

Facultad de Tecnología de la Construcción

**Proyecto: “DISEÑO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LA COMUNIDAD DE
PALO VERDE” Municipio de Yalagüina,
Dpto de Madriz.**

Monografía para optar al título de Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Lisbeth Elayneth
Espinoza Centeno

Br. Felipe Cándido
Mendoza Castellón

Tutor:

Dr. Ing. Néstor Javier
Lanzas Mejía.

07 de mayo del 2024
Managua, Nicaragua

Managua, 03 de abril de 2024

Msc. Lic. Luis Chavarría Valverde

Director de área de conocimiento de ingeniería y afines.

Su despacho.

Estimado Msc. Chavarría, reciba cordiales saludos de mi parte.

Le presento el trabajo monográfico **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE PALO VERDE, MUNICIPIO DE YALAGUINA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”**, el cual he revisado y ha llevado mi supervisión, realizado por los bachilleres: Lisbeth Elayneth Espinoza Centeno y Felipe Cándido Mendoza Castellón para optar al título de ingeniero civil.

Este trabajo de monografía fue desarrollado de forma independiente por el sustentante y cumple con todos los requisitos para ser presentada y defendida ante el jurado designado.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted.

Atentamente,



Dr. Néstor J. Lanzas Mejía
Ing. Civil Colegiado
Gaceta N.º. 240 13 Dic. 1985

Dr. Ing. Néstor Javier Lanzas Mejía

Tutor



DEC-FTC-REF-No.049
Managua, 01 de marzo del 2023

Bachilleres
LISBETH ELAYNETH ESPINOZA CENTENO
FELIPE CÁNDIDO MENDOZA CASTELLÓN
Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema MONOGRAFICO, titulado: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE PALO VERDE, MUNICIPIO DE YALAGÜINA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ.". Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Dr. Ing. Néstor Javier Lanzas Mejía**. Sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **01 de septiembre del 2023**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería de la Construcción
MANAGUA
M.Sc. Miguel Antonio Fonseca Chavez
Decano

CC: Protocolo
Tutor – **Dr. Ing. Néstor Javier Lanzas Mejía**
Archivo*Consecutivo

Teléfono: (505) 0707 2044

Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Cotizado Sur de Villa Progress,
Managua, Nicaragua.

miguel.fonseca@fti.unl.edu.ni
www.fti.unl.edu.ni

DEDICATORIA

Dedicamos esta monografía a Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía, por iluminar nuestro camino y fortalecer nuestra determinación, por habernos dado la sabiduría en todos estos años de carrera universitaria, por darnos la dicha de concluir con éxito, felicidad y empeño este proceso y por hacer palpable su amor a través de cada una de las personas que forman parte de nuestra vida.

A nuestros queridos padres, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable nos han sostenido en cada paso de este arduo camino académico. Nuestra confianza en nosotros ha sido nuestro mayor motor.

A nuestro respetado tutor, Dr. Ing. Néstor Javier Lanzas Mejía, quien, con paciencia, conocimiento y mentoría constante, nos ha guiado en este viaje hacia el conocimiento y el éxito académico. Su dedicación y orientación han sido fundamentales para llegar a este punto.

Y a la persona excepcional que siempre estuvo a nuestro lado, el Ingeniero Jhonny Carrasco Rodríguez, cuyo apoyo y amistad desinteresada nos han brindado la fuerza y el estímulo necesarios en los momentos más desafiantes. Tu contribución a nuestro crecimiento académico y personal es inestimable.

A todos ustedes, les dedicamos este logro con profundo agradecimiento y gratitud. Sin su influencia, apoyo y amor, este éxito no habría sido posible. Que esta monografía sea un testimonio de nuestro agradecimiento y un reflejo de nuestro compromiso continuo con la excelencia en honor a sus valiosas contribuciones.

Br. Lisbeth Elayneth Espinoza Centeno

Br. Felipe Cándido Mendoza Castellón

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios extendemos de manera muy especial nuestro agradecimiento en primera instancia a él por iluminarnos en el transcurso de nuestra carrera otorgándonos salud, fuerza, sabiduría, inteligencia y bienestar en las diferentes etapas de la vida.

Agradecemos a nuestros padres y madres por ser los principales impulsores de nuestros sueños, a ellos por confiar y creer en nosotros, por los valores y principios que nos inculcaron, y sobre todo gracias a su apoyo incondicional este logro fue posible.

Agradecemos de manera muy especial a nuestro tutor guía el Dr.Ing Néstor Javier Lanzas Mejía, por haber brindado su valioso tiempo para ayudarnos en este último peldaño de nuestra carrera y así optar por el título de ingeniero civil.

También agradecemos a los docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP); por haber sembrado valores y conocimientos en el saber de nuestra profesión, a todos nuestros compañeros de estudio que sin duda jugaron un gran rol en nuestra formación profesional y personal y a todas las personas que nos brindaron valiosos consejos y apoyo en el desarrollo de nuestra carrera universitaria y actualmente con la monografía.

También agradecemos de manera muy especial al Ing. Jhonny Carrasco Rodríguez quien fue un pilar fundamental en el desarrollo de este trabajo monográfico apoyándonos en todo momento con dudas y sugerencias.

Gracias a todos y este logro es de ustedes también.

RESUMEN DEL TEMA

En el presente trabajo de investigación monográfica se describen cada uno de los aspectos y componentes necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable MABE (mini acueducto por bombeo eléctrico), en la comunidad de Palo verde, Municipio de Yalagüina, Departamento de Madriz, con un periodo de diseño de 20 años.

El sistema de abastecimiento de agua potable fue diseñado bajo las normas de la NTON (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense) y la ANA (Autoridad Nacional del agua).

El documento posee una memoria de diseño, aspectos generales teóricos, así como también aspectos necesarios para los cálculos de la investigación.

Se hizo el levantamiento topográfico de la zona, obteniendo datos precisos, por ende, no se presentó problema alguno, de igual manera se realizó el estudio del agua (proceso físico, químico y bacteriológico), y se presenta el estudio de impacto ambiental.

Cabe recalcar que algunos de los datos fueron proporcionados por la alcaldía municipal de Yalagüina.

Dicho trabajo monográfico cuenta con 5 capítulos los cuales son los siguientes:

Capítulo I: Generalidades.

Este capítulo detalla la introducción del tema con los antecedentes del municipio de Yalagüina, así como también la justificación y los objetivos en los que se basa la investigación.

Capítulo II: Marco teórico.

Se describen todos los conceptos importantes sobre los aspectos y temas que abarcan la investigación de acuerdo al uso de los objetivos de la información, el cual permitirá comprender e interpretar el desarrollo del proyecto.

Capítulo III: Diseño metodológico.

En este capítulo se plantean las variables y procedimientos utilizados para la elaboración de la investigación de acuerdo a los objetivos propuestos, de igual manera se tomaron en cuenta tablas y normas establecidas por la NTON y la ANA

.

Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados.

Tomando en cuenta las variables y fórmulas empleadas, se obtuvieron resultados de cálculos, tablas, gráficos y planos de diseño de dicha investigación.

Estos análisis de resultados van detallados en base a los objetivos propuestos.

En la descripción socioeconómica e interpretación de resultados se muestran los datos obtenidos de las encuestas realizadas en la comunidad, donde fueron procesadas y analizadas.

En el diagnóstico de la red de abastecimiento de tubería de la comunidad de palo verde se muestran los diferentes procedimientos que se hicieron para comprobar si el sistema cumple con la demanda de servicio y normativas, así como también en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta cálculos y criterios de diseño para obtener una propuesta adecuada según la demanda de diseño.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

En este último capítulo se describe la reflexión final de manera general acerca del trabajo previamente realizado y posterior a ello dejamos algunas sugerencias que se originaron durante el proceso de realización del estudio de nuestro tema monográfico.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. OBJETIVOS.....	6
4.1 Objetivo general.....	6
4.2 Objetivos específicos.....	6
5. MARCO TEÓRICO.....	8
5.1 Levantamiento topográfico.....	8
5.2 Estudio socioeconómico.....	8
5.3 Aforo de la fuente y calidad de agua.....	9
5.4 Diseño hidráulico del sistema de agua potable.....	10
5.5 Criterio de diseño.....	10
5.5.1 Cálculo de proyección de la población.....	10
5.6 Dotación.....	11
5.7 Factores de Máximas Demandas.....	11
5.7.1 Consumo máximo día CMD.....	11
5.7.2 Consumo de máxima hora CMH.....	12
5.8 Pérdidas.....	12
5.9 Calidad del agua.....	12
5.10 Periodo de diseño.....	13
5.11 Diseño de la línea de conducción.....	13
5.12 Velocidades de diseño.....	14
5.13 Líneas de conducción por tuberías.....	15

5.14	Red de distribución	15
5.15	Coeficientes de rugosidad:.....	16
5.15.2	Hidráulica del acueducto	17
5.15.3	Golpe de Ariete	17
5.16	Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)	19
5.17	Sistema de bombeo	20
5.18	Almacenamiento.	20
5.18.1	Capacidad.	20
5.18.2	Localización.	21
5.18.3	Tipos de tanques	21
5.18.4	: Tanques recomendados en el país.....	21
5.18.5	Consideraciones comunes para el diseño de los tanques sobre suelo y elevados.....	22
6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
6.1	Descripción del área de estudio.	25
6.1.1	Macro-localización.	25
6.1.2	Micro-localización.	26
6.2	Período de diseño.	26
6.3	Tipo de Investigación.	26
6.4	Población y Muestra.....	27
6.5	Fuentes y técnicas de recopilación de datos.	27
6.5.1	Fuentes primarias:	27
6.5.2	Fuentes Secundarias:	28
6.6	Instrumentos de recopilación de datos	28
6.6.1	Técnicas de análisis de datos de las encuestas.	29

6.6.2	Procesamiento de la información.....	29
6.7	Estudio topográfico	29
6.7.1	Etapa de campo	29
6.7.2	Etapa de gabinete	30
6.7.3	Condiciones del terreno por medio del levantamiento topográfico	30
6.8	Área de influencia	31
6.9	Intensidad del problema.....	31
6.10	Valor del impacto del proyecto.....	31
6.11	Situación actual en la comunidad:.....	31
6.12	Situación deseada en el proyecto:	32
6.13	Visitas	32
6.14	Calidad bacteriológica del agua:	33
6.14.1	Estudio de la fuente y calidad del agua	33
6.15	Diseño del sistema de agua potable	34
6.15.1	Población de diseño	34
6.15.2	Dotación y demanda.....	34
6.15.3	Consumo institucional.	35
6.15.4	Consumo de escuela existente.....	35
6.15.5	Consumo promedio diario	35
6.15.6	Fugas en el sistema.	36
6.15.7	Caudales de diseño.....	36
6.16	Diseño hidráulico del sistema	37
6.16.1	Diseño de la columna de bombeo	37
6.16.2	Diseño de la sarta	38
6.16.3	Selección del diámetro	39

6.16.4	Carga total dinámica.....	40
6.16.5	Golpe de Ariete	41
6.16.6	Potencia de la bomba.....	44
6.16.7	Selección de una bomba comercial	44
6.17	Tanque de almacenamiento.....	44
6.18	Desinfección	45
6.19	Fuente de abastecimiento.....	45
6.20	Software EPANET	45
6.21	Costo total de la obra.....	46
6.22	Evaluación de impacto ambiental.....	46
6.22.1	Requisitos básicos ambientales físicos y técnicos y elaboración de análisis ambiental.	48
6.23	Operacionalización de las variables.....	52
6.24	CRONOGRAMA.....	53
7.	RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	55
7.1	Estudio socioeconómico.....	55
7.1.1	Población.....	55
7.1.2	Economía familiar.....	55
7.2	Estudio topográfico.....	64
7.3	Aforo de la fuente.....	65
7.3.1	Información general del pozo.....	65
7.3.2	Materiales y equipos utilizados en la prueba de bombeo:	65
7.3.3	Procedimiento general.....	66
7.4	Calidad del agua.....	66
7.4.1	Resultados del análisis físico químico.....	67

7.5	Diseño del acueducto.....	69
7.5.1	Período de diseño.	69
7.5.2	Población de diseño.	69
7.5.3	Demanda.....	70
7.5.4	Diseño hidráulico.	73
7.5.5	Simulación hidráulica con EPANET	86
7.5.6	Costo total de la obra.....	96
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
8.1	Conclusiones.	98
8.2	Recomendaciones.	99
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	101
1.	Formato de encuesta para estudio socioeconómico.	ii
2.	Resultados de los estudios del agua, físicos, químicos y bacteriológicos.	vi
3.	Fotos tomadas durante la aplicación de las encuestas.	ix
4.	Fotos tomadas durante la etapa del levantamiento.	x
5.	Fotos tomadas durante el tiempo de aforo del pozo.....	xi
6.	Tablas del presupuesto.....	xii
7.	Tablas del estudio de impacto ambiental.	xvii
8.	Juego de planos.....	xxxí

INDICE DE TABLAS.

TABLA 1: PERÍODO DE DISEÑO.....	13
TABLA 2: VELOCIDADES MÁXIMAS.....	14
TABLA 3: COEFICIENTES DE RUGOSIDAD.....	16
TABLA 4: DISTRIBUCIÓN DEMOGRÁFICA DE LA ZONA.....	55
TABLA 5: RELACIÓN DE GÉNERO EN EL TRABAJO.....	55
TABLA 6: PORCENTAJE DE PERSONAS QUE TRABAJAN POR HOGAR.:.....	56
TABLA 7: TENENCIA DE LAS VIVIENDAS.....	56
TABLA 8: MATERIALES PREDOMINANTES EN LAS VIVIENDAS.....	57
TABLA 9: PROMEDIO DE INGRESOS EN EL HOGAR.....	58
TABLA 10: SANEAMIENTO EN LAS VIVIENDAS.....	58
TABLA 11: MANEJO DE LAS AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD.....	59
TABLA 12: MECANISMOS UTILIZADOS PARA EL ABASTECIMIENTO EN LA ZONA.....	60
TABLA 13: PERSONAS QUE ACARREAN EL AGUA EN LA COMUNIDAD.....	61
TABLA 14: NIVEL ACADÉMICO EN LA COMUNIDAD.....	63
TABLA 15: PROYECCIÓN FUTURA DE LA COMUNIDAD DE PALO VERDE. ...	70
TABLA 16: COEFICIENTES DE PÉRDIDAS PARA ACCESORIOS DE LA SARTA.....	75
TABLA 17: VALORES DE C SEGÚN LA GRADIENTE HIDRÁULICA.....	78
TABLA 18: VALORES K SEGÚN LA LONGITUD DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN.....	78
TABLA 19: APLICACIÓN DE CLORO AL SISTEMA.....	85
TABLA 20: DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	87
TABLA 21: TABLA DE PRESIONES EN LOS NODOS.....	91
TABLA 22: TABLA DE VELOCIDADES.....	95
TABLA 23: TABLA DE PRESIONES - CONSUMO NULO.....	100
TABLA 24: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	96

INDICE DE IMÁGENES.

IMAGEN 1: MACRO-LOCALIZACIÓN.....	25
IMAGEN 2: MICRO-LOCALIZACIÓN.....	26
IMAGEN 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
IMAGEN 4: CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	53
IMAGEN 5: CURVA DE RENDIMIENTO TRI-SEAL 15 GPM.....	82
IMAGEN 6: CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA.....	83
IMAGEN 7: CURVA DE LA BOMBA.....	86

INDICE DE GRÁFICAS.

GRÁFICO 1: DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO PORCENTUAL EN LA COMUNIDAD.	56
GRÁFICO 2: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE MATERIALES DE LAS VIVIENDAS.....	57
GRÁFICO 3: SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL HOGAR.....	59
GRÁFICO 4: USO DE LAS AGUAS GRISES.....	60
GRÁFICO 5: CONSUMO DE AGUA EN EL HOGAR.....	61
GRÁFICO 6: ACARREO DEL AGUA.....	62

INDICE DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1: SISTEMA EN EPANET.....	88
ILUSTRACIÓN 2: PRESIONES EN EL SECTOR 1.....	89
ILUSTRACIÓN 3: PRESIONES EN EL SECTOR 2.....	90
ILUSTRACIÓN 4: PRESIONES EN EL SECTOR 3.....	90
ILUSTRACIÓN 5: PRESIONES EN EL SECTOR 4.....	91
ILUSTRACIÓN 6: VELOCIDADES EN EL SECTOR 1.....	93
ILUSTRACIÓN 7: VELOCIDADES EN EL SECTOR 2.....	94
ILUSTRACIÓN 8: VELOCIDADES EN EL SECTOR 3.....	94
ILUSTRACIÓN 9: VELOCIDADES EN EL SECTOR 4.....	95

ILUSTRACIÓN 10: PRESIONES EN EL SECTOR 1.....	98
ILUSTRACIÓN 11: PRESIONES EN EL SECTOR 2.....	98
ILUSTRACIÓN 12: PRESIONES EN EL SECTOR 3.....	99
ILUSTRACIÓN 13: PRESIONES EN EL SECTOR 4.....	99
ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA DE PRESIONES CON EL CMH.....	93
ILUSTRACIÓN 15: DIAGRAMA DE VELOCIDADES CON EL CMH	94
ILUSTRACIÓN 16: DIAGRAMA DE PRESIONES - CONSUMO NULO.	95

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN.

El agua es el elemento que más predomina en la tierra. Su abundancia la convierte en la más común de las sustancias, pero sus propiedades combinadas la hacen a su vez la más exclusiva, y es por esta razón que antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Más tarde, gracias a los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, por lo cual los asentamientos humanos se han esparcidos lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua.

El agua es una necesidad fundamental de la humanidad, siendo nuestro mayor vital líquido; es uno de los servicios básicos de mayor importancia para una comunidad y sus pobladores, ya que este vital líquido facilita el desarrollo socio económico y sanitario, así como también permite realizar diversas actividades tales como: aseo personal, consumo humano, actividades domésticas, generación de energía, etc, mayormente en las zonas rurales no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua lo que afecta el nivel de vida de sus pobladores.

Es de vital importancia que cualquier comunidad cuente con el servicio de agua potable, en Nicaragua este beneficio es brindado y atendido por los comités de agua potable y saneamiento (CAPS). Son organizaciones comunitarias sin fines de lucro, es decir que no buscan una ganancia y están conformadas por personas electas democráticamente por la misma comunidad, por lo tanto, contribuyen al desarrollo social y económico de la misma; apenas se ha podido mantener al ritmo de crecimiento de la población, sin embargo, en la mayoría de casos las zonas rurales son las que padecen el déficit de agua potable.

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

El país. (2014). Sanidad y medio ambiente.

Por esto es muy importante contar con un servicio apropiado, sobre todo de calidad y en buenas condiciones. En la comunidad de Palo Verde ubicada en el municipio de Yalagüina, departamento de Madriz, requieren de un sistema de abastecimiento de agua, por lo que se presenta la propuesta en este trabajo que soluciona la

necesidad de agua de esta comunidad y se plantea el diseño de una red de abastecimiento de agua potable con el análisis de su funcionamiento por medio de un sistema MABE (mini acueducto por bombeo eléctrico).

El desarrollo de dicho proyecto se basará principalmente en “Las normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua”, así como los criterios de Hidráulica y en los conocimientos básicos de Ingeniería Sanitaria.

2. ANTECEDENTES.

El municipio de Yalagüina cuenta con micro cuencas que recorren la quebrada de: San Antonio, la quebrada de Samascunda, la quebrada de Santa Bárbara, la quebrada del Chagüite, que desembocan en la cuenca de los Encuentros, las cuales poseen sus fuentes naturales, la quebrada de la Muta que desemboca en río Abajo, y la quebrada del Trapichito que desemboca en el río Grande de Palacaguina.

El área urbana cuenta con dos pozos artesanos, 2 pilas receptoras de agua, con capacidad para abastecer a toda la población del área urbana. Se cuenta con un sistema de redes de tubería PVC y metálica que funcionan a través de gravedad.

Se amplió la red de agua potable a dos nuevos barrios que se han construido actualmente, donde viven personas que fueron afectadas por el huracán Mitch, así como también a 15 viviendas ubicadas en el sector N° 1. Con esto se concluye que no existe demanda de agua en el área urbana, existiendo 255 conexiones de agua potable ya que el 98% de las viviendas cuentan con este servicio.

En cuanto al área rural, la mayoría de las comunidades se abastecen de 27 pozos perforados y 25 pozos excavados a mano, estos pozos son sellados, tienen su bomba lo que permite que el agua sea más higiénica, además que ENACAL en coordinación con el MINSA les da mantenimiento en cloración mensualmente a través de las comisiones de las directivas formadas por los beneficiarios del proyecto.

ENACAL construyó una nueva pila almacenadora de agua, para ampliar la red de agua potable a través de tuberías conducida desde Yalagüina a las comunidades de Salamasí y La Esperanza.

Las comunidades de Cerro grande y Santa Ana cuentan con un mini acueducto con sus respectivos puestos de agua que abastece a todos sus pobladores.

En cada comunidad existe una junta directiva organizada por COSUDE, la que se encarga de velar por el cuidado de la infraestructura y la higiene del lugar.

Actualmente se están construyendo 8 pozos con TROPISec y 6 pozos con ENACAL, producto de que muchos pozos excavados a mano fueron destruidos, además de que ha crecido la necesidad de construir más pozos, tanto por el crecimiento de la población como por la infraestructura deteriorada y por otra parte están las condiciones climatológicas, ya que algunos se secan por el verano. También se están perforando dos pozos en las comunidades de La Cruz, y Las Cruces Financiados por Adra por la Empresa MACGREGOR.

3. JUSTIFICACIÓN.

La iniciativa de realizar un diseño de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la comunidad de Palo verde, es satisfacer esta gran necesidad de carencia de agua potable y a la misma vez haciendo que el consumo de este líquido sea el más adecuado, es decir, proporcione seguridad, salubridad e higiene a los habitantes al momento de consumirla, hacer una extracción apropiada del afluente con los respectivos estudios físicos, químicos y bacteriológicos y crear una red de distribución que abastezca a la comunidad, que estará conectada a la fuente de abastecimiento de agua de manera fácil y directa, con un uso racional del líquido vital.

La proporción directa del agua facilitaría el aseo personal de la población, así como la limpieza del hogar, demás actividades y evitaría la proliferación de enfermedades por contaminación microbiana del agua en la comunidad, enriqueciendo la calidad de vida de los habitantes.

Con el crecimiento poblacional incrementa la necesidad de poder adquirir aún más un sistema de agua potable para dicho consumo, cabe destacar que con esta propuesta metodológica se realizaran los diferentes cálculos y diseños técnicos de acuerdo a los requerimientos de las normas técnicas NTON 09 – 007 – 19 y las leyes vigentes de Nicaragua y por último la motivación personal en aportar con la investigación a la comunidad y sus líderes comunitarios para que puedan realizar gestiones ante las situaciones del estado para llevar acabo las diferentes obras propuestas en el diseño.

El proyecto será de beneficio o carácter socio – económico para la población de la comunidad, y se tomaran en cuenta todos los factores presentes en la problemática tales como: topografía del lugar, realización de encuestas, cálculo del índice poblacional, diseño de la red de conducción y distribución del agua, mediante los estudios técnicos y prácticos.

Con dicha investigación se profundizarán los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carretera de ingeniería civil, lo cual permitirá vincular la teoría con la práctica.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

- ✚ Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Palo verde, ubicado en el municipio de Yalagüina departamento de Madriz.

4.2 Objetivos específicos.

- ✚ Ejecutar el levantamiento topográfico de la zona para el diseño del sistema de la red de agua potable.
- ✚ Describir la situación socioeconómica que permita el cálculo del índice del crecimiento poblacional, así como su consumo.
- ✚ Mostrar el análisis físico, químico y bacteriológico de la fuente de agua, facilitado por la alcaldía municipal.
- ✚ Diseñar hidráulicamente el sistema, así como el análisis mediante el software EPANET.
- ✚ Elaborar planos constructivos y estimar el costo total de la obra del sistema de agua potable para la comunidad de Palo verde.
- ✚ Presentar el estudio de impacto ambiental del proyecto, proporcionado por la alcaldía municipal.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

5. MARCO TEÓRICO.

5.1 Levantamiento topográfico

Se denomina levantamiento topográfico al estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográfica y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones. Todo levantamiento se hace con precisiones ya establecidas, hay ocasiones en que, por la índole del trabajo, puede aligerarse este aun cuando lleguen a cometerse errores sensibles en el plano, e incluso, a veces, basta un ligero bosquejo, con rápidas medidas, constituyendo un croquis.

La exactitud de los levantamientos regulares depende, desde luego, de la habilidad del operador, pero es debida, principalmente, a la precisión de los instrumentos empleados.

5.2 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población en estudio, consiste en comparar los beneficios contra los costos que implican para la sociedad; es decir, determinar el impacto del proyecto en el bienestar de la sociedad, el incremento en la economía del sector o en mayor disponibilidad de bienes y servicios generados (Comisión Nacional del Agua, 2008), debe tomarse en cuenta que la construcción de todo sistema de agua potable, implica grandes inversiones de recursos humanos, técnico y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los gastos de operación y mantenimiento son inevitables, la población servida costeará los gastos de instalación de tuberías y accesorios dentro de cada vivienda.

El poder caracterizar la situación económica de la población será realizada mediante la aplicación de la encuesta socioeconómica, el principal indicador para determinar la capacidad económica será el ingreso total mensual de las familias en estudio.

5.3 Aforo de la fuente y calidad de agua

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida. Así mismo debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- a) Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- b) Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma (ANA).
- c) En la normativa NTON 09 007-19, se describen que para el uso de agua potable existen tres tipos de fuentes que corresponden a manantiales, pozos excavados a mano y pozos perforados.

Sobre la calidad del agua la norma ANA (Autoridad Nacional del agua), menciona que el objetivo de dicha norma es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se le deberán efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: Coliforme total, coliforme fecal, sabor, color, turbiedad, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

5.4 Diseño hidráulico del sistema de agua potable

Si bien un diseño hidráulico tiene como finalidad definir los diámetros y longitudes de las diferentes tuberías que componen el sistema y para este se deben considerar aspectos de la población y demanda. A continuación, se describen estos y demás criterios de diseño.

5.5 Criterio de diseño.

5.5.1 Cálculo de proyección de la población.

Para realizar un diseño de un sistema de agua potable es necesario determinar las demandas futuras de la población, lo anterior se hace con la finalidad de incluir en el diseño los requerimientos de cada uno de los componentes del sistema la cual dependerá de los periodos económicos del diseño.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población. Las informaciones de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales, encuestas, información del MINSA.

Para el cálculo de la proyección poblacional se aplicará el método geométrico.

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. La fórmula para determinar la proyección de población es la siguiente:

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

Donde:

P_n = Población proyectada al año "n"

P_o = Población al inicio del período de diseño.

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

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

La tasa de crecimiento al aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menos que 2.5%.

5.6 Dotación.

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona y por día está en dependencia del nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores infraestructurales y el uso del agua.

a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 50 lppd.

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 80 lppd.

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

NTON 09 007- 19. Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

5.7 Factores de Máximas Demandas

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

5.7.1 Consumo máximo día CMD.

El factor de consumo que el diseñador debe aplicar es 1.5 NTON 09 007-19.

$$CMD = 1.5 CPD + hf$$

Donde:

CMD = Consumo máximo día

hf = Pérdidas de agua en el sistema equivalente al 15 % CPD

Dónde: $CPD = CD + CPI + CC + CInd.$

CPD: Consumo Promedio Diario

CD: Consumo Doméstico

CPI: Consumo Público e Institucional

CC: Consumo Comercial

CInd.: Consumo Industrial

5.7.2 Consumo de máxima hora CMH.

$$CMH = 2.5 \text{ CPD} + hf$$

CMH = Consumo máximo hora

P = Pérdidas de agua en el sistema equivalente al 15 % del CPD

2.5 = Factor de variación consumo horario

5.8 Pérdidas

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15%.

5.9 Calidad del agua

La calidad del agua, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud y otros organismos internacionales, se puede resumir como las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

Para determinar la calidad del agua se deben utilizar Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, "Normas de Calidad del Agua para el consumo". El Agua procedente de cualquier fuente, que presente características no aptas para el consumo humano, requiere de procesos con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las

normas referidas en el párrafo anterior. Estos procesos se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y desinfección.

5.10 Período de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, como propósito de determinar la vida útil de los componentes del sistema que deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. La fijación de la vida útil también permite conocer cuáles elementos del sistema se deben diseñar por etapas y finalmente estimar cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos del sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 1: Período de diseño.

Tipos de componentes	Período de diseño (años)
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	20 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	20 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	20 años

NTON (09 007 - 2019). Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

5.11 Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. En los puntos topográficamente elevados se debe mantener una presión mínima de 5 m y cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los cumpios.

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, incorporando en la línea válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión donde sea necesario.

5.12 Velocidades de diseño

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar el principal problema que es el golpe de ariete y otros como erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.

Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión.

Tabla 2: Velocidades máximas.

Tipo de tubería	Velocidad máxima
De concreto simple hasta 457.2 mm de diámetro	3
De concreto reforzado	3
De acero con y sin revestimiento	5
De polietileno de alta densidad	5
De P.V.C	5
Túneles sin revestimiento	2

NTON (09 007 - 2019). Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Velocidad mínima = 0.6 m/s.

5.13 Líneas de conducción por tuberías

Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la energía disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas. Se empleará la fórmula de Hazen – Williams, en la que se despeja la gradiente hidráulica u otras fórmulas similares reconocidas.

$$H = \frac{10.679 \times L \times Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} \times D^{4.87}}$$

Donde:

Q = Caudal metros cúbicos por segundo

C = Coeficiente de rugosidad

D = Diámetro interno de la tubería en metros

L = Longitud de la tubería en metros

H = Pérdida de carga en metros

Para el cálculo preliminar del diámetro económico se usará la fórmula siguiente: con K = 0.9 y n = 0.45; o similares

$$D = K (Q)^n$$

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D= diámetro en metros

Q= caudal en m³ /s

n = factor potencial

5.14 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, para su diseño deberá considerarse una condición del consumo de hora máxima al final del periodo de

diseño, el sistema de distribución puede ser red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos. La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

En los diseños se aplican los datos específicos siguientes: dotaciones por persona, período de diseño, población futura.

Además de factores específicos como: coeficientes de rugosidad, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo y cobertura sobre tubería. A continuación, se describe cada uno de los factores.

5.15 Coeficientes de rugosidad:

Tabla de Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Tabla 3: Coeficientes de rugosidad.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (Ho. Go)	130
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (Ho. Fo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

NTON (09 007 - 2019). Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

5.11.1 Parámetros de diseño

5.15.1.1 Presiones mínimas y máximas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en las zonas rurales se permitirán las siguientes presiones:

Presión Mínima en la red: 5.0 m en el punto de la conexión con el medidor.

Presión Máxima en la red: De acuerdo a las características del material y al análisis hidráulico a utilizar.

Demanda cero: En esta condición se analizarlas máximas presiones en la red.

5.15.1.2 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser de 50 mm siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima. En zonas rurales donde se determine que no habrá crecimiento poblacional, podrá usarse el diámetro mínimo de 37.5 mm.

5.15.1.3 Cobertura de tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona del conducto en toda su longitud.

En los casos que se requiera que la tubería quede a menor profundidad se debe justificar la protección de la misma. En andenes esta cobertura mínima será 0.70 m.

5.15.2 Hidráulica del acueducto

Para el análisis de una red deben considerarse los aspectos de red abierta y el de malla cerrada. En el caso de red abierta puede usarse el método de la gradiente piezométrica y caudal, usando la fórmula de Hazen-Williams u otras similares. Aplicando la fórmula siguiente:

5.15.3 Golpe de Ariete

La celeridad se calculó mediante la siguiente ecuación de Allievi.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Ecuación 1

Dónde:

a: Celeridad de la onda de presión, m/s

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

ε : 2.81 x 10⁸ Kg/m², para PVC y 2 x10¹⁰ Kg/m² para de hierro y acero.

D: Diámetro interno de la tubería, m

e: Espesor de la tubería, m

El tiempo de parada se calculó con la ecuación de Mediluce, siendo esta la siguiente:

$$T = C + \frac{K L v}{g Hm}$$

Ecuación 2

Dónde:

T: Tiempo de parada, s

L: Longitud de la conducción, m

V: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

Hm: Altura manométrica del cuerpo de bombeo, m

K y C, coeficientes empíricos, (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real, 2010, pág. 7).

Con el tiempo de parada y el tiempo que tarda la onda de presión, se evaluó para determinar si hay cierre lento o rápido. Así mismo con la longitud crítica se evaluó el tipo de impulsión para determinar si hay impulsión corta o larga. Según los resultados del tipo de cierre e impulsión, se utilizó la ecuación de Michuad o la ecuación de Allievi.

$$\Delta H = \frac{2 L v}{g T}$$

Ecuación 3

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

T: Tiempo de parada, s

$$\Delta H = \frac{a v}{g}$$

Ecuación 4

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

Para el caso de malla cerrada podrá aplicarse el método de Hardy Cross, considerando las diferentes condiciones de trabajo de operación crítica.

En el análisis hidráulico de la red debe tomarse en cuenta el tipo de sistema de suministro de agua ya sea por gravedad o por bombeo.

5.16 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

(1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento.

(2) Disponibilidad de energía eléctrica.

(3) Capacidad de pago de la comunidad. Si no se puede aplicar esta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.

El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).

Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

5.17 Sistema de bombeo

En las estaciones de bombeo deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: Caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo.

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista:

5.18 Almacenamiento.

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad de agua necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

5.18.1 Capacidad.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD).
- b) Volumen de reserva para eventualidades y/o emergencias: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 15% del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 40% del consumo promedio diario.

5.18.2 Localización.

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados lo más cercano posible a la red de distribución en zonas próximas y con altura por encima del poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

5.18.3 Tipos de tanques

Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

- Concreto armado
- Acero: Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.
- Mampostería: Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón, piedra cantera, ladrillo, bloque u otros y cuya altura sea menor o igual a 3 metros.
- Concreto ciclópeo
- Fibra de vidrio
- Plástico: Se debe considerar que para pequeñas localidades siempre que el fabricante o proveedor demuestre mediante certificación de origen, que su exposición al sol y/o contacto con el cloro, no provoque efectos que convierta el agua no apta para consumo humano.
- Acero vitrificado

5.18.4 : Tanques recomendados en el país

Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

- Tanque sobre el suelo: Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes:

Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida del agua sea por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, sistema de boya, indicador de niveles, acceso con su tapadera y dispositivo de resguardo.
- Tanques Elevados: En el diseño de tanques elevados, deben incluirse los accesorios como escaleras, dispositivos de ventilación, abertura de acceso marcador de niveles, baranda y en algunos casos una luz de advertencia para la navegación aérea.

5.18.5 Consideraciones comunes para el diseño de los tanques sobre suelo y elevados.

- a) Que el nivel mínimo del agua en el tanque garantice las presiones mínimas en la red de distribución.
- b) Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua solo en el caso que el sistema sea fuente-red-tanque.
- c) La escalera exterior deberá tener protección adecuada y dispositivos de seguridad.
- d) Se diseñarán los dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.
- e) Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque.
- f) Siempre deben ser cerrados, para evitar la contaminación del agua.
- g) Las tuberías de rebose deben descargar libremente, sobre estructura de disipación para evitar la erosión del suelo.

- h) Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y todos los accesorios de las tuberías deben ser bridados.
 - i) La localización del tanque debe estar protegida del escurrimiento superficial.
 - j) Los drenes sobre la losa de cimentación de tanque deben descargar libremente a un canal de desagüe.
- Tipo Cisterna: Este tipo de almacenamiento se recomienda en pequeñas granjas o comunidades rurales donde se carece de aguas superficiales, o subterráneas, por lo tanto, el agua de lluvia es la fuente disponible de abastecimiento local.

El agua de lluvia que escurre en los sistemas de techos se conduce a través de canales y ductos de bajantes a las cisternas de almacenamiento situado sobre el piso o soterrado. La cisterna puede ser construida de mampostería u hormigón armado, en ella se puede emplazar una bomba de mano de acción directa o de mecate para la distribución de agua.

CAPITULO III. DISEÑO METODOLOGICO

6. DISEÑO METODOLÓGICO.

6.1 Descripción del área de estudio.

El desarrollo del “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en la comunidad de “Palo Verde”, Municipio de Yalagüina; se basará principalmente en “Las normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua”, así como los criterios de Hidráulica y en los conocimientos básicos de Ingeniería Sanitaria.

6.1.1 Macro-localización.

El departamento de Madriz se encuentra al norte del país de Nicaragua, limitando al norte con el departamento de Nueva Segovia, al sur con el departamento de Estelí, al este con el departamento de Jinotega, al oeste el vecino país de Honduras.

Imagen 1: Macro-localización.



Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Micro-localización.

Yalagüina es un municipio del departamento de Madriz en la República de Nicaragua, ubicado en la latitud: 13°29'00"N y longitud: 86°29'00"O. Limitado al norte por el municipio de Totogalpa, al sur por el municipio de Pueblo Nuevo, al este por el municipio de Palacaguina y al oeste por el municipio de Somoto.

Imagen 2: Micro-localización.



Fuente: Elaboración propia

6.2 Período de diseño.

El período de diseño se definió en base a la vida útil de los componentes del sistema, dicho valor se tomará a 20 años, cobertura el 100 % de la población total será servida mediante conexiones domiciliarias durante todo el período de diseño.

6.3 Tipo de Investigación.

Con base en los objetivos propuestos y el problema a resolver, el presente trabajo se realizó por medio del tipo de investigación: Cuantitativa.

La investigación cuantitativa consiste en recolectar y analizar datos numéricos. Este método es ideal para identificar tendencias y promedios, realizar predicciones, comprobar relaciones y obtener resultados generales de poblaciones grandes.

Se efectuará la investigación cuantitativamente, lo cual permitirá analizar los resultados numéricos del impacto de dicho análisis. Los datos que se obtendrán

serán calculados con ayuda de diferentes programas como Microsoft Excel, Autocad, Epanet y programas computacionales comunes de análisis.

6.4 Población y Muestra.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular.

- Las personas que residen en la zona de tal comunidad “Palo Verde” no cuentan aún con el servicio de agua potable en su vivienda.
- Se utilizó un muestreo no probabilístico para que las características más representativas de la población no sean alteradas.

6.5 Fuentes y técnicas de recopilación de datos.

Fuentes de información: Las fuentes de información son muy importantes en la investigación, ya que representan los pilares que sostendrán y respaldarán al estudio, por ende, deberá ser una fuente confiable, elegida rigurosamente, además de ser clara y específica, el presente trabajo contará con la información recopilada de fuentes primarias y de fuentes secundarias.

6.5.1 Fuentes primarias:

- Comunidad “Palo Verde”: Se observó detenidamente y se realizaron mediciones para definir sus características topográficas e hidrográficas superficiales principales, además se reconocieron sectores aledaños que pudieran llegar a afectar el diseño más adelante.
- Pobladores de la zona: tomando en cuenta la cantidad de personas que habitan en las casas y sus hábitos de consumo, se determinó el promedio de habitantes por viviendas y el consumo promedio, lo cual contribuyó a determinar el caudal de diseño del sistema.

6.5.2 Fuentes Secundarias:

- Biblioteca de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI): se hizo una revisión y análisis bibliográfico de libros de ingeniería sanitaria, documentos monográficos y tesis cuyo tópico principal es el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.
- Revisión de un proyecto existente de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable de una comunidad aledaña a la que se trabajó, dicha comunidad se llama “La cruz”, información brindada por la alcaldía municipal de Yalagüina. También se basa el presente estudio en el análisis detallado de documentos Normadores de diseño de sistemas de abastecimiento de agua para determinar los factores que inciden directamente en el diseño y una guía de cálculo para el diseño basado en los requerimientos mínimos determinados por el Ente regulador del servicio de agua potable en nuestro país (INAA).

6.6 Instrumentos de recopilación de datos

En esta etapa de recolección de datos, se definen los instrumentos necesarios de medición que se ajustan al tipo de investigación que se está realizando, los instrumentos de medición definidos varían de acuerdo con el tipo a la información que se requiere obtener, ya sean datos concretos u opiniones específicas sobre el tema y así obtener resultados confiables para cumplir los objetivos del estudio.

- Observación in situ: se realizó una guía de observación estructurada participante, registrando las características topográficas del terreno, determinantes en el diseño.

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la encuesta. El instrumento es el cuestionario, el cual consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Con el propósito de que la respuesta sea lo más ambigua, la pregunta que se les hizo a los consumidores durante el levantamiento de la encuesta era cerrada. Esta también facilitó la identificación de factores que influyen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua.

6.6.1 Técnicas de análisis de datos de las encuestas.

- **Análisis de Contenido:** se realizó un análisis de contenido basado en los datos arrojados por el resumen e indización de las encuestas por medio de un gráfico de barras para determinar los factores más relevantes en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- **Análisis económico:** Se estimaron las cantidades de obras y el presupuesto global del sistema de diseño de agua potable.

6.6.2 Procesamiento de la información.

Luego que la información se recopiló, se ordenó y se registró en un archivo electrónico que permita la tabulación, el cruzamiento y comparación de variables que sean de relevancia para el análisis; se elaboraron tablas y gráficos en los que resuman los datos recabados, para poder visualizar rápidamente la atmósfera en estudio y generar conclusiones al respecto. Para este proceso se utilizaron programas tecnológicos los ya antes mencionados, para dicha facilidad.

6.7 Estudio topográfico

El estudio topográfico se hizo en dos etapas, una de campo y otra de gabinete. A continuación, se describen las etapas del estudio topográfico:

6.7.1 Etapa de campo

En esta etapa se hizo el levantamiento de coordenadas (XYZ), de los ejes de la línea de conducción, red de distribución, también se levantaron las coordenadas para la ubicación del tanque de almacenamiento, fuente de abastecimiento, viviendas, centros públicos y otros objetos espaciales de interés que contribuyan a una descripción adecuada y precisa del entorno topográfico de la comunidad.

El levantamiento se hizo con estación total Ruide modelo 822D, prisma reflectante y los puntos iniciales se amarraron a tres coordenadas geodésicas tomadas con GPS Promark 3, Espectra precisión.

Se aplicaron todos los requisitos de precisión, cierre y metodología según la norma (INAA 2007), las cuales se indican a continuación:

- El levantamiento altimétrico se referencia a un BM existente geodésico. Se hicieron estacionamientos a cada 20 metros o menores y se tomaron los accidentes geográficos que se presentaron entre las estaciones, tales como cauces, depresiones, ríos u otros.
- En lugares convenientemente ubicados se dejó referenciado el estacionamiento, permitiendo el replanteo del polígono.
- Las curvas de nivel con un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en el terreno accidentado el intervalo será mayor.

6.7.2 Etapa de gabinete

En esta etapa se procesaron los datos con el software civil 3D, con el que se realizaron las láminas, y las escalas utilizadas fueron las siguientes:

Ubicación general, sin escala

Planta general, 1:1000

Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:500 o bien Horizontal: 1:1000 – Vertical: 1:500
 Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

6.7.3 Condiciones del terreno por medio del levantamiento topográfico

Se realizaron los trabajos necesarios de topografía y complementarse con información existente. Se deberán tener todas las obras y elementos del servicio relacionados a un punto de referencia común. Se realizó toda la topografía de toda la localidad, con todo el detalle que se requirió. Los trabajos topográficos deberán ejecutarse de manera tal que permita efectuar un buen análisis de sectorización de la red de distribución.

Se realizó el levantamiento topográfico correspondiente a altimetría y planimetría de la comunidad de Palo verde, donde se obtuvo que la línea de conducción tiene una longitud total de 424. 50 m y la red de distribución tiene una longitud total de 1,456.602 m.

se trazó:

- ❖ Croquis de la comunidad
- ❖ Curvas de nivel de la red de distribución
- ❖ Poligonales de los terrenos donde se ubicarán el pozo y el tanque de almacenamiento.

El levantamiento fue todo un éxito no hubo ninguna complicación con los puntos el cual coincidió en los planos, este se realizó con la participación de nosotros los dos integrantes de dicha documentación y de un topógrafo profesional. Los planos se dibujaron a escala conveniente.

6.8 Área de influencia

La determinación del área de estudio se definió bajo un enfoque social, en la que se contempla la satisfacción del servicio de agua potable hacia los usuarios, referidos en:

6.9 Intensidad del problema

El cual está descrito como la deficiencia con la que se cuenta el suministro y servicio de agua potable.

6.10 Valor del impacto del proyecto

Definido como la eficiencia del servicio de agua potable a los usuarios, satisfacción de la población al contar con un buen servicio de agua potable, suministrado a través de la tubería principal, durabilidad del material ante agentes del medio externo, reparaciones y mantenimiento en la línea de manera adecuada que garantice la buena distribución del vital líquido hacia las conexiones domiciliarias y que estas no se realicen de forma periódica.

6.11 Situación actual en la comunidad:

Para el diagnóstico de la situación del sistema actual se realizó una visita de campo in situ, en donde se observa unas series de anomalías que ocurren en el sistema del cual se abastecen de agua.

Fuente de abastecimiento:

- La población se abastece a través de una fuente particular de suministro de agua tal es un pozo de concreto no menos a una profundidad aproximada de 50 metros.
- Existen 15 pozos excavados a mano, 1 pozo perforado y 3 pozos privados, pero el que se utilizara como fuente de abastecimiento es el que más produce agua según el aforo realizado.
- Carece de un sistema de purificación de agua previo al sistema, se habla de que no posee al menos un medio de coronación.
- Carece de un sistema de remoción de los sólidos que acarrea el flujo del fluido.

6.12 Situación deseada en el proyecto:

- Garantizar seguridad, salubridad e higiene a la población con la existencia de un buen sistema de agua potable.
- Fácil acceso y conformidad en la población al contar con un buen servicio de distribución del vital líquido.
- Disminución de las pérdidas del agua a lo largo de la línea, y aumento en la energía del líquido.
- Durabilidad del material a lo largo de su vida útil.
- Disminución en los costos de mantenimiento del sistema.
- Tubería en buen estado a lo largo del periodo de diseño.

6.13 Visitas

Se consideraron y se realizaron todas las visitas a terreno necesarias para llevar a cabo una correcta ejecución en detalle del proyecto, en el reconocimiento de campo se coordinó y se programó las visitas al terreno a fin de recibir o dar información y aclarar dudas. Así mismo, se efectuó las correcciones y modificaciones que produjeron las observaciones.

6.14 Calidad bacteriológica del agua:

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua de calidad aceptada para el consumo humano. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras.

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

6.14.1 Estudio de la fuente y calidad del agua

Debido a que la fuente es un pozo perforado el aforo se hizo con el método volumétrico, el cual relaciona el volumen con el tiempo para obtener el caudal.

También se tomaron muestras de agua para su análisis y posterior evaluación con los parámetros de calidad de agua para consumo humano de la norma CAPRE.

Para la evaluación de la calidad del agua se hizo referencia al artículo 8 de la norma (CAPRE, 1994, Pág. 7), la cual es la primera etapa E1, considera un programa de análisis básico con los parámetros: coliforme total o coliforme fecal, sabor, color, turbiedad, concentraciones de iones, hidrogeno (Ph), y conductividad.

También se tomó en consideración la segunda etapa E2 descrita en la norma CAPRE, que incluye la evaluación de sodio, potasio, magnesio, calcio, cloruro, nitrato, sulfato, carbonato, bicarbonato, dureza total como CaCO_2 , dureza cálcica como CaCO_2 , alcalinidad total como CaCO_2 , alcalinidad a la fenolftaleína, sílice reactivo disuelto, nitrito, hierro total, fluoruro, amonio, y balance iónico de la muestra.

6.15 Diseño del sistema de agua potable

A continuación, se describen los procedimientos y cálculos para el diseño del sistema, mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).

6.15.1 Población de diseño

Para encontrar la población de diseño se utilizaron los datos demográficos del censo previamente realizado en marco del presente estudio. La tasa del crecimiento se obtuvo mediante las estimaciones recientes de la alcaldía municipal de Yalagüina. La población futura se obtuvo por el método geométrico descrito en la normativa NTON 09 007-19, página 9.

Ecuación 1

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

Dónde:

P_n: Población del año “n”.

P_o: Población al inicio del periodo de diseño.

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

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

6.15.2 Dotación y demanda

Se adoptó una dotación de 80 lppd que recomienda la norma para áreas rurales con conexiones domiciliarias NTON 09 007-19, tabla 3.

Para establecer la demanda de agua potable de la población se calculó primero el consumo doméstico según la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$CD = \frac{Pf (dotacion)}{86400}$$

Donde:

CD = Consumo doméstico, L/s.

Pf = Población futura, hab.

Dotación = 80 lppd.

Para el consumo promedio diario (CPD), Se utilizó la ecuación antes mencionada en el marco teórico, la cual solo incluye el consumo institucional o público, estos se debieron a que según el plan de desarrollo municipal y comunal no se tiene previsto el fomento de zonas comerciales e industriales en la comunidad.

Así mismo, actualmente no existe consumo comercial e industrial en la comunidad, siendo que la pequeña actividad comercial (pulpería, agricultura y producción artesanal de algunos bienes, lácteos, carne) se realiza en las viviendas.

6.15.3 Consumo institucional.

Para este cálculo se aplicó el 7% al consumo doméstico.

Fuente: NTON 09 007-19, tabla 4

6.15.4 Consumo de escuela existente.

En la comunidad de palo verde hay una escuela existente la cual imparte clases en un turno y cuenta con un total de 12 estudiantes y usando una dotación según la norma del MINSA

Ecuación 3

$$C_{act} = \#Estudiantes * Dotación$$

Fuente: Normas y criterios para el Diseño de establecimientos escolares del MINED, pagina número 44.

6.15.5 Consumo promedio diario

Para el consumo promedio diario se tomó en cuenta el consumo doméstico y el consumo a como se muestra a continuación.

Ecuación 4

$$CPD = CD + CI$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

CD: Consumo Doméstico, L/s

CI: Consumo institucional, L/s

6.15.6 Fugas en el sistema.

Las fugas en el sistema equivalen a un 15% del consumo promedio diario para zonas donde la población es menor a 500 habitantes.

NTON 09 007 – 19, página 14.

6.15.7 Caudales de diseño

Si bien el consumo de máximo día y el consumo de máxima hora van en dependencia del consumo promedio diario sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y para la red de distribución.

6.15.7.1 Consumo máximo diario

El consumo máximo diario (CMD) el cual se utilizó para el diseño de la línea de conducción, siendo esta la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$CMD = 1.5CPD + hf$$

Dónde:

CMD: Consumo máximo día, L/s.

CPD: Consumo promedio diario, L/s.

Hf: Fugas L/s.

6.15.7.2 Consumo máximo horario

El cálculo del consumo máximo horario (CMH), valor que se utilizó para el diseño de la red de distribución, siendo esta la siguiente ecuación:

Ecuación 6

$$CMH = 2.5CPD + hf$$

Dónde:

CMH: Consumo máximo horario, L/s.

CPD: Consumo promedio diario, L/s.

Hf: Fugas, L/s.

6.16 Diseño hidráulico del sistema

El diseño hidráulico se basó en los criterios de diseño de la norma (NTON – 09 007-19) pagina 31, los que incluye criterios de diseño para el cálculo de diámetros, perdidas de carga, velocidades, presiones, resistencia de tuberías.

6.16.1 Diseño de la columna de bombeo

Para diseñar la columna de bombeo se utilizó el consumo máximo día (CMD), con dicho caudal utilizando cuadro 6.2 (INAA, 1999a, pág. 22), se determinó el diámetro de la columna de bombeo.

6.16.1.1 Velocidad del flujo

La velocidad de flujo en la columna de bombeo se calculó con la ecuación:

Ecuación 7

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Dónde:

V: Velocidad del flujo m/s

Q: Caudal máximo diario, m³ /s

D: Diámetro interno de la tubería, m.

6.16.1.2 Pérdidas por fricción.

Las pérdidas de carga en la columna de bombeo se calcularon con la ecuación de Hazen - Williams. El coeficiente de rugosidad para Hazen Williams se tomó de la tabla 15 de la normativa NTON 09 007-19 (pág. 32).

Ecuación 8

$$hf = \left(10.67 \frac{Q^{1.86}}{C^{1.86} D^{4.87}} \right) L$$

Hf: Perdidas por fricción, m.

Q: Caudal, m³/s.

C: Coeficiente de rugosidad.

D: Diámetro, m.

L: Longitud de la tubería, m.

La norma establece como criterio de diseño para la columna de bombeo una pérdida de carga por fricción menor al 5% de la longitud NTON 09 007 – 19, página 22, obteniéndose lo siguiente:

Ecuación 9

$$Criterio = L * \frac{5}{100}$$

6.16.2 Diseño de la sarta

El diámetro de la sarta se determinó en base al consumo máximo día con (CMD). En el diseño de sarta se incluyeron un medidor de agua potable, sarta de tubo redondo, una válvula de aire, válvula de check, válvulas de limpieza, válvula de pase, válvula de alivio y demás accesorios que la conforman. Las pérdidas por fricción se calcularon con la ecuación de Hazen – Williams, también se calculó la velocidad de flujo, con las ecuaciones ya antes mencionadas y las perdidas locales por accesorios con la ecuación siguiente:

Ecuación 10

$$h_i = \sum_{i=1}^n K_i \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

h_i: Pérdidas de carga locales, m

K: Coeficiente de pérdida de los accesorios

v: Velocidad del flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

6.16.2.1 Pérdida total en la sarta

La pérdida de carga total en la sarta, la cual es la suma de las pérdidas por fricción y las pérdidas locales, como se muestra:

Ecuación 11

$$h_{sarta} = h_f + h_l$$

Dónde:

H_{Sarta}: Perdidas en la sarta.

H_f: Perdidas por fricción.

H_l: Perdidas locales.

6.16.3 Selección del diámetro

Selección del diámetro, se le llama línea de impulsión al tramo desde la sarta o descarga hasta el tanque de almacenamiento. El diámetro de la mismo se calculó con la ecuación 9 similar a la de Bresse, a partir del cual se seleccionó un diámetro comercial en tubería PVC de 3" SDR 26 norma ASTM 2241, que corresponde a un diámetro de 76.2 mm. El diámetro seleccionado para el diseño asegura una velocidad mínima de flujo de 0.6 m/s como lo establece la normativa NTON 09 007-19. Formula detallada a continuación:

Ecuación 12

$$D = 0.9 Q^{0.4}$$

Dónde:

D: Diámetro teórico más económico, m.

Q: Caudal máximo diario, m³/s.

Línea de conducción

A partir del diámetro teórico se seleccionó un diámetro comercial, cabe destacar que en el programa Epanet se modeló el diámetro de la tubería más conveniente para la red, basado también al diámetro teórico, en tubería PVC. Con el diámetro interno comercial y caudal máximo diario (CMD), se calculó la velocidad del flujo utilizando la ecuación ya antes mencionada ecuación 7, también se verificó que la velocidad de flujo se encuentre no menos de lo permitido 0.6 m/s, NTON 09 007-19 (página 31). Las pérdidas de carga se calcularon con la ecuación de Hazen-Williams antes descrita.

6.16.4 Carga total dinámica

Este acápite abarca la evaluación de todas las fuerzas que inciden en el sistema, incluyendo la presión, la velocidad y la altura, con el objetivo de determinar la carga total dinámica que experimenta la red de conducción. Este análisis integral proporcionará información crucial para garantizar un diseño hidráulico efectivo, considerando factores esenciales que afectan el rendimiento y la eficiencia del sistema en su conjunto.

Ecuación 13

$$CDT = H_e + h_{columna} + h_{sarta} + h_{linea\,conduccion}$$

Dónde:

CDT: Carga dinámica total, m.

He: Carga estática, m.

hcolumna: Pérdida de carga en la columna de bombeo, m.

hsarta: Pérdida de carga en la sarta, m.

hlíneaconduccion: Pérdida de carga en la línea de conducción, m.

6.16.5 Golpe de Ariete

En este segmento, se presenta la ecuación para determinar el golpe de ariete en el sistema. Este fenómeno hidráulico, también conocido como "water hammer", se produce debido a las variaciones bruscas en el flujo de agua, generando pulsaciones de presión que pueden afectar negativamente la integridad del sistema.

La celeridad se calculó mediante la siguiente ecuación de Allievi.

Ecuación 14

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

a: Celeridad de la onda de presión, m/s.

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

ε : 2.81 x 10⁸ Kg/m², para PVC y 2 x10¹⁰ Kg/m² para de hierro y acero.

D: Diámetro interno de la tubería, m.

e: Espesor de la tubería, m.

El tiempo de parada se calculó con la ecuación de Mediluce, siendo esta la siguiente:

Ecuación 15

$$T = C + \frac{K L v}{g H m}$$

Dónde:

T: Tiempo de parada, s.

L: Longitud de la conducción, m.

V: Velocidad de flujo, m/s.

g: Aceleración de la gravedad, m/s².

Hm: Altura manométrica del cuerpo de bombeo, m.

K y C, coeficientes empíricos, (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real, 2010, pág. 7).

Sabiendo que el tiempo de recorrido de la onda de presión es:

Ecuación 16

$$t = \frac{2L}{a},$$

Dónde:

T: Tiempo recorrido de la onda de presión.

L: Longitud de la línea, m.

a: Celeridad de la onda de presión.

Con el tiempo de parada y el tiempo que tarda la onda de presión, se evaluó para determinar si hay cierre lento o rápido. Así mismo con la longitud crítica se evaluó el tipo de impulsión para determinar si hay impulsión corta o larga. Según los resultados del tipo de cierre e impulsión, se utilizó la ecuación de Michuad o la ecuación de Allievi.

Ecuación 17

$$\Delta H = \frac{2 L v}{g T}$$

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m.

L: Longitud de la conducción, m.

v: Velocidad de flujo, m/s.

g: Aceleración de la gravedad, m/s².

T: Tiempo de parada, s.

También se calculó la longitud crítica, siendo esta la siguiente ecuación:

Ecuación 18

$$L_c = \frac{aT}{2}$$

Dónde:

L_c: Longitud crítica.

T: Tiempo de parada.

a: Celeridad de la onda de presión.

En una instalación con tipo de cierre rápido en una impulsión larga, se adopta la siguiente ecuación para el cálculo de sobrepresión:

Ecuación 19

$$\Delta H = \frac{a v}{g}$$

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m.

v: Velocidad de flujo, m/s.

g: Aceleración de la gravedad, m/s².

6.16.6 Potencia de la bomba

La potencia de la bomba se calculó mediante la ecuación mostrada a continuación

Ecuación 20

$$P = \frac{\gamma H Q}{0.7 (746)}$$

Dónde:

P: Potencia, HP.

γ : Peso específico del agua, Kg/m³.

H: Carga dinámica total, m.

6.16.7 Selección de una bomba comercial

A partir de un catálogo comercial Franklin Electric se seleccionó una bomba comercial de 1.5 hp, tomando en cuenta el caudal del consumo máximo diario (CMD) y la carga dinámica total (CDT). Se indicó el punto de operación y se tomaron las coordenadas de la curva característica de la bomba seleccionada para su uso en la simulación con EPANET.

6.17 Tanque de almacenamiento

El dimensionamiento del tanque se hizo considerando un volumen compensado del 25% del CPD y un volumen de reserva para eventualidades del 15% del CPD, según la reglamentación aplicable al ámbito rural NTON 09 007-19, página 35

Ecuación 21

$$V = CPD * 40\% * \frac{3600s}{hr}$$

V: Volumen compensado, m³.

CPD: Consumo promedio diario.

En el diseño, el tanque se localizó en una zona de buena posición, de alta elevación y próxima al poblado, tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinde presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

Se adoptará 1 tanque para almacenar un total de 12 m³, el tanque será de concreto ciclópeo de alta densidad con una altura de 3 m, con una losa de fondo de 5.97 m³, con una losa de tapa de 1.59 m³. El tanque será construido sobre el suelo en las coordenadas UTM 16P: X = 555659.7 m Y = 1484930.9 m Z= 746.62 m, con DATUM WGS 86.

6.18 Desinfección

La determinación de la capacidad de cloro se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en la norma (INAA, 1999b, págs. 96-97), con la siguiente ecuación:

Ecuación 22

$$Ca = \frac{QC}{1000}$$

Dónde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración Kg cloro/día.

Q: Caudal, m³/día.

C: Dosis de cloro mg/L

6.19 Fuente de abastecimiento

Para llevar a cabo el diseño metodológico del sistema de abastecimiento de agua potable, se ha seleccionado como fuente principal un pozo subterráneo excavado. Este enfoque se fundamenta en la evaluación cuidadosa de las condiciones geohidrológicas locales y la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos. La elección de un pozo subterráneo excavado se justifica por su capacidad para acceder a capas acuíferas confiables y su eficiencia en la captación de agua subterránea. Este diseño metodológico busca garantizar la sostenibilidad y calidad del suministro de agua potable, considerando factores como la estabilidad del acuífero y la minimización de impactos ambientales.

6.20 Software EPANET

El programa EPANET permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua

en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. Este efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de productos químicos suspendidos en el agua, a lo largo del periodo de simulación. Incluso, permite analizarlo en varios intervalos de tiempo.

Se realizó la simulación en dicho programa de todo el acueducto: Sistema de impulsión, línea de conducción y red de distribución. Para la simulación de la línea de conducción se tomó el caudal de consumo máximo día (CMD) y curva característica de la bomba seleccionada, así como los coeficientes de pérdidas por accesorios en la sarta. Para la simulación de la red de distribución se tomó el caudal del consumo máximo horarios (CMH), el cual se distribuyó en nodos de consumo concentrados en base al consumo por domicilios presentes en cada nodo del sector.

También se hizo una simulación con demanda cero, con la finalidad de analizar las máximas presiones hidrostáticas en la red.

Los parámetros hidráulicos cumplieron con las velocidades y presiones permisibles según la normativa NTON 09 007-19.

6.21 Costo total de la obra.

El costo total de una obra es la sumatoria de todos los gastos tanto directos como indirectos de un proyecto que son necesarios para llevar a cabo su actividad. Esto, independientemente de que dependan o no del volumen de producción.

El presupuesto se hizo basado en las cantidades de obras descritas en los planos constructivos realizados en el proceso de diseño del acueducto; y se aplicaron los precios unitarios de acuerdo a la guía de precios. Los cálculos se hicieron utilizando una hoja de cálculo Excel, y los resultados se presentaron por etapas y sub-etapas de ejecución.

6.22 Evaluación de impacto ambiental.

En la actualidad el control de las normativas de los estudios y la evaluación de impacto ambiental para los proyectos de desarrollo está asignado al Ministerio del

Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), por medio de la Ley Creadora de MARENA 1-94, la ley 290 de la Organización del Estado, la Ley General del Ambiente (ley 217) y su Reglamento y el Decreto para la administración de EIA y permisos ambientales (decreto 76-2006), en coordinación con las unidades ambientales de los sectores involucrados.

Para garantizar que los proyectos de desarrollo social que se ejecuten en los municipios sean ambientalmente sostenibles, entre otras cosas, MARENA cuenta actualmente con una gestión ambiental coordinada y participativa, basada en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso de que exista duda acerca de las consecuencias ambientales de una acción determinada y mitigación de daños incorporada al ciclo de proyectos.

Consecuente con lo anteriormente expuesto, se han diseñado, aprobado y oficializado instrumentos que rigen el accionar del MARENA en materia de gestión ambiental, mismos que se han constituido en modelo de referencia nacional ya que aportan al fortalecimiento de la gestión ambiental en los municipios. Estos instrumentos son:

- Una política ambiental que retoma los principios rectores y lineamientos de carácter ambiental que rigen las acciones del Estado y la sociedad civil en todo el proceso de desarrollo del país con una visión de sustentabilidad. Adaptándose al entorno de la Misión, Visión y accionar del MARENA.
- Un sistema de gestión ambiental mediante el cual se procura un equilibrio entre el crecimiento económico, mejoramiento de vida de la población y protección de la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad ambiental, lo que contribuye a la disminución progresiva de la brecha de pobreza y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, principalmente de los grupos más vulnerables.

Componentes ambientales a ser analizados:

La valoración, consistió en determinar los elementos que serán impactados negativamente y positivamente generado por el proyecto, este análisis es realizado

durante la etapa de operación de las distintas actividades que serán ejecutadas durante el proyecto.

Luego se consideraron los impactos negativos y los impactos positivos en una tabla resumen, esto con el fin de razonar las medidas de mitigación que se deben realizar durante la construcción del proyecto.

Finalmente, proponer el monitoreo y control de toda la valoración durante la construcción del proyecto, con el objetivo de garantizar la gestión ambiental, esta actividad será realizado con herramientas como son: formatos de evaluación y el llenado de un formulario.

6.22.1 Requisitos básicos ambientales físicos y técnicos y elaboración de análisis ambiental.

El análisis ambiental del proyecto se presenta en las tablas mostradas, en este capítulo se retoman algunos aspectos del estudio.

6.22.1.1 Interpretación de los resultados de los requisitos mínimos físicos ambientales que cumple el proyecto.

Como requisitos básicos ambientales físicos y técnicos del proyecto se consideran el Plan de mitigación, Plan de Contingencia y emplazamiento de obras proyectadas. A continuación, se presenta el plan de mitigación ante los peligros que podría enfrentar las obras proyectadas.

Cuadro No. 1: Medidas de prevención.

DESCRIPCIÓN (Describir las características del peligro)	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTINGENCIAS	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
Inundación y/Huracán	Establecer mecanismos de identificación temprana de posibles llenas repentinas. Establecer rutas de evacuación. Orientar al personal sobre los procedimientos a seguir en caso de una eventual crecida del nivel del río	Contratista y CAPS
Accidentes laborales durante la construcción y funcionamiento del sistema.	-Tomar conciencia de los riesgos y seguir recomendaciones de Higiene y seguridad laboral. -Tener al personal debidamente capacitado para prevenir y/o enfrentar accidentes laborales.	Contratista

	<ul style="list-style-type: none"> -Equipar al personal con equipos de protección y herramientas adecuadas de trabajo. -Supervisar el desempeño de los trabajadores y adiestramiento que esté conforme a su responsabilidad y tipo de trabajo. -Instalación de señalizaciones de precaución y peligro. -Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate -Tener una buena coordinación con servicios de socorro y centros de salud para atender una eventual emergencia -Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un accidente. -Personal permanente de vigilancia, para prevenir que personas no autorizadas circulen por las zonas de riesgo. 	
--	---	--

Las amenazas naturales que más afectan esta región son tormentas, las cuales provocan inundaciones y deslizamientos. A continuación, se presenta una matriz de valoración de las amenazas que enfrentaran las obras proyectadas propiamente en los sitios de emplazamiento de las mismas.

Cuadro No. 2: Obras proyectadas.

Amenazas	Obras proyectadas				
	Caseta	Estación de bombeo	Línea de conducción	Tanque de almacenamiento	Red y conexiones
Deslizamiento					
Sismos					
Lluvias torrenciales					
Inundación					
Incendio forestal					
Vientos Fuertes					

Referencia:

Bajo		1
Regular		2
Severa		3

El sitio propuesto para las diferentes obras se considera factible en el marco de la presente propuesta, no obstante, se identificó como amenaza principal, la sismicidad de la zona, ya que un evento sísmico tiene el potencial de ocasionar daños en los elementos del sistema. Por tal razón la infraestructura se diseñó considerando medidas para reducir estos impactos. Entre esas medidas se nombra los criterios de diseño estructural que considera la sismicidad, material de tuberías.

6.22.1.2 Interpretación de los resultados del análisis ambiental.

El análisis ambiental del proyecto indica que las obras proyectadas tienen un impacto adverso menor, ya que su ejecución puede causar impactos socio ambientales negativos localizados y de corto plazo. En el siguiente cuadro se presenta la lista de los impactos esperados y su valoración.

Cuadro No. 3: Impactos ambientales del proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	VALORACIÓN
Producción de polvo en las áreas de predios en donde se construirán las obras y en la ruta de instalación de tuberías.	
Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	
Producción de polvo	
Producción de ruidos	
Deslizamientos en tramos vulnerables	
Producción de excretas por personal que laborara en la construcción.	
Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	
Generación de empleo	
Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación	
Riesgo de accidentes	
Deterioro del servicio ante deficiencias de funcionamiento del comité de Agua potable lo que afecta la sostenibilidad del proyecto	
SIMBOLOGÍA	

Alto	
Medio	
Bajo	

- Las obras proyectadas están ubicadas en predios bien localizados de poca área y la infraestructura propuesta representa entre un 5% y 27% del área total de los predios.
- Los impactos ambientales esperados en la ejecución y operación del sistema, son de bajo impacto ambiental.
- Las amenazas presentes en los predios en donde se localizan las obras son moderadas a baja, destacándose la amenaza por deslizamiento y sísmica.
- Para contrarrestar las amenazas las obras serán construidas con las recomendaciones estructurales del especialista.
- El monitoreo a la calidad de agua estará presente a lo largo de la vida útil del proyecto, recomendándose realizarla dos veces al año, según lo especificado en plan de operación y mantenimiento del sistema.
- El costo de las medidas de mitigación no formara parte de los costos estimados del proyecto.
- Se deberá de ejecutar un plan de reforestación en la localidad y principalmente en área próximas a captación, esta debe de ser una labor continua a lo largo de la vida útil del proyecto.

6.23 Operacionalización de las variables.

Imagen 3: Operacionalización de variables.

Tipo	Variable	Definición	Sub-variables	Indicador	Valor	Escala
Independiente	Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Procedimientos para dimensionar cada uno de los elementos que constituyen un sistema de abastecimiento	» Población de diseño	- Personas por vivienda - Población total	- Número de personas	- Cuantitativa
			» Caudal de diseño	- Cantidad de agua teórica recibida - Cantidad de agua teórica requerida - Vida útil	- Litros / persona * día - Suficiente/ Insuficiente	- Cuantitativa - Cualitativa
Independiente	Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Proceso de escogencia de un sistema de abastecimiento basado en sus características	» Red de abastecimiento de agua potable	- Cantidad de materiales - Cantidad de hogares abastecidos - Dimensiones	- Años - Metros lineales/ metros cuadrados/ metros cúbicos/ número - Suficientes/ Insuficientes - Comerciales/ Personalizadas	- Cuantitativa - Cualitativa
			» Criterios Económicos	- Costos - Disponibilidad presupuestaria - Alcance de la obra	- Alto/ Medior/ Bajo.	- Cuantitativa
Dependiente	Selección de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	Proceso de escogencia de un sistema de abastecimiento basado en sus características	» Criterios Técnicos	- Obtención de agua - Medidor de volumen de agua - Eficiencia - Manejabilidad	- Suficiente/ Insuficiente - Alto/ Medior/ Bajo.	- Cuantitativa
			» Presentación Gráfica	- Plano - Especificaciones - Calidad	- Completo/ Incompleto - Alto/ Medior/ Bajo.	- Cualitativa
Dependiente	Factores Técnicos	Factores característicos del sistema de abastecimiento que se consideran para la selección del mismo	» Eficiencia en la distribución	- Cantidad de agua teórica recibida por persona - Cantidad de agua real recibida por persona - Horas que trabaja la bomba. - Horas que se recibe agua	- Litros / persona * día - Horas	- Cuantitativa - Cuantitativa
			» Tiempo de bombeo	- Costo de materiales de construcción - Cantidad de materiales de construcción - Disponibilidad en el mercado nacional - Calidad	- Alto/ Medior/ Bajo. - Suficiente/ Insuficiente. - Buena/ Mala	- Cuantitativa - Cualitativa
Dependiente	Factores Económicos, Costos de Construcción	Costos económicos en los que se incurre durante la construcción del sistema. Se consideraran para la selección.	» Materiales de Construcción	- Costo de materiales de construcción - Cantidad de materiales de construcción - Disponibilidad en el mercado nacional - Calidad	- Alto/ Medior/ Bajo. - Suficiente/ Insuficiente. - Buena/ Mala	- Cuantitativa - Cualitativa
			» Mano de Obra disponible	- Cantidad de agua teórica recibida por persona - Cantidad de agua real recibida por persona - Horas que trabaja la bomba. - Horas que se recibe agua	- Litros / persona * día - Horas	- Cuantitativa - Cuantitativa

Fuente: Elaboración propia.

6.24 CRONOGRAMA.

Imagen 4: Cronograma de trabajo.

Actividades	1 Mes				2 Mes				3 Mes				4 Mes				5 Mes				6 Mes			
	S1	S2	S3	S4																				
Estudios preliminares																								
Generalidades																								
Geología																								
Estudios potables																								
Topografía																								
Elaboración de planos																								
Proyección de la población																								
Criterios de diseño para sistema de abastecimiento de agua potable																								
Tratamientos																								
Elaboración de planos restantes																								
Costo y presupuestos																								
Redacción de informe																								
Presentación																								

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL ESTUDIO

7. RESULTADOS DEL ESTUDIO.

7.1 Estudio socioeconómico.

El análisis socioeconómico se llevó a cabo mediante la implementación de un censo dirigido a los responsables de los hogares en la comunidad, cuyos datos se recopilaron utilizando una encuesta detallada en el Apéndice 1. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de dicho estudio.

7.1.1 Población.

En la comunidad de Palo verde según los datos levantados en campo existen 33 viviendas, dicha comunidad cuenta con una población de 192 habitantes, con un promedio de 4.03 habitantes por viviendas de los cuales están repartidos entre hombres, mujeres, adultos mayores y niños.

Tabla 4: Distribución demográfica de la zona.

No. De viviendas	33	5.82	hab/viv
Hombres	66	34.38	%
Mujeres	77	40.10	%
Niños (as)	49	25.52	%
Total de habitantes	192	100	%

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Economía familiar.

7.1.2.1 Trabajo.

En los hogares se encontró que el 84.62% de los que trabajan son hombres mientras que el 15.38% son mujeres.

Tabla 5: Relación de género en el trabajo.

Quienes trabajan en relacion al genero		
Genero		
Masculino	33	84.62%
Femenino	6	15.38%
Total	39	100.00%

Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 1: Distribución del trabajo porcentual en la comunidad.

Aparte se realizó una distribución de las personas que trabajan por vivienda encontrando así que en la mayoría de las viviendas (71.80%) solo trabaja una persona, en otras viviendas (20.50%) trabajan dos personas y en algunas trabajan más de dos personas (7.70%).

Tabla 6: Porcentaje de personas que trabajan por hogar.:

Personas que trabajan en el hogar		
Personas por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Una persona	28	71.8%
Dos personas	8	20.5%
Tres personas	3	7.7%
Total	39	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.2 Vivienda.

En la comunidad el 100% de los encuestados cuentan con vivienda propia, a como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 7: Tenencia de las viviendas.

Tenencia de la vivienda		
Propia	33	100%
Alquilada	0	0%
Prestada	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a los materiales de construcción de las viviendas, el 84.85% está construidas de adobe, el piso predominante es de tierra representando un 75.76%, así mismo el techo más frecuente es el de zinc que corresponde a un 72.73%. Dichos resultados son mostrados en la siguiente tabla y gráficos.

Tabla 8: Materiales predominantes en las viviendas.

Material de construcción que predomina en la vivienda		
Paredes		
Bloque	2	6.06%
Ladrillo	3	9.09%
Adobe	28	84.85%
Madera	0	0.00%
Piso		
Tierra	25	75.76%
Ladrillo	2	6.06%
Baldosa	6	18.18%
Madera	0	0.00%
Ceramica	0	0.00%
Techo		
Zinc	24	72.73%
Teja	9	27.27%
Palma	0	0.00%
Otros	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

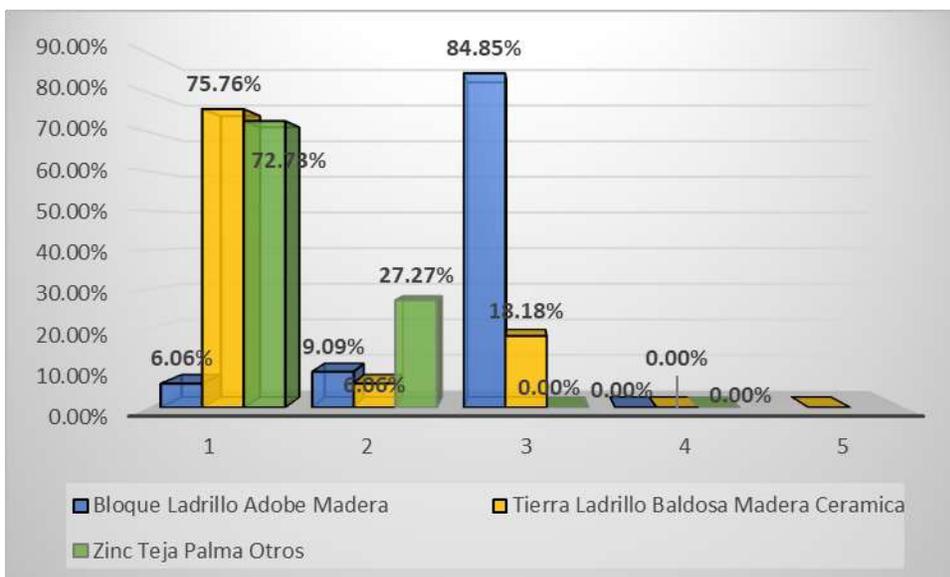


Gráfico 2: Distribución porcentual de materiales de las viviendas.

7.1.2.3 Economía de la comunidad.

Los sectores de la economía se caracterizan principalmente por subsistir de la actividad agrícola. Por lo general en la mayoría de los hogares la cabeza del hogar es el que se encarga de trabajar para sustentar a su familia a como se puede observar en la tabla del inciso 5.1.2.2.

Otros ingresos que se pueden enmarcar son las remesas recibidas por algunos pobladores, los cuales tienen familiares en el extranjero y estos los ayudan a

Tabla 9: Promedio de ingresos en el hogar.

Promedio de ingresos en el hogar					
	Menor a C\$ 5,0000	C\$ 5,001 a C\$10,000	Mayor a C\$10,001	Remesas (Entre 150\$ a 300\$)	Total
No. Personas	26	3	1	2	32
Promedio de ingresos en el hogar			C\$		4,500.00

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.4 Saneamiento.

Con relación al saneamiento básico de la comunidad, el 96.97% de las viviendas cuentan con letrinas, el otro 3.03% cuentan con inodoros. Cubriendo así el 100% del saneamiento básico en las viviendas a como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10: Saneamiento en las viviendas.

Fuente de saneamiento que posee la vivienda		
Letrina	32	96.97%
Inodoro	1	3.03%
Ninguna	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

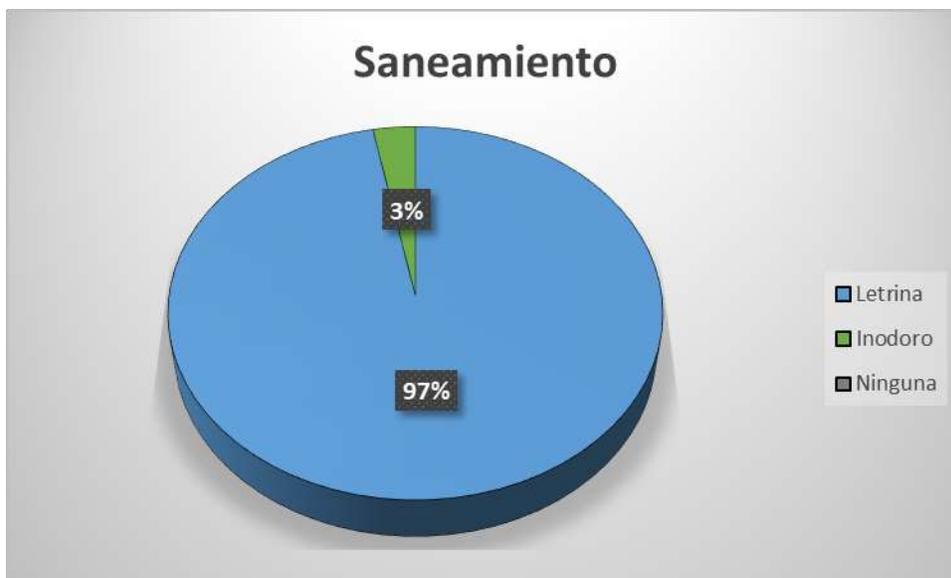


Gráfico 3: Sistema de saneamiento del hogar.

Respecto al manejo de las aguas grises que se producen en los hogares, el 72.73% de los pobladores la dejan correr por el patio, mientras que el 27.27% de los pobladores la acumulan y luego la riegan.

Tabla 11: Manejo de las aguas grises en la comunidad.

Aguas grises		
La riegan	9	27.27%
La dejan correr	24	72.73%
La infiltran	0	0%

Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 4: Uso de las aguas grises

En lo relacionado al servicio de agua se observó que el 51.52% de los pobladores consiguen el servicio mediante pozos privados, mientras que un 39.39% hacen uso de pozos públicos como se verá en la siguiente tabla:

Tabla 12: Mecanismos utilizados para el abastecimiento en la zona.

Mecanismo utilizado para el abastecimiento de agua para el consumo del hogar		
Pozo publico	13	39.39%
Pozo privado	17	51.52%
Red publica fuera de la vivienda, pero dentro de la propiedad	2	6.06%
Fuente natural	1	3.03%
Otros	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 5: Consumo de agua en el hogar.

Grafico No. 5: Consumo de agua en el hogar.

Sabiendo que la mayoría de los pobladores consumen agua mediante pozos, estos mismos tienen que acarrear el agua viéndose un excesivo trabajo por parte de las mujeres y cierto porcentaje de trabajo infantil, quienes la mayoría afirman que el tiempo promedio para acarrear agua desde un pozo hasta su casa es de alrededor de 40 minutos a 1 hora.

Tabla 13: Personas que acarrean el agua en la comunidad.

Acarreo de agua		
Niños	3	9.09%
Mujeres	25	75.76%
Hombres	5	15.15%

Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 6: Acarreo del agua.

7.1.2.5 Nivel académico.

La comunidad de Palo Verde cuenta con un nivel académico diverso entre sus 133 habitantes. Dentro de esta población, se observa que un 24.81% no cuenta con estudios formales. Sin embargo, es alentador ver que el 30.08% ha logrado aprobar la educación primaria, lo que les brinda una base sólida de conocimientos. Además, el 11.28% ha obtenido el título de educación secundaria, lo que les proporciona una mayor comprensión y habilidades académicas. Es interesante destacar que el 1.50% de la comunidad ha seguido una especialización técnica, lo que les permite desarrollar habilidades prácticas y especializadas en un campo específico. Además, el 3.01% de los habitantes han logrado aprobar la universidad, lo cual demuestra un nivel educativo más alto y la posibilidad de tener una formación profesional más amplia. En resumen, a pesar de las diferentes trayectorias educativas, la comunidad de Palo Verde muestra un interés y una dedicación significativa hacia la educación, lo que contribuye al crecimiento y desarrollo de sus habitantes.

Tabla 14: Nivel académico en la comunidad.

Nivel academico aprobado					
Viviendas	N	P	S	T	U
33	33	40	15	2	4
	35.11%	42.55%	15.96%	2.13%	4.26%
N: Ninguno					
P: Primaria					
S: Secundaria					
T: Tecnico					
U: Universidad					

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Estudio topográfico.

En el anexo 6, se encuentra el estudio topográfico detallado de la comunidad Palo Verde. En los planos topográficos a escala 1/1000, estos brindan información precisa sobre el terreno. Para llevar a cabo este estudio, se realizó un levantamiento de 1036.2 metros lineales, con estaciones ubicadas cada 20 metros. El punto de partida fue un BM con las siguientes coordenadas UTM: X= 555594, Y= 1484363, Z= 678, utilizando el Datum WGS 84. Durante el levantamiento, se registraron de 4 a 5 puntos por cada estación, lo que permitió una caracterización más completa del relieve y los objetos presentes en las principales vías internas de la comunidad. Esta información detallada resulta fundamental para el trazado preciso del eje del levantamiento y el desarrollo de los caminos en la comunidad.

El estudio topográfico reveló que el terreno de la zona presenta variaciones significativas en su elevación. Se pudo determinar que la elevación mínima encontrada es de 596.072 metros sobre el nivel del mar (msnm), mientras que la máxima alcanza los 747 msnm. Esto indica un desnivel de 150.928 metros entre los puntos más bajos y más altos del terreno. Estos datos revelan un relieve considerable y resaltan la presencia de diferentes niveles de altura en la zona, lo que puede influir en la planificación y diseño de infraestructuras, así como en la distribución de recursos y el desarrollo de actividades en el área.

7.3 Aforo de la fuente.

Con el objetivo de determinar las características hidráulicas del pozo perforado comunal localizado en la comunidad Palo Verde, se llevó a cabo una prueba de bombeo escalonada. El objetivo principal es determinar la capacidad de aporte de agua del pozo. Determinando el caudal del pozo, se podrá definir el caudal de diseño del sistema de agua potable.

La prueba de bombeo es de tipo escalonada con una duración de doce (12) horas, de prácticamente dos escalones, se intentó hacer un tercer escalón con un caudal de 20 gpm, pero el nivel dinámico del pozo descendió bruscamente. Debido a lo anterior solo se probó el pozo con caudales de 10 y 15gpm. Al final de la prueba se mide la recuperación del pozo.

El día 13 de abril del año 2023 se lleva a cabo la prueba de bombeo en el pozo perforado de la comunidad de Palo Verde, municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

7.3.1 Información general del pozo.

- Profundidad: 205 pies.
- Diámetro de revestimiento: 4 pulgadas PVC.
- Nivel estático del agua: 47.41 pies.
- Caudal 13 gpm

7.3.2 Materiales y equipos utilizados en la prueba de bombeo:

Para la prueba de bombeo se utilizó el siguiente equipamiento:

- ✓ Bomba sumergible de 3 hp, modelo 45
- ✓ Motor sumergible Franklin Electric 3 hp/1ph/240 voltios
- ✓ Cable sumergible # 8 ✓ 180 pies columna de bombeo tubos pvc diámetro 1.25
- ✓ Tubo piezométrico pvc 1" sdr-26
- ✓ Válvula de pase de 1.5"
- ✓ Mecate de seda

- ✓ Trípode
- ✓ Poleas
- ✓ Sonda eléctrica
- ✓ Formatos de campo
- ✓ Generador eléctrico de 15,000 watts
- ✓ Cubeta de 5 galones
- ✓ Camioneta Toyota Hilux

7.3.3 Procedimiento general.

Se inicia midiendo la profundidad del pozo, en este caso con ayuda de una cinta graduada a cada metro (longitud total 100m) amarrada a una pieza metálica, se logró medir 205 pies (62.50m), luego con una sonda eléctrica medimos el nivel estático del agua, encontrándose el NEA a 47.41 pies.

Seguido de esto el equipo de bombeo es accionado a un generador eléctrico de 15,000 watts y se procede a llevar un registro continuo y riguroso, con ayuda de una sonda eléctrica de la evolución de niveles de descenso, durante el bombeo de agua y durante la fase de recuperación.

La prueba de bombeo realizada en el pozo perforado localizado en la comunidad desde el punto de vista hídrico tiene un caudal regular. Se recomienda explotar el pozo con un caudal de 11 gpm en períodos largos y en períodos cortos de 8 a 12 horas, se puede explotar el pozo con un caudal de 15 gpm.

7.4 Calidad del agua.

El agua tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza, se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas iones, complejos

solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

Desde el punto de vista de la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de manera reversible o irreversible. Es por ello la importancia de conocer las propiedades de la misma.

Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se tomó muestra de agua y se procedió a realizar el análisis físico químico, metales pesados, plaguicidas y bacteriológico de las mismas.

7.4.1 Resultados del análisis físico químico.

Para la evaluación de la calidad del agua se hizo referencia al artículo 8 de la norma (CAPRE, 1994, Pág. 7), la cual es la primera etapa E1, considera un programa de análisis básico con los parámetros: coliforme total o coliforme fecal, sabor, color, turbiedad, concentraciones de iones, hidrogeno (Ph), y conductividad.

También se tomó en consideración la segunda etapa E2 descrita en la norma CAPRE, que incluye la evaluación de sodio, potasio, magnesio, calcio, cloruro, nitrato, sulfato, carbonato, bicarbonato, dureza total como CaCO_2 , dureza cálcica como CaCO_2 , alcalinidad total como CaCO_2 , alcalinidad a la fenolftaleína, sílice reactivo disuelto, nitrito, hierro total, fluoruro, amonio, y balance iónico de la muestra.

En el campo se midieron los siguientes parámetros:

- Conductividad: 615 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Simen/centímetro)
- Temperatura: 26 °C
- Sólidos Totales Disueltos: 280 mg/l
- Salinidad: 159 UPS (unidades prácticas de salinidad)
- PH: 6.8

El análisis bacteriológico indica presencia de coliformes fecales en el agua del pozo.

- Los resultados de los análisis de calidad del agua indican que la mayoría de los parámetros se encuentran con valores inferiores al valor o rango permisible.
- La apreciación de los comunitario es que la calidad del agua de los pozos es buena, no presenta turbidez y tiene buen sabor.
- Desde el punto de vista de la calidad del agua, los parámetros medidos en el campo se encuentran dentro de las normas de calidad de agua para fines de consumo humano.
- Análisis bacteriológico: el análisis realizado por CIRA/UNAN-Managua, el día 25 de abril del 2023, muestran que hay presencia de Escherichia coli y según la norma para que sea aceptable el valor debe ser negativo.
- Análisis físico-químicos: los resultados obtenidos en el análisis, no exceden los valores máximos permitidos en la norma CAPRE.
- Sustancia Inorgánicas: el arsénico es un elemento inorgánico toxico, según el análisis realizado en el CIRA/UNAN-Managua, está por debajo del valor recomendado en la norma CAPRE.
- No se reporta presencia de plaguicidas en el agua del pozo

La fecha en la que se realizaron los estudios fueron del 25 de abril al 29 de abril del año 2023 a una temperatura entre 20 grados Celsius y 30 grados Celsius.

Se aconseja realizarse lo siguiente:

- Desinfección del agua por medio de cloración para eliminar contaminación bacteriológica.
- Sellar cualquier letrina existente en un radio de 200m del pozo, que no cumpla con las especificaciones de sellado de fosa.
- Modificar en la medida de lo posible el uso de suelo del área alrededor del pozo, sobre todo en un rango de influencia de unos 200m.

7.5 Diseño del acueducto.

A continuación, se describe el proceso de diseño del acueducto que inicia con la población y periodo de diseño, continuando con los cálculos hidráulicos.

7.5.1 Período de diseño.

Basado en la NTON 09 007-19, (Normativa técnica obligatoria nicaragüense), se adoptó un período de diseño de 20 años recomendado para pozos perforados.

7.5.2 Población de diseño.

La población se calculó tomando en cuenta una tasa de crecimiento poblacional del 2.5%, debido a que en la comunidad según datos de la alcaldía del municipio de Yalaguina la tasa de crecimiento es de 2.13% y según la normativa si la tasa de crecimiento del territorio es menor a 2.5%, se toma 2.5% como tasa de crecimiento para proyectar.

Aplicando la ecuación 1 de la proyección de la población, se encontró una población futura de 323 habitantes, la cual se tomará en consideración para los cálculos de demanda de agua potable de la comunidad.

$$P_f = 197\left(1 + \frac{2.5}{100}\right)^{20}$$

$$P_f = 323 \text{ habitantes}$$

Tabla 15: Proyección futura de la comunidad de palo verde.

	Año	Habitantes
-	2022	192
0	2023	197
1	2024	202
2	2025	207
3	2026	213
4	2027	218
5	2028	223
6	2029	229
7	2030	235
8	2031	241
9	2032	247
10	2033	253
11	2034	259
12	2035	265
13	2036	272
14	2037	279
15	2038	286
16	2039	293
17	2040	300
18	2041	308
19	2042	315
20	2043	323

Fuente: Elaboración propia.

7.5.3 Demanda.

Para el cálculo de la demanda, se adoptó una dotación de servicio de 80lppd como lo manda la norma para cuando el nivel de servicio se considera como conexión de patio.

Fuente: NTON 09 007-19, tabla 3

7.5.3.1 Consumo doméstico.

El cálculo del consumo doméstico se realizó usando la ecuación 2, obteniendo un resultado de 0.30 lps para el último período de diseño a como se muestra a continuación:

$$CD = \frac{Pf(Dotación)}{86400s}$$

$$CD = \frac{323hab*(80lppd)}{86400s}$$

$$CD = 0.30lps$$

7.5.3.2 Consumo industrial y comercial.

El consumo industrial y comercial se omitió debido que es una zona rural dónde no existe, ni se prevé establecimientos comerciales ni industriales, aparte el consumo por emergencias no se consideró debido a que la población mínima para tomar en cuenta este parámetro es de 5000 habitantes.

7.5.3.3 Consumo institucional.

Para este cálculo se aplicó el 7% al consumo doméstico, resultando para el consumo institucional o público un valor de 0.021lps.

Fuente: NTON 09 007-19, tabla 4

Consumo de escuela existente.

En la comunidad de palo verde hay una escuela existente la cual imparte clases en un turno y cuenta con un total de 12 estudiantes y usando una dotación según la norma del MINSA de 57 lppd y la ecuación 3 se calculó lo siguiente:

$$C_{act} = (12est * 57lppd) = 684lppd \approx 690lppd = 0.008lps$$

$$C_{proy} = (12est * 57lppd) * (1 + 0.025)^{20} = 1120.810lppd \approx 1130lppd = 0.013lps$$

Teniendo así un consumo de 0.034lps.

Fuente: Normas y criterios para el Diseño de Establecimientos Escolares del MINED, pagina número 44.

7.5.3.4 Consumo promedio diario.

Para el consumo promedio diario se usó la ecuación 4 y se tomó en cuenta el consumo doméstico y el consumo industrial, dándonos un resultado de 0.334 lps a como se muestra a continuación.

$$CPD = 0.30lps + 0.034lps = 0.334lps$$

7.5.3.5 Fugas en el sistema.

Las fugas en el sistema equivalen a un 15% del consumo promedio diario para zonas donde la población es menor a 500 habitantes, el cual dio un resultado de 0.050lps.

NTON 09 007 – 19, página 14.

7.5.3.6 Consumo máximo diario.

El consumo máximo diario (CMD) el cual se utilizó para el diseño de la línea de conducción, sarta y columna de bombeo se calculó con la ecuación 5, resultado un valor de 0.551 L/s. Los cálculos se muestran a continuación.

$$CMD = 1.5(0.334lps) + 0.050lps$$

$$CMD = 0.551lps$$

7.5.3.7 Consumo máximo horario.

El cálculo del consumo máximo horario (CMH), valor que se utilizó para el diseño de la red de distribución, se realizó con la ecuación 6, resultando un CMH de 0.885 L/s, como se muestra en los siguientes cálculos.

$$CMH = 2.5CPD + hf$$

$$CMH = 2.5(0.334lps) + 0.050lps$$

$$CMH = 0.885lps$$

7.5.3.8 Caudal de bombeo.

Para el caudal de bombeo se tomó en cuenta el caudal máximo diario y el aforo de la fuente para el cual se tomó un caudal de bombeo de 13gpm el cual es el máximo permitido por la fuente en un régimen de bombeo de 17 horas.

Caudal (lps)	Equivalencia (%)	Tiempo de bombeo	Caudal (lpd)
0.551	100%	24hrs	47606.4
0.820	148.8%	17hrs	50184.0

7.5.4 Diseño hidráulico.

Una vez obtenida la demanda, se procedió con el diseño hidráulico de la línea de conducción, partiendo del caudal de bombeo que es de 0.82lps. El sistema de bombeo se hará desde una columna de bombeo, el cual será abastecida por una fuente subterránea con caudal de 13gpm como se indicó en el acápite aforo de la fuente. Los cálculos se iniciaron con la columna de bombeo, seguida de la sarta y la línea de conducción. A continuación, se presenta los resultados del diseño.

7.5.4.1 Columna de bombeo.

De la norma rural (INAA, 1999a, págs. 22, Cuadro No 6.2), referente a relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo, se adoptó un diámetro nominal de 100 mm, el cual corresponde tubería de comercial H°G° clase 40 de 4" con diámetro interno de 100 mm.

También se adoptó una profundidad total para la columna de bombeo de 205 pies, en el cual se diseñó a una profundidad de bombeo de 160 pies de tubería de 4" HG clase 40, la longitud de la bomba y el motor sumergible se colocó en posición vertical a una profundidad de 48.77m.

El caudal que tendrá la bomba (13gpm) es menor al caudal que permite el pozo (11gpm en jornadas largas de bombeo o 15gpm en jornadas cortas de bombeo de 10 a 12 horas).

Cálculo de la velocidad de flujo.

La velocidad de flujo se calculó usando la ecuación 7 y dio un valor de 0.17 m/s, se recomiendan para pozos velocidades de entre 0.60 m/s a 1.5 m/s. No obstante, un menor valor en las velocidades de flujo representa menos turbulencia en el pozo, lo cual favorece el bombeo.

$$V = \frac{(0.00082m^3/s)}{\pi \left(\frac{(0.07792m)^2}{4} \right)}$$

$$V = 0.17m/s$$

Calculo de las pérdidas por fricción.

Usando la ecuación 8 para el cálculo de las pérdidas por fricción, nos dio un resultado de 0.020m.

$$hf = (10.67 \frac{(0.00082m^3/s)^{1.86}}{(150)^{1.86}(0.07792m)^{4.87}}) * 48.77m$$

$$hf = 0.020m$$

La norma establece como criterio de diseño para la columna de bombeo una pérdida de carga por fricción menor al 5% de la longitud, obteniéndose lo siguiente:

$$Criterio = 48.77m * \left(\frac{5}{100}\right)$$

$$Criterio = 2.439m$$

Como las pérdidas de carga por fricción fueron de 0.020m y el criterio de diseño fue de 2.439m, se observa que las pérdidas por fricción son menores al criterio, por lo tanto, se confirma que el diseño es satisfactorio.

7.5.4.2 Sarta.

El diseño del diámetro de la sarta se basó en el consumo máximo diario (CMD) y la normativa, la cual es la relación del caudal y diámetro. Por lo tanto, debido a que el caudal de diseño fue de 0.82lps se adoptó un diámetro nominal de 55mm que corresponde a un diámetro comercial de 2" HG clase 40 con diámetro de 52.18mm. También se adoptó una longitud de sarta de 10m, como se muestra en el anexo plano típico sarta.

Cálculo de la velocidad de flujo.

La velocidad de flujo se calculó con la ecuación 7, siendo esta de 0.258m/s como se observa:

$$v = \frac{\left(0.00082 \frac{m^3}{s}\right)}{\pi \left(\frac{(0.05218m)^2}{4}\right)}$$

$$v = 0.389 \text{ m/s}$$

Pérdida por fricción.

La pérdida por fricción en la sarta se calculó con la ecuación 8, obteniéndose el siguiente resultado:

$$h_f = \left(10.67 \frac{(0.00082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})^{1.86}}{(100)^{1.86} (0.05218 \text{ m})^{4.87}} \right) 10 \text{ m}$$

$$h_f = 0.065 \text{ m}$$

Pérdidas locales.

Para el cálculo de las pérdidas locales se usó la ecuación 10, primero se obtuvieron los coeficientes de pérdidas locales de los accesorios de la sarta, posteriormente se aplicó la fórmula encontrándose el siguiente valor:

Tabla 16: Coeficientes de pérdidas para accesorios de la sarta.

Accesorios	Cantidad	K	Kt
Tee línea 1/2" HG	1	0.3	0.3
Reductor bushing de 1/2"	1	0.15	0.15
Union universal de 1/2" HG	1	0.15	0.15
Valvula de pase 1/2" hembra	1	0.2	0.2
Codo 90° 2" HF	3	0.9	2.7
Union Dresser 2" HF	2	0.3	0.6
Valvula de check de 2"	1	2.5	2.5
Valvula de pase de 2"	1	0.2	0.2
Codo 45° 2"	2	0.4	0.8
			7.6

Fuente: Elaboración propia.

$$h_l = 7.6 \left(\frac{0.389 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$h_l = 0.151 \text{ m}$$

Pérdida total en la sarta.

La pérdida de carga total en la sarta se calculó usando la ecuación 11 y fue de 0.216m, la cual es la suma de las pérdidas por fricción y las pérdidas locales, como se muestran:

$$h_{sarta} = 0.065m + 0.151m$$

$$h_{sarta} = 0.216m$$

7.5.4.3 Línea de conducción.

La línea de conducción del proyecto desempeña un papel fundamental en el transporte eficiente del agua potable desde la fuente, un pozo subterráneo excavado, hasta el tanque de almacenamiento. Este sistema de conducción implicará la implementación de tecnología de bombeo para garantizar un flujo constante y adecuado a lo largo de la red. La inclusión de un sistema de bombeo estratégicamente ubicado permitirá superar las diferencias topográficas y asegurará la llegada eficiente del agua al tanque de almacenamiento, optimizando así la distribución y disponibilidad del recurso hídrico en el proyecto. Este enfoque integral en la línea de conducción contribuye a la eficacia del sistema global de abastecimiento de agua potable.

Selección del diámetro.

Se le llama línea de conducción al tramo desde la sarta hasta el tanque de almacenamiento. El diámetro de la misma se calculó con ecuación 12 que representa la relación entre el diámetro de una tubería (D) y el caudal (Q) en el contexto de sistemas de flujo a presión. Esta fórmula es una versión simplificada de la fórmula de Bresse-Goudemand que se puede utilizar para estimar el diámetro óptimo de una tubería, resultando un diámetro teórico óptimo de 0.045m, a partir del cual se seleccionó un diámetro comercial en tubería PVC de 2" SDR 26 normal ASTM d2241, que corresponde a un diámetro interno de 46.89mm. El diámetro seleccionado para el diseño asegura una velocidad mínima de flujo de 0.32m/s. La topografía del sitio y las distancias de transporte han sido cuidadosamente evaluadas. El diámetro actual de la tubería se seleccionó considerando las

pendientes y distancias para garantizar un flujo eficiente sin comprometer la capacidad de transporte, por ende, no variamos el diámetro de la tubería.

$$D = 0.9(0.00083 \frac{m^3}{s})^{0.4}$$

$$D = 0.046m$$

Velocidad de flujo.

La velocidad de flujo fue calculada con la ecuación 7 y fue de 0.48 m/s calculándose de la siguiente manera:

$$v = \frac{\left(0.00082 \frac{m^3}{s}\right)}{\pi \left(\frac{(0.04689m)^2}{4}\right)}$$

$$v = 0.48m/s$$

Pérdidas por fricción en la línea de conducción.

En este apartado, se llevará a cabo el cálculo de la pérdida por fricción en la línea de conducción utilizando la ecuación 8. Esta fórmula proporciona una estimación de las pérdidas de energía debido a la fricción en tuberías, considerando factores como el diámetro de la tubería, el flujo y la rugosidad interna. La aplicación de la fórmula de Hazen-Williams permitirá evaluar eficientemente la eficacia y la capacidad de la red de conducción, siendo un elemento crucial en el diseño hidráulico para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema y este se calculará de la siguiente manera:

$$hf = \left(10.67 \frac{(0.000551 m^3/s)^{1.86}}{(150)^{1.86}(0.04689)^{4.87}}\right) 427.5m$$

$$hf = 2.203m$$

7.5.4.4 Carga total dinámica.

En esta sección, se llevará a cabo el cálculo de la carga total dinámica del sistema. Este cálculo abarcará la evaluación de todas las fuerzas que inciden en el sistema, incluyendo la presión, la velocidad y la altura, con el objetivo de determinar la carga

total dinámica que experimenta la red de conducción. Este análisis integral proporcionará información crucial para garantizar un diseño hidráulico efectivo, considerando factores esenciales que afectan el rendimiento y la eficiencia del sistema en su conjunto haciendo uso de la ecuación 13.

$$CDT = 98.90m + 0.020m + 0.216m + 2.203m$$

$$CDT = 101.339m$$

7.5.4.5 Golpe de ariete.

En este segmento, se llevará a cabo el cálculo del golpe de ariete en el sistema, usando la ecuación 14. Este fenómeno hidráulico, también conocido como "water hammer", se produce debido a las variaciones bruscas en el flujo de agua, generando pulsaciones de presión que pueden afectar negativamente la integridad del sistema. El cálculo detallado del golpe de ariete permitirá identificar y mitigar posibles riesgos, asegurando un diseño robusto que minimice las fluctuaciones de presión y garantice la estabilidad operativa de la red de conducción. Teniendo en cuenta un módulo de elasticidad del PVC, $\varepsilon = 2.81 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$ se tiene:

$$a = \frac{9900 \text{ m/s}}{\sqrt{48.3 + \left(\frac{10^{10} \text{ kg}}{\text{m}^2} \right) \left(\frac{2.81 \times 10^8 \text{ kg}}{\text{m}^2} \right) \left(\frac{46.89 \text{ mm}}{1.85 \text{ mm}} \right)}}$$

$$a = 321.149 \text{ m/s}$$

Tabla 17: Valores de C según la gradiente hidráulica.

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0.8
≈ 30%	0.6
≈ 40%	0.4
> 50%	0

Fuente: Escuela universitaria de ingeniería agrícola de ciudad real.

Tabla 18: Valores K según la longitud de la línea de conducción.

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
≈ 1500	1.25
> 1500	1

Fuente: Escuela universitaria de ingeniería agrícola de ciudad real.

Para el cálculo del tiempo de parada se usó la ecuación 15 obteniendo el siguiente resultado:

$$T = 1 + \frac{(2)(427.5m)(0.48m/s)}{(9.81m/s^2)(101.339m)}$$

$$T = 1.413s$$

Sabiendo que el tiempo de recorrido de la onda de presión es $t = \frac{2L}{a}$, se obtiene un tiempo de:

$$t = \frac{2(427.5m)}{321.149m/s}$$

$$t = 2.66s$$

Debido a que el tiempo de parada de la válvula es menor que el tiempo de recorrido de la onda de presión se tiene un cierre rápido.

$$T = 1.413s < t = 2.66s : \text{Cierre rapido}$$

También se calculó la longitud crítica $L_c = \frac{aT}{2}$, teniendo el siguiente valor:

$$L_c = \frac{(321.149m/s)(1.413s)}{2}$$

$$L_c = 226.892m$$

Siendo la longitud crítica menor que la longitud de la línea de conducción se tiene una impulsión larga.

$$L_c = 226.892 < L = 427.5m : \text{Impulsion larga}$$

Ahora debido a que se tiene una instalación con tipo de cierre rápido en una impulsión larga, se usó la ecuación 17 para el cálculo de sobrepresión:

$$\Delta H = \frac{av}{g}$$

$$\Delta H = \frac{(321.149m/s)(0.48m/s)}{(9.81m/s^2)}$$

$$\Delta H = 15.714m$$

Dónde:

ΔH : Sobre presión, m

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de la gravedad, m/s²

La presión total en el sistema se calculó sumando la carga hidrostática de 98.90m a la sobrepresión de 15.714m, resultando una presión total de 114.614m o 157.246psi. Debido a que la tubería de conducción se diseñó con PVC de 2" SDR 26, con resistencia de 160psi, se deduce que la tubería resistirá la sobrepresión causada por el golpe de ariete, siendo por tanto un diseño adecuado.

7.5.4.6 Potencia de la bomba.

En base al caudal de bombeo de 10 años se calculó la potencia de la bomba para el periodo de 0 a 10 años del diseño usando la ecuación 20:

$$p = \frac{(9810 \frac{N}{m^3})(99.895m)(0.000612m^3/s)}{0.7 (746)}$$

$$p = 1.057 Hp$$

En base al caudal de bombeo a 20 años se calculó la potencia de la bomba:

$$p = \frac{(9810 \frac{N}{m^3})(101.33m)(0.00082m^3/s)}{0.7 (746)}$$

$$p = 1.478 Hp$$

7.5.4.7 Selección de la bomba.

En este párrafo se describirá la elección de dos bombas sumergible Franklin Electric de la serie 4400 Tri-Seal, específicamente el modelo de 4 pulgadas con una capacidad de 1.5 caballos de fuerza (hp). Esta elección ha sido realizada cuidadosamente para adaptarse a las necesidades del sistema y garantizar un rendimiento eficiente y confiable.

La selección de la bomba Franklin Electric serie 4400 Tri-Seal 4" de 1.5hp se basa en criterios específicos de capacidad y eficiencia. Esta bomba sumergible se distingue por su diseño robusto y su capacidad para proporcionar un flujo constante y eficiente en aplicaciones sumergibles. Con una producción de 15 galones por minuto (gpm), se espera que esta bomba satisfaga los requerimientos de caudal del sistema de manera efectiva.

El modelo elegido de 1.5hp se alinea con las necesidades del proyecto, brindando una combinación equilibrada entre potencia y eficiencia energética.

4" TRI-SEAL Pumps
15 gpm Performance

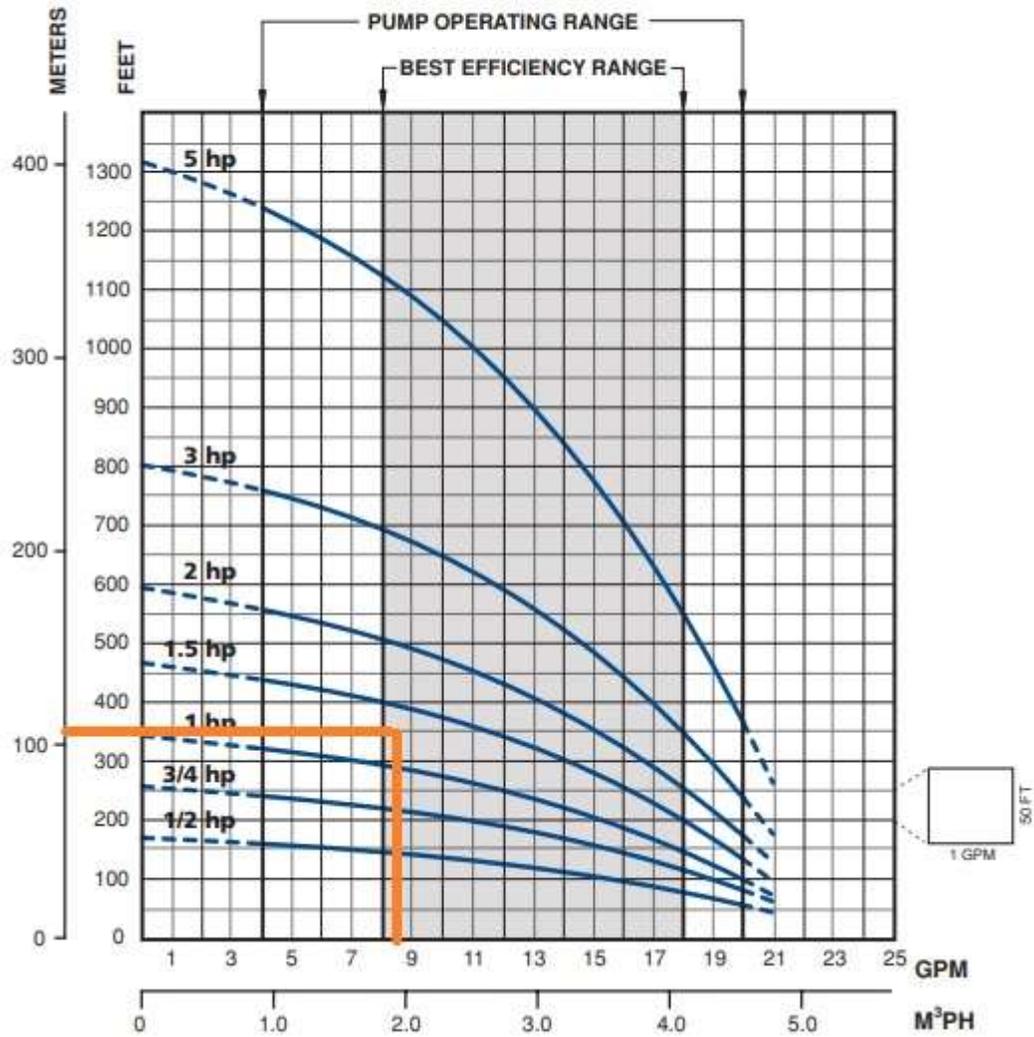
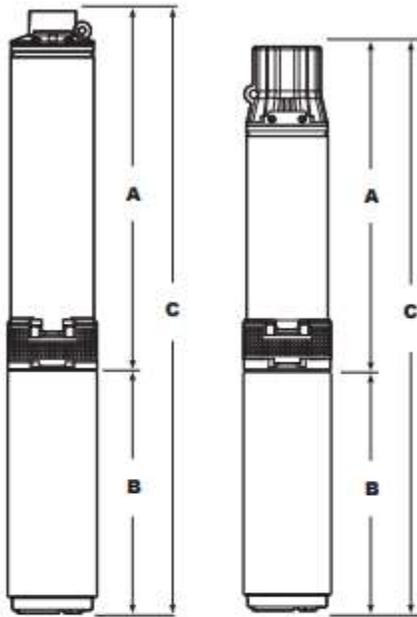


Imagen 5: Curva de rendimiento Tri-Seal 15 gpm.



Stainless Steel with 3-Wire Motors

GPM	HP	STAGES	A	B	C	PE WT.	PMA WT.
5	1/2	8	13.57	9.51	23.08	10	29
	3/4	12	16.86	10.64	27.50	12	33
	1	15	19.33	11.73	31.06	14	38
	1.5	21	24.26	13.60	37.86	17	45
	2	26	30.46	15.10	45.56	20	N/A
7	1/2	7	12.75	9.51	22.26	9	28
	3/4	10	15.22	10.64	25.86	11	32
	1	13	17.68	11.73	29.41	13	37
	1.5	18	21.80	13.60	35.40	15	43
	2	24	26.73	15.10	41.83	19	N/A
	3	32	35.39	19.04	54.43	23	N/A
10	1/2	6	12.39	9.51	21.90	9	28
	3/4	8	14.14	10.64	24.78	10	31
	1	11	16.85	11.73	28.58	11	35
	1.5	15	20.48	13.60	34.08	14	42
	2	18	25.26	15.10	40.36	15	N/A
	3	24	30.70	19.04	49.74	19	N/A
15	1/2	4	10.64	9.51	20.15	7	26
	3/4	6	12.39	10.64	23.03	9	30
	1	8	14.14	11.73	25.87	10	34
	1.5	11	16.85	13.60	30.45	11	39
	2	14	19.57	15.10	34.67	13	N/A
	3	19	26.17	19.04	45.21	16	N/A
5	31	37.00	29.19	66.19	23	N/A	

Notes: All lengths are in inches
 All weights are in pounds
 Maximum diameter with cable guard is 3.90"
 PE - Pump end only
 PMA - Pump and motor assembly

Imagen 6: Características de la bomba.

7.5.4.8 Tanque de almacenamiento.

Volumen del tanque.

Según la reglamentación aplicable al ámbito rural NTON 09 007-19, página 35, la capacidad de almacenamiento se determina mediante la combinación de un 25% del consumo diario promedio (CDP), denominado volumen compensatorio, y un 15% del consumo diario promedio (CPD), para eventualidades y/o emergencias, durante 17 horas de bombeo. Considerando que el CDP es de 0.333 litros por segundo, se formuló el siguiente diseño para el tanque usando la ecuación 21:

$$V = 0.000333 \frac{m^3}{s} * 40\% * 17hr * \frac{3600s}{1hr}$$

$$V = 11.42 \text{ m}^3$$

Tipo de tanque.

Se adoptará 1 tanque para almacenar un total de 12 m³, el tanque será de concreto ciclópeo de alta densidad con una altura de 3 m, con una losa de fondo de 5.97 m³, con una losa de tapa de 1.59 m³. El tanque será construido sobre el suelo en las coordenadas UTM 16P: X = 555659.7 m Y = 1484930.9 m Z= 746.62 m, con DATUM WGS 84.

7.5.4.9 Desinfección.

La determinación de la capacidad de cloro se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en la norma (INAA, 1999b, págs. 96-97) y haciendo uso de la ecuación 22. De acuerdo con este cálculo, la capacidad de cloro resultó ser de 0.15 Kg de cloro por día, como se detalla a continuación:

$$Ca = \frac{QC}{1000}$$

$$Ca = \frac{70.848 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 2.1 \text{ gr Cl/L}}{1000}$$

$$Ca = 0.15 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

El cloro será aplicado mediante inyección en la sarta a una tasa de 0.619 l/h durante 17 horas.

Tabla 19: Aplicación de cloro al sistema.

Descripcion	Cantidades	UDM
Requerimientos segun la norma		
Qproy	0.82	lps
Requerido	0.15	kg/dia
Conc. Comer	130	gr/l
Q	70.848	m3/dia
Concentracion	1.5	%
Aplicacion de solucion de cloro	0.619	l/h

Fuente: Elaboración propia.

7.5.5 Simulación hidráulica con EPANET

Se llevó a cabo una simulación integral del sistema y sus accesorios utilizando EPANET. Esta simulación se fundamentó en los criterios de diseño establecidos por la normativa, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de dichos criterios en velocidades comprendidas entre 0.6 y 5 m/s, así como en presiones que oscilan entre 5m y como presión máxima depende del tipo de material a utilizar.

7.5.5.1 Embalse.

Se instaló un embalse en la posición del pozo, considerando la elevación sobre el nivel del mar menos la profundidad estimada del sistema de bombeo, con una elevación resultante de 642.28 metros sobre el nivel del mar sabiendo que 62.5m es la profundidad del sistema de bombeo.

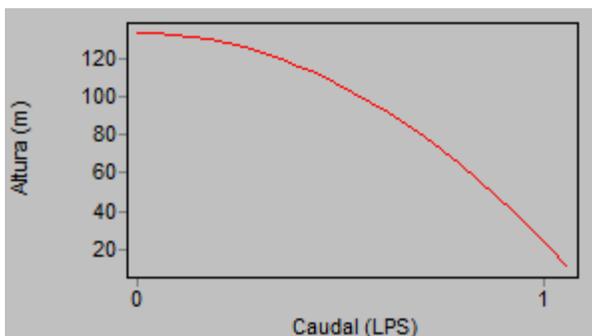
$$H_{embalse} = Elev\ del\ pozo - Prof\ del\ sistema\ de\ bombeo$$

$$H_{embalse} = 704.78m - 62.5m = 642.28msnm$$

7.5.5.2 Curva de la bomba de diseño.

Al conectar la bomba desde el embalse hasta el tanque de almacenamiento de agua potable, se tuvo en cuenta el diseño de una curva que considera la Carga Dinámica Total (101.339m) en relación con la demanda del consumo máximo diario (0.82 lps) del proyecto, como se ilustra en la imagen siguiente:

Imagen 7: Curva de la bomba.



Fuente: Elaboración propia.

7.5.5.3 Tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento de agua potable está situado en el punto más elevado de la comunidad de Palo Verde, y presenta los siguientes datos de diseño:

Tabla 20: Datos del tanque de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento	
Cota	749 msnm
Nivel inicial	2mca
Nivel máximo	2.75mca
Diámetro	3m
Elevación	751m
Presión	2m

Fuente: Elaboración propia.

7.5.5.4 Representación gráfica del sistema.

Se incorporó una imagen detallada que ilustrará integralmente todo el sistema de abastecimiento. Esta representación visual proporciona una visión completa y clara del acueducto, permitiendo una comprensión rápida y precisa de la disposición y la interconexión de cada componente. La imagen servirá como una valiosa

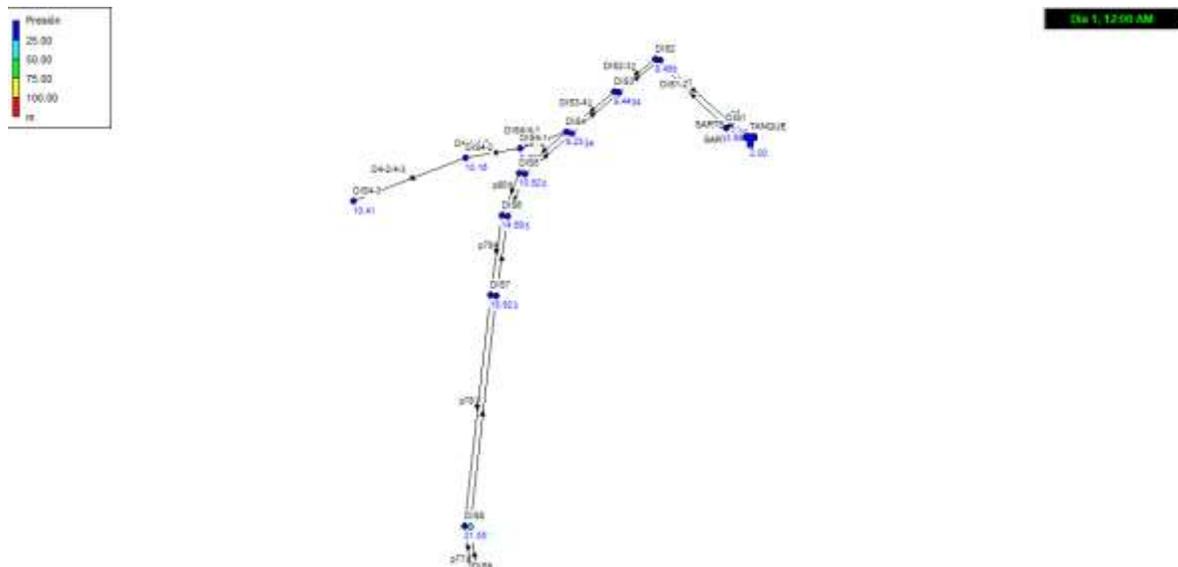
7.5.5.5 Caso 1: Consumo máxima hora con bombeo para el último año del periodo de diseño.

Se realizó una simulación del consumo máximo horario en EPANET. Esta simulación permitirá examinar cómo se comporta el sistema hidráulico ante la demanda máxima de agua en diversas horas del día.

Presiones del sistema.

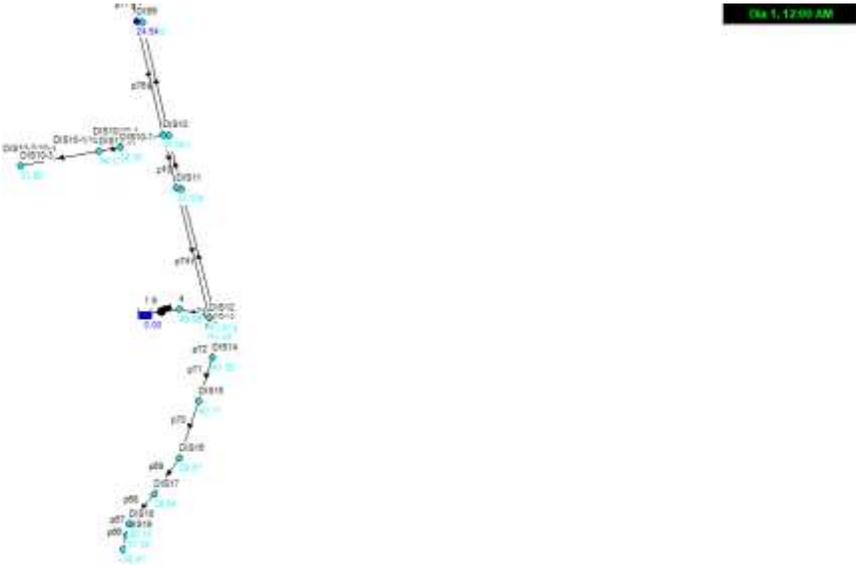
La simulación exhaustiva del sistema de abastecimiento de agua potable mediante la herramienta EPANET arrojó resultados satisfactorios. Se constató que el sistema cumplió de manera efectiva con los requisitos establecidos para las presiones mínimas y máximas como lo estipula la norma NTON 09 007-19, página 31, (en las zonas rurales se permitirán presiones mínimas de 5 m en el punto de la conexión con el medidor y presiones máximas de acuerdo a las características del material y al análisis hidráulico a utilizar). Este análisis integral proporciona una valiosa validación de la capacidad del sistema para mantener condiciones de presión dentro de los parámetros especificados, asegurando así un suministro eficiente y confiable de agua potable a los usuarios. Para una mejor visualización se sectorizará el acueducto para tener un mejor enfoque de los diversos nodos de este.

Ilustración 2: Presiones en el sector 1.



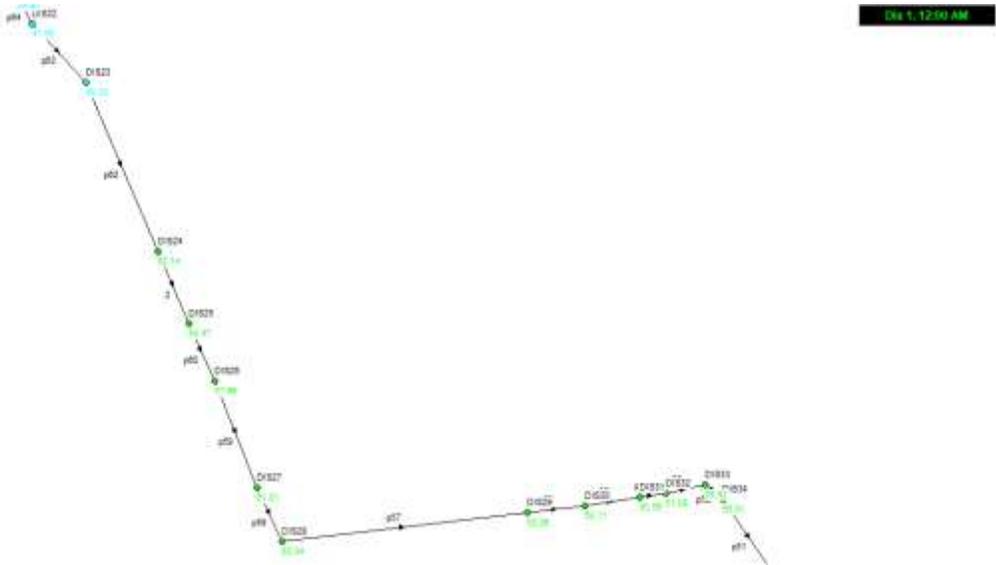
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 3: Presiones en el sector 2.



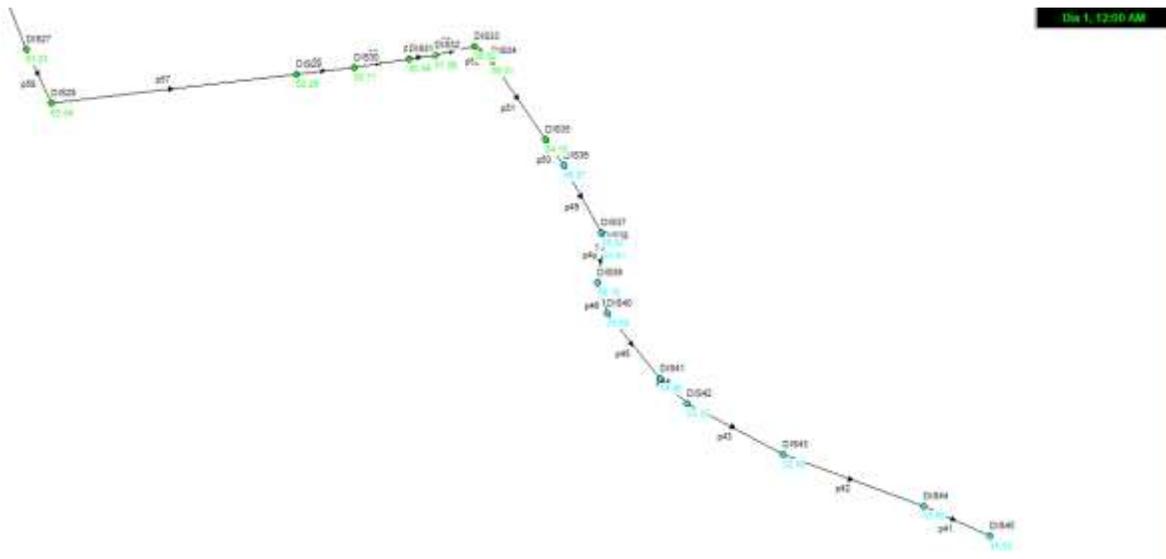
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4: Presiones en el sector 3.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 5: Presiones en el sector 4.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Tabla de presiones en los nodos

ID	Cota	Presión
	m	m
Conexión n1	747	5.23
Conexión n2	742.4	8.81
Conexión n3	741.05	10.27
Conexión n4	740.79	10.67
Conexión n5	739.07	12.53
Conexión n6	734.77	16.93
Conexión n7	730.12	21.75
Conexión n8	726.32	26.06
Conexión n9	722.97	29.52
Conexión n10	716.98	35.77
Conexión n11	713.78	39.09
Conexión n12	704.78	48.37
Conexión DIS4-3	738.78	10.41
Conexión DIS4-2	739.25	10.16
Conexión DIS4-1	739.68	9.88
Conexión DIS10-3	714.9	31.86
Conexión DIS10-2	712.68	34.13
Conexión DIS10-1	712.36	34.5

Conexión DIS45	678.06	26.82
Conexión DIS44	679.03	25.9
Conexión DIS43	679.85	25.19
Conexión DIS42	680.96	25.6
Conexión DIS41	681.26	27.17
Conexión DIS40	684.79	27.9
Conexión DIS39	685.25	29.09
Conexión DIS38	687.13	27.92
Conexión DIS37	686.36	30.32
Conexión DIS36	684.13	42.17
Conexión DIS35	683.85	46.45
Conexión DIS34	682.86	48.32
Conexión DIS33	683.56	47.82
Conexión DIS32	688.37	43.38
Conexión DIS31	689.12	42.87
Conexión DIS30	689.9	43.01
Conexión DIS29	689.32	44.56
Conexión DIS28	682.65	55.34
Conexión DIS27	684.71	53.31
Conexión DIS26	687.83	50.26
Conexión DIS25	691.35	46.78
Conexión DIS24	693.69	44.62
Conexión DIS23	696.65	41.83
Conexión DIS22	704.39	34.17
Conexión DIS21	706.25	32.35
Conexión DIS20	707.75	30.89
Conexión DIS19	708.8	29.87
Conexión DIS18	708.05	30.63
Conexión DIS17	707.71	31.03
Conexión DIS16	706.65	32.15
Conexión DIS15	705.7	33.19
Conexión DIS14	705.15	33.84
Conexión DIS13	704.29	34.77
Conexión DIS12	704.78	34.3
Conexión DIS11	713.78	25.59
Conexión DIS10	716.98	30.08
Conexión DIS9	722.97	24.64
Conexión DIS8	726.32	21.55
Conexión DIS7	730.12	18.92
Conexión DIS6	734.77	14.69

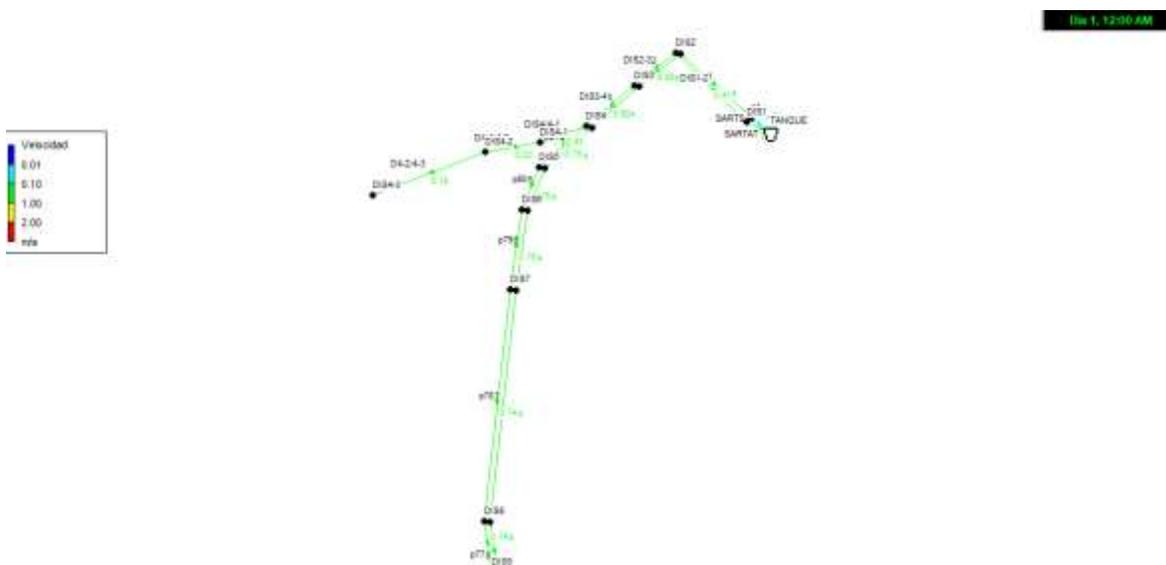
Conexión DIS5	739.07	10.62
Conexión DIS4	740.79	9.23
Conexión DIS3	741.05	9.44
Conexión DIS2	742.4	8.49
Conexión DIS1	747	6.99
Conexión 4	704.78	48.44

Fuente: Elaboración propia.

Velocidades del sistema.

La evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable mediante la simulación en EPANET ha sido esencial para garantizar su rendimiento óptimo. La simulación se ha llevado a cabo meticulosamente, teniendo en cuenta criterios cruciales de diseño, tales como presiones y velocidades mínimas y máximas. Los resultados obtenidos revelan que el sistema ha logrado cumplir de manera efectiva con los estándares predefinidos, asegurando presiones y velocidades dentro de los rangos especificados. Este análisis exhaustivo respalda la eficacia del diseño del sistema en la entrega confiable de agua potable, al tiempo que cumple con los requisitos fundamentales para mantener condiciones operativas seguras y eficientes en toda la red de abastecimiento.

Ilustración 6: Velocidades en el sector 1.



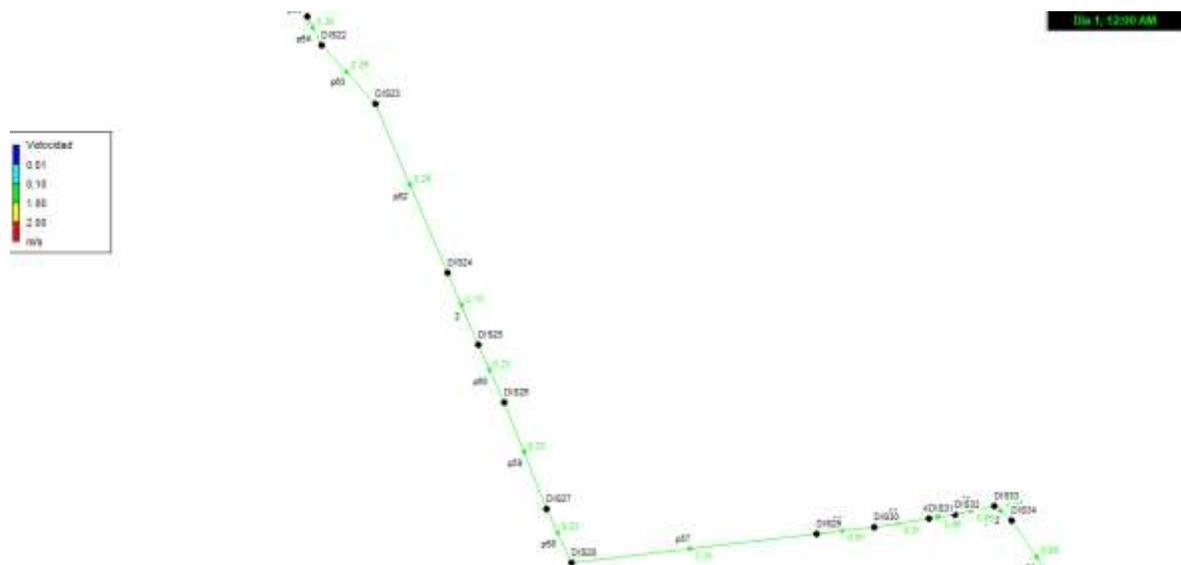
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 7: Velocidades en el sector 2.



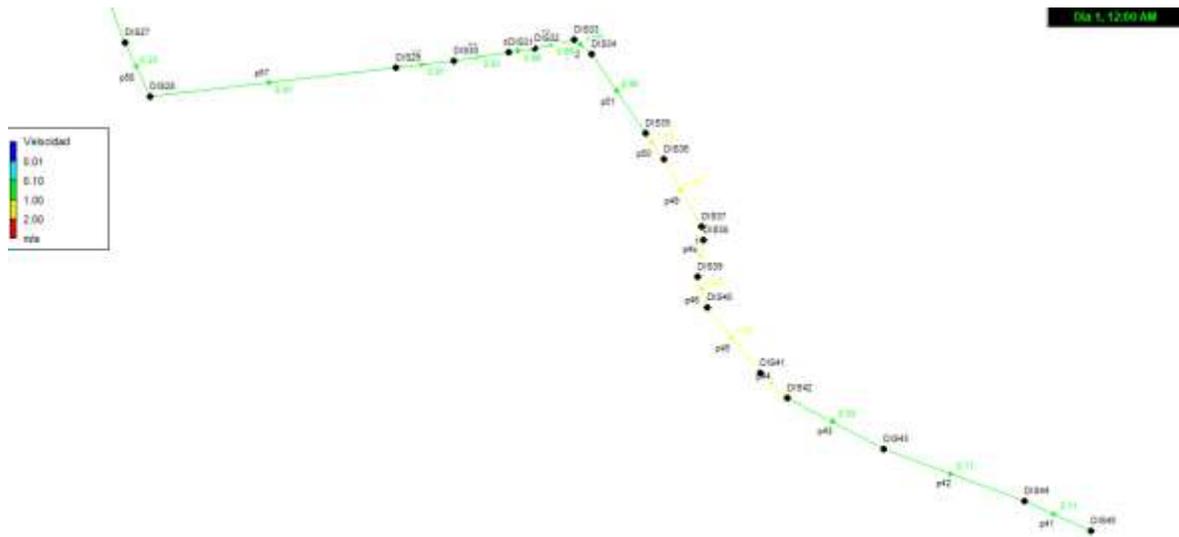
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8: Velocidades en el sector 3.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9: Velocidades en el sector 4.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Tabla de velocidades.

ID	Longitud	Rugosidad	Velocidad	Estado
	m		m/s	
Tubería p1	39.94	150	0.67	Abierto
Tubería p2	22.22	150	0.67	Abierto
Tubería p3	26.22	150	0.67	Abierto
Tubería p4	26.23	150	0.67	Abierto
Tubería p5	19.18	150	0.67	Abierto
Tubería p6	33.96	150	0.67	Abierto
Tubería p7	97.89	150	0.67	Abierto
Tubería p8	21.77	150	0.67	Abierto
Tubería p9	48.33	150	0.67	Abierto
Tubería p10	23.03	150	0.67	Abierto
Tubería p11	55.73	150	0.67	Abierto
Tubería D4-2/4-3	50.32	150	0.62	Abierto
Tubería D4-1/4-2	23.51	150	0.63	Abierto
Tubería DIS10-2/10-3	33.37	150	0.63	Abierto
Tubería DIS10-1/10-2	8.78	150	0.64	Abierto
Tubería p41	30.17	150	0.64	Abierto
Tubería p42	63.15	150	0.64	Abierto
Tubería p43	45.85	150	0.78	Abierto

Tubería p44	15.4	150	1.08	Abierto
Tubería p45	35.24	150	1.08	Abierto
Tubería p46	13.57	150	1.08	Abierto
Tubería p47	15.64	150	0.63	Abierto
Tubería p48	5.49	150	1.11	Abierto
Tubería p49	32.33	150	1.75	Abierto
Tubería p50	13.43	150	1.75	Abierto
Tubería p51	40.25	150	0.66	Abierto
Tubería p52	9.313	150	0.66	Abierto
Tubería p53	17.02	150	0.66	Abierto
Tubería p54	10.87	150	0.66	Abierto
Tubería p55	23.3	150	0.91	Abierto
Tubería p56	24.52	150	0.91	Abierto
Tubería p57	103.7	150	0.91	Abierto
Tubería p58	25.03	150	0.61	Abierto
Tubería p59	47.97	150	0.61	Abierto
Tubería p60	26.68	150	0.61	Abierto
Tubería p62	77.26	150	0.62	Abierto
Tubería p63	35.09	150	0.62	Abierto
Tubería p64	11.68	150	0.65	Abierto
Tubería p65	13.25	150	0.65	Abierto
Tubería p66	6.359	150	0.65	Abierto
Tubería p67	4.53	150	0.65	Abierto
Tubería p68	16.39	150	0.65	Abierto
Tubería p69	18.33	150	0.65	Abierto
Tubería p70	25.22	150	0.65	Abierto
Tubería p71	18.65	150	0.67	Abierto
Tubería p72	13.43	150	0.67	Abierto
Tubería p73	3.41	150	0.67	Abierto
Tubería p74	55.73	150	0.67	Abierto
Tubería p76	48.33	150	0.72	Abierto
Tubería p77	21.77	150	0.74	Abierto
Tubería p78	97.89	150	0.74	Abierto
Tubería p79	33.96	150	0.75	Abierto
Tubería p80	19.18	150	0.75	Abierto
Tubería p81	26.23	150	0.75	Abierto
Tubería DIS3-4	26.22	150	0.92	Abierto
Tubería DIS2-3	22.22	150	0.92	Abierto
Tubería DIS1-2	39.94	150	0.65	Abierto
Tubería DIS4/4-1	20.59	150	0.65	Abierto

Tubería DIS10/10-1	18.61	150	0.65	Abierto
Tubería SARTAT	3	150	0.65	Abierto
Tubería SARTSAL	3	150	0.69	Abierto
Tubería 1	5.49	150	1.75	Abierto
Tubería 8	10	130	0.69	Abierto

Fuente: Elaboración propia.

7.5.5.6 Caso 2: Consumo coincidente del máximo día más incendios.

La consideración del caso que involucra el Consumo Máximo Horario (CMH) junto con el caudal destinado a situaciones de incendio no se ha tenido en cuenta en este diseño. Esto se debe a que, de acuerdo con las normativas vigentes, el caudal contra incendios generalmente se aplica únicamente en poblaciones que superan los 5000 habitantes. Según las proyecciones, la comunidad de Palo Verde tendrá una población total estimada de 323 personas, lo que está por debajo de este umbral. Por lo tanto, la aplicación del caudal contra incendios no se considera relevante en este contexto.

7.5.5.7 Caso 3: Bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red.

Se llevó a cabo una simulación específica para evaluar el consumo nulo utilizando el programa EPANET. Esta simulación se enfocó en analizar el comportamiento del sistema hidráulico cuando no hay demanda de agua, permitiendo así comprender mejor la dinámica del flujo y la presión en condiciones de consumo mínimo o nulo.

Presiones.

Ilustración 10: Presiones en el sector 1.

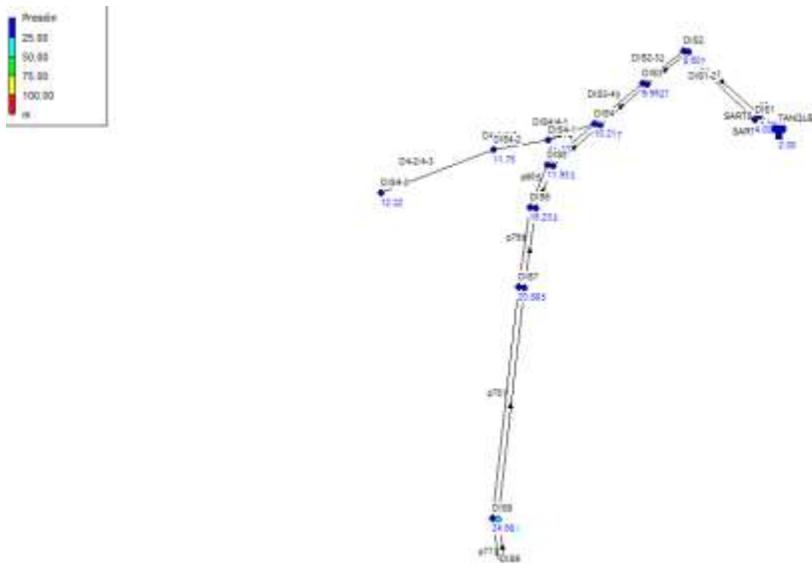
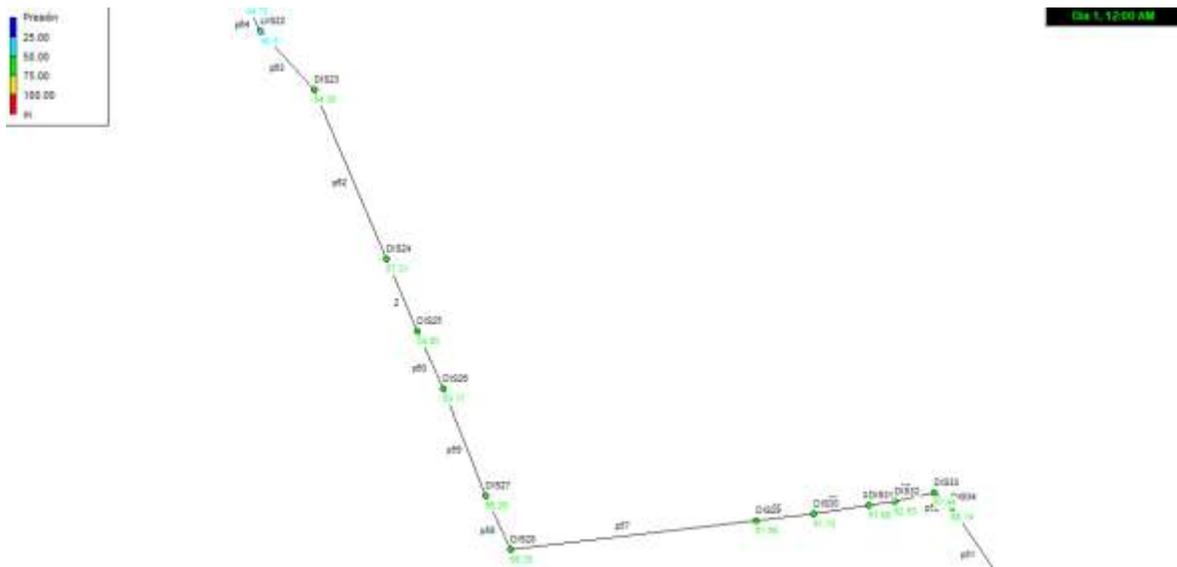
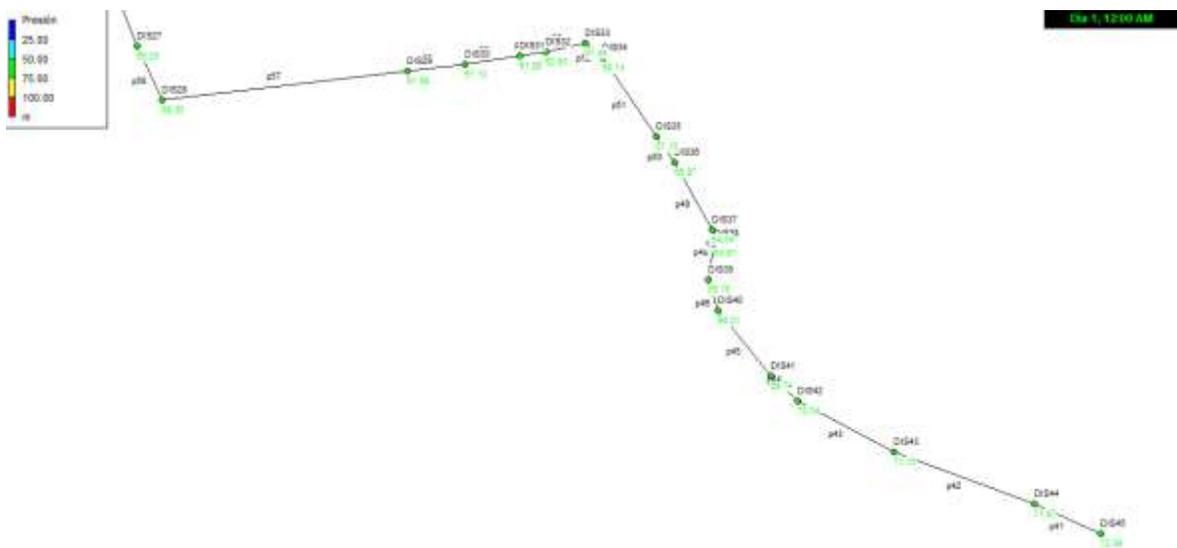


Ilustración 12: Presiones en el sector 3.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 13: Presiones en el sector 4.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Tabla de presiones - consumo nulo

ID	Cota	Demanda	Presión
	m	LPS	m
Conexión n1	747	0	6.22
Conexión n2	742.4	0	8.81
Conexión n3	741.05	0	10.27
Conexión n4	740.79	0	10.67
Conexión n5	739.07	0	12.53
Conexión n6	734.77	0	16.93
Conexión n7	730.12	0	21.75
Conexión n8	726.32	0	26.06
Conexión n9	722.97	0	29.52
Conexión n10	716.98	0	35.77
Conexión n11	713.78	0	39.09
Conexión n12	704.78	0	48.37
Conexión DIS4-3	738.78	0	12.22
Conexión DIS4-2	739.25	0	11.75
Conexión DIS4-1	739.68	0	11.32
Conexión DIS10-3	714.9	0	36.1
Conexión DIS10-2	712.68	0	38.32
Conexión DIS10-1	712.36	0	38.64
Conexión DIS45	678.06	0	72.94
Conexión DIS44	679.03	0	71.97
Conexión DIS43	679.85	0	71.15
Conexión DIS42	680.96	0	70.04
Conexión DIS41	681.26	0	69.74
Conexión DIS40	684.79	0	66.21
Conexión DIS39	685.25	0	65.75
Conexión DIS38	687.13	0	63.87
Conexión DIS37	686.36	0	64.64
Conexión DIS36	684.13	0	66.87
Conexión DIS35	683.85	0	67.15
Conexión DIS34	682.86	0	68.14
Conexión DIS33	683.56	0	67.44
Conexión DIS32	688.37	0	62.63
Conexión DIS31	689.12	0	61.88
Conexión DIS30	689.9	0	61.1
Conexión DIS29	689.32	0	61.68
Conexión DIS28	682.65	0	68.35

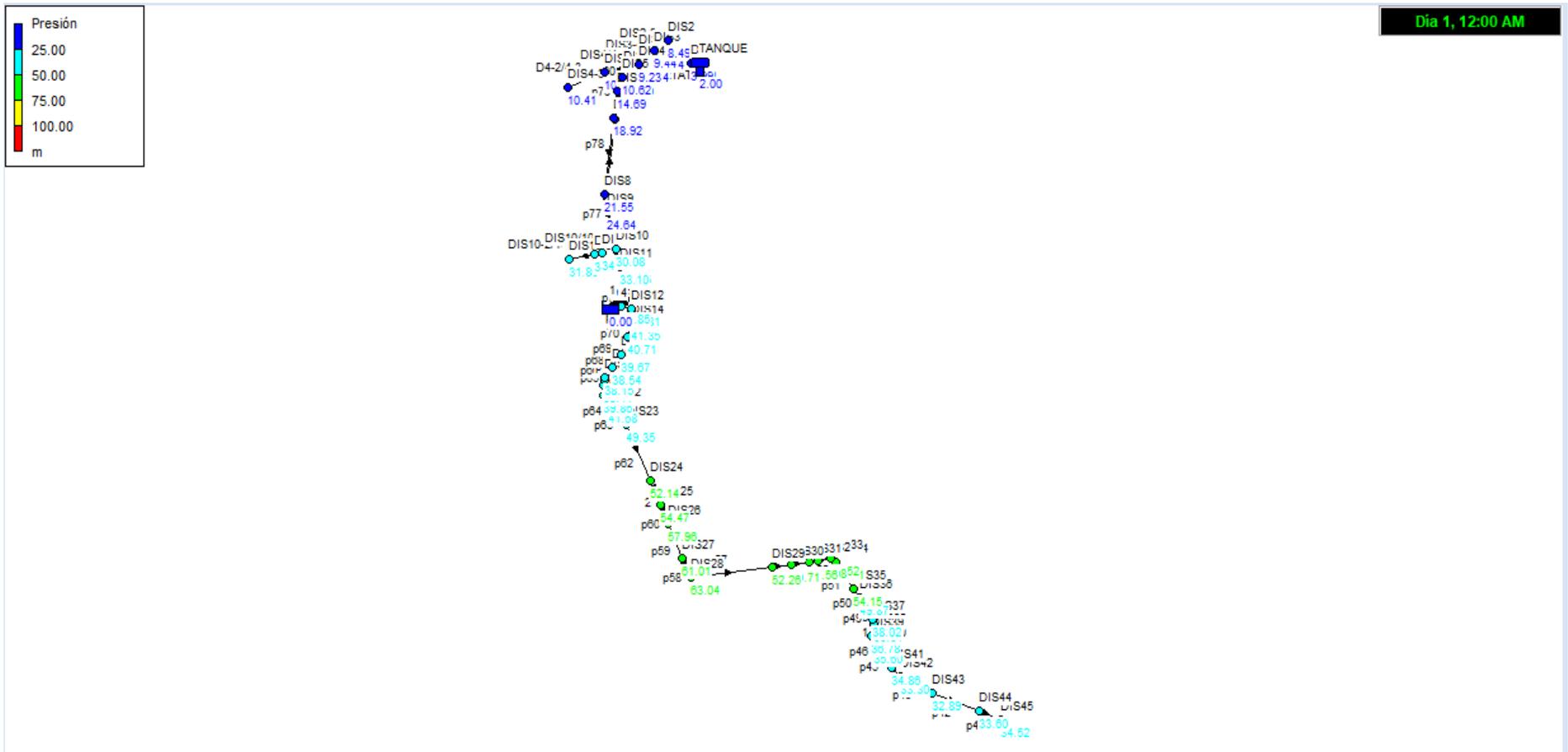
Conexión DIS27	684.71	0	66.29
Conexión DIS26	687.83	0	63.17
Conexión DIS25	691.35	0	59.65
Conexión DIS24	693.69	0	57.31
Conexión DIS23	696.65	0	54.35
Conexión DIS22	704.39	0	46.61
Conexión DIS21	706.25	0	44.75
Conexión DIS20	707.75	0	43.25
Conexión DIS19	708.8	0	42.2
Conexión DIS18	708.05	0	42.95
Conexión DIS17	707.71	0	43.29
Conexión DIS16	706.65	0	44.35
Conexión DIS15	705.7	0	45.3
Conexión DIS14	705.15	0	45.85
Conexión DIS13	704.29	0	46.71
Conexión DIS12	704.78	0	46.22
Conexión DIS11	713.78	0	37.22
Conexión DIS10	716.98	0	34.02
Conexión DIS9	722.97	0	28.03
Conexión DIS8	726.32	0	24.68
Conexión DIS7	730.12	0	20.88
Conexión DIS6	734.77	0	16.23
Conexión DIS5	739.07	0	11.93
Conexión DIS4	740.79	0	10.21
Conexión DIS3	741.05	0	9.95
Conexión DIS2	742.4	0	8.6
Conexión DIS1	747	0	6.15
Conexión 4	704.78	0	48.44

Fuente: Elaboración propia.

7.5.5.8 Diagramas de la red.

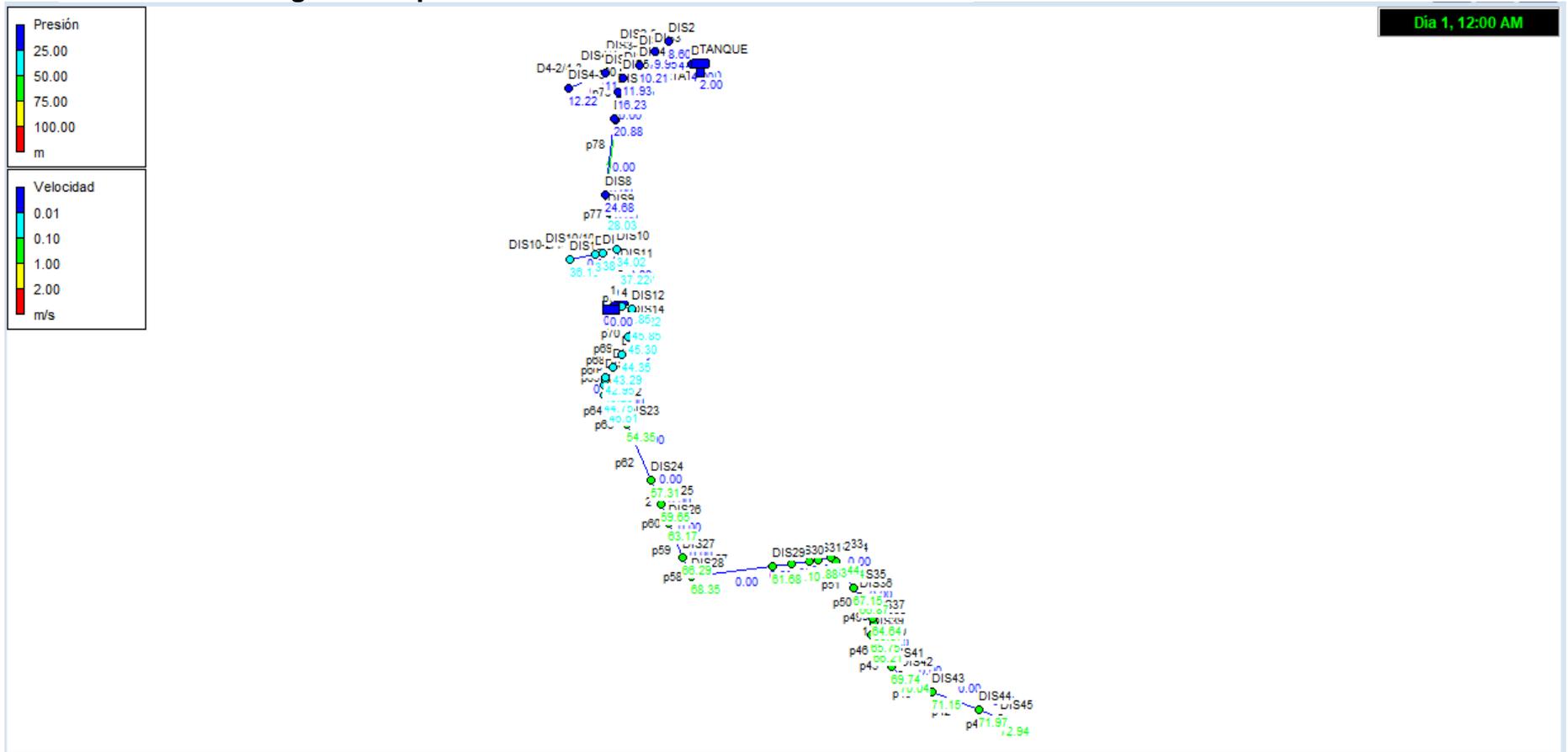
Mediante el uso del software EPANET, se generaron representaciones gráficas de la red de distribución de agua potable. En este análisis, se evaluaron cuidadosamente los diseños de las presiones y los diámetros, asegurando un funcionamiento óptimo en concordancia con los datos ingresados en el plano. Estos resultados fueron calculados específicamente para los siguientes niveles de consumo:

Ilustración 14: Diagrama de presiones con el CMH.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16: Diagrama de presiones - Consumo nulo.



Fuente: Elaboración propia.

7.5.6 Costo total de la obra.

El desglose del costo total de la obra, evaluado en 2,437,445.67 córdobas, constituye un elemento central en esta investigación. La integralidad de la inversión se ha estructurado en un resumen detallado por etapas, brindando una panorámica minuciosa de los recursos destinados a la ejecución del proyecto. Desde la adquisición de materiales hasta la contratación de mano de obra especializada, cada fase ha sido objeto de una evaluación exhaustiva de los costos asociados. Este enfoque de desglose por etapas no solo favorece una comprensión nítida de la magnitud de la inversión, sino que también facilita una gestión eficiente de los recursos financieros a lo largo del desarrollo del proyecto, garantizando una ejecución óptima en cada fase del proceso constructivo.

Tabla 24: Presupuesto del proyecto.

Etapa	Descripción de la etapa	Monto C\$
310	Preliminares	53,044.65
320	Línea de conducción	198,307.73
330	Línea de distribución	429,285.13
335	Tanque de almacenamiento	428,963.51
340	Fuente y obras de toma	1,151,866.53
350	Conexiones	146,113.11
360	Planta de purificación	17,820.00
370	Limpieza y entrega final	12,045.00
		2,437,445.67

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones.

En conclusión, el sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Palo verde, municipio de Yalagüina, no solo representa una infraestructura vital para satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes, sino que también desempeña un papel fundamental en el desarrollo y bienestar de la comunidad en su conjunto.

La implementación efectiva de este sistema es esencial para garantizar el acceso equitativo a agua de calidad. En este sentido, es crucial continuar abordando los desafíos específicos que puedan surgir en el contexto local, como la gestión sostenible de los recursos hídricos, la infraestructura adecuada y la participación activa de la comunidad.

Mediante las encuestas y el estudio socio-económico que se realizó en la comunidad de Palo verde, se determinó que la población cuenta con 33 viviendas y 192 habitantes en total, se identificó que los hogares encuestados cuentan con un ingreso mensual menor a los 6000 córdobas por familia.

Se realizó el diagnóstico de la fuente de abasteciendo mediante un aforo, el cual se comprobó que tiene un caudal regular de 13 gpm, desde el punto de vista de la calidad del agua, los parámetros medidos en el campo se encuentran dentro de las normas de calidad de agua para fines de consumo humano.

En los resultados de los análisis de calidad del agua indican que hay presencia de *Escherichia coli*, y el arsénico según el análisis realizado está por debajo del valor recomendado en la norma CAPRE.

Los datos obtenidos en los cálculos fueron simulados en el software EPANET, obteniendo una simulación adecuada de acuerdo a los parámetros establecidos en la normativa NTON 09 007-19, posteriormente se realizaron los planos constructivos para el sistema de la red de distribución de agua potable.

8.2 Recomendaciones.

En la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Dar un buen mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua potable para garantizar la calidad del agua.
- Orientar a las familias el uso adecuado del consumo y mantenimiento de agua potable para evitar enfermedades.
- Capacitar a la comunidad y que el comité (CAPS), esté presente en la operación y mantenimiento del sistema propuesta con el fin de que sea sostenible.

Implementar las obras de mitigación propuestas en el proyecto, tales como:

- Instalar cuatro muros de drenaje de agua pluvial en predio de pozo existente, que permitan evacuar el agua que precipita sobre el predio, ya que la pendiente natural del terreno es hacia el fondo del patio, como existe un muro perimetral el agua queda estancada, inundando la parte interna de la caseta existente.
- Construir un bordillo de concreto de 0.30m de alto en la entrada a la caseta de controles eléctricos para evitar que el agua pluvial ingrese a la misma. ya que la posición en que fue construida facilita la inundación de la misma.
- Construir un bordillo de concreto de 0.40m de alto, en todo el frente del predio de pozo existente, con el fin de desviar las aguas pluviales que escurren por el camino y evitar de esta manera que ingresen al predio, con lo que se intensifican los problemas de drenaje pluvial en el mismo.
- Construir muro de retención en todo el perímetro del tanque propuesto, para garantizar la estabilidad del suelo, ya que el mismo se localiza en la parte superior de una loma y el terreno tiene pendientes moderadas en todo el perímetro del tanque.
- Reforestar y promover el uso de suelo en un perímetro de 200m de predio de pozo existente que se utilizará como fuente de agua en la comunidad.

- Implementar planes de reforestación en toda el área de influencia del proyecto, para mejorar las condiciones de recarga de agua del acuífero a explotar.

9. BIBLIOGRAFÍA.

<https://www.urbanismomanagua.gob.ni/wp-content/uploads/2020/10/Normas-y-Criterios-para-el-Diseño-de-Establecimientos-Escolares-2008.pdf>

Ellan Missael García, C. R. (2017). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Zompopera y El Bojazo, municipio de Santa María de Pantasma, Jinotega. Managua.

ENACAL. (s.f.). Biblioteca Enacal. Obtenido de Biblioteca Enacal: <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Madriz/Yalaguina.html>

Marisa José Díaz, M. F. (2018). Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la comunidad El Zapote, comarca las Pavas, municipio de Acoyapa. Managua.

Gerardo, José, Carlos (2017), “Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad los Ríos, municipio de Ticuantepe, departamento de Managua”.

INAA. (1999a). Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural. Managua:INAA.

INAA. (1999b). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Managua: INAA.

INAA. (2007). Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Managua: INAA.

Normativa técnica obligatoria nicaragüense NTON 09 007-19

ANEXOS:

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE HIGIENE A NIVEL COMUNITARIO

(N: ninguno; P: Primaria; S: Secundaria; T: Técnico; U: Universitario)

Síntesis composición familiar:

Número de familias que viven en la vivienda:		Número de integrantes de las familias:	
Número de hombres:		Número de mujeres:	
Número de niños y niñas de 0 a 18 años:			

1. ¿Existen en el hogar personas con capacidades diferentes? Sí _____ No _____

Hombres: _____ Edad: _____ Niños: _____ Edad _____

Mujeres: _____ Edad: _____ Niñas: _____ Edad _____

Tipo?: _____

III. SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA

2. ¿Cuántos de los miembros de la familia realizan trabajo remunerado? Hombres _____ Mujeres _____

3. ¿Cuál es el ingreso económico total de todos los miembros de la familia que trabajan y aportan a los gastos del hogar al mes? C\$ _____

4. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por energía eléctrica del hogar? C\$ _____

5. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por telefonía celular del hogar? C\$ _____

6. ¿Cuánto es el gasto mensual estimado al mes en el hogar? C\$ _____

IV. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

¿Qué material de construcción predomina en la vivienda?

7. Paredes: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____

8. El piso: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____

9. El techo: a) Zinc _____ b) Teja _____ d) Palma _____ e) Otros _____

10. ¿La vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica? Sí _____ No _____

11. ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable? Sí _____ No _____

12. Tenencia de la vivienda:

a) Propia _____ b) Alquilada _____ c) Prestada/En cuidado _____

V. **ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO**

13. ¿Cómo se abastece de agua para consumo del hogar?

- a) Red pública dentro de la vivienda ____
- b) Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de propiedad ____
- c) Pozo público ____
- d) Pozo privado ____
- e) Fuente natural ____
- f) Cosecha de agua ____
- g) Otro ¿Cuál?: _____

14. Quien acarrea el agua

- a) Niños/as ____
- b) Mujeres ____
- c) Hombres ____
- d) Todos ____

15. Tiempo a la fuente de agua (ida y vuelta): _____ minutos

16. ¿Dispone de suficiente agua para atender las necesidades del hogar? Sí ____ No ____

17. ¿Tiene menos disponibilidad de agua en el verano? Sí ____ No ____

18. ¿Cuánto es el gasto estimado mensual en pago por el agua que recibe del hogar? C\$ _____

19. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen (¿se puede marcar varias situaciones?)

- a) Tiene mal sabor ____
- b) Tiene mal olor ____
- c) Tiene mal color ____

VI. **SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA** (Observar, verificar)

20. ¿Cuál es la opción de saneamiento que posee en su vivienda?

- a) Letrina ____
- b) Inodoro ____
- c) Ninguna ____
- d) Otros (mencionar)_no cabe _____

21. ¿Usa la letrina? a) Sí ____ b) NO ____

22. ¿En qué estado se encuentra su opción de saneamiento? a) Buena ____ b) Mala ____

23. ¿Dónde está instalada su opción de saneamiento?

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE HIGIENE A NIVEL COMUNITARIO

a) Dentro de la vivienda ____ b) Fuera de la vivienda? ____

24. ¿Su opción de saneamiento es de uso exclusivo del hogar?

a) Sí, exclusivo ____ b) No, compartido con otras familias ____

25. ¿Cuántas familias comparten la opción de saneamiento? _____

26. ¿Están satisfechos con la opción de saneamiento que utilizan actualmente? a) Sí ____ b) No ____ Por qué?

27. De no tener opción de saneamiento, ¿Estaría dispuesto/a apoyar la construcción de estas?

a) Sí ____ b) No ____

28. ¿Estaría dispuesto(a) pagar para mejorar su opción de saneamiento? Sí ____ No ____

29. ¿Tiene Instalación de Higiene?

Sí ____ No ____

¿Qué Tipo? _____ lava mano lavadero pana con agua y jabon

30. ¿Qué hacen con las aguas de la cocina y/o el lavadero de la casa?

a) La riegan ____ b) La dejan correr ____ c) La infiltran ____

31. ¿Qué hacen con desecho solidos (basura del hogar)?

a) La queman ____ b) La botan ____ c) Recolección domiciliar ____ d) La entierran ____

Nombre y Apellido del Encuestado _____ (Parentesco) _____

Nombre y Apellido del encuestador _____ (institución) _____

2. Resultados de los estudios del agua, físicos, químicos y bacteriológicos.

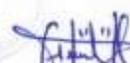
	<h3>INFORME DE ENSAYOS</h3>	CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA 	Hospital Norte España 300 m al norte Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6982 Teléfono (505) 2267 8169 Apartado postal 4598 Correo: aspec@una.unn.edu.ni	FOR-CIRA-ATACC-38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2022-11-28 Versión: 4 Página 1 de 1	
Resultados de Ensayos Microbiológicos		INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO			
USUARIO ONGAWA Lic. Carmen María Monzón Tel. 8332 4669 Club Social 25 vrs al norte Jinotega, Jinotega		NATUR. DE LA MUESTRA: Agua natural FUENTE: Pozo perforado IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: P.F El Mamele Palo Verde LUGAR Y/O COMUNIDAD: Palo Verde MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Yalagüina, Madris COORDENADAS: 1484320.99 N; 855808.53 E ELEVACIÓN: 687.69 metros FECHA DE MUESTREO: 2023-04-25 HORA DE MUESTREO: 07 h:30 TIPO DE MUESTREO: Puntual	CÓDIGO DEL LABORATORIO: MB-0580 FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-04-25 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2023-04-25 FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENSAYO: 2023-04-29 PLAN DE MUESTREO: NO APLICA MÉTODO DE MUESTREO: INO-TM-APC-03 CONDICIONES AMBIENTALES: Temperatura entre 28°C y 30°C Humedad Relativa entre 20% y 70% CONDICIONES DEL ÍTEM DE ENSAYO: Conforme a los criterios establecidos en el PROC-MB-06	Código de Referencia: 2023-MB-0580 Orden de Servicio: 14579	
		DATOS DE CAMPO No reportados	La incertidumbre de las mediciones se obtuvo multiplicando la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura $k = 2$, correspondiente a un nivel de confianza del 95,45%, suponiendo una distribución normal. La incertidumbre estándar de la medida se estimó conforme a la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM), 1ª Ed. Sept. 2008. EDICIÓN DIGITAL 1 en español, Centro Español de Metrología.		
		DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYOS			
		En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 150/JEC 17025 Tercera edición 2017-11), el CIRA/UNAN-Managua hace constar que el ítem de ensayo fue captado, preservado, transportado por el Usuario y ha sido procesado en el laboratorio de Microbiología utilizando los Procedimientos Operativos Normalizados que conllevan a la generación de este informe. El CIRA/UNAN-Managua no se responsabiliza por la información proporcionada por el Usuario. Los resultados emitidos se refieren únicamente al ítem sometido a ensayo, tal y como se recibió. No se debe reproducir parcialmente este informe de ensayos sin la aprobación de la Dirección del CIRA/UNAN-Managua, excepto si el Usuario lo reproduce en su totalidad, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al CIRA/UNAN-Managua bajo expresa y formal autorización de su Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua mantendrá copia de los registros generados durante el ensayo por un tiempo de 5 años y se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.			
		Se imprime este informe de ensayos a los cuatro días del mes de mayo del año dos mil veintitrés.			
		 			
		 			
		LIC. Adolfo Gabriel Gómez Rojas Especialista en análisis de laboratorio			
		LIC. Alejandra Méica Rojas Jefe de laboratorio de Microbiología			
		LIC. TÉCNICA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAN Centro de Recursos Acuáticos de Nicaragua			
		FIN DEL INFORME DE ENSAYOS			

Clave:
 NMP/100 ml: Número más probable en cien milímetros de muestra analizada
 * Ensayos cubiertos por el alcance de acreditación
 NR: No se reporta porque la incertidumbre de medición excede el 30% de la concentración del análisis

Observaciones: Ninguna

Referencias:
 1 American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater: 23rd ed. Washington: APHA, AWWA, WEF. (Edición no correspondiente a la última versión publicada)

Fuente: Estudios proporcionados por la Alcaldía Municipal de Yalagüina.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MANAGUA 1968 - MANAGUA</p>	<h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>	<p>CENTRO ANÁLISIS INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA</p>  <p>CENTRO DE ESTUDIOS DE RECURSOS ACUÁTICOS</p>	<p>Hospital Norte España 300 m al norte Teléfonos (505) 2278 6881, 2278 6982 Teléfono (505) 2267 8100 Apartado postal 4596 Correo: ape@cira.unman.edu.ni</p>	<p>FOR-CIRA-ATACC-38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2022-11-28 Versión: 4 Página 1 de 1</p>																																																																																																																																																																																																							
<p>Resultados de Ensayos Físico Químicos</p>		<p>Código de Referencia: 2023-AN-0298 Orden de Servicio: 14579</p>																																																																																																																																																																																																									
<p>USUARIO</p> <p>ONGAWA Lic. Carmen María Monzón Tel. 8332 4669 Club Social 25 vrs al norte Jinotega, Jinotega</p>	 <p>Organismo Nacional de Acreditación Laboratorio de Ensayos Edificio de Acreditación 14 027-001</p>	<p>INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO</p> <p>MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua natural FUENTE: Pozo perforado IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: P.P El Marañón Pazo Verde LUGAR Y/O COMUNIDAD: Pazo Verde MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Yalagüina, Managua COORDINADAS: 1484330,09 N, 855808,53 E ELEVACIÓN: 987,88 msnm FECHA DE MUESTREO: 2023-04-25 HORA DE MUESTREO: 07 h 30 TIPO DE MUESTREO: Puntual</p>	<p>CÓDIGO DEL LABORATORIO: AN-0298 FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-04-25 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2023-04-25 FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENSAYO: 2023-05-17 PLAN DE MUESTREO: NO APLICA MÉTODO DE MUESTREO: 3ND-09-APR-01 CONDICIONES AMBIENTALES: Temperatura entre 20°C y 20°C Humedad relativa entre 20% y 70% CONDICIONES DEL ÍTEM DE ENSAYO: Conforme a los criterios establecidos en el PROC-AN-07</p>																																																																																																																																																																																																								
<p>USUARIO</p>		<p>CONDICIONES DEL ÍTEM DE ENSAYO</p>	<p>La incertidumbre de las mediciones se obtuvo multiplicando la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura $k = 2$, correspondiente a un nivel de confianza del 95,45%, suponiendo una distribución normal. La incertidumbre estándar de la medición se estimó conforme a la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM), 1ª Ed. Sept. 2008. RESOLUCIÓN DIGITAL 1 en español, Centro Español de Metrología.</p>																																																																																																																																																																																																								
<p>DATOS DE CAMPO No reportados</p>		<p>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYOS</p>																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayos</th> <th>Método</th> <th>Límite o Rango de Cuantificación</th> <th>Resultados</th> <th>Incertidumbre, U (K=2; 95,45%)</th> <th>Unidades</th> <th>mg l⁻¹</th> <th>Valores máximos admisibles CAPRE¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TURBIDEZ</td> <td>2130 B. ¹</td> <td>0,10 a 600</td> <td>0,20</td> <td>—</td> <td>UNT</td> <td>—</td> <td>5,00 UNT</td> </tr> <tr> <td>pH a 25,0 °C</td> <td>4500 H B. ¹</td> <td>4,00 a 10,00</td> <td>7,49</td> <td>± 0,06</td> <td>Unidades de pH</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25,0 °C</td> <td>2510 B. ¹</td> <td>100,00 a 1 413,00</td> <td>896,00</td> <td>± 14,72</td> <td>µS cm⁻¹</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS</td> <td>3030 E. ¹</td> <td>—</td> <td>485,53</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>1000,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>COLOR VERDADERO</td> <td>2120 B. ¹</td> <td>0,2 a 100,0</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹ Pt-Co</td> <td>—</td> <td>15,0 mg l⁻¹ Pt-Co</td> </tr> <tr> <td>SODIO</td> <td>3000-Na B. ¹</td> <td>0,10</td> <td>34,40</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>3,236</td> <td>200,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>POTASIO</td> <td>3500-K B. ¹</td> <td>0,37</td> <td>1,40</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>0,036</td> <td>10,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>MAGNESIO</td> <td>3600-Mg B. ¹</td> <td>0,15</td> <td>20,61</td> <td>± 0,80</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>2,440</td> <td>50,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>CALCIO</td> <td>3580-Ca B. ¹</td> <td>0,12</td> <td>72,14</td> <td>± 0,80</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>3,600</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>CLORURO</td> <td>4110 B. ¹</td> <td>0,25</td> <td>34,18</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>0,682</td> <td>250,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>NITRATO</td> <td>4110 B. ¹</td> <td>0,25</td> <td>3,01</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>0,049</td> <td>50,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>SULFATO</td> <td>4110 B. ¹</td> <td>0,25</td> <td>9,64</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>0,203</td> <td>250,00 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>CARBONATO</td> <td>2320 B. ¹</td> <td>4,00</td> <td>< 4,00</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>BICARBONATO</td> <td>2320 B. ¹</td> <td>2,25</td> <td>485,72</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>7,981</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>DUREZA TOTAL Como CaCO₃</td> <td>2340 C. ¹</td> <td>0,10</td> <td>302,00</td> <td>± 2,07</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>6,040</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>DUREZA CÁLCICA Como CaCO₃</td> <td>3500-Ca B. ¹</td> <td>0,25</td> <td>180,00</td> <td>± 2,03</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>3,600</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO₃</td> <td>2320 B. ¹</td> <td>1,00</td> <td>398,05</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>7,981</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEÍNA</td> <td>2320 B. ¹</td> <td>0,00</td> <td>< 0,00</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>SILICE REACTIVO DISUELTO</td> <td>4500-SiO₂ C. ¹</td> <td>0,52</td> <td>80,38</td> <td>± 3,05</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>NITRITO</td> <td>4500-NO₂ B. ¹</td> <td>0,022</td> <td>< 0,022</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>0,10 a 3,00 mg l⁻¹**</td> </tr> <tr> <td>HEMBRA TOTAL</td> <td>3500-Pb B. ¹</td> <td>0,03</td> <td>< 0,03</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>0,30 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>PLUMBO</td> <td>4110 B. ¹</td> <td>0,25</td> <td>< 0,25</td> <td>—</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>0,7 - 1,5 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>AMONIO</td> <td>4500-NH₄ F. ¹</td> <td>0,021</td> <td>0,025</td> <td>NR</td> <td>mg l⁻¹</td> <td>—</td> <td>0,5 mg l⁻¹</td> </tr> <tr> <td>BALANCE IÓNICO DE LA MUESTRA</td> <td>1030 E. ¹</td> <td>—</td> <td>2,30</td> <td>—</td> <td>%</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayos	Método	Límite o Rango de Cuantificación	Resultados	Incertidumbre, U (K=2; 95,45%)	Unidades	mg l ⁻¹	Valores máximos admisibles CAPRE ¹	TURBIDEZ	2130 B. ¹	0,10 a 600	0,20	—	UNT	—	5,00 UNT	pH a 25,0 °C	4500 H B. ¹	4,00 a 10,00	7,49	± 0,06	Unidades de pH	—	—	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25,0 °C	2510 B. ¹	100,00 a 1 413,00	896,00	± 14,72	µS cm ⁻¹	—	—	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	3030 E. ¹	—	485,53	—	mg l ⁻¹	—	1000,00 mg l ⁻¹	COLOR VERDADERO	2120 B. ¹	0,2 a 100,0	—	—	mg l ⁻¹ Pt-Co	—	15,0 mg l ⁻¹ Pt-Co	SODIO	3000-Na B. ¹	0,10	34,40	—	mg l ⁻¹	3,236	200,00 mg l ⁻¹	POTASIO	3500-K B. ¹	0,37	1,40	—	mg l ⁻¹	0,036	10,00 mg l ⁻¹	MAGNESIO	3600-Mg B. ¹	0,15	20,61	± 0,80	mg l ⁻¹	2,440	50,00 mg l ⁻¹	CALCIO	3580-Ca B. ¹	0,12	72,14	± 0,80	mg l ⁻¹	3,600	—	CLORURO	4110 B. ¹	0,25	34,18	—	mg l ⁻¹	0,682	250,00 mg l ⁻¹	NITRATO	4110 B. ¹	0,25	3,01	—	mg l ⁻¹	0,049	50,00 mg l ⁻¹	SULFATO	4110 B. ¹	0,25	9,64	—	mg l ⁻¹	0,203	250,00 mg l ⁻¹	CARBONATO	2320 B. ¹	4,00	< 4,00	—	mg l ⁻¹	—	—	BICARBONATO	2320 B. ¹	2,25	485,72	—	mg l ⁻¹	7,981	—	DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2340 C. ¹	0,10	302,00	± 2,07	mg l ⁻¹	6,040	—	DUREZA CÁLCICA Como CaCO ₃	3500-Ca B. ¹	0,25	180,00	± 2,03	mg l ⁻¹	3,600	—	ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2320 B. ¹	1,00	398,05	—	mg l ⁻¹	7,981	—	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEÍNA	2320 B. ¹	0,00	< 0,00	—	mg l ⁻¹	—	—	SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO ₂ C. ¹	0,52	80,38	± 3,05	mg l ⁻¹	—	—	NITRITO	4500-NO ₂ B. ¹	0,022	< 0,022	—	mg l ⁻¹	—	0,10 a 3,00 mg l ⁻¹ **	HEMBRA TOTAL	3500-Pb B. ¹	0,03	< 0,03	—	mg l ⁻¹	—	0,30 mg l ⁻¹	PLUMBO	4110 B. ¹	0,25	< 0,25	—	mg l ⁻¹	—	0,7 - 1,5 mg l ⁻¹	AMONIO	4500-NH ₄ F. ¹	0,021	0,025	NR	mg l ⁻¹	—	0,5 mg l ⁻¹	BALANCE IÓNICO DE LA MUESTRA	1030 E. ¹	—	2,30	—	%	—	—	<p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN) ISQ/IEC 17025 Tercera edición 2017-11), el CSRA/UNAN-Managua hace constar que el ítem de ensayo fue captado, preservado, transportado por el Usuario y ha sido procesado en el laboratorio de Aguas Naturales utilizando los Procedimientos Operativos Normalizados que conllevan a la generación de este informe. El CSRA/UNAN-Managua no se responsabiliza por la información proporcionada por el Usuario. Los resultados emitidos se refieren únicamente al ítem sometido a ensayo, tal y como se recibió. No se debe reproducir parcialmente este informe de ensayos sin la aprobación de la Dirección del CSRA/UNAN-Managua, excepto si el Usuario lo reproduce en su totalidad, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al CSRA/UNAN-Managua bajo expresa y formal autorización de su Dirección. Por su parte, el CSRA/UNAN-Managua mantendrá copia de los registros generados durante el ensayo por un tiempo de 5 años y se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expresa y formal consentimiento del Usuario.</p> <p>Se emite este informe de ensayos a los dieciocho días del mes de mayo del año dos mil veintitrés.</p> <div style="text-align: center;">  <p>ÁREA ANALÍTICA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>CSRA/UNAN CENTRO NACIONAL AUTÓNOMO DE NICARAGUA CONTROL DE LA CALIDAD ÁREA ANALÍTICA ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA UNAN Centro de Estudios de Recursos Acuáticos de Managua</p> </div>		
Ensayos	Método	Límite o Rango de Cuantificación	Resultados	Incertidumbre, U (K=2; 95,45%)	Unidades	mg l ⁻¹	Valores máximos admisibles CAPRE ¹																																																																																																																																																																																																				
TURBIDEZ	2130 B. ¹	0,10 a 600	0,20	—	UNT	—	5,00 UNT																																																																																																																																																																																																				
pH a 25,0 °C	4500 H B. ¹	4,00 a 10,00	7,49	± 0,06	Unidades de pH	—	—																																																																																																																																																																																																				
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25,0 °C	2510 B. ¹	100,00 a 1 413,00	896,00	± 14,72	µS cm ⁻¹	—	—																																																																																																																																																																																																				
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	3030 E. ¹	—	485,53	—	mg l ⁻¹	—	1000,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
COLOR VERDADERO	2120 B. ¹	0,2 a 100,0	—	—	mg l ⁻¹ Pt-Co	—	15,0 mg l ⁻¹ Pt-Co																																																																																																																																																																																																				
SODIO	3000-Na B. ¹	0,10	34,40	—	mg l ⁻¹	3,236	200,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
POTASIO	3500-K B. ¹	0,37	1,40	—	mg l ⁻¹	0,036	10,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
MAGNESIO	3600-Mg B. ¹	0,15	20,61	± 0,80	mg l ⁻¹	2,440	50,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
CALCIO	3580-Ca B. ¹	0,12	72,14	± 0,80	mg l ⁻¹	3,600	—																																																																																																																																																																																																				
CLORURO	4110 B. ¹	0,25	34,18	—	mg l ⁻¹	0,682	250,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
NITRATO	4110 B. ¹	0,25	3,01	—	mg l ⁻¹	0,049	50,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
SULFATO	4110 B. ¹	0,25	9,64	—	mg l ⁻¹	0,203	250,00 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
CARBONATO	2320 B. ¹	4,00	< 4,00	—	mg l ⁻¹	—	—																																																																																																																																																																																																				
BICARBONATO	2320 B. ¹	2,25	485,72	—	mg l ⁻¹	7,981	—																																																																																																																																																																																																				
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2340 C. ¹	0,10	302,00	± 2,07	mg l ⁻¹	6,040	—																																																																																																																																																																																																				
DUREZA CÁLCICA Como CaCO ₃	3500-Ca B. ¹	0,25	180,00	± 2,03	mg l ⁻¹	3,600	—																																																																																																																																																																																																				
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2320 B. ¹	1,00	398,05	—	mg l ⁻¹	7,981	—																																																																																																																																																																																																				
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEÍNA	2320 B. ¹	0,00	< 0,00	—	mg l ⁻¹	—	—																																																																																																																																																																																																				
SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO ₂ C. ¹	0,52	80,38	± 3,05	mg l ⁻¹	—	—																																																																																																																																																																																																				
NITRITO	4500-NO ₂ B. ¹	0,022	< 0,022	—	mg l ⁻¹	—	0,10 a 3,00 mg l ⁻¹ **																																																																																																																																																																																																				
HEMBRA TOTAL	3500-Pb B. ¹	0,03	< 0,03	—	mg l ⁻¹	—	0,30 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
PLUMBO	4110 B. ¹	0,25	< 0,25	—	mg l ⁻¹	—	0,7 - 1,5 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
AMONIO	4500-NH ₄ F. ¹	0,021	0,025	NR	mg l ⁻¹	—	0,5 mg l ⁻¹																																																																																																																																																																																																				
BALANCE IÓNICO DE LA MUESTRA	1030 E. ¹	—	2,30	—	%	—	—																																																																																																																																																																																																				
<p>Clave: * Ensayos cubiertos por el alcance de acreditación ** Al límite 3,00 mg l⁻¹ debe ser relacionado con el nitrato</p>		<p>FIN DEL INFORME DE ENSAYOS</p>																																																																																																																																																																																																									
<p>NR: No se reporta porque la incertidumbre de la medición excede el 30% de la concentración del analito</p>		<p>Observaciones: Ninguna</p>																																																																																																																																																																																																									
<p>Referencias: ¹ American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: APHA, 2010, WEF. (Edición no corresponde a la última versión publicada). ² Comité Coordinador Regulatorio de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CCAPRE) (1996). Normas de calidad del agua para consumo humano. Costa Rica.</p>		<p>Observaciones: Ninguna</p>																																																																																																																																																																																																									

Fuente: Estudios proporcionados por la Alcaldía Municipal de Yalagüina.

	<h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>	CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA 	Hospital Monte España 300 m al norte Teléfono: (505) 2278 6961, 2278 6982 Teléfono: (505) 2267 8169 Apartado postal 4598 Correo: ape@cira.unan.edu.ni	FOR-CIRA-ATACC-38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2023-11-28 Versión: 4 Página 1 de 1												
Resultados de Ensayos de Contaminantes Metálicos																
USUARIO ONGAWA Lic. Carmen María Monzón Tel. 8332 4669 Club Social 25 vrs al Norte Jinotega, Jinotega	INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua natural FUENTE: Pozo perforado IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: RR El Marón Palo Verde LUGAR Y/O COMUNIDAD: Palo Verde MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Yalagüina, Madris COORDENADAS: 148430.09 N, 555886.33 E ELEVACIÓN: 607,69 msnm FECHA DE MUESTREO: 2023-04-25 HORA DE MUESTREO: 07 h 30 TIPO DE MUESTREO: Puntual DATOS DE CAMPO No reportados		Código de Referencia: 2023-CM-170 Orden de Servicio: 14579 CÓDIGO DEL LABORATORIO: CM-170 FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-04-25 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO: 2023-05-11 FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENSAYO: 2023-05-24 PLAN DE MUESTREO: NO APLICA MÉTODO DE MUESTREO: SMO-TM-APE-08 CONDICIONES AMBIENTALES: Temperatura entre 20°C y 25°C Humedad Relativa entre 20% y 60% CONDICIONES DEL ÍTEM DE ENSAYO: Conforme a los criterios establecidos en el PROC-OR-11	DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYOS En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN ISO/IEC 17025 Tercera edición 2017-11), el CIRA/UNAN-Managua hace constar que el ítem de ensayo fue captado, preservado, transportado por el Usuario y ha sido procesado en el laboratorio de Contaminantes Metálicos utilizando los Procedimientos Operativos Normalizados que conllevan a la generación de este informe. El CIRA/UNAN-Managua no se responsabiliza por la información proporcionada por el Usuario. Los resultados emitidos se refieren únicamente al ítem sometido a ensayo, tal y como se recibió. No se debe reproducir parcialmente este informe de ensayos sin la aprobación de la Dirección del CIRA/UNAN-Managua, excepto si el Usuario lo reproduce en su totalidad, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al CIRA/UNAN-Managua bajo expresa y formal autorización de su Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua mantendrá copia de los registros generados durante el ensayo por un tiempo de 5 años y se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario. Se emite este informe de ensayos a los veinticuatro días del mes de mayo del año dos mil veintitrés.												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ensayos</th> <th>Método</th> <th>Limite o Rango de Cuantificación</th> <th>Resultados</th> <th>Unidades</th> <th>Valor máximo admisible CAPRE²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARSENICO TOTAL</td> <td>3114B + 3030F¹</td> <td>0,00670</td> <td>0,00673</td> <td>mg/L²</td> <td>0,01 mg/L²</td> </tr> </tbody> </table>			Ensayos	Método	Limite o Rango de Cuantificación	Resultados	Unidades	Valor máximo admisible CAPRE ²	ARSENICO TOTAL	3114B + 3030F ¹	0,00670	0,00673	mg/L ²	0,01 mg/L ²	FIN DEL INFORME DE ENSAYOS	
Ensayos	Método	Limite o Rango de Cuantificación	Resultados	Unidades	Valor máximo admisible CAPRE ²											
ARSENICO TOTAL	3114B + 3030F ¹	0,00670	0,00673	mg/L ²	0,01 mg/L ²											
Observaciones: Ninguna			 													
Referencias: ¹ American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 nd ed. Washington, APHA, AWWA, WEF. (Edición no corresponde a la última versión publicada) ² Comité Coordinador Nacional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1994). Normas de calidad del agua para consumo humano. Costa Rica			 													

Fuente: Estudios proporcionados por la Alcaldía Municipal de Yalagüina.

4. Fotos tomadas durante la etapa del levantamiento.



Fuente: fuente propia

5. Fotos tomadas durante el tiempo de aforo del pozo.



Fuente: Fotos proporcionadas por la alcaldía municipal de Yalagüina

6. Tablas del presupuesto.

PRESUPUESTO FINAL									
COMUNIDAD: PALO VERDE, MUNICIPIO DE YALAGUINA, DPTO. DE MADRIZ									
PROYECTO: CONSTRUCCION DE SISTEMA DE AGUA (MABE)									
ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA.	U/M	CANT.	COSTO	COSTO	F.VENTA	F. TRANSP	COSTO	COSTO
						1.35	1.3000	UNIT. C\$	TOTAL
						0.35	0.3000		C\$
310	PRELIMINARES	GLB	1.00	32,148.28	32,148.28			53,044.65	53,044.65
31001	LIMPIEZA INICIAL	M²	1,586.97					12.38	19,638.75
02103	LIMPIEZA INICIAL PREDIO DE CAPTACIÓN	M²	48.37	7.50		2.63	2.25	12.38	598.58
02103	LIMPIEZA INICIAL LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION	M²	1,474.60	7.50		2.63	2.25	12.38	18,248.18
02103	LIMPIEZA INICIAL PREDIO DEL TANQUE	M²	64.00	7.50		2.63	2.25	12.38	792.00
31002	TRAZO Y NIVELACIÓN	ML	1,474.60	10.00				16.50	24,330.90
93599	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA TUBERÍAS	ML	1,474.60	10.00		3.50	3.00	16.50	24,330.90
31005	ROTULOS	C/U	100	5,500.00		1,925.00	1,650.00	9,075.00	9,075.00
04277	ROTULO FISE 1,22 x 2,44 M (EST. MET. & ZINC LISO)	C/U	100	5,500.00		1,925.00	1,650.00	9,075.00	9,075.00
320	LINEA DE CONDUCCIÓN	ML	424.50	283.12	120,186.50			467.16	198,307.73
32001	EXCAVACIÓN PARA TUBERIA	M³	254.70	35.00				82.50	21,012.75
95330	EXCAVACIÓN EN ZANJA TN (V 0,50. PROF. 1,20 M)	M³	254.70	50.00		17.50	15.00	82.50	21,012.75
33006	PRUEBA HIDROSTÁTICA	ML	424.50						4,290.00
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA PROJ. A. P. HASTA 2" Y 150 M	C/U	2.00	1,300.00		455.00	390.00	2,145.00	4,290.00
33008	TUBERÍA DE " DE DIÁMETRO	ML	424.50					338.25	143,587.13
93986	TUBERIA DE PVC Diám.= 2" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	424.50	205.00		71.75	61.50	338.25	143,587.13
32009	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M³	254.70	70.00				115.50	29,417.85
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	254.70	70.00		24.50	21.00	115.50	29,417.85

330	LINEA DE DISTRIBUCIÓN	ML	1,456.602	-					429,285.13
33001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M³	728.30		36,415.00				60,084.75
95330	EXCAVACIÓN EN ZANJA TN (W 0,50. PROF. 1,00 M)	M³	728.30	50.00		17.50	15.00	82.50	60,084.75
3006	PRUEBA HIDROSTÁTICA	ML	5.00	1,935.81	5,866.08			1,935.81	9,679.04
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA PROJ. A. P. HASTA 2" Y 300M	C/U	5.00	1,173.22		410.63	351.97	1,935.81	9,679.04
	TUBERÍA DE 1/2" DE DIÁMETRO	ML	430.94	214.50	56,022.20				92,436.63
92341	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO = 1/2" SDR - 26 (SIN EXC.)	ML	430.94	130.00		45.50	39.00	214.50	92,436.63
	TUBERÍA DE 1" DE DIÁMETRO	ML	228.973		33,201.09				54,781.79
	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO = 1" SDR - 26 (SIN EXC.)	ML	228.973	145.00		50.75	43.50	239.25	54,781.79
	TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO	ML	717.809		114,849.44				189,501.58
	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO = 2" SDR - 26 (SIN EXC.)	ML	717.809	160.00		56.00	48.00	264.00	189,501.58
	TUBERÍA DE 3" DE DIÁMETRO	ML	75.88		13,279.00				21,910.35
	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO = 3" SDR - 26 (SIN EXC.)	ML	75.88	175.00		61.25	52.50	288.75	21,910.35
	TUBERÍA DE 6" DE DIÁMETRO	ML	3.00		540.00				891.00
	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO = 6" SDR - 26 (SIN EXC.)	ML	3.00	180.00		63.00	54.00	297.00	891.00
33010	RELLENOY COMPACTACIÓN	M³	728.30	115.50	50,981.00			115.50	84,118.65
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	728.30	70.00		24.50	21.00	115.50	84,118.65
33025	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	41.00		58,750.00			2,364.33	96,937.50
02136	VALVULA DE PASE DE COMPUERTA DE BRONCE Diám. = 2" (INCL. EXC.)	C/U	1.00	3,500.00		1,225.00	1,050.00	5,775.00	5,775.00
98611	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE HF Diám. = 2" (INCL. EXC.)	C/U	4.00	5,600.00		1,960.00	1,680.00	9,240.00	36,960.00
02533	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE HF Diám. = 3" (INCL. EXC.)	C/U	1.00	7,650.00		2,677.50	2,295.00	12,622.50	12,622.50
03306	CAJA PARA PROTEC. DE VALV. DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6"	C/U	5.00	480.00		168.00	144.00	792.00	3,960.00
03532	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. DE 0.50 m.	C/U	30.00	760.00		266.00	228.00	1,254.00	37,620.00
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³	41.77						428,963.51
33501	MOV. DE TIERRA P/TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³	41.77					238.93	9,980.27

	94236	DESCAPOTE MANUAL	M ⁶	19.89	120.00		42.00	36.00	198.00	3,938.22
	92287	CORTE DE TIERRA MANUAL	M ⁶	11.93	60.00		21.00	18.00	99.00	1,181.07
	92226	RELLENOY COMPACTACIÓN MANUAL CON MAT. SELECTO	M ³	9.95	75.00		26.25	22.50	123.75	1,231.31
	92278	ACARREO DE MAT. SELEC. A 1 KM CARGA MANUAL	M ²	12.94	120.00		42.00	36.00	198.00	2,562.12
	94390	BOTAR MAT. SOBRENTE DE EXC. A 100 M (MANUAL)	M ³	12.94	50.00		17.50	15.00	82.50	1,067.55
	33502	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M ⁶							317,366.68
	S/C	TRAZO Y NIVELACION	M2	64.00	10.00		3.50	3.00	16.50	1,056.00
	92009	CONCRETO ESTRUCTURAL DE 3000 PSI	M3	7.56	5,800.00		2,030.00	1,740.00	9,570.00	72,349.20
	92371	FORMALETA PARA MUROS	M2	51.68	180.00		63.00	54.00	297.00	15,348.96
	92387	FORMALETA DE ENTREPISO	M2	4.00	180.00		63.00	54.00	297.00	1,188.00
	92424	APUNTALAMIENTO CONMADERA DE PINO HASTA 3.00m 4"x4" PARA LOSA DE ENTREPISO	ML	84.00	235.00		82.25	70.50	387.75	32,571.00
	03830	PELDAÑOS DE HIERRO Ø 5/8"	C/U	12.00	120.00		42.00	36.00	198.00	2,376.00
	95309	ACERO DE REFUERZO MAYOR O IGUAL AL # 3	LBS	818.18	28.00		9.80	8.40	46.20	37,799.92
	02856	PAREDES DDE CONCRETO DE PIEDRA BOLON SECCION TRAPEZOIDAL	M3	17.53	4,800.00		1,680.00	1,440.00	7,920.00	138,837.60
	62137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	24.00	120.00		42.00	36.00	198.00	4,752.00
	93411	PINTURA EPOXICA PARA TANQUES DE AGUA POTABLE	M2	24.00	280.00		98.00	84.00	462.00	11,088.00
							-	-	-	-
	33507	OTRO TIPO DE OBRAS	GLB							78,368.06
	02415	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" HG(NO INCL. EXC.)	ML	6.00	420.00		147.00	126.00	693.00	4,158.00
	02418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.= 3" (NO INCL. EXC.) PARA LIMPIEZA	ML	6.00	420.00		147.00	126.00	693.00	4,158.00
	93873	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 2" C/U	C/U	1.00	500.00		175.00	150.00	825.00	825.00
	94145	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90º	C/U	2.00	180.00		63.00	54.00	297.00	594.00
	03142	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE HF Diám. = 2" (INCL. EXCAVACION) + DRESSER	C/U	1.00	7,800.00		2,730.00	2,340.00	12,870.00	12,870.00
	03143	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE HF Diám. = 3" (INCL. EXCAVACION) + DRESSER	C/U	1.00	8,500.00		2,975.00	2,550.00	14,025.00	14,025.00
	03143	VALVULA DE LIMPIEZA DE HF Diám.= 3" (INCL.1m TUBERIA DE Ho. Go.	C/U	2.00	8,146.56		2,851.30	2,443.97	13,441.83	26,883.66
	03106	ANDEN DE CONC. 2500PSI S/REF. (E=7CMS)	M ²	17.84	350.00		122.50	105.00	560.00	9,990.40
	03532	BLOQUE DE REACION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. DE 0.50 m .	C/U	4.00	760.00		266.00	228.00	1,216.00	4,864.00
	33508	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M ²							23,248.50
	92066	CERCO ALAMB/ PUAS 13 H. POSTE DE MADE	ML	112.00	120.00		42.00	36.00	198.00	22,176.00
	93056	PUERTA DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13 1/2 Y MADERA BLANCA	C/U	1.00	650.00		227.50	195.00	1,072.50	1,072.50

340	FUENTES Y OBRAS DE TOMA	C/U	1.00	698,100.93	698,100.93			1,151,866.53	1,151,866.53
34001	OBRA DE CAPTACION	C/U	1.00						248,082.13
	POZO PROPUESTO	C/U							248,082.13
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM				-	-	-	35,640.00
94176	MOVILIZACION,TRANSPORTE DE EQUIPO DE PERFORACION Y PERSONAL	Glb	6.00	1,800.00		630.00	540.00	2,970.00	17,820.00
	DESMOVILIZACION Y TRANSPORTE DEL EQUIPO DE PERFORACION Y PERSONAL	Glb	6.00	1,800.00		630.00	540.00	2,970.00	17,820.00
	PERFORACION DE POZO					-	-	-	104,135.63
95018	PERFORACION DE AGUJERO DIAMETRO DE 6" EN SUELO COMBINADO	Pies	114.75	550.00		192.50	165.00	907.50	104,135.63
	REGISTRO ELECTRICOS					-	-	-	14,200.31
	RESISTIVIDAD ELECTRICA	Pies	114.75	25.00		8.75	7.50	41.25	4,733.44
	POTENCIAL EXPONTANEA	Pies	114.75	25.00		8.75	7.50	41.25	4,733.44
	RAYOS GAMMA	Pies	114.75	25.00		8.75	7.50	41.25	4,733.44
	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC					-	-	-	66,425.68
94663	TUBERIA CIEGA Ø 4" PVC SDR-26 (200')	Pies	80.00	234.23		81.98	70.27	386.48	30,918.65
94620	TUBERIA RANURADA LOCAL Ø 4" PVC SDR-26	Pies	82.00	234.30		82.01	70.29	386.60	31,700.79
92617	TUBERIA RANURADA Ø 1 1/2" (PIEZOMETRO)	Pies	40.00	43.99		15.40	13.20	72.58	2,903.24
92341	TUBERIA CIEGA Ø2"	Pies	40.00	13.68		4.79	4.10	22.57	903.00
	SUMINISTRO E INSTALACION CENTRALIZADORES PVC					-	-	-	5,330.46
94029	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPON PVC Ø6"	C/U	1.00	494.58		173.10	148.37	816.06	816.06
92456	SUMINISTRO E INSTALACION DE GRAVA DE RIO	M3	6.00	456.00		159.60	136.80	752.40	4,514.40
	CONSTRUCCION DE RELLENO SANITARIO					-	-	-	1,546.88
s/c	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAPA DE ARCILLACOMPACTADA, t= 5" (0.15 M3)	M3	0.15	1,250.00		437.50	375.00	2,062.50	309.38
s/c	SUMINISTRO E INSTALACION DE LECHADA DE CEMENTO, LONG. 25"	M3	0.60	1,250.00		437.50	375.00	2,062.50	1,237.50
	BASE SOPORTE DE EQUIPO DE BOMBEO					-	-	-	3,531.97
93353	SUMINISTRO E INSTALACION DE Ho.Co.DE 1/2" Ø	kg	12.00	29.66		10.38	8.90	48.93	587.20
92009	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONCRETO	M3	1.00	1,784.71		624.65	535.41	2,944.77	2,944.77
	DESARROLLO, LIMPIEZA, PRUEBA DE BOMBEO					-	-	-	495.00
s/c	SUMINISTRO E INTRODUCCION DE SOLUCION DE AGUA DISPERSANTE	Kg	100.00	3.00		1.05	0.90	4.95	495.00
	LIMPIEZA Y DESARROLLO	Horas	3.00	226.61		79.31	67.98	373.90	16,776.20
94646	PRUEBA DE BOMBEO (Descenso)	Horas	24.00	398.71		139.55	119.61	657.87	15,788.98
94623	PRUEBA DE BOMBEO (Recuperacion)	Horas	6.00	99.72		34.90	29.92	164.54	987.22
						-	-	-	-
34002	ESTACION DE BOMBEO	C/U	1.00		298,228.87			492,077.63	492,077.63
02219	SARTA DE TUBO REDONDO DE Ho. Go. Diám. = 2" CON VALV. Y PROTECTORES	C/U	1.00	51,434.63		18,002.12	15,430.39	84,867.14	84,867.14
95061	MEDIDOR DE AGUA POTABLE Diám. = 1 1/2" (NO INCL. CAJA)	C/U	1.00	1,466.94		513.43	440.08	2,420.45	2,420.45
04720	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE 1/2" C/PEDESTAL DE CONC.	C/U	1.00	183.90		64.36	55.17	303.43	303.43
92757	VALVULA DE AIRE HG DE 1" CON ROSCA MACHO Y CA	C/U	1.00	2,192.43		767.35	657.73	3,617.51	3,617.51
95431	BOMBA C / MOTOR SUMERGIBLE DE 2.0 HP, Q=15.0 GPM,CTD=144.72 M, 110/60/230 v	C/U	3.00	78,707.80		27,547.73	23,612.34	129,867.87	389,603.61
95849	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" PARA COLUMNA DE DESCARGA	ML	1.50	275.38		96.38	82.61	454.37	681.56
92800	PANEL DE CONTROL DE BOMB. P/ MOTOR DE ARRANQUE DE 2.0 HP, 110/60/220 V	C/U	1.00	2,914.50		1,020.08	874.35	4,808.93	4,808.93
95032	CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	ML	50.00	70.00		24.50	21.00	115.50	5,775.00
34003	CASETA DE CONTROL	M2	16.15		94,028.46			155,146.96	155,146.96
03106	ANDEN DE CONC. 2500PSI S/REF. (E=7CMS)	M²	13.50	170.00		59.50	51.00	280.50	3,786.75
03447	CASETA DE MAMPOST.(INC.SISTEMA ELECTRICO)	M²	7.50	6,850.00		2,397.50	2,055.00	11,302.50	84,768.75
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE MANUAL EN BANCO DE PREST	M²	7.10	85.00		29.75	25.50	140.25	995.78
94390	BOTAR MAT. SOBRIANTE DE EXC. A 100 M (MANUAL)	M²	9.23	70.00		24.50	21.00	115.50	1,066.07
92119	CUBIERTA DE ZINC CORRUG.CAL.26 S/EST.MET.	M²	8.30	340.00		119.00	102.00	561.00	4,656.30
92153	BAJANTE DE TUBO DE PVC DE 4" DE DIAMETRO	MTS	3.00	312.00		109.20	93.60	514.80	1,544.40
92121	ESTRUCTURA DE METALICA PARA TECHO	LBS	476.00	65.85		23.05	19.76	108.65	51,718.59
92563	EMPEDRADO(ZAMPEADO)JUNTA CONC. D/PIEDRIN	M²	1.15	435.20		152.32	130.56	718.08	825.79
92845	CANAL DE DRENAJE PARA TECHO DE PVC 4" DIAMETRO	ML	5.50	350.20		122.57	105.06	577.83	3,178.07
95433	ACARREO DE MAT. SELEC. A 1KM CARGA MANUAL	M²	9.23	115.20		40.32	34.56	190.08	1,754.44

	92227	EXCAVACION EN TERRENO NATURAL	M²	7.10	72.73		25.46	21.92	120.00	852.03
34005		INSTALACIONES ELECTRICAS								231,727.32
	04547	LUMINARIA TIPO HONGO 150W, 240 EN POSTE TUBO HN 2"	C/U	1.00	3,460.00		1,211.00	1,038.00	5,709.00	5,709.00
	92197	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA M. DE 2 HOYOS	C/U	1.00	145.00		50.75	43.50	239.25	239.25
	92266	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 4" X 4"	C/U	2.00	85.00		29.75	25.50	140.25	280.50
	92267	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 2" X 4"	C/U	3.00	75.00		26.25	22.50	123.75	371.25
	92269	TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE 1/2" FORRADO	ML	10.00	75.00		26.25	22.50	123.75	1,237.50
	92270	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #12 AWG	ML	45.00	26.00		9.10	7.90	42.90	1,930.50
	92543	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #10 AWG	ML	57.00	30.00		10.50	9.00	49.50	2,821.50
	92559	BREAKER DE 1/20 AMPERIOS	C/U	4.00	400.00		140.00	120.00	660.00	2,640.00
	92649	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO N° 14 AWG	ML	25.00	24.00		8.40	7.20	39.60	990.00
	92731	LUMINARIA FLUORESCENTE DE 1X22 W P/TECHO	C/U	2.00	760.00		266.00	228.00	1,254.00	2,508.00
	92803	VA-5-1:RAMAL PRIMARIO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	3,560.00		1,246.00	1,068.00	5,874.00	5,874.00
	92804	VA-5:REMATE SENCILLO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	2,150.00		752.50	645.00	3,547.50	3,547.50
	92856	CABLE DE ALUMINIO # 2/ 0 ACSR-ASC	ML	160.00	260.00		91.00	78.00	429.00	68,640.00
	98802	TRANSFORMADOR DE 5 KVA, 4/14 KV, 120/240 v (INCL. ESTRUCTURA) C/U	C/U	1.00	36,600.00		12,810.00	10,980.00	60,390.00	60,390.00
	93456	POLO A TIERRA CON VARILLA COPPERWELD D=5/8", L=8'	C/U	1.00	800.00		280.00	240.00	1,320.00	1,320.00
	93526	CANALIZACION ELECTRICA DE PVC. 1"	ML	10.00	45.00		15.75	13.50	74.25	742.50
	93570	CANALIZACION ELECTRICA DE EMT DE 2"	ML	6.00	180.00		63.00	54.00	297.00	1,782.00
	93687	TOMA CORRIENTE DOBLE POLAR. DE 15 AMP/120V CON PLACA M.	C/U	2.00	75.40		26.39	22.62	124.41	248.82
	93820	D1-1:RETENIDA SENC.C/PERNO GUARDACABO Y ANCL	C/U	1.00	2,960.00		1,036.00	898.00	4,884.00	4,884.00
	93905	ALAMBRE ELECTRICO SOLIDO N° 4 THHN	ML	21.00	150.00		52.50	45.00	247.50	5,197.50
	95411	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 2 HP, 1/60/230V C/TODO	C/U	1.00	25,000.00		8,750.00	7,500.00	41,250.00	41,250.00
	94209	M2-1:POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8'	C/U	1.00	1,860.00		651.00	558.00	3,069.00	3,069.00
	94927	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1.00	2,890.00		1,011.50	867.00	4,768.50	4,768.50
	94998	VA-1 SOPORTE SENCILLO ANGULO 0° A 5°, 14.4/24.9 KV	C/U	1.00	2,720.00		952.00	816.00	4,488.00	4,488.00
	95113	CALAVERA EMT DE 2"	C/U	1.00	320.00		112.00	96.00	528.00	528.00
	95721	PANEL MONOFASICO 125 AMP.120/240V. 8 ESPACIOS	C/U	1.00	3,800.00		1,330.00	1,140.00	6,270.00	6,270.00
34006		OTRO TIPO DE OBRAS DE CAPTACION	C/U	1.00					24,832.50	24,832.50
	92066	CERCO ALAMB/ PUAS 13 H. POSTE DE MADE	ML	120.00	120.00		42.00	36.00	198.00	23,760.00
	93056	PUERTA DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13 1/2 Y MADERA BLANCA	C/U	1.00	650.00		227.50	195.00	1,072.50	1,072.50
350		CONEXIONES	C/U	33.00	2,270.60	74,929.80			3,746.49	123,634.17
	35001	CONEXIONES INTRADOMICILIARES	C/U	33.00					3,746.49	123,634.17
	04889	CONEXIÓN DOM. SILLETA PVC DE 2" X 1/2" (NO INCLUYE MED.) INCLUYE EXC.	C/U	33.00	680.60		238.21	204.18	1,122.99	37,058.67
		SUMINISTRO DE INSTALACIONES DE MEDIDOR (INCLUYE CAJA PLASTICA DE PROTEC	C/U	33.00	1,590.00		556.50	477.00	2,623.50	86,575.50
360		PLANTA DE PURIFICACION	C/U	1.00	10,800.00	10,800.00			17,820.00	17,820.00
	36003	EQUIPO DE CLORINACION COMPLETO	C/U	1.00					17,820.00	17,820.00
	95386	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO 30 GPD /150 PSI	C/U	1.00	10,800.00		3,780.00	3,240.00	17,820.00	17,820.00
370		LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	GLB	1.00	7,300.00	7,300.00			12,045.00	12,045.00
	37003	PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00					12,045.00	12,045.00
	03392	PEDESTAL P/ PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	3,800.00		1,330.00	1,140.00	6,270.00	6,270.00
	04189	PLACA CONMEMORATIVA DE 0.65 X 0.42 m, LEYENDA FISE	C/U	1.00	3,500.00		1,225.00	1,050.00	5,775.00	5,775.00
		TOTALES								2,414,966.73

Fuente: Fuente propia.

7. Tablas del estudio de impacto ambiental.

NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Palo verde, municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

FACTORES AMBIENTALES	ALTERACIONES AMBIENTALES		VALORA-CIÓN DE LA CALIDAD AMBIEN-TAL DEL FACTOR
	CAUSAS	EFECTOS	
CALIDAD DEL AIRE	ESPECIFICAR LAS ACCIONES HUMANAS QUE GENERAN EL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA En la comunidad el aire es limpio, no existen fuentes de contaminación, solo algunas quemas puntuales de basura de patio. En algunas épocas del año se dan algunas quemas relacionadas al ciclo de cultivos de granos básicos y ganadería.	ESPECIFICAR LOS EFECTOS QUE SE OBSERVAN EN EL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA Esta práctica produce contaminación del aire ya que se emana grandes cantidades de humo y gases, de forma temporal.	3.0
RUIDO	Incremento de la población y deforestación.	Se ha incrementado el ruido en la comunidad	3.0
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	-El drenaje de las aguas superficiales, se produce en los cauces naturales que circundan la zona, en la comunidad no existen estructuras de drenaje pluvial y en invierno se forman charcas en algunas áreas, por lo que la población se moviliza sobre los andenes existentes. -Vertido desechos sólidos en cauces, y fuentes de agua superficiales. -Antiguamente no se observaban inundaciones,	-La presencia de charcas durante el invierno en los patios y calles de la comunidad, ocasionan insalubridad en las viviendas, muchos niños andan descalzos, lo que incrementa la vulnerabilidad de los niños ante los microbios, bacterias y vectores transmisores de enfermedades. La fuentes de aguas superficiales se contaminan por el arrastre de sólidos y de basura que la población dispone	2.4

FACTORES AMBIENTALES	ALTERACIONES AMBIENTALES		VALORA-CIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR
	CAUSAS	EFFECTOS	
	ESPECIFICAR LAS ACCIONES HUMANAS QUE GENERAN EL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	ESPECIFICAR LOS EFECTOS QUE SE OBSERVAN EN EL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	
	hoy día ha habido inundaciones.	incorrectamente en patios, cauces etc.	
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	Contaminación de las aguas sub superficiales y subterráneas por el incremento de población, producción de desechos sólidos y líquidos.	Vulnerabilidad de las fuentes de captación de aguas sub superficiales a la contaminación por letrinas, uso de plaguicidas, manipulación etc.	2.0
CUBIERTA VEGETAL	-En la zona se observa la deforestación y quemas forestales de manera severa, con tendencia a incrementarse en busca de áreas agrícolas.	-Procesos de erosión, sedimentación, pérdida de especies de alto valor, daño al hábitat de la fauna, descenso en la cantidad de precipitaciones y aguas superficiales.	2.0
MEDIO CONSTRUIDO	Mal estado de las viviendas Mal estado de infraestructura de saneamiento	Vulnerabilidad de la población a agentes externos y eventos climáticos. Proliferación de vectores y exposición a contaminación por heces fecales.	2.0

FACTORES AMBIENTALES	ALTERACIONES AMBIENTALES		VALORA-CIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR
	CAUSAS	EFFECTOS	
	ESPECIFICAR LAS ACCIONES HUMANAS QUE GENERAN EL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	ESPECIFICAR LOS EFECTOS QUE SE OBSERVAN EN EL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	
	Regular estado de la infraestructura de servicio.	Bajo nivel de vida de la población.	
POBLACION	Incremento de la población por migración de zonas más rurales	Presión sobre los servicios existentes y fuentes de trabajo	3.0
CALIDAD DE VIDA	<p>Afectaciones a la salud de la población debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Condiciones higiénico sanitarias y epidemiológicas no adecuadas para el buen desarrollo de la población. -Poco acceso a la justicia 	<p>Las alteraciones sobre la salud dependen en gran medida de los niveles de contaminación que se produzcan (medios o episódicos) y de las características de la población. Las afecciones sanitarias que se producen son principalmente respiratorias, gastrointestinales.</p> <p>Deterioro de la calidad de vida</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inseguridad ciudadana, vandalismo -Vulnerabilidad social, pobreza, Litigios territoriales. 	2.0
CULTURA	Influencia cultural por acceso a tecnología.	Inserción de elementos externos a la cultura local	3.0

IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO

ESTADO DEL PROYECTO	ACCIONES IMPACTANTES	EFEKTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	VALORACIÓN DEL IMPACTO
Estado de Construcción	Trabajos preliminares: -Limpieza Inicial -Descapote -Excavación -Relleno y compactación	Producción de polvo en las áreas de predios en donde se construirán las obras y en la ruta de instalación de tuberías.	En esta actividad se producen grandes cantidades de polvo lo que afecta la calidad del aire.	2.8
	Trabajos de construcción e instalación: -Mejoras en caseta y equipamiento de pozo. --Construcción Tanque de Almacenamiento. -Instalación Tubería en la línea de conducción. -Instalación de tubería en la red de distribución. -Instalación de conexiones domiciliarias de patio. -Construcción de Cercos perimetrales para protección	Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	Aguas superficiales	2.8
		Generación de empleo	Calidad de vida	3
		Producción de polvo	Calidad del aire	3
		Generación de ruidos	Ruidos	3
		Riesgo de inestabilidad de tierras en zanjas	Geología	3
		Trazados vulnerables a deslizamientos	Suelo Calidad de vida	3
		Producción de excretas por personal que laborara en la construcción.	Suelo Calidad de vida	3

ESTADO DEL PROYECTO	ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	VALORACIÓN DEL IMPACTO
	todas las obras construidas.	Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	Medio Construido	3
Operación del MABE	Funcionamiento del Sistema	Generación de empleo	Calidad de vida	3
		Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación	Salud Humana	3
		Riesgo de accidentes	Población	3
		Deterioro del servicio ante deficiencias de funcionamiento del comité de Agua potable lo que afecta la sostenibilidad del proyecto	Calidad de vida de la población y componentes del sistema.	3
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA				2.97

VALORACION DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO

ACCION IMPACTANTE	EFECTO	CRITERIOS					PROMEDIO
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
Trabajos preliminares : -Limpieza Inicial -Descapote -Excavación -Relleno y compactación	Producción de polvo en las áreas de predios en donde se construirán las obras y en la ruta de instalación de tuberías.	2	3	3	3	3	3
Trabajos de construcción e instalación: - Construcción dique y Cárcamo de Bombeo.	Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	2	3	3	3	3	3
- Construcción de caseta de estación de bombeo.	Generación de empleo	3	3	3	3	3	3
- Construcción de cobertizo e instalación de Planta de Tratamiento.	Producción de polvo	3	3	3	3	3	3
- Construcción de caseta de estación de bombeo.	Producción de ruidos	3	3	3	3	3	3
- Construcción de cobertizo e instalación de Planta de Tratamiento.	Riesgo de inestabilidad de tierras en zanjas	3	3	3	3	3	3
- Construcción de caseta de estación de bombeo.	Trazados vulnerables a	3	3	3	3	3	3

ACCION IMPACTANTE	EFECTO	CRITERIOS					PROMEDIO
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
n Tanque de Almacenamiento.	deslizamientos						
-Instalación Tubería en la línea de conducción. -Instalación de tubería en la red de distribución. -Instalación de conexiones de patio.	Producción de excretas por personal que laborara en la construcción.	3	3	3	3	3	3
- Construcción de Cercos perimetrales para protección todas las obras construidas.	Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	3	3	3	3	3	3
Funcionamiento del Sistema	Generación de empleo	3	3	3	3	3	3
	Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación	3	3	3	3	3	3

ACCION IMPACTANTE	EFECTO	CRITERIOS					PROMEDIO
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
	Riesgo de accidentes	3	3	3	3	3	3
	Deterioro del servicio ante deficiencias de funcionamiento del comité de Agua potable lo que afecta la sostenibilidad del proyecto	3	3	3	3	3	3
VALOR PROMEDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL MEDIO							2.97

La valoración de los impactos dio un valor medio de importancia de 2.97, el cual indica que el impacto ambiental del proyecto sobre el ambiente es bajo.

PLAN DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO.

Los costos se estimaron en base al tipo de medida de mitigación y cantidad de obra a realizar, según los requerimientos del proyecto. Estos costos se reflejan en el presupuesto de ejecución del proyecto.

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
Obras de reforestación en la cuenca media del Río	Asegurar la disponibilidad de agua y la recuperación del caudal del río	Siembra de árboles en área a reforestar.	Los recursos y medios para esta actividad deberán de ser parte del aporte comunitario.	Miembros del CAPS
Trabajos preliminares: -Limpieza Inicial -Descapote -Excavación -Relleno y compactación	Producción de polvo en las áreas de predios en donde se construirán las obras y en la ruta de instalación de tuberías.	Humedecimiento de la tierra	En contratista deberá de instalar una bomba con generador para proveer el agua de riego de la fuente más cercana C\$ 50,000.00	Contratista
Trabajos de construcción e instalación: -Mejoras en caseta y equipamiento de pozo existente.	Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	Selección del sitio receptor de los desechos Recolección, transporte y disposición de los desechos	Sera necesario adquirir un sitio como botadero alternativo	Contratista

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
-Construcción Tanque de Almacenamiento. -Instalación Tubería en la línea de conducción. -Instalación de tubería en la red de distribución. -Instalación de conexiones domiciliarias de patio. -Construcción de Cercos perimetrales para protección todas las obras construidas.			C\$ 10,000.00	
	Generación de empleo	La comunidad apoyara con mano de obra no calificada, todas las actividades adicionales deberán de ser remuneradas.	Costos del proyecto	Contratista
	Producción de polvo	Humedecimiento de la tierra	En contratista deberá de instalar una bomba con generador para proveer el agua de riego de la fuente más cercana	Contratista
	Producción de ruidos	Utilizar equipos en buen estado y donde sea necesario utilizar cercas perimetrales temporales de zinc.	Indirecto	Contratista
	Riesgo de inestabilidad de tierras en zanjas	Utilizar madera rustica de la zona y tablas, para el apuntalamiento de zanja en caso necesario.	C\$ 5,000.00	Contratista
	Trazados vulnerables a deslizamientos			

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
	Producción de excretas por personal que laborara en la construcción.	Construcción letrinas provisionales	C\$ 15,000.00	Contratista
	Riesgo de daño a la infraestructura pública o privada	Velar por adecuado funcionamiento del comité de agua. Capacitación y cumplimiento del reglamento.	Trabajo comunitario	Miembros del CAPS
Funcionamiento del Sistema	Generación de empleo		Asumido por la comunidad mediante pago de tarifa mensual	Miembros del CAPS
	Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación	Capacitación de personal que laborara en la operación y mantenimiento del sistema		
	Riesgo de accidentes	Compra de insumos, herramientas y equipos de protección a personal técnico.	C\$ 10,000	
	Deterioro del servicio ante deficiencias de funcionamiento del comité de	Capacitación del CAPS y beneficiarios.		

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
	Agua potable lo que afecta la sostenibilidad del proyecto			

Los costos de la implementación de las medidas se estiman en C\$ 90,000.00

Plan de contingencias ante riesgos

Las amenazas naturales que más afectan esta región son las sequias y sismicidad.

Amenazas	Obras proyectadas				
	Caseta	Estación de bombeo	Línea de conducción	Tanque de almacenamiento	Red y conexiones
Deslizamiento					
Sismos					
Lluvias torrenciales					
Inundación					
Incendio forestal					
Vientos fuertes					

Referencia:

Bajo		1
Regular		2
Severa		3

El sitio propuesto para las diferentes obras se considera factible en el marco de la presente propuesta, no obstante, se identificó como amenaza principal la

inundación en el predio de caseta y sarta de bombeo, debido a la topografía del terreno y ubicación en que fueron construidas las obras.

Como medida de mitigación se propone instalar tuberías de drenaje que permita el paso del agua que precipite en el predio, además se propone un bordillo en la entrada de la caseta, para evitar que el agua ingrese a la caseta.

DESCRIPCIÓN (Describir las características del peligro)	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTINGENCIAS	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
<p>Inundación y/Huracán</p>	<p>Establecer mecanismos de identificación temprana de posibles llenas repentinas.</p> <p>Establecer rutas de evacuación.</p> <p>Orientar al personal sobre los procedimientos a seguir en caso de una eventual crecida del nivel del río</p>	<p>Contratista y CAPS</p>
<p>Accidentes laborales durante la construcción y funcionamiento del sistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Tomar conciencia de los riesgos y seguir recomendaciones de Higiene y seguridad laboral. -Tener al personal debidamente capacitado para prevenir y/o enfrentar accidentes laborales. -Equipar al personal con equipos de protección y herramientas adecuadas de trabajo. -Supervisar el desempeño de los trabajadores y adiestramiento que esté conforme a su responsabilidad y tipo de trabajo. -Instalación de señalizaciones de precaución y peligro. -Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate -Tener una buena coordinación con servicios de socorro y centros de salud para atender una eventual emergencia 	<p>Contratista</p>

	<ul style="list-style-type: none">-Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un accidente.-Personal permanente de vigilancia, para prevenir que personas no autorizadas circulen por las zonas de riesgo.	
--	---	--

Fuente: estudio proporcionado por la alcaldía municipal de Yalagüina.

8. Juego de planos.