiempo de Bombeo Hr	Rango de velocidad (0.6 m/s - 2 m/s)
4.394	7.47	11.864	16	0.9
Cálculo del diámetro en la succión				
Datos	Ecuación	Resultado		Observación
Diámetro	$D = \sqrt[4]{4Q / \pi \cdot V}$	Diámetro pulg	Diámetro comercial pulg	Diámetro en la succión
		3.926	3	
Velocidad	$V = Q / (\pi D^2/4)$	1.64m/s		Recalculando la velocidad con diámetro de 3"
Diseño del Cárcamo				
Datos	Ecuación	Resultado	Observación	
Separación del fondo	$\geq 0.5D$	0.038	De los dos NMB seleccionar el máximo	
Separación de la pared	$\geq 0.75D$	0.057		
Condición Hidráulica	$NMB \geq (V^2/(2g)) + 0.2$	0.337		
Cond. Evitar vórtices	$NMB \geq 2.5D + 0.1$	0.291		
Volumen del Cárcamo				
Tiempo de retención		3-5 minutos	Rango de tiempo	
Volumen	$V = Q \cdot TRH$	1.3446 m3	Volumen del cárcamo	
Borde libre	-	0.20 m	-	
Eje de la Bomba a nivel del terreno	-	0.20 m	-	
separación de la bomba a la pared	-	0.40 m	-	
NMB	$N_{Max.bomb} = 2Nmb$	0.58 m	Nivel Máximo de bombeo	
B=L	$L = \sqrt{(V/H)}$	1.41 m	Base y Longitud del Cárcamo	
Hc	$H = 2Nmb$	0.674 m	Altura del Cárcamo	
Cálculo de Altura Barométrica Ha				
Datos	Resultado		Observación	
LD	5200.62 m		Longitud de descarga	
Elevación	255.92 m		Elevación del terreno	
Cálculo de la longitud succión	1.44 m			
Boluta	0.1			
Interpolando				
Altura sobre el nivel del mar	Presión atmosférica	Cálculo		
250	10.03	X =	10.02 m	
256.2	X			
500	9.73	A.sobre el nivel del mar = Elev.T + Eje de la bomba NT + Boluta B = 256.22 m		
Altura estática				
Ecuación			Resultado	
$Cota\ del\ NMB = elev.terreno - (Borde\ libre + (N_{máximo\ bombeo} - NMB))$			255.476 m	
$Altura\ estática = Altura\ sobre\ el\ nivel\ del\ mar - Cota\ del\ NMB$			0.7442 m	
Pérdidas en la Succión		Cálculo de la presión de vapor del agua		
Accesorios	Long. Equivalente	Temperatura del agua en el pozo El tamarindo		28° C
Codo 90	6.4	Interpolando		
Válvula pié	52			
L .succión	1.44 m	Temperatura c°	mca	X = 0.388 mca
Longitud Total	59.83540958	25°	0.323	
C (Pvc)	150	28°	X	
hf	1.94 m	30°	0.432	

Cálculo de la carga total dinámica				
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Diámetro de la sarta	-	3	Pulg	NTON 09-003-99
Cálculo de la carga estática		Cálculo de las pérdidas en la descarga		
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Diámetro de descarga	D = 1.3(tb/24) ^{1/3} * Q ^ 1/2	3.864 pulg	Pulg	Cálculo del diámetro de descarga
DC	-	3	Pulg	Diámetro Comercial
Elev. del tanque	-	389.548	m	Elevación del terreno del tanque
Cota del Nmb	-	255.476	m	-
Carga Estatica	-	134.072	m	-
3 valv. Aire 2"	-	26	m	Longitud equivalente
2 valv. Check 3"	-	12.9	m	Longitud equivalente
1 valv. Alivio 2"	-	9.7	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 3"	-	0.5	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 4"	-	0.7	m	Longitud equivalente
4 codos 45	-	6	m	Longitud equivalente
1 codo de 3" de 90°	-	3.9	m	Longitud equivalente
1 Tee 3"	-	5.18	m	Longitud equivalente
2 Válvula de limpieza 1.5"	-	1.7	m	Longitud equivalente
Lt	-	66.58	m	Longitud total equivalente
Hf accesorios	Hf = 10.67 (Q/C) ^ 1.852 * (L/D ^ 4.875)	2.154	m	Pérdidas en los accesorios
Hf descarga		168.25	m	Pérdidas en la descarga
Hf totales	-	170.405	m	Pérdidas totales
CD	-	306.41	m	Carga total dinámica
Potencia requerida de bombeo				
Datos	Ecuación	Resultados	Unidad	Observación
Potencia de la bomba	P = (γ * Qb * CTD) / (75E)	51	Hp	-
Potencia comercial	-	60.00	Hp	-
γ	-	1000.00	Kg/m3	Peso específico del agua
CD	-	306.41	m	Carga total dinámica
QB	-	0.007470	m3	Caudal de bombeo
E	-	58.92	%	Eficiencia de la bomba
Presión atmosférica	-	10.02	m	-
Altura estática	-	0.7442	m	-
Pérdidas en la succión	-	1.94	m	-
Presión de vapor	-	0.388	mca	-
CNPS	-	6.95		Carga neta positiva
Cálculo de la eficiencia				
Q (Lps)		Eficiencia		E = 58.916 %
5		52		
7.47		E		
10		66		
Eficiencia del motor				
Potencia en Hp		Eficiencia del motor en %		E = 88.60000 %
50		87		
60.00 Hp		E		Se utilizará una comercial de E = 91%
75		91		

Cálculo del golpe de ariete				
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Et	-	28100.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del tubo Pvc
Ka	-	20670.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del agua
V	Q/A	163.80	Cm/s	Velocidad
e	-	0.343	Cm	espesor del tubo
D	-	7.62	Cm	Diámetro
Hi	$H_i = 145V/\sqrt{(1+(K_a D)/(E t e))}$	57.03533	m	Golpe de ariete
Hs	H*20%	11.407	m	
H total	Htotal = Ce+Hf totales -Hs	315.884	m	Cálculo de la carga total de trabajo de la tubería
Hierro fundido < Hst			509 mca < 315.884 mca	
Consumo de energía eléctrica por año				
Horas por año	-	8760.00	Horas/año	Cantidad de horas en un año
Kw - hora	-	0.7457	1 hp	-
1 Kw - hora	-	6.40	C\$	Precio del Kw-hora
1 dólar	-	34.87	C\$	Precio del dólar
EA	$EA = (PH)/(0.7457 \text{ kw-hora})(\text{Horas en un año})$	391939.92	Kw - hora / año	Consumo de energía eléctrica por año
Costo anual de consumo de energía	EA* 1 Kw - hora	2508,415.49	C\$	Costo de consumo por año
Costo anual de consumo de energía	-	71,936.21	\$	Costo de consumo por año
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	472,531.26	\$	Costo total de Instalación
r	0.10	10.000	%	Tasa de interés anual
n	-	20.000	años	Plazo
a	$a=r+r/((1+r)^n-1)$	0.117	-	Coficiente Anual
CAI	CAI = (Coficiente de anualidad)(Costo total de tubería instalada)	55,503.34	-	Costo anual de tuberías instaladas
CAE	-	71,936.21	-	Costo anual de energía
COAT3"	-	127,439.55	\$	Costo anual de operación de tubería de 3"

ESTIMACIÓN DE COSTOS DESPUES DEL CÁRCAMO EST 7+371.67 - EST 12+572.29						
ESTIMACION DE COSTOS POR INSTALACION DE LINEA DE IMPULSION DE 3" HFD						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión despues del Cárcamo	ml	5,190.62		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	5,190.62	16.38	85,022.36
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	2,647.22	243.62	644,914.81
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
95230	4	Suministro e Instalación de Tubería 3" (75 mm) HFD	ml	5,190.62	2,439.84	12664,303.06
93282	5	Prueba Hidrostática (cada 300m) 3"	m3	17.30	1,214.70	21,016.82
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	2,938.41	106.95	314,262.95
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza H.F, diámetro 1.5"	c.u.	1.00	16,040.40	16,040.40
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
93989	9	suministro e instalación de valvulas check 3" HF	c.u.	2.00	19,489.95	38,979.90
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	2.00	16,861.62	33,723.24
96075	11	suministro e instalacion de Valvulas de compuerta 3"	c.u.	2.00	6,407.54	12,815.07
93851	12	suministro e instalación de codos de 90° 3" HF	c.u.	3.00	5,256.52	15,769.55
93854	13	suministro e instalación de codos de 45° 3" HF	cu	3.00	3,970.29	11,910.87
94879	14	Suministro e instalación equipo de Bombeo centrifuga eje horizontal c/motor de 60 hp,	c/u	1.00	422,153.04	422,153.04
	15	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	12,664.59	12,664.59
		Costos directos				14327,969.53
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				2149,195.43
Cambio \$		Total de costos de venta			C\$	16477,164.96
26/10/2020	34.87	Total de costos de venta			U\$	\$472,531.26

Diámetro de 4"

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST 7+371.67 - EST 12+572.29				
Datos				
CPD Lps	CMD Lps	CMH Lps	Tiempo de Bombeo Hr	Rango de velocidad (0.6 m/s - 2 m/s)
4.394	7.47	11.864	16	0.9
Cálculo del diámetro en la succión				
Datos	Ecuación	Resultado		Observación
Diámetro	D = $\sqrt[4]{4Q / \pi \cdot V}$	Diámetro pulg	Diámetro comercial pulg	Diámetro en la succión
		3.926	4	
Velocidad	V = $Q / (\pi D^2) / 4$	0.92m/s		Recalculando la velocidad con diametro de 4'
Diseño del Cárcamo				
Datos	Ecuación	Resultado	Observación	
Separación del fondo	$\geq 0.5D$	0.051	De los dos NMB seleccionar el máximo	
Separación de la pared	$\geq 0.75D$	0.0762		
Condición Hidráulica	$NMB \geq (V^2 / (2g)) + 0.2$	0.2433		
Cond. Evitar vórtices	$NMB \geq 2.5D + 0.1$	0.354		
Volumen del Cárcamo				
Tiempo de retención		3-5 minutos	Rango de tiempo	
Volumen	V = Q * TRH	1.3446 m3	Volumen del cárcamo	
Borde libre	-	0.20 m	-	
Eje de la Bomba a nivel del terreno	-	0.20 m	-	
separación de la bomba a la pared	-	0.40 m	-	
NMB	N.Max.bomb = 2Nmb	0.71 m	Nivel Máximo de bombeo	
B=L	L = $\sqrt{(V/H)}$	1.38 m	Base y Longitud del Carcamo	
Hc	H = 2Nmb	0.708 m	Altura del Cárcamo	
Cálculo de Altura Barométrica Ha				
Datos	Resultado		Observación	
LD	5200.62 m		Longitud de descarga	
Elevación	255.92 m		Elevación del terreno	
Cálculo de la longitud succión	1.46 m			
Boluta	0.1			
Interpolando				
Altura sobre el nivel del mar	Presión atmosferica	Cálculo		
250	10.03	X =	10.02 m	
256.2	X			
500	9.73	A.sobre el nivel del mar = Elev.T + Eje de la bomba NT + Boluta B =256.22 m		
Altura estática				
Ecuación			Resultado	
Cota del NMB = elev.terreno-(Borde libre + (N máximo bombeo - NMB))			255.366 m	
Altura estática = Altura sobre el nivel del mar - Cota del NMB			0.8540 m	
Pérdidas en la succión		Cálculo de la presión de vapor del agua		
Accesorios	Long. Equivalente	Temperatura del agua en el pozo El tamarindo		28° C
Codo 90	6.4	Interpolando		
Válvula pié	52			
L .succión	1.46 m	Temperatura c°	mca	X = 0.388 mca
Longitud Total	59.8572	25°	0.323	
C (Pvc)	150	28°	X	
hf	0.48 m	30°	0.432	

Cálculo de la carga total dinámica				
Datos	Ecuación	Resultados	Unidad	Observación
Diámetro de la sarta	-	3	Pulg	NTON 09-003-99
Cálculo de la carga estática		Cálculo de las pérdidas en la descarga		
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Diámetro de descarga	$D = 1.3(t_b/24)^{1/3} * Q^{1/2}$	3.864 pulg		Cálculo del diámetro de descarga
DC	-	4	Pulg	Diámetro Comercial
Elev. del tanque	-	389.548	m	Elevación del terreno del tanque
Cota del Nmb	-	255.366	m	-
Carga Estática	-	134.182	m	-
3 valv. Aire 2"	-	26	m	Longitud equivalente
2 valv. Check 3"	-	12.9	m	Longitud equivalente
1 valv. Alivio 2"	-	9.7	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 3"	-	0.5	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 4"	-	0.7	m	Longitud equivalente
4 codos 45	-	6	m	Longitud equivalente
1 codo de 3" de 90°	-	3.9	m	Longitud equivalente
1 Tee 3"	-	5.18	m	Longitud equivalente
2 Válvula de limpieza 1.5"	-	1.7	m	Longitud equivalente
Lt	-	66.58	m	Longitud total equivalente
Hf accesorios	$Hf = 10.67 (Q/C)^{1.852} * (L/D^{4.875})$	2.154	m	Pérdida en los accesorios
Hf descarga		41.39	m	Pérdidas en la descarga
Hf totales	-	43.543	m	Pérdidas totales
CD	-	178.20	m	Carga total dinámica
Potencia requerida de bombeo				
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Potencia de la bomba	$P = (\gamma * Q_b * CTD) / (75E)$	29.73	Hp	-
Potencia comercial	-	40.00	Hp	-
γ	-	1000.00	Kg/m3	Peso específico del agua
CD	-	178.20	m	Carga total dinámica
QB	-	0.007470	m3	Caudal de bombeo
E	-	58.92	%	Eficiencia de la bomba
Presión atmosférica	-	10.02	m	-
Altura estática	-	0.8540	m	-
Pérdidas en la succión	-	0.48	m	-
Presión de vapor	-	0.388	mca	-
CNPS	-	8.30		Carga neta positiva
Cálculo de la eficiencia				
Q (Lps)		Eficiencia		E = 58.92 %
5		52		
7.47		E		
10		66		
Eficiencia del motor				
Potencia en Hp		Eficiencia del motor en %		E = 87.00000 %
25		87		
40.00 Hp		E		
50		87		Se utilizará una comercial de E = 87%

Cálculo del golpe de ariete				
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Et	-	28100.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del tubo Pvc
Ka	-	20670.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del agua
V	Q/A	92.14	Cm/s	Velocidad
e	-	0.439	Cm	espesor del tubo
D	-	10.16	Cm	Diámetro
Hi	$H_i = 145V/\sqrt{(1+(K_a D)/(Et e))}$	31.46914	m	Golpe de ariete
Hs	Hi*20%	6.294	m	
H total	Htotal = Ce+Hf totales -Hs	184.019	m	Cálculo de la carga total de trabajo de la tubería
Hierro fundido < Hst			509 mca < 184.019 mca	
Consumo de energía eléctrica por año				
Horas por año	-	8760.00	Horas/año	Cantidad de horas en un año
Kw - hora	-	0.7457	1 hp	-
1 Kw - hora	-	6.40	C\$	Precio del Kw-hora
1 dólar	-	34.87	C\$	Precio del dólar
EA	$EA = (PH)(0.7457 \text{ kw-hora})/(\text{Horas en un año})$	261293.28	Kw - hora / año	Consumo de energía eléctrica por año
Costo anual de consumo de energía	EA* 1 Kw - hora	1672,276.99	C\$	Costo de consumo por año
Costo anual de consumo de energía	-	47,957.47	\$	Costo de consumo por año
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	591,458.020480	\$	Costo total de instalación
r	0.10	10.000	%	Tasa de interés anual
n	-	20.000	años	Plazo
a	$a=r+i/((1+r)^n-1)$	0.117	-	Coefficiente Anual
CAI	$CAI = (\text{Coficiente de anualidad})(\text{Costo total de tubería instalada})$	69,472.437	-	Costo anual de tuberías instaladas
CAE	-	47,957.470	-	Costo anual de energía
COAT4"	-	117,429.908	\$	Costo anual de operación de tubería de 4"

ESTIMACIÓN DE COSTOS DESPUES DEL CÁRCAMO EST 7+371.67 - EST 12+572.29						
ESTIMACION DE COSTOS POR INSTALACION DE LINEA DE IMPULSION DE 4" HFD						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión		5,190.62		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	5,190.62	16.38	85,022.36
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	2,647.22	243.62	644,914.81
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
93861	4	Suministro e Instalación de Tubería 4" (100 mm) HFD	ml	5,190.62	3,141.98	16308,824.23
93282	5	Prueba Hidrostática (cada 300m) 4"	ml	17.30	571.41	9,886.64
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	2,938.41	106.95	314,262.95
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza H.F, diámetro 3"	c.u.	1.00	C\$6,822.64	C\$6,822.64
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
95508	9	suministro e instalación de valvulas check 4"	c.u.	2.00	19,319.47	38,638.94
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	2.00	47,300.45	94,600.90
96075	11	suministro e instalacion de Valvulas de compuerta 4"	c.u.	2.00	14,280.00	28,560.00
93851	12	suministro e instalación de codos de 90° 4" HF	c.u.	3.00	5,256.52	15,769.55
93759	13	suministro e instalación de codos de 45° 4" HF	cu	3.00	4,615.07	13,845.21
95368	14	Suministro e instalación de bomba centrifuga de eje horizontal c/motor de 40HP	c/u	1.00	393,548.70	393,548.70
	15	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	11,806.46	11,806.46
		Costos directos				18000,896.28
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				2700,134.44
		Total de costos de venta			C\$	20701,030.72
26/10/2020	34.87	Total de costos de venta			U\$	\$591,458.02

Diámetro de 6"

Diseño de la línea de conducción por bombeo desde la EST 7+371.67 - EST 12+572.29				
Datos				
CPD Lps	CMD Lps	CMH Lps	Tiempo de Bombeo Hr	Rango de velocidad (0.6 m/s - 2 m/s)
4.394	7.47	11.864	16	0.9
Cálculo del diametro en la succión				
Datos	Ecuación	Resultado		Observación
Diámetro	$D = \sqrt[4]{4Q / \pi \cdot V}$	Diámetro pulg	Diámetro comercial pulg	Diámetro en la succión
		3.926	6	
Velocidad	$V = Q / (\pi D^2) / 4$	0.41m/s		Recalculando la velocidad con diametro de 6'
Diseño del Cárcamo				
Datos	Ecuación	Resultado	Observación	
Separación del fondo	$\geq 0.5D$	0.076	De los dos NMB seleccionar el máximo	
Separación de la pared	$\geq 0.75D$	0.1143		
Condición Hidráulica	$NMB \geq (V^2 / (2g)) + 0.2$	0.2085		
Cond. Evitar vórtices	$NMB \geq 2.5D + 0.1$	0.481		
Volumen del Cárcamo				
Tiempo de retención		3-5 minutos	Rango de tiempo	
Volumen	$V = Q \cdot TRH$	1.345 m3	Volumen del cárcamo	
Borde libre	-	0.20 m	-	
Eje de la Bomba a nivel del terreno	-	0.20 m	-	
separacion de la bomba a la pared	-	0.40 m	-	
NMB	$N_{Max.bomb} = 2Nmb$	0.96 m	Nivel Máximo de bombeo	
B=L	$L = \sqrt{(V/H)}$	1.18 m	Base y Longitud del Cárcamo	
Hc	$H = 2Nmb$	0.962 m	Altura del Cárcamo	
Cálculo de Altura Barométrica Ha				
Datos	Resultado		Observación	
LD	5200.62 m		Longitud de descarga	
Elevación	255.92 m		Elevación del terreno	
Cálculo de la longitud succión	1.69 m			
Boluta	0.1			
Interpolando				
Altura sobre el nivel del mar	Presión atmosférica	Cálculo		
250	10.03	X =	10.02 m	
256.2	X			
500	9.73	A.sobre el nivel del mar = Elev.T + Eje de la bomba NT + Boluta B =256.22 m		
Altura estática				
Ecuación			Resultado	
Cota del NMB = elev.terreno-(Borde libre + (N máximo bombeo - NMB))			255.239 m	
Altura estática = Altura sobre el nivel del mar - Cota del NMB			0.9810 m	
Pérdidas en la succión		Cálculo de la presión de vapor del agua		
Accesorios	Long. Equivalente	Temperatura del agua en el pozo El tamarindo		28° C
Codo 90	6.4	Interpolando		
Válvula pié	52			
L .succión	1.69 m	Temperatura c°	mca	X = 0.388 mca
Longitud Total	60.0858	25°	0.323	
C (Pvc)	150	28°	X	
hf	0.07 m	30°	0.432	

Cálculo de la carga total dinámica				
Datos	Ecuación	Resultados	Unidad	Observación
Diámetro de la sarta	-	3	Pulg	NTON 09-003-99
Cálculo de la carga estática		Cálculo de las pérdidas en la descarga		
Datos	Ecuación	Resultados	Unidad	Observación
Diámetro de descarga	$D = 1.3(t/24)^{1/3} * Q^{1/2}$	3.864 pulg		Cálculo del diámetro de descarga
DC	-	6	Pulg	Diámetro Comercial
Elev. del tanque	-	389.548	m	Elevación del terreno del tanque
Cota del Nmb	-	255.239	m	-
Carga Estática	-	134.309	m	-
3 valv. Aire 2"	-	26	m	Longitud equivalente
2 valv. Check 3"	-	12.9	m	Longitud equivalente
1 valv. Alivio 2"	-	9.7	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 3"	-	0.5	m	Longitud equivalente
1 valv. Compuerta 4"	-	0.7	m	Longitud equivalente
4 codos 45	-	6	m	Longitud equivalente
1 codo de 3" de 90°	-	3.9	m	Longitud equivalente
1 Tee 3"	-	5.18	m	Longitud equivalente
2 Válvula de limpieza 1.5"	-	1.7	m	Longitud equivalente
Lt	-	66.58	m	Longitud total equivalente
Hf accesorios	$Hf = 10.67 (Q/C)^{1.852} * (L/D^{4.875})$	2.154	m	Pérdida en los accesorios
Hf descarga		5.73	m	Pérdidas en la descarga
Hf totales	-	7.888	m	Pérdidas totales
CD	-	142.26	m	Carga total dinámica
Potencia requerida de bombeo				
Datos	Ecuación	Resultados	Unidad	Observación
Potencia de la bomba	$P = (\gamma * Qb * CTD) / (75E)$	23.73	Hp	-
Potencia comercial	-	25.00	Hp	-
γ	-	1000.00	Kg/m3	Peso específico del agua
CD	-	142.26	m	Carga total dinámica
QB	-	0.007470	m3	Caudal de bombeo
E	-	58.92	%	Eficiencia de la bomba
Presión atmosférica	-	10.02	m	-
Altura estática	-	0.9810	m	-
Pérdidas en la succión	-	0.07	m	-
Presión de vapor	-	0.388	mca	-
CNPS	-	8.58		Carga neta positiva
Cálculo de la eficiencia				
Q (Lps)		Eficiencia		E = 58.92 %
5		52		
7.47		E		
10		66		
Eficiencia del motor				
Potencia en Hp		Eficiencia del motor en %		E = 87.00000 %
25		87		
25.00 Hp		E		Se utilizará una comercial de E = 87%
50		87		

Cálculo del golpe de ariete				
Datos	Ecuación	Resultado	Unidad	Observación
Et	-	28100.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del tubo Pvc
Ka	-	20670.000	Kg/cm2	Módulo de elasticidad del agua
V	Q/A	40.95	Cm/s	Velocidad
e	-	0.648	Cm	espesor del tubo
D	-	15.24	Cm	Diámetro
Hi	$H_i = 145V/\sqrt{(1+(K_a D)/(E t e))}$	13.88047	m	Golpe de ariete
Hs	H*20%	2.776	m	
H total	Htotal = Ce+Hf totales -Hs	144.973	m	Cálculo de la carga total de trabajo de la tubería
Hierro fundido < Hst			509 mca < 144.973 mca	
Consumo de energía eléctrica por año				
Horas por año	-	8760.00	Horas/año	Cantidad de horas en un año
Kw - hora	-	0.7457	1 hp	-
1 Kw - hora	-	6.40	C\$	Precio del Kw-hora
1 dólar	-	34.87	C\$	Precio del dólar
EA	$EA = (PH)(0.7457 \text{ kw-hora})(\text{Horas en un año})$	163308.30	Kw - hora / año	Consumo de energía eléctrica por año
Costo anual de consumo de energía	EA* 1 Kw - hora	1045,173.12	C\$	Costo de consumo por año
Costo anual de consumo de energía	-	29,973.42	\$	Costo de consumo por año
CTI	Obtenido del costo y presupuesto	627,066.97	\$	Costo total de Instalación
r	0.10	10.000	%	Tasa de interés anual
n	-	20.000	años	Plazo
a	$a=r/r/((1+r)^n-1)$	0.117	-	Coefficiente Anual
CAI	CAI = (Coficiente de anualidad)(Costo total de tubería instalada)	73,655.051	\$	Costo anual de tuberías instaladas
CAE	-	29,973.419	\$	Costo anual de energía
COAT6"	-	103,628.470	\$	Costo anual de operación de tubería de 6"

ESTIMACIÓN DE COSTOS DESPUES DEL CÁRCAMO EST 7+371.67 - EST 12+572.29						
Estimación de costos por instalación de línea de impulsión de 6" hfd						
Código	ITEM	CONCEPTO	U. M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
	1	Línea de Impulsión		5,190.62		
93599	1	Trazo y nivelación	ml	5,190.62	16.38	85,022.36
95171	2	Excavacion (Con retro-excavadora) en forma de zanja en t. natural	m³	2,647.22	243.62	644,914.81
	3	Excavación en roca	m³	0.00	60.50	0.00
93987	4	Suministro e Instalación de Tubería 6" (150 mm) HFD	ml	5,190.62	3,388.96	17590,827.02
96698	5	Prueba Hidrostática (cada 300m)	ml	17.30	1,214.70	21,016.82
92226	6	Relleno Común o Normal	m³	2,938.41	106.95	314,262.95
96199	7	Suministro e instalación de válvulas de limpieza H.F, diámetro 3"	c.u.	1.00	6,822.64	6,822.64
95313	8	Suministro e instalación de válvulas de aire y vacío H.F, diámetro 2"	c.u.	2.00	17,196.44	34,392.88
93866	9	suministro e instalación de valvulas check 6"	c.u.	2.00	18,184.79	36,369.57
95100	10	Suministro de válvula de alivio rápido de 2"	c.u.	2.00	16,861.62	33,723.24
96241	11	suministro e instalacion de Valvulas de compuerta 6" HF	c.u.	2.00	22,518.36	45,036.72
96994	12	suministro e instalación de codos de 90° 6"	c.u.	3.00	1,045.72	3,137.16
95280	13	suministro e instalación de codos de 45° 6"	cu	3.00	988.67	2,966.01
95368	14	Suministro e instalación de bomba centrífuga de eje horizontal c/motor de 25HP,	c/u	1.00	258,402.55	258,402.55
	15	Mantenimiento del equipo de bombeo	c/u	1.00	7,752.08	7,752.08
		Costos directos				19084,646.80
		Costos indirectos, Administracion Y utilidades				2862,697.02
		Total de costos de venta			C\$	21947,343.82
	34.87	Total de costos de venta			U\$	\$627,066.97

Anexo 24: Distribución de caudales por año

Año	Población	Dotación LPPD	CPD		CMD		CMH	
			GPM	Lps	GPM	Lps	GPM	Lps
2020	2663	75	42,507	2,681	68,011	4,290	114,769	7,240
2021	2730	75	43,570	2,749	69,712	4,398	117,639	7,421
2022	2798	75	44,659	2,817	71,455	4,508	120,580	7,607
2023	2868	75	45,776	2,888	73,241	4,620	123,594	7,797
2024	2939	75	46,920	2,960	75,072	4,736	126,684	7,992
2025	3013	75	48,093	3,034	76,949	4,854	129,851	8,191
2026	3088	75	49,295	3,110	78,872	4,976	133,097	8,396
2027	3165	75	50,528	3,187	80,844	5,100	136,425	8,606
2028	3245	75	51,791	3,267	82,865	5,227	139,835	8,821
2029	3326	75	53,086	3,349	84,937	5,358	143,331	9,042
2030	3409	75	54,413	3,433	87,060	5,492	146,914	9,268
2031	3494	75	55,773	3,518	89,237	5,629	150,587	9,500
2032	3581	75	57,167	3,606	91,468	5,770	154,352	9,737
2033	3671	75	58,597	3,696	93,755	5,914	158,211	9,980
2034	3763	75	60,061	3,789	96,098	6,062	162,166	10,230
2035	3857	75	61,563	3,884	98,501	6,214	166,220	10,486
2036	3953	75	63,102	3,981	100,963	6,369	170,376	10,748
2037	4052	75	64,680	4,080	103,487	6,528	174,635	11,017
2038	4153	75	66,297	4,182	106,075	6,692	179,001	11,292
2039	4257	75	67,954	4,287	108,727	6,859	183,476	11,574
2040	4364	75	69,653	4,394	111,445	7,030	188,063	11,864

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Lista de accesorios para la línea de conducción

Accesorios	Diámetro	Ubicación
Valvula de limpieza	3"	1+243
Valvula de limpieza	2"	3+660
Codo 45°	4"	3+732
Valvula check	4"	3+920
Valvula de aire	2"	4+182,68
Valvula de aire	2"	5+560
Valvula de limpieza	3"	6+720
Valvula de alivio	2"	6+750
Codo 45°	4"	6+762
Valvula check	4"	6+960
Codo 45°	4"	7+952,6
Valvula de aire	2"	7+985
Valvula de limpieza	3"	8+260
Valvula check	4"	8+880
Valvula de alivio	2"	10+795
Valvula check	4"	11+110,23
Valvula de aire	2"	11+400
Valvula check	4"	12+160

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Gráfica de la United Soil Classification según ASTM D 2487-98

Criterios para asignar símbolos de grupo y nombres de grupo usando Ensayos de Laboratorio				Clasificación de Suelos	
				Símbolo grupo	Nombre grupo
Suelos de grano grueso Mas del 50% retenido en Malla No. 200	Gravas Más 50% fracción gruesa retenido en Malla No 4	Gravas limpias Menos del 5% de finos	Cu ≥ 4	GW	Grava bien graduada
			1 ≤ Cc ≤ 3		
		Gravas con finos Mas del 12% de finos	Cu <>	GP	Grava mal graduada
			1> Cc > 3		
			Finos clasific. como ML o MH	GM	Grava limosa
			Finos clasific. Como CL o CH	GC	Grava arcillosa
	Arenas 50% o más de gruesos Fracción pas a la malla No. 4.	Arenas limpias Menos del 5% de finos	Cu ≥ 6	SW	Arena bien graduada
			1 ≤ Cc ≤ 3		
		Arenas con finos Mas del 12% de finos	Cu <>	SP	Arena mal graduada
			1 <>		
			Finos clasific. como ML o MH	SM	Arena limosa
			Finos clasific. Como CL o CH	SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino 50% o más pasa Malla No. 200	Limos y arcillas Limite liquido menor de 50	Inorgánicos	IP > 7 en o sobre línea “A”	CL	Arcilla de baja compresibilidad
			IP <>	ML	Limo de baja compresibilidad
		Orgánico	LL secado al horno <>	OL	Arcilla orgánica
			LL no secado		Limo orgánico
	Limos y arcillas LL 50 o más	Inorgánicos	IP ploteado en o sobre línea A	CH	Arcilla de alta compresibilidad
			IP ploteado bajo línea “A”	MH	Limo de alta compresibilidad
		Orgánico	LL secado al horno <>	OH	Arcilla orgánica
			LL no secado		Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia organica, de color oscuro y olor organico			PT	Turba

Fuente: ASTM D-2487 98: *Práctica estándar para clasificación de suelos para propósitos de Ingeniería*