UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA COMUNIDAD LA ISLA DE PEÑAS BLANCAS, MUNICIPIO LA DALIA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”

Para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por

Br. Elí Eduardo Altamirano Canales

Br. Ely Fernando Chávez Cuba

Br. Xochil Fabiola Lezama

Tutor

MSc. Ing. Emilseth Carolina Padilla Duarte

Managua, agosto 2022

Resumen

La presente Tesis Monográfica, tiene como finalidad proveer una alternativa de solución a la problemática que la población de la comunidad de La Isla de Peñas Blancas del municipio La Dalia tiene que hacer frente a consecuencia de la falta de un sistema de abastecimiento de agua potable, situación que amenaza la salud de los habitantes, especialmente a los niños y niñas que son los más vulnerables.

El diseño de un mini acueducto por gravedad concibe cubrir las necesidades del servicio de agua potable capaz de suplir en cantidad, calidad y continuidad, esto con el objetivo de mejorar las condiciones de vida en los aspectos que la carencia del vital líquido supone a cada miembro de la comunidad de la Isla de Peñas Blancas.

Las obras dimensionadas en este proyecto según su orden: Obra de captación. línea de aducción-tanque de almacenamiento-Red de distribución y conexiones domiciliares especificados de la siguiente manera:

- Dique boca toma de fondo.
- Línea de conducción por gravedad de 685.5 metros.
- Desinfección: hipo clorador en el tanque de almacenamiento.
- Tanque de almacenamiento: tanque existente 23 m^3 (requerido 45m^2). se propone agregar un tanque de refuerzo de 25 m^3.
- Red de distribución. Tanque-Red. de 2319.4721 m.
- 88 conexiones domiciliares.

El costo total del proyecto alcanzó la cantidad total de C$1,893,225.36.

Agradecimiento.

A Dios, por darme la oportunidad de completar este logro de mi vida con salud y por darme la sabiduría necesaria para culminar esta etapa.

A mi Mamá María Esther Cuba, mi Esposa Alma Rubenia Jarquín, Mi Papá Duglas Rene Chávez por su amor comprensión, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso que sin ellos no fuese posible.

A mis profesores, cada uno de ellos aportando un granito de enseñanza en esta etapa de terminar mi carrera Universitaria. En especial agradecimiento a los profesores: Ing German Pomares Cárdenas, Dr. Ing. Francisco Efraín Chamorro, MSc. Ing. Miguel Fonseca, Ing. Cesar Augusto Gómez, Ing. José Ángel Ponce.

A mi tutora MSc. Ing. Emilseth Padilla por el apoyo incondicional y dedicación en este proceso de culminación de estudio.

A mis compañeros de tesis Elí Eduardo Altamirano y Xochil Lezama por la unión y dedicación en este tiempo de trabajo juntos para lograr terminar nuestra carrera universitaria.

A mis Tíos Alba Cristina Cubas Soza, Francisco Leonel Cubas, Amada Cubas, Fredy Chávez

Al Ing. Yader Espinoza, Administrador de la Alcaldía del Municipio de La Dalia, por todo el apoyo y acompañamiento en la realización de esta Investigación.

” No vayas por donde guía el camino. Ve, en cambio donde no hay camino y deja rastro “

Ralph Waldo Emerson

Ely Fernando Chávez Cuba

Dedicatoria.

Se lo dedico a Dios todo poderoso, que a pesar de tantos tropiezos él está para levantarnos con su amor, su cuido para con nosotros en cualquier momento y en cualquier lugar.

A mi mamá Esther Cuba, por estar en cada momento de mi vida como una guía, un apoyo y sus consejos para seguir adelante siempre.

A mi esposa Alma Jarquín, por creer en mi cada día como esposo y como futuro ingeniero para servir a mi patria.

Al Frente Sandinista de Liberación Nacional y al comandante Daniel ortega, por garantizar la educación superior gratuita y de calidad para que nosotros los Jóvenes tengamos un buen futuro como profesionales.

"La confianza en sí mismo es el primer secreto del éxito".

Ralph Waldo Emerson.

Ely Fernando Chávez Cuba

Agradecimiento.

A Dios, por brindarme la sabiduría y las capacidades para que este trabajo se lleve a cabo de manera exitosa.

A mis padres, Luz de María Canales, William Altamirano y mi hermano Alberto Altamirano por su paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso que sin ellos no fuese posible.

A mi tutora MSc. Ing. Emilseth Padilla por su apoyo y conocimientos brindados durante todo el trabajo monográfico.

A mis compañeros ro de tesis Ely Chávez Cuba y Xochil Lezama por el trabajo a diario realizado.

A mis amigos Pedro, Vilma, Estela y Digna que fueron un apoyo en los momentos buenos y complicados en los últimos años en la Facultad.

"Trabajar duro es importante, pero hay algo que importa más: creer en ti mismo"

J. K. Rowling

Elí Eduardo Altamirano Canales

Dedicatoria.

Se lo dedico a Dios todo poderoso que me ha dado la sabiduría, la convicción necesaria para culminar mis estudios a pesar de los obstáculos y no bajar los brazos en los momentos más difíciles

A mis padres:

Luz de María Canales, William Altamirano.

Que nunca dejaron de apoyarme moral y económicamente, por la infinidad de consejos, por ser ese ejemplo a seguir, enseñándome lo importante que es la familia en cada paso de la vida.

Mi hermano:

Alberto Altamirano, por ser un amigo y consejero en cada momento.

A mi abuelita Orfilia Flores (Q.E.P.D), gran maestra y la base de nuestra familia.

A mi amigo Ingeniero Agrícola, Josué Aguilar (Q.E.P.D), que no tuve el placer de llamarlo colega.

"Es el trabajo que nunca ha comenzado el que tarda más en terminar".

(Samwise Gamgee)

Elí Eduardo Altamirano Canales.

Agradecimiento.

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría para lograr culminar mis estudios universitarios y brindarme su dirección en toda mi vida.

A mis padres, Ericka Fabiola Lezama, Sergio Ocón y a mis hermanos Axel Lezama y Abigail Lezama por el apoyo que me brindaron, por la confianza que depositaron en mí y sobre todo por sus consejos.

A la Universidad de Ingeniería por brindarme el pan del conocimiento a través de cada docente, en especial MSc. Ing. Miguel Fonseca que me apoyado en mi parte profesional.

A mi tutora MSc. Ing. Emilseth Padilla por su apoyo durante el desarrollo de este documento, por sus opiniones y críticas para la finalización del mismo y de nuestro proyecto.

A mis compañeros de tesis Eli Eduardo Altamirano y Ely Fernando Chávez por la medula de este trabajo.

"El deseo que nace de tu corazón de hacer algo bueno, es la prueba que dios te envía de que eso ya es tuyo"

Denzel Washington

Xochil Fabiola Lezama

Dedicatoria.

Se lo dedico a Dios omnipotente por la fortaleza y valentía que me a dado para superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudios. Gracias señor por ser la luz y guía en mi camino.

A mis padres:

Ericka Fabiola Lezama, Sergio Ocón.

Por darme su apoyo incondicional, económicamente en los momentos más difíciles de mi carrera, motivándome a seguir adelante y no darme por vencida.

Mis hermanos:

Axel Lezama y Abigail Lezama, por ser mis amigos y consejeros me brindaron amor, apoyo emocional y que con ese ánimo ellos día a día me supieron dar.

A mis abuelos Francisca Fonseca y Rodolfo Lezama (Q.E.P.D), fueron un pilar muy importante en mí para lograr mis metas.

"El entusiasmo es la madre del esfuerzo, y sin él jamás se consiguió nada grande". (Ralph Waldo Emerson)

Xochil Fabiola Lezama.

Abreviaturas.

Acrónimos.

NTON: Normas técnicas obligatorias nicaragüenses.

INAA: Instituto Nacional de acueductos y alcantarillado.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

CAPS: Comités de Agua Potable y Saneamiento

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

MINSA. Ministerio de Salud.

Unidades de medida:

Lppd: Litros por persona por día

Lts: Litros

m^2: Metros cuadrados

m^3: Metros cúbicos

Mm: Milímetros

m/seg: Metros por segundos

msnm Metros sobre el nivel del mar

m: Metros

m.c.a: Metros columna de agua

gr/lt_ Milígramos por litro

Lps: Litros por segundo

plg.: Pulgadas

otros.

CMD Consumo Máximo Día

CMH Consumo Máximo Hora

CPD Consumo Promedio Diario

CPDT Consumo Promedio Diario Total

CTD Carga Total Dinámica

G.A. Golpe de Ariete

H.G. Hierro Galvanizado

PVC Cloruro de polivinilo

MAG Mini Acueductos por Gravedad

MABE: Mini-acueducto por bombeo

CALL: Captación de agua de lluvia

PP: Pozo perforado.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
II. ANTECEDENTES 2
III. JUSTIFICACION 3
IV. OBJETIVOS 4
4.1. Objetivo general 4
4.2. Objetivos específicos 4
V. MARCO TEORICO 5
5.1. Importancia del agua 5
5.2. Agua potable y saneamiento en Nicaragua 5
5.3. Abastecimiento de agua 6
5.4. Tipos de abastecimiento 6
5.4.1. Mini-acueducto por bombeo (MABE) 6
5.4.2. Mini-acueducto por gravedad (MAG) 6
5.4.3. Pozo excavado a mano (PEM) 7
5.4.4. Pozo perforado (PP) 7
5.4.5. Captación de manantial 7
5.4.6. Captación de agua de lluvia (CALL) 7
5.5. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable 8
5.5.1. Obra de captación 8
5.5.2. Línea de conducción 8
5.5.3. Planta de tratamiento 9
5.5.4. Tanque de almacenamiento o reservorio 10
5.5.5. Red de distribución 11
5.5.6. Conexiones domiciliarias 13

5.6. Proyección de población 14
5.6.1. Tasa de crecimiento geométrico. 14
5.6.2. Dotación 15
5.6.3. Población a servir. 15
5.7. Parámetros de Diseño 17
5.7.1. Periodo de Diseño 17
5.7.2. Variaciones de Consumo 18
5.7.3. Presiones máximas y mínimas 18
5.7.4. Coeficiente de rugosidad (Hazen - Williams) 19
5.7.5. Velocidades permisibles en tuberías 19
5.7.6. Pérdidas de agua en el sistema 20
5.7.7. Cobertura de tuberías 20
5.8. Software Epanet 20
5.8.1. Modelación hidráulica 20
VI. DISEÑO METODOLÓGICO 22
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 22
6.1.1. Según el enfoque de la investigación 22
6.1.2. Según el alcance de los resultados 22
6.1.3. Según el tiempo de ocurrencia 22
6.1.4. El período en que se realiza el estudio 22
6.2. UBICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO 23
6.2.1. Ubicación de área estudio 23
6.2.2. Clima del área de estudio 24
6.2.3. Uso de suelos 26
6.2.4. Geomorfología 26

6.2.5. Hidrología. 27
6.3. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA COMUNIDAD DE LA ISLA DE PEÑAS BLANCAS 28
6.4. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DEL ÁREA A TRAVÉS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 28
6.5. REALIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA 28
6.5.1. Estudio de la fuente de abastecimiento 29
6.5.2. Criterios de diseño 29
6.5.3. Hidráulica del conducto 31
6.5.4. Uso del software EPANET 36
6.6. ESTIMACIÓN DEL COSTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. 37
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 38
7.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA COMUNIDAD DE LA ISLA DE PEÑAS BLANCAS 38
7.1.1. Población 38
7.1.2. Vivienda 39
7.1.3. Educación 41
7.1.4. Servicios básicos 43
7.1.5. Actividades Económicas. 45
7.2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DEL ÁREA A TRAVÉS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 46
7.3. AFORO DE LA FUENTE 47

7.4. REALIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA 49
7.4.1. Criterios de diseño 49
7.4.2. Periodos de diseño 50
7.4.1. Dotaciones y consumo. 52
7.4.2. Caudales de diseño 54
7.4.3. Sistema de abastecimiento propuesto 55
7.4.4. Dimensionamiento Hidráulico 57
7.4.5. ANÁLISIS HIDRÁULICO EPANET 68
7.4.6. Costo y Presupuesto 72
VIII. CONCLUSIONES 75
IX. RECOMENDACIONES 77
X. REFERENCIAS 78
XI. ANEXOS i
11.1. Anexo 1. Formato de encuesta estudio socioeconómico para la comunidad de La Isla de Peñas Blancas i
11.2. Anexo 2. Estudio Físico Químico El Matapalo vii
11.3. Anexo 3. SOFTWARE EPANET ix
11.4. Anexo 4. Plano general línea de conducción-tanque-Red xviii
11.5. Anexo 5. Tabla de derroteros xix
11.6. Anexo 6. Fotos de visitas de campo xxii
XII. PLANOS xxvi

Índice de Figuras:

Figura 1.Macro localización..... 23
Figura 2. Micro Localización. 24
Figura 3. Clasificación Climática Copen, La Dalia..... 25
Figura 4. Tipos de Suelos La Isla de Peñas Blancas. 26
Figura 5. Estudio Hidrológico El Matapalo..... 27
Figura 6. Viviendas de comunidad La Isla Peñas Blancas 41
Figura 9. Entrada a la comunidad La Isla de Peñas Blancas..... 44
Figura 10. Actividades económicas..... 46
Figura 12.Fuente de abastecimiento El Matapalo..... 48
Figura 13. Presiones Cero Consumo..... xiv
Figura 14. Presiones CMH xiv
Figura 15. Demanda Base CMH..... xv
Figura 16. Diámetros de Tuberías en Red de distribución xv
Figura 17.Demanda en cada Nodo. Red de Distribución xvi
Figura 18. Velocidades del fluido en tuberías..... xvi
Figura 19. Longitud de tuberías Red de Distribución. xvii

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Precipitaciones-Estación Meteorológica La Dalia..... 25
Gráfica 2. Censo Poblacional La Isla de Peñas Blancas..... 38
Gráfica 3. Rangos de edades La Isla de Peñas Blancas. 39
Gráfica 4. Estado de viviendas La Isla de Peñas Blancas 40
Gráfica 5. Enfermedades más comunes en la comunidad. 43
Gráfica 6. Perfil longitudinal línea de conducción. 65

Índice de tablas.

Tabla 1. Variaciones en líneas de conducción y redes de distribución. 8
Tabla 2. Opciones y variaciones para tanques de almacenamiento. 11
Tabla 3. Variaciones y características de las tomas de agua. 13
Tabla 4. Dotaciones para el medio rural. 15
Tabla 5. Periodos de diseño de los elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable 18
Tabla 6.Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams. 19
Tabla 7. Condiciones Formula Michaud 34
Tabla 8. Datos aforo El Matapalo. 49
Tabla 9. Tasa de crecimiento La Isla de Peñas Blancas 50
Tabla 10.Proyección de Población por quinquenios. 51
Tabla 11. Dotaciones y consumo. 55
Tabla 12. Compilacion de Datos de consumo 56
Tabla 13.Valores de módulo de elasticidad para diferentes materiales 59
Tabla 14.Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241 60
Tabla 15.Línea de energía. 64
Tabla 16. Dosificaciones de Cloro. 66
Tabla 17.Almacenamiento de tanque La Isla de Peñas Blancas. 67
Tabla 18. Capacidad de Tanque 68
Tabla 19. Caudal unitario. 69
Tabla 20. Costo y presupuesto 73
Tabla 21. Simulación EPANET consumo cero. ix
Tabla 22. Análisis de tuberías EPANET consumo cero x
Tabla 23. Simulación EPANET con demanda CMH. xi
Tabla 24. Líneas de Tuberías Red de Distribución. xii
Tabla 25. Derroteros-Topografía Red de Distribución. xix
Tabla 26. Tabla de derroteros Línea de Aducción. xxi

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1. Formula de caudal. ***19***
Ecuación 2. formula de proyección de población. ***29***
Ecuación 3. formula Tasa de Crecimiento. ***29***
Ecuación 4. consumo doméstico. ***30***
Ecuación 5. Consumo público institucional. ***30***
Ecuación 6. Consumo Industrial. ***30***
Ecuación 7. Consumo Comercial. ***30***
Ecuación 8. Perdidas en el sistema. ***30***
Ecuación 9. Consumo máximo Dia ***30***
Ecuación 10.Consumo máximo hora. ***30***
Ecuación 11. Caudal Promedio Diario. ***30***
Ecuación 12. Perdidas Hazen Williams. ***31***
Ecuación 13. Ecuación de continuidad. ***32***
Ecuación 14. Velocidad de fluido. ***32***
Ecuación 15. Pérdidas por Fricción. ***32***
Ecuación 16.Método longitud equivalente de tuberías: ***33***
Ecuación 17.caudal en cada nodo ***33***
Ecuación 18.caudal unitario ***33***
Ecuación 19. Celeridad ***33***
Ecuación 20. Módulo de elasticidad. ***34***
Ecuación 21. longitud critica. Michaud ***34***
Ecuación 22. Volumen Compensador: ***35***
Ecuación 23.Volumen de reserva ***35***
Ecuación 24. volumen total de almacenamiento. ***35***

I. INTRODUCCIÓN

El agua segura y de fácil acceso es importante para la salud pública; la mejora del abastecimiento de agua y una mejor gestión de los recursos hídricos, puede impulsar el crecimiento económico de los países y puede contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza. (OMS, 2015)

En Nicaragua los efectos del cambio climático se darán en las pérdidas de las fuentes de agua lo que dará lugar a muchas enfermedades diarreicas y problemas en la producción de alimentos, ya que el cambio climático tiene grandes precipitaciones, pero también grandes sequías. (OPS, 2019)

La comunidad de La Isla de Peñas Blancas perteneciente al departamento de Matagalpa cuenta con un censo poblacional de 606 habitantes al inicio del proyecto, se localizan al norte de la cabecera municipal de La Dalia, inician en la ladera suroeste de la reserva natural conocida como Peñas Blancas, a 14 Km. distante del municipio de La Dalia, viajando sobre la carretera La Dalia- El Cuá – Bocay.

En esta investigación, se analizó la topografía, la situación socioeconómica actual de las zonas bajo estudio, enfatizando en la escases de agua potable para realizar el diseño de un mini acueducto por gravedad para el abastecimiento de agua en la comunidad La Isla de Peñas Blancas, este se diseñó siguiendo los criterios y parámetros de las normas técnicas obligatorias nicaragüenses, dimensionando los elementos correspondientes: captación, línea de conducción, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución cuyo análisis hidráulico se efectuó con el software EPANET, posteriormente se realizó un estimado del costo y presupuesto de cada una de las obras.

II. ANTECEDENTES

A través del Fondo de Inversión Social de Emergencia, Nuevo FISE, el Gobierno de Nicaragua desarrolla estrategias destinadas a mejorar la calidad de agua de consumo humano y sostenibilidad de los sistemas de agua potable.

Nicaragua actualmente trabaja para reducir la brecha del 45% en el servicio de agua potable y el 49% de saneamiento en la zona rural. En la Costa Caribe la brecha es del 70% (TN8, 2020)

En el año 2007 se efectuó la implementación de un proyecto que ha beneficiado a lugares del departamento de Madriz como la comunidad San José de Cusmapa, mejorando así la calidad de agua, saneamiento e higiene a un total de 1255 pobladores el cual han manifestado el agradecimiento por haber acercado el agua hasta sus viviendas, permitiéndoles ahorrar tiempo, lavar con agua limpia y mejorar sus condiciones de vida.

En el año 2008 se inauguró el proyecto de agua potable y saneamiento para mejorar la calidad de vida de las familias del Municipio de: San Sebastián de Yalí que habitan en las comunidades Mal Paso-Las Guayabas: llevados a cabo por el gobierno a través del Nuevo FISE. La obra consistió la instalación de un Mini Acueducto por gravedad (MAG) beneficiando a más de 400 habitantes (PROFINIC, 2009).

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, a través del Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE), inauguró un proyecto de agua potable Nueva Guinea: Puerto Príncipe. 386 familias son las protagonistas de este proyecto que consiste en 400 conexiones domiciliares y la construcción de un mini acueducto por gravedad (MAG) y el componente de higiene para hábito y prácticas sanitarias (Martinez, 2019).

III. JUSTIFICACION

La comunidad La Isla de Peñas Blancas ha venido realizando gestiones ante organismos que trabajan en la zona y la municipalidad para obtener una respuesta a la problemática del agua potable y saneamiento que viene enfrentando y que se agudiza en la época de verano, donde se ven en la necesidad de utilizar fuentes alternas para abastecerse como es el agua de las quebradas.

Se identificaron diferentes problemas que imposibilitan la satisfacción de una serie de necesidades básicas, entre los que sobresalen: económicos como la falta de empleo y los bajos salarios; sociales como altos niveles de pobreza, falta de servicios básicos como agua potable y saneamiento ambiental, atención en salud básica preventiva, caminos en mal estado y viviendas inadecuadas, lo que incide en que el índice de desarrollo humano de sus habitantes sea bajo.

La comunidad de La Isla de Peñas Blancas, presenta problemáticas en el abastecimiento de agua que evitan que el vital líquido llegue de forma eficiente continua y sobre todo de calidad para consumo a cada hogar. En su gran mayoría la comunidad se abastece de la quebrada en su trayecto aguas abajo donde se han colocado mangueras que conducen el agua hasta las viviendas, también han recurrido a pozos someros excavados a orillas de nacimientos de ojos de agua o manantiales de poca producción que están a más de 100 m de las viviendas, pero, sobre todo, sin ningún tipo de tratamiento, por lo que sus necesidades van incrementando de manera exponencial.

La propuesta más viable consiste en la construcción de un mini acueducto por gravedad que abastezca a la comunidad por medio de una de las fuentes más segura que tiene el municipio llamada El Matapalo ubicado en la reserva natural de Peñas Blancas, el cual topográficamente es aceptable ya que el agua que llegaría hasta los usuarios utilizando únicamente la energía de la gravedad, es decir sin bombeo.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Diseñar un Sistema de agua potable por gravedad para la comunidad de La Isla de Peñas Blancas, Municipio La Dalia, Departamento de Matagalpa.

4.2. Objetivos específicos

- Efectuar un estudio socioeconómico de la población en las comunidades La Isla de Peñas Blancas, para la identificación de las necesidades básicas y situación actual de las familias beneficiadas.

- Obtener información altimétrica y planimétrica del área a través de un levantamiento topográfico en donde se llevará a cabo el proyecto de abastecimiento de agua potable.

- Realizar el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable a través del cálculo de los componentes del sistema.

- Estimar costo y presupuesto de las obras del sistema de abastecimiento de agua potable.

V. MARCO TEORICO

5.1. Importancia del agua

El agua es esencial para el funcionamiento de los seres humanos, la biodiversidad, el medio ambiente y todos los elementos vivos del planeta. Es un elemento de la naturaleza que integra los ecosistemas naturales y es fundamental para el sostenimiento y la supervivencia de la vida en todo el planeta. (AQUAE, 2020)

Sin el agua; no es posible sobrevivir, que tengan salud las personas; sin el agua no se puede gozar de los demás derechos humanos. Sin agua no pueden crecer las plantas ni pueden vivir los animales. El agua es un recurso natural, que es patrimonio nacional y el Estado tiene la obligación de protegerlo y preservarlo para el uso y goce de las futuras generaciones.

Según la ley del CAPS No 722 indica “Que los nicaragüenses tienen derecho, por igual, a la salud y a habitar en un ambiente saludable, siendo el acceso al agua un derecho humano fundamental, indispensable para la vida y la salud de las personas y un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos”.

5.2. Agua potable y saneamiento en Nicaragua

La entrega de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en Nicaragua en las zonas urbanas compete principalmente a la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y en zonas rurales los comités de agua potable y saneamiento (CAPS).

Las principales leyes dedicadas a la protección del agua como recurso, del uso del agua y su distribución son:

La Ley No. 217: es la Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales.

La Ley 297: Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y fue aprobada en 1998. Esta ley y su reglamento tienen por objeto regular la

producción de agua potable, su distribución, recolección de aguas servidas y la disposición final de éstas.

La Ley 620: aprobada en el 2007, se llama Ley General de Aguas Nacionales. Su finalidad es el aprovechamiento sostenible del agua, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

La ley 722: Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento. (SIMAS, 2010)

5.3. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua es el sistema que permite llevar el agua potable hasta los domicilios de la población supone la captación del agua y su conducción hasta el punto en el que se consume en condiciones aptas. Para que el agua sea apta para el consumo no solo tiene que cumplir requisitos de tipo sanitario, sino también requisitos relativos a la calidad. (OXFAM, 2020)

5.4. Tipos de abastecimiento

Los principales tipos de sistemas de agua que se han utilizado para abastecer a la población que habita en el medio rural en el documento se exponen en el “Menú opciones técnicas para el abastecimiento de agua potable” los cuales son:

5.4.1. Mini-acueducto por bombeo (MABE)

Se dice que es por bombeo porque el agua se eleva desde la fuente y obra de captación hasta un tanque de almacenamiento o hasta las tomas, utilizando algún tipo de mecanismo. Hay que aclarar que el agua, una vez almacenada en el tanque, se lleva por gravedad hasta las tomas, a pesar de esto, el sistema sigue siendo MAB. El bombeo puede hacerse por diversos medios utilizando por ejemplo bomba y motor eléctrico.

5.4.2. Mini-acueducto por gravedad (MAG)

Se dice que es por gravedad porque el agua se hace llegar desde la fuente y obra de captación hasta los usuarios utilizando únicamente la energía de la gravedad, es decir sin bombeo.

5.4.3. Pozo excavado a mano (PEM)

Es una excavación de gran diámetro realizada utilizando herramientas manuales para captar el agua subterránea o sub superficial, estas obras tienen una serie de elementos constitutivos para preservar la calidad del agua y facilitar su extracción. Los Pozos excavados a mano generalmente son obras que funcionan como puntos o tomas de agua públicas.

5.4.4. Pozo perforado (PP)

Se le llama a una perforación vertical de pequeño diámetro realizada utilizando herramientas mecánicas o manuales para acceder al agua subterránea, estas obras tienen una serie de elementos constitutivos para preservar la calidad del agua y facilitar su extracción.

5.4.5. Captación de manantial

Un manantial es un afloramiento de aguas subterráneas, se conoce como vertiente, ojo de agua o curaría y para que esta sea aprovechada debe construir una obra que le proteja a un manantial y le dé condiciones para la preservación de la calidad del agua y para que funcione como una toma pública.

5.4.6. Captación de agua de lluvia (CALL)

Se denomina al conjunto de elementos e instalaciones que permiten el abastecimiento de agua potable a los habitantes de una vivienda, un grupo de ellas, una escuela, unidad de salud, etc., utilizando las aguas pluviales, captadas en el techo del domicilio o establecimiento a través de infraestructura básica acondicionada para tal fin.

5.5. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

5.5.1. Obra de captación

Es una estructura de concreto que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna, que luego será distribuido a la población.

La calidad del agua de las fuentes superficiales, por lo general, no son las adecuadas para el consumo humano, por lo que se requiere que se le dé un tratamiento y desinfección previo a su consumo.

5.5.2. Línea de conducción

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo.

Tabla 1. Variaciones en líneas de conducción y redes de distribución

Elemento	Variaciones
Conducto para el agua	Tubos de plástico para la presión normal (SDR 26). Tubos de plástico para alta presión (SDR 17). Tubo de hierro galvanizado para cruces especiales.
Accesorios y otros elementos.	Uniones, derivaciones y cambios de dirección. Válvula de pase, de aire y vacío, de alivio, de limpieza. Pilas rompe carga o válvulas reguladoras de presión en sistemas de gravedad
Cruces especiales.	Cruces de cauce y/o carreteras subterráneos o aéreos mediante puente colgante, cables, tramos, expuestos de la tubería sobre pilotes o adosado a pared de rocas con abrazaderas.

Fuente: Normas técnicas obligatorias nicaragüenses 09001-99

5.5.3. Planta de tratamiento

Son un conjunto de estructuras que sirven para someter al agua a diferentes procesos con el fin de purificarla y hacerla apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc.

- **Partes de la planta de tratamiento:**

- **Presedimentador**

Se refiere a la decantación (asentamiento) de las partículas dispersas en un medio líquido que por su peso y tamaño serán aceleradas y precipitadas hacia el fondo de la estructura por acción de la gravedad, tiene como finalidad: Disminuir el desgaste de las estructuras y accesorios Disminuir la acumulación de depósitos de arena en los siguientes procesos de la planta de tratamiento.

- **Sedimentador**

Los sedimentadores permiten obtener un efluente de baja turbiedad y de menor material suspendido. Tiene como finalidad reducir la materia en suspensión del agua, mediante la precipitación de las partículas, por la gravedad, consiguiendo que el agua pase con el mínimo de turbidez a los filtros. Esto se logra cuando el agua está en reposo o con velocidad muy lenta.

El sedimentador presenta cuatro zonas que permiten el buen funcionamiento:

- **Zona de entrada**: Permite el ingreso del agua al sedimentador en forma uniforme. En esta zona existe un vertedero y un bafle (que es una pantalla o pared con muchos orificios, tipo malla), que sirven para uniformizar el agua y reducir su velocidad.
- **Zona de sedimentación:** Son los tanques de sedimentación, cuya relación entre el largo y el ancho debe ser 3 a 1 y el ancho no debe llegar a 12 m, para evitar la formación de corrientes transversales. La

profundidad debe ser de 2 m como máximo. En esta zona se sedimentan las partículas.

- ♦ **Zona de salida:** Constituida por un vertedero, canaletas, tubos con perforaciones que tiene la finalidad de recolectar el agua limpia.
- ♦ **Zona de recolección de lodos:** Es donde se acumula el lodo sedimentado. Tiene una tubería de desagüe para la limpieza.

- **Filtración (filtro lento)**

Es el proceso de purificación, mediante el cual se elimina del agua la materia en suspensión y tiene como principal objetivo la eliminación de los microorganismos que lograron pasar el proceso de sedimentación.

Consiste en hacer pasar el agua a través de capas porosas, como la arena, permitiendo tener un agua de mejor calidad y sin carga bacteriológica.

5.5.4. Tanque de almacenamiento o reservorio

Es un depósito de concreto que sirve para almacenar y controlar el agua que se distribuye a la población, además de garantizar su disponibilidad continua en el mayor tiempo posible.

- ➢ **Partes del reservorio:**

- **Tubería de ventilación.** Permite la circulación del aire, tiene una malla que evita el ingreso de cuerpos extraños al tanque de almacenamiento.
- **Tapa sanitaria**. Tapa metálica que permite el ingreso al interior del reservorio, para realizar la limpieza, desinfección y cloración.
- **Tanque de almacenamiento.** Es un depósito de concreto que puede ser de forma circular o cuadrada para almacenar el agua.
- **Tubo de rebose.** Accesorio que sirve para eliminar el agua excedente.
- **Tubería de salida.** Es una Tubería de PVC que permite la salida del agua a la red de distribución.
- **Tubería de rebose y limpia.** Sirve para eliminar el agua excedente y para realizar el mantenimiento del reservorio.

- **Canastilla.** Permite la salida del agua de la cámara de recolección, evitando el paso de elementos extraños.

  Caseta o cámara de válvulas. Es una caja de concreto simple, provista de una tapa metálica que protege las válvulas de control del reservorio.

Tabla 2. Opciones y variaciones para tanques de almacenamiento.

Tipo	Material de cuerpo	Material de torre	Protección
Enterrado	Mampostería, concreto	--	Cerco
Sobre el suelo	Mampostería, concreto, fibra de vidrio, acero.	--	Cerco, caseta
Sobre torre	Mampostería, concreto, fibra de vidrio, acero	Acero, concreto, madera	Cerco

Fuente: Normas técnicas obligatorias nicaragüenses 09001-99

5.5.5. Red de distribución

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se instalan para conducir el agua desde el reservorio hasta la toma domiciliaria o piletas públicas.

- **Componentes principales**

- **Válvula de control.** Se coloca en la red de distribución, sirve para regular el caudal del agua por sectores y para realizar la labor de mantenimiento y reparación.
- **Válvula de paso.** Sirve para controlar o regular la entrada del agua al domicilio y para el mantenimiento y reparación.
- **Válvula de purga.** Se coloca en los puntos más bajos del terreno que sigue la línea de conducción. Sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería.

- El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación.

Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandad o llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

- El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
- El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.
- Consumo coincidente. Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución.
- Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

- **Tipos básicos de red de distribución**
  - **Ramificada:** Es la red que está compuesta por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o pequeñas mallas. Se conoce también como configuración de espina de pescado.
  - **Mallada:** Es la red que está conformada por tuberías donde el agua circula a través de circuitos cerrados, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal

En la siguiente tabla se presentan los tipos de conexiones y las características de manejo de las mismas.

Tabla 3. Variaciones y características de las tomas de agua.

Nivel de servicio	Componentes	Facilidades de acceso
Conexión domiciliar	Incluye tubería de acometida y puede incluir varias tomas en diferentes partes del domicilio o establecimiento	Acceso directo al agua potable en varias partes de la vivienda o establecimiento para usos como lavado de ropa, baño, cocina, etc.
Conexiones de patio	Incluye tubería de acometida y una llave de chorro en el domicilio o establecimiento.	Acceso al agua potable en un punto del terreno de la vivienda o establecimiento.
Toma pública	Pedestal, delantal y una o dos llaves de chorro	Los usuarios tienen un punto para acceso de agua potable localizado en a no más 100 metros de su vivienda.

Fuente. Normas técnicas obligatorias nicaragüenses 09001-99.

5.5.6. Conexiones domiciliarias

Son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, para que las familias pueden puedan utilizarla en la preparación de sus alimentos e higiene

- **La conexión consta de las siguientes partes:**
- **Elemento de toma.** Que puede constar de una te o una abrazadera.
- **Elemento de conducción**. Que va desde la toma hasta la vivienda.
- **Elemento de control.** Constituido por una válvula de compuerta o de paso a la entrada de la vivienda.
- **Conexión al interior.** Es la distribución interna de la vivienda.

5.6. Proyección de población

La Norma técnica Nicaragüense Obligatoria para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99) explica la necesidad de determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias de los diferentes elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua y su respectiva proyección permitirá fijar los periodos de diseño.

5.6.1. Tasa de crecimiento geométrico.

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

- **Condiciones de tasa de crecimiento geométrico.**

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

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

c) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:

- ♦ Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
- ♦ Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
- ♦ No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

5.6.2. Dotación

La dotación de agua según nos orienta las NTON 09 003 – 99, es expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de Servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales
- Uso del agua.

Tabla 4. Dotaciones para el medio rural

Sistemas de Abastecimiento	**Lppd (Litros por persona por día)**
Puestos públicos	30-40 lts
Conexiones domiciliares de patio	50-60 lts
Pozos excavados a mano y perforados	20-30 lts

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses 0900199

5.6.3. Población a servir.

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo.

En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

- **Nivel de servicio**

- **Puestos públicos**

Según las consideraciones planteadas en la las NTON se debe garantizar que el terreno sea comunal, suma protección de animales, no debe ser utilizado para asuntos domésticos y el un máximo de 2 grifos.

El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas. Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles, centralizado al terreno y 100m de distancia entre puesto.

- ✓ **Consideraciones**
  - ♦ Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
  - ♦ El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz, etc.
  - ♦ Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
  - ♦ En cada puesto público se colocará como máximo dos grifos.
- ✓ **Ubicación**
  - ♦ El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de los puestos domiciliares
  - ♦ Se ubicarán puestos en las escuelas, centro de salud y centros infantiles.
  - ♦ El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
  - ♦ La distancia máxima entre el puesto y la casa más alejada será de 100m.
- ✓ **Criterios técnicos**
  - ♦ El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo.
  - ♦ Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de

tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.

- La carga residual mínima deberá ser de 5 m y máxima 50 m.
- Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

- **Conexiones domiciliares**

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

Se debe considerar la capacidad de pago de población y una campaña de concientización de uso y ahorro del agua.

Los criterios técnicos serán los mismos que el de puestos públicos

5.7. Parámetros de Diseño

Se aplicarán los parámetros siguientes tomados de "norma técnica obligatoria nicaragüense de diseño de abastecimiento de agua en medio rural (NTON 09 001 – 99):

5.7.1. Periodo de Diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer las demandas de la comunidad.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones a considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación, se indica los períodos de diseño económico de los componentes de un sistema de agua potable.

Tabla 5. Periodos de diseño de los elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable

Tipo de componente	Periodo de Diseño(años)
Pozos excavados a mano	10
Pozos perforados	15
Captaciones superficiales y manantiales	20
Desarenador	20
Filtro lento	20
Línea de conducción	15
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	15

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses 09001-99

5.7.2. Variaciones de Consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)

5.7.3. Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5 metros.

5.7.4. Coeficiente de rugosidad (Hazen - Williams)

Tabla 6.Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams

Material de conducto	Coeficiente de rugosidad(C)
Tubo de hierro Galvanizado (H^oG^o)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (Ho. Fo)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses 09001-99

5.7.5. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujos en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad es calculada a través de la fórmula de continuidad, que se expresa:

Continuidad

Ecuación 1. Formula de caudal

$$\boldsymbol{Q = V * A} \qquad \boldsymbol{Ec.1}$$

Despejando la velocidad:

V = Q/A

Dónde:

V: velocidad (m/s).

Q: caudal (m^3/s).

A: Área de la sección transversal de la tubería (m^2).

5.7.6. Pérdidas de agua en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes. La cantidad de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario, cuyo valor no deberá ser mayor al 20%.

5.7.7. 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 de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

5.8. Software Epanet

EPANET es un programa informático que realiza una simulación de período prolongado del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua dentro de redes de tuberías presurizadas. (Rossman, 2000)

EPANET permite seguir la evolución del flujo del agua en las conducciones, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un periodo prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación. (BlogdelAgua, 2014)

5.8.1. Modelación hidráulica

“El manual de usuario Epanet 2” muestra lo siguiente:

- No existe límite en el tamaño de la red que se desea analizar.
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables.

- Calcula la energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones. Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (por ejemplo, que la sección del tanque sea variable con la altura del mismo).
- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Modeliza consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores).
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

6.1.1. Según el enfoque de la investigación

El trabajo tiene un enfoque mixto, ya que en este proceso se recolectó, analizó y vinculó datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para llevar a cabo los cálculos del diseño hidráulico e implementar las normas técnicas obligatorias nicaragüenses (NTON).

6.1.2. Según el alcance de los resultados

La investigación es de carácter descriptivo porque se recolectó datos correspondientes de campo para realizar los respectivos análisis hidráulicos y sociales que se consideran esenciales para presentar de manera acertada el diseño de un mini acueducto por gravedad.

6.1.3. Según el tiempo de ocurrencia

La investigación es Prospectiva ya que se ejecutó desde el planteamiento del problema de abastecimiento de agua, ya sea en calidad, cantidad y continuidad en para la comunidad de La Isla de Peñas Blancas, Municipio La Dalia", hasta la elaboración del diseño de un mini acueducto por gravedad.

6.1.4. El período en que se realiza el estudio

Se efectuó en un momento determinado del tiempo, la investigación es de corte transversal, ya que se realiza en el período comprendido del mes de octubre del año 2021 hasta la elaboración tanto el diseño del mini acueducto, como el costo y presupuesto del mismo.

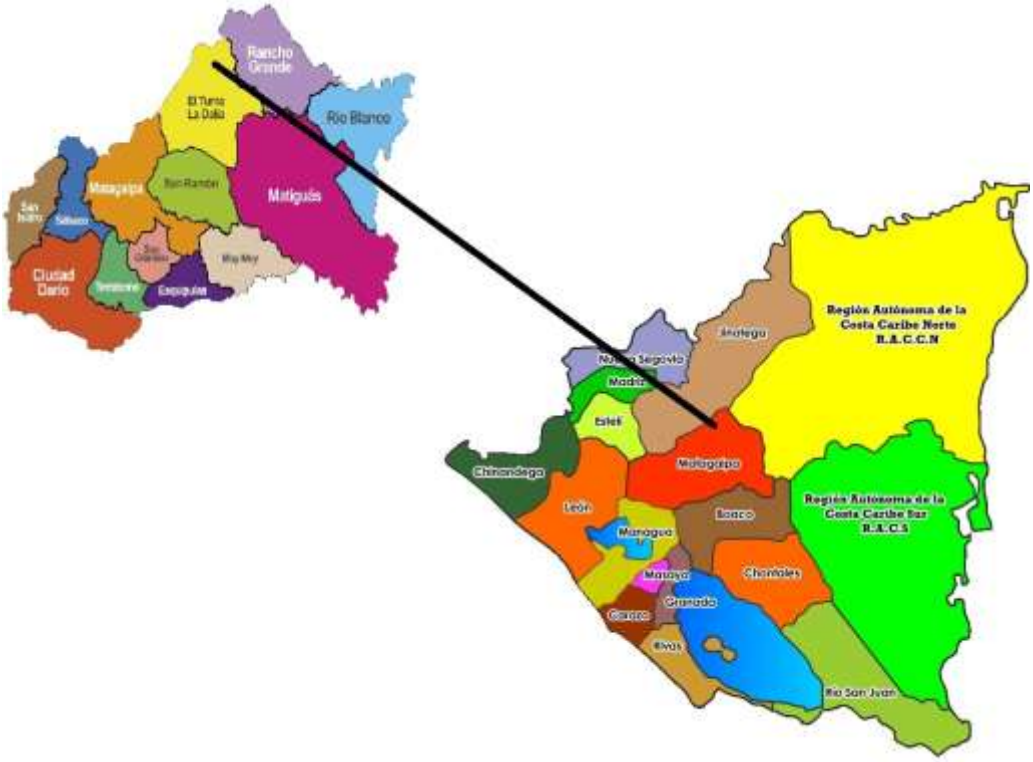
6.2. UBICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

6.2.1. Ubicación de área estudio

La comunidad Isla de Peñas Blancas se formó con la guerra de los ochenta y se asentaron en el macizo de Peñas Blancas, formándose las viviendas en forma de Isla, de ahí proviene su nombre

Está ubicado entre las coordenadas 13º 08' Latitud Norte y 85º 44' Longitud Oeste. Se encuentra a una distancia de 175 kms de la ciudad de Managua y 45 Kms de la cabecera Departamental. Limita al Norte: Con los municipios de Jinotega y El Cuá Bocay, al Sur con los municipios de Matiguas y San Ramón, al Este con el municipio de Rancho Grande y al Oeste con la comunidad Las Argentinas.

Figura 1.Macro localización



Fuente: Embajada de Nicaragua y ministerio publico Nicaragua

Figura 2. Micro Localización



Fuente: Plano cartográfico 3055 II. INETER

6.2.2. Clima del área de estudio

El municipio presenta dos tipos de clima: tropical, en las partes bajas y semihúmedas y húmedas en las estribaciones de sus serranías, reúne las características de la clase bioclimática bosque subtropical, semihúmedo, corresponde al tropical semi lluvioso.

De acuerdo a la clasificación del Sistema de Köppen modificado (Enrique García. 1988), en el municipio de Tuma – La Dalia se presentan los siguientes tipos de climas: AW2 y Am.

Clima Caliente y Sub-Húmedo con Lluvia en Verano; (AW0, AW1, AW2). Se caracteriza por presentar una estación seca (noviembre - abril) y otra lluviosa (mayo - octubre).

Clima Monzónico; Am. Se caracteriza por registrar un periodo lluvioso de 9 ó 10 meses, con precipitaciones anuales de 2000 mm a 4000 mm. Las lluvias disminuyen en los meses de marzo y abril. Las temperaturas medias anuales

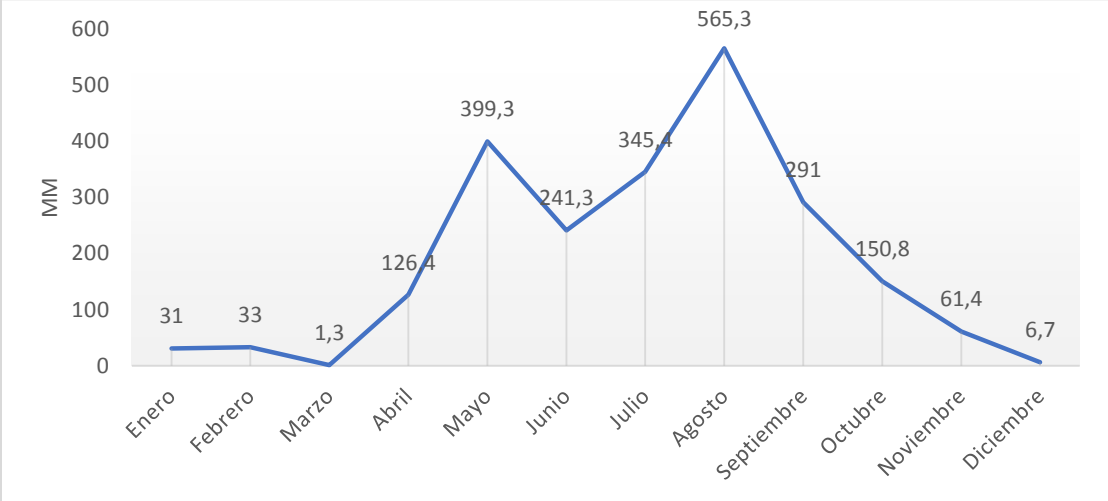
oscilan entre 25 °C y 26 °C., lugar específico donde se encuentra ubicado el La Isla Peñas Blancas.

Figura 3. Clasificación Climática Copen, La Dalia



Fuente: Diagnóstico de la Infraestructura Vial de la Red de Caminos Vecinales del Municipio de Tuma - La Dalia

Gráfica 1. Precipitaciones-Estación Meteorológica La Dalia



Fuente: Datos meteorológicos INETER

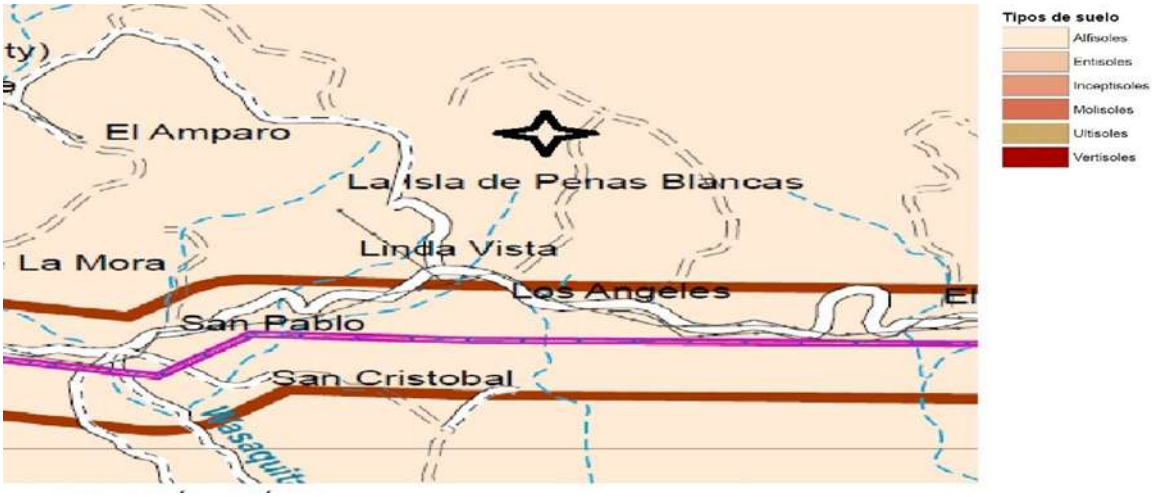
6.2.3. Uso de suelos

Para el municipio de La Dalia MAGFOR (2010) determinó tres grandes categorías de usos basándose en las características del clima, suelos, topografía y precipitaciones, en donde predomina el uso forestal de producción con 62%, seguido por el uso forestal de protección con 17% y el uso agroforestal con 14%, mientras que el uso agrícola y agropecuario abarcan solamente el 6% de la superficie del municipio.

6.2.4. Geomorfología

Según estudios realizados por la alcaldía municipal de La Dalia, La Isla Peñas Blancas los suelos del orden alfisoles son los que predominan en la zona, con textura de franco arcillosa y arcillosa, desarrollados de rocas volcánicas intermedias y básicas con pendientes que oscilan entre 0% y 75%. En menor extensión de encuentran los suelos de los órdenes Molisoles, Entisoles y Vertisoles.

Figura 4. Tipos de Suelos La Isla de Peñas Blancas



Fuente: Empresa Nacional de Transmisión eléctrica.

6.2.5. Hidrología.

La fuente principal propuesta para el abastecimiento de agua para las comunidades anteriormente señaladas, se ubica en las coordenadas UTM 1462798 Latitud norte y 641958 Longitud Oeste de plano topográfico 3055 I conocida como Matapalo.

La fuente se sitúa en las faldas del macizo de la Peñas, en el sitio de la captación se observa modificación de la flora y fauna, sin embargo, por sus fuertes pendientes mayores a 20% caracterizada por su elevación (1098 msnm), aguas arriba, la misma no presenta alteraciones, no existen viviendas aguas arriba de la fuente, por consiguiente, la afectación por contaminación del hombre es nula y el agua es de origen natural.

La microcuenca que alimenta la fuente propuesta tiene un área de 1.5 km², bien conservada.

Figura 5. Estudio Hidrológico El Matapalo



Fuente: Alcaldía del Tuma La Dalia.

6.3. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA COMUNIDAD DE LA ISLA DE PEÑAS BLANCAS

La evaluación socioeconómica se llevó a cabo a través de una encuesta con el fin de proporcionar conocimiento sobre las dificultades que la población de la comunidad de La Isla de Peñas Blancas atraviesa a raíz de la falta de un sistema de abastecimiento de agua eficiente, además de evaluar los niveles económicos, educación y salud. (Ver Anexo 1. Pág. i-vi)

6.4. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DEL ÁREA A TRAVÉS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico (Anexo 5, pág. xix-xxi) la cual permitirá realizar el alineamiento o el trazado adecuado por donde se hará la línea de conducción. Para cumplir con este levantamiento topográfico se deberá cumplir con los requisitos de precisión ya que esto será fundamental para lograr una buena ejecución del proyecto.

Una vez obtenida las elevaciones del terreno se debió dibujar los planos de manera que se puedan interpretar fácilmente las condiciones topográficas que presenta el terreno, mostrando con claridad todos los detalles requeridos para el diseño y el trazado de la red de distribución por donde pasara el sistema de abastecimiento de agua potable.

6.5. REALIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Para alcanzar este objetivo se realizó el dimensionamiento de los componentes del mini acueducto por gravedad para el sistema de abastecimiento de agua potable en las comunidades del proyecto, así mismo se realizó un análisis del comportamiento hidráulico de la red de distribución en el mini acueducto mediante el uso del software EPANET.

6.5.1. Estudio de la fuente de abastecimiento

Con el propósito de evaluar las condiciones de la fuente tomando en cuenta sus características físico químicas que permitan ser viables su uso para el abastecimiento de agua potable de la comunidad, se revisaron los resultados de las investigaciones de las aguas superficiales en la microcuenca El Matapalo, que se ubica Noreste de la reserva natural Isla de Peñas Blanca.

6.5.2. Criterios de diseño

- **Cálculos de proyección**

✓ **Cálculo de población por el método geométrico**

Formula de proyección de población

$$P_f = P^O(1 + r)n \qquad \textbf{Ec.2}$$

Este método es por lo tanto recomendable para poblaciones que se encuentran en pleno desarrollo y por períodos cortos en el futuro.

Dónde:

Pf = Población del año “n”

Po = 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.

✓ **Tasa de crecimiento**

Formula Tasa de Crecimiento.

$$r = \left[\left(\left(\frac{pf}{pi}\right)^{(1/(Af-Ai))}\right) - 1\right] \times 100 \qquad Ec.3$$

r= Tasa de crecimiento (%)

Pf= Población final del año de estudio (hab.)

Pi= Población inicial del año de estudio (hab.)

Af= Año final de estudio

Ai= Año inicial de estudio

- **Cálculos de consumo**

✓ **Consumo promedio diario**

CPD: es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año, (en lts/seg., o en gpm) y es la base para la estimación del caudal máximo diario y horario. Se obtiene con la formula siguiente:

Consumo doméstico.

$$\boldsymbol{CD = P_n * Dotación} \qquad \boldsymbol{Ec.4.}$$

Pn: población del año proyectado

Dotación: La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día (50-60 lppd).

✓ ***Consumo público institucional.***

$$C_{PI} = CPD * 7\% \qquad \boldsymbol{Ec.5}$$

✓ ***Consumo Industrial.***

$$C_{ind} = CPD * 2\% \qquad \boldsymbol{Ec.6}$$

✓ ***Consumo Comercial.***

$$C_C = CPD * 7\% \qquad \boldsymbol{Ec.7}$$

✓ ***Perdidas en el sistema.***

La cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$f = 20\%\, CPD \qquad \boldsymbol{Ec.8}$$

✓ ***Consumo máximo Dia***

$$CMD = 1.5\, CPD + f \qquad \boldsymbol{Ec.9}$$

✓ ***Consumo máximo hora.***

$$CMH = 2.5\, CPD + f \qquad \boldsymbol{Ec.10}$$

✓ ***Caudal Promedio Diario.***

$$CPD = CD + CPI + Cc + CInd. \qquad \boldsymbol{Ec.\ 11}$$

6.5.3. Hidráulica del conducto

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permitió dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que, si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocaran problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar desgaste en las tuberías.

- **Línea de conducción**

Se debió tener en cuenta:

a) Se diseñó para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, (CMD= 1.5 CPD).

b) En los puntos críticos se debió mantener una presión de 5 m por lo menos.

c) La presión estática máxima estuvo en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

Para el dimensionamiento de la tubería de la línea de conducción se aplicará la formula exponencial de Hazen - Williams, donde se despeja la gradiente hidráulica.

Perdidas Hazen Williams

$$h_f = 10.675 \left(\frac{Q_d}{C_{HW}}\right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}} \qquad \boldsymbol{Ec.\ 12}$$

Dónde:
hf= Perdida de carga en metros.
L= Longitud en metros
Q= Gasto en m3/s
D= Diámetro en metros
C= Coeficiente de Hazen – Williams (valor depende del tipo de tubería)

- ✓ **Ecuación de continuidad**

$$D = 0.9(Q_d)^{0.45} \qquad \boldsymbol{Ec.13}$$

D: diámetro de tubería.

K: valor constante.

Qd: caudal de diseño.

- ✓ **Velocidad de fluido**

$$V = \frac{Q_d}{A} \qquad \boldsymbol{Ec.14}$$

V: velocidad del fluido.

Qd: caudal de diseño

A: área de la tubería.

- ➢ **Red de distribución**

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

Pérdidas por Fricción

$$\boldsymbol{H = \left(\frac{(SeQe - SfQf)}{2,85\,(Qe - Qf)}\right) \times L} \qquad \boldsymbol{Ec.15}$$

H: Pérdidas por fricción en metros

Qe: Caudal entrante en el tramo en (gpm)

Qf: Caudal de salida al final del tramo (gpm)

Se: Pérdidas en el tramo correspondientes Qe en decimales

Sf: Pérdidas en el tramo correspondientes Qf en decimales

L: Longitud del tramo en metros.

- **Modelación Hidráulica de Red de Distribución**

Método longitud equivalente de tuberías:

$$QN = F^* Le \qquad \textbf{Ec. 16}$$

Dónde:

QN= Caudal en cada nodo

Le= Longitud equivalente del nodo.

F = Q/L

L = Longitud total de la red en simulación de Epanet.

Q = Caudal de diseño en 20 años.

- ✓ **Método caudal unitario**

Caudal en cada nodo

$$\frac{Q * NODO = (Qunit)(Poblac.Nodo)}{1000} \qquad \boldsymbol{Ec.17}$$

Caudal unitario

$$caudal\ unitario = \frac{CMH/1000}{Poblac.\ final} \qquad \boldsymbol{Ec.18}$$

- ➢ **Golpe de ariete**

- ✓ **Valor de celeridad**

Se calcula la celeridad “a” con la fórmula de Allievi o se consultan las tablas para calcular la sobrepresión mediante la fórmula adecuada.

Celeridad

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K^{D/e}}} \qquad \boldsymbol{Ec.19}$$

Dónde:

K: coeficiente función del módulo de elasticidad del material constituido.

Módulo de elasticidad

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon} \qquad \boldsymbol{Ec.20}$$

D: diámetro de la tubería.

Ɛ: espesor de la tubería

- ✓ **Formula de Michaud**

Se calcula la longitud crítica “Lc”, que es la distancia que separa el final de la impulsión del punto crítico o de coincidencia de las fórmulas de Michaud y Allievi. En la Lc rige la fórmula de Michaud.

Longitud critica. Michaud

$$Lc = \frac{a \times T}{2} \qquad \boldsymbol{Ec.21}$$

Se comparan las longitudes L y Lc.

Tabla 7. Condiciones Formula Michaud

Condición	Tipo de impulsión	condición	Tipo de cierre	Formula
L<Lc	Impulsión corta	$T > \frac{2 \times L}{a}$	Cierre lento	$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$
L>Lc	Impulsión larga	$T < \frac{2 \times L}{a}$	Cierre rápido	$\Delta H = \left(\frac{(\mathrm{V} \times \mathrm{a})}{\mathrm{g}}\right)$

Notas. Abrev. ∆H: valor de la sobrepresión en metros de columna de agua (m.c.a), a: celeridad en metros/segundos (m/s),

$\boldsymbol{v}$: Velocidad del fluido antes del cierre, L: longitud real, g: gravedad, T: tiempo de parada.

Fuente: Fenómeno transitorio de golpe de ariete. Rubio, Vincent

- **Almacenamiento**

- ***Volumen Compensador:***

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

$$Vc=15\%CPD \qquad Ec.\ 22$$

- **Volumen de reserva**

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

$$Vr=20\%\ CPD. \qquad \textbf{Ec. 23}$$

- ***volumen total de almacenamiento***

$$VT=35\%CPD. \qquad \textbf{Ec. 24}$$

- **Calidad y tratamiento de agua**

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán en mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de Potabilización y en consecuencia la mayoría de los Sistemas de Agua Potable poseen Plantas de Tratamiento. Estos procesos unitarios se clasifican en pretratamiento, tratamiento y post tratamiento.

- ✓ **Pretratamiento.**

Cuando la turbiedad tiene un valor promedio de más de 50 UTN en períodos que sobrepasan algunas semanas, o más de 100 UTN en períodos que sobrepasan algunos días, es necesario efectuar un pretratamiento antes de pasar el agua a través de los filtros lentos, con la finalidad de disminuir la turbiedad. Los pretratamientos más simples que pueden emplearse son; captación indirecta, y la prefiltración en lechos granulares, estos pueden combinarse.

- ✓ **Tratamiento por filtración lenta**

La filtración lenta es un proceso de tratamiento del agua, que consiste en hacerla pasar por un lecho de arena en forma descendente o ascendente y a muy baja velocidad. La filtración lenta en arena es considerada un tratamiento total que incluye desinfección.

- ✓ **Postratamiento**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

6.5.4. Uso del software EPANET

Epanet efectuó el seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones de los nodos, niveles en los depósitos, permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro. (Rossman, 2000)

- Pasos para usar EPANET:

- Dibujar un esquema de la red de distribución o importar una descripción básica desde un fichero de texto.
- Editar las propiedades de los objetos que configuran el sistema.
- Describir el modo de operación del sistema.
- Seleccionar las opciones de cálculo.
- Realizar el análisis hidráulico de agua.
- Observar los resultados del análisis.

6.6. ESTIMACIÓN DEL COSTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Se realizó una base de datos en Excel donde se detallarán los costos de todas las obras proyectadas en la implementación de un mini acueducto por bombeo gravedad, con la que se realizara la estimación del presupuesto de las obras que contemplen el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de La Isla de Peñas Blancas, Municipio La Dalia, Departamento de Matagalpa.

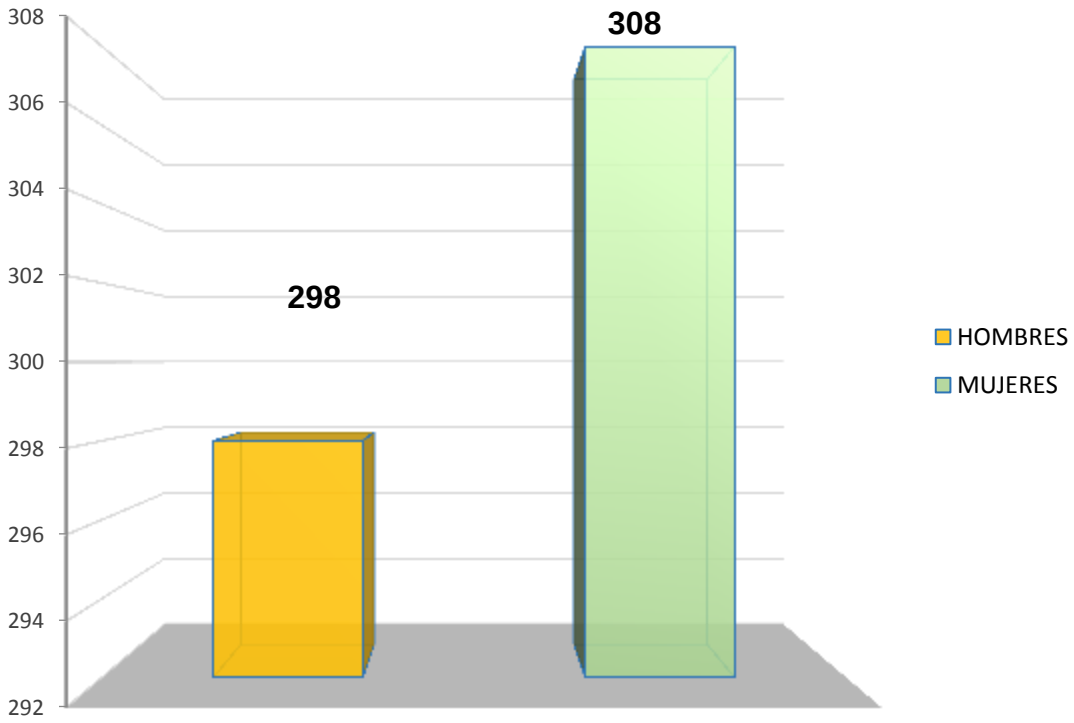
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA COMUNIDAD DE LA ISLA DE PEÑAS BLANCAS

7.1.1. Población

En la comunidad de la Isla Peñas Blancas se realizó un censo poblacional casa a casa, la gráfica 2 muestra un total de 606 personas, de las cuales 308 correspondientes al 51% son hombres y 298 correspondientes al 49% son mujeres, dicha comunidad se contabilizaron 88 viviendas habitacionales con una densidad poblacional de 6.87 personas, una escuela, dos puestos comunales y dos beneficios de café.

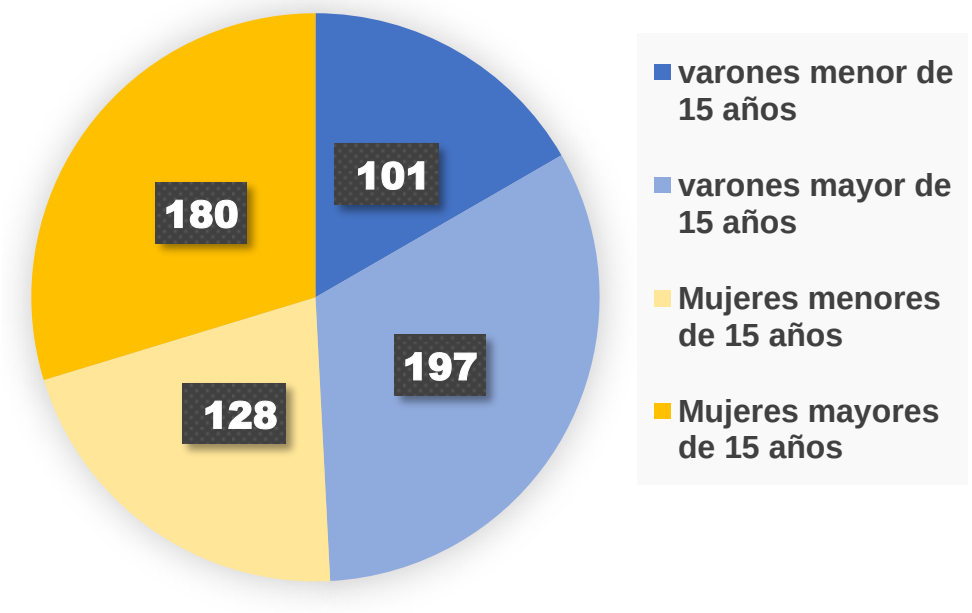
Gráfica 2. Censo Poblacional La Isla de Peñas Blancas



Fuente: Propia.

En la Gráfica 3, se presentan los rangos de edades de los habitantes de La Isla Peñas Blancas para delimitar las edades de una manera clara, encontrándose que de los 606 habitantes 197 (32%) son varones mayores de 15 años, 180 (30%) mujeres mayores de 15 años, 128 (21%) mujeres menores de 15 años y 101 (17%) varones menores de 15 años.

Gráfica 3. Rangos de edades La Isla de Peñas Blancas



Fuente: Propia

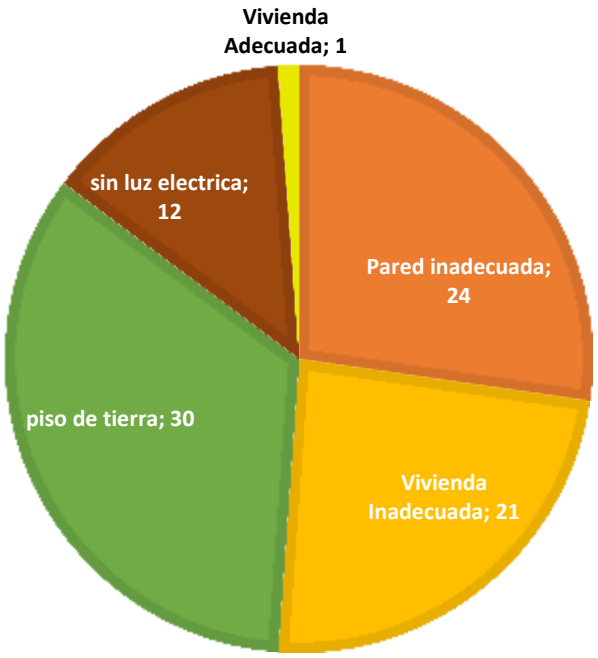
7.1.2. Vivienda

Se llevó a cabo una inspección de las viviendas que se encuentran en la comunidad de La Isla de Peñas Blancas permitiendo evaluar las condiciones en la que los pobladores tienen sus hogares.

En cuanto a la tenencia de tierra se encontró que hay un total de 88 viviendas de las cuales en su gran mayoría son construidas de madera y adobe y en menor cantidad de concreto, todas se encuentran en terrenos propios.

En la gráfica 4, se presenta el estado en que se encuentran las viviendas de los pobladores de la comunidad de La Isla de Peñas Blancas, observándose que 30 (34%) su piso es de tierra, 24 (27%) poseen paredes inadecuadas, 21 (24%) son viviendas totalmente inadecuadas, 12 (14%) están sin luz eléctrica y solo 1 (1%) de las viviendas es adecuada, es decir que presta las condiciones para ser habitada.

Gráfica 4. Estado de viviendas La Isla de Peñas Blancas



Fuente: Propia.

Figura 6. Viviendas de comunidad La Isla Peñas Blancas



Fuente: Propia.

7.1.3. Educación

En la figura 7 se muestra el centro escolar de la Isla Peñas Blancas, en el cual laboran 5 maestros, todos ellos pertenecientes a la comunidad de La Mora. Estos se encargan de ejercer su labor en dos horarios, matutino en el cual se imparte de primer a tercer grado y vespertino de cuarto a sexto grado, la decisión de dividir en dos turnos es por la poca capacidad que tienen las instalaciones para albergar a los niños, llegando a tener la necesidad de ubicar una parte en una casa comunal según la charla sostenida con el profesor de turno.

Figura 7. Centro escolar de la Isla Peñas Blancas





Fuente: Propia

Este Centro escolar, fue construido en el año 2007 con el objetivo de mejorar las condiciones educativas para los niños y niñas de esta comunidad, donde asiste un total de 59 estudiantes de educación primaria de los cuales 32 (54%) son niños y niñas entre 6 - 8 años y 27 (46%) entre 9 - 12 años. Además, se encontró que un total de 223 personas no culminaron la educación primaria de las cuales 120 (54%) son varones y 103 (46%) mujeres.

Cabe mencionar que en el caso de la educación secundaria no se cuenta con un centro para los jóvenes que habitan en la Isla Peñas Blancas por lo que se ven obligados a asistir al Instituto La Dalia a 27 km de la comunidad, de los cuales se contabilizaron un total de 42 estudiantes de estos 22 (52%) son varones y 20 (48%) son mujeres, ambos sexos andan entre 12 y 18 años. Así mismo se encontró que un total de 185 personas no culminaron la educación secundaria de las cuales 110 (59%) son varones y 75 (41%) mujeres.

Se logró levantar información de 60 personas que no lograron finalizar la secundaria, pero sin embargo optaron por carreras técnicas que brinda el INATEC, de los cuales 38 (63%) son varones y 22 (37%) mujeres.

Para el caso de los estudios de Educación Superior se encontró que existen 14 habitantes que finalizaron estudios universitarios de los cuales 8 (57%) son varones y 6 (43%) mujeres.

También se contabilizaron 23 personas que no realizaron ningún estudio de los cuales 15 (65%) son varones y 8 (35%) mujeres.

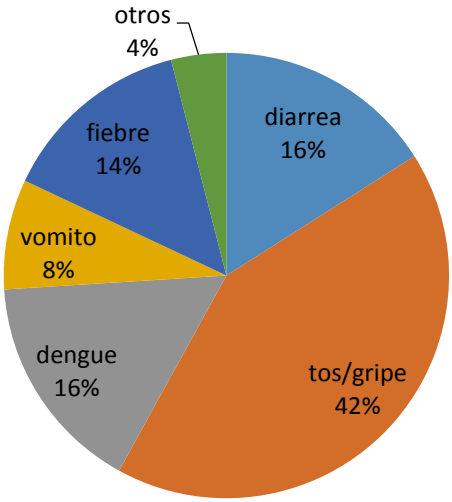
7.1.4. Servicios básicos

- ✓ **Salud**

Cabe mencionar que en la Comunidad de la Isla de Peñas Blancas no hay un puesto de salud actualmente, tienen que viajar a la cabecera municipal de la Dalia para ser atendidos cuando necesitan de este servicio o también tienen la opción de recibir asistencia médica en el Centro de Salud de La Mora.

La gráfica 5 muestra las enfermedades que más afectan a los habitantes de la comunidad la Isla de Peñas Blancas, entre las que se pueden mencionar: Enfermedades respiratorias en un 42%, diarrea y dengue en un 8%, fiebre en un 14%, vomito en un 4% y un 2% son atenciones a mujeres durante el embarazo, control y crecimiento de los niños.

Gráfica 5. Enfermedades más comunes en la comunidad



Fuente: Propia

- ✓ **El transporte**

El municipio cuenta con el servicio de trasporte público intermunicipal, el transito es fluido. La principal vía de acceso a este Municipio la constituye una carretera pavimentada de doble vía que se encuentra en su fase final de ejecución que corresponde a un tramo de carretera la cual cruza el territorio de suroeste a noreste, la carretera es pavimentada con un camino revestido que lleva hacia el área del proyecto el cual es de fácil acceso sin importar la estación del año.

Figura 7. Entrada a la comunidad La Isla de Peñas Blancas



Fuente: Propia

- ✓ **Energía eléctrica**

El municipio se encuentra integrado a la red nacional de energía eléctrica, siendo su fuente de interconexión la sub-estación eléctrica "Hermanos Amador Gallegos", ubicada en El Tuma.

- ✓ **Telecomunicaciones**

El Municipio de La Dalia, así como la comunidad de la Isla de peñas Blancas, cuenta con el servicio de telefonía cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones CLARO y TIGO, se pudo observar en la visita de campo varias pulperías que contaban con venta de recargas y algunas con la señal satelital de claro televisión.

7.1.5. Actividades Económicas.

El aspecto laboral es de sumo interés para determinar la capacidad de la población de generar dinero para su sustento y la capacidad de asumir los gastos básicos, en este caso especial, del servicio de agua a recibir a corto plazo tanto como en un futuro.

La mayor parte de la población se dedica a la agricultura donde las áreas más fuertes de trabajo son cortes de café, siembra de granos básicos, crianza de gallinas y cerdos, de esto la mayor parte de estos trabajos son realizados por varones ya que las mujeres se dedican al cuido de la casa.

Según la encuesta realizada se destaca que muchas de las familias sus ingresos generados mensualmente oscilan entre los 2000 y 3000 córdobas.

Figura 8. Actividades económicas



Fuente: Propia.

7.2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ALTIMÉTRICA Y PLANIMÉTRICA DEL ÁREA A TRAVÉS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

El terreno de la comunidad de la Isla de Peñas Blancas es irregular, dada esta condición la ubicación de los diferentes elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua por gravedad, específicamente, es de suma importancia para su correcto funcionamiento.

La toma de los puntos geodésicos donde se ubicarían los elementos, fue tomada con un GPS de mano, marca Garmin, facilitado por la Universidad Nacional de Ingeniería.

Con la utilización del GPS se ubico la fuente “El Matapalo”, afluente del Rio La Wazakita, cabe destacar que se encuentra en el punto más alto de la comunidad a 1098 msnm sus coordenadas UTM fueron E 642014.2465 N 1463086.2345.

Figura 11. G.P.S (Global Positioning System)



Fuente: Propia

La fuente “El Matapalo”, lugar donde estará ubicada la obra de captación y por ende la línea de aducción hasta el tanque de almacenamiento que tiene una altura de 1036 msnm en las coordenadas UTM E 642078.71 N 1462477.39, dichos puntos se encuentran a una distancia de 629.11 metros.

7.3. AFORO DE LA FUENTE

Se realizó la recopilación de información existente de estudios ejecutados por la alcaldía de La Dalia que contemplaran los datos necesarios para desarrollar de manera eficiente este objetivo. Dado que se efectuó un aforo en época de estiaje en verano del 2021 se procedió a tomar este dato como base para respaldar la implementación del caudal de diseño y que este sea aceptable.

Se hizo un recorrido acompañado por las autoridades de la Alcaldía de La Dalia que permitió conocer las características de la fuente, así como la trayectoria de los puntos donde estaría instalada la línea de conducción.

Figura 9.Fuente de abastecimiento El Matapalo



Fuente: Propia

Un dato que permite tener una certeza del mantenimiento de la fuente a lo largo del tiempo es que esta pertenece al Macizo de Peñas Blancas por ende un área protegida con leyes muy estrictas hechas valer por los mismos ciudadanos, además de que el acceso es complicado.

Este estudio se efectuó aplicando el método volumétrico que consiste en lo siguiente:

• Colocar un tubo sobre la corriente de la fuente de tal forma que el agua fluya a través de este.
• Situar una cubeta al extremo por donde saldrá el agua con el fin de captar la misma.
• Registrar el tiempo que tardara en llenarse la cubeta (se llevara a cabo 5 veces el procedimiento para una mejor precisión del caudal).

Tabla 8. Datos aforo El Matapalo

Caudal estimado	Caudal estimado	Caudal estimado
m^3/seg	Lts/seg	GMP
0.02996	29.29	474.9

Fuente: Propia.

- ✓ **Calidad del agua**

En cuanto al estudio de la fuente del sistema compete, no deberá limitarse tan solo a la fuente que proporcione en cantidad a la comunidad a abastecer, es también necesario localizar la fuente más limpia, aunque no se encuentre cerca de la comunidad. El agua para consumo humano deberá ser sanitariamente segura y libre de elementos que constituyan un peligro para la salud, eliminando aquellas propiedades físico –química y bacteriológica.

Por tanto, se realizaron pruebas físico químicas, tomando muestras de la quebrada que luego fueron enviadas a los laboratorios del PIENSA para su respectivo análisis (anexo 2, pág. vii-viii).

7.4. REALIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

7.4.1. Criterios de diseño

El diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, está basado en una serie de datos sobre la demanda, parámetros, criterios y normativas técnica.

El INNA, ente regulador del sector agua y saneamiento, ha establecido normas técnicas nacionales de obligatorio cumplimiento las cuales son:

- NTON 09001-99 Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (sector rural).
- NTON 09003-99 Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (sector Urbano.)

Estas normas permiten homogenizarlos procedimientos técnicos y optimizar los recursos, en función de conseguir un proyecto sostenible y armónico con el medio ambiente.

7.4.2. Periodos de diseño

Se adopta un período de diseño de 20 años, basado en la vida útil de la fuente según (INAA, 1999a, p. 15) lo que comprende un período que inicia en el año 2021 y concluye el año 2041, en el cual se proyectará la demanda de la población.

- ✓ **Proyección de población**

Para el cálculo de la población de diseño se realizó el análisis de la tasa de crecimiento poblacional tomando como referencia la población del año 2005, la cual era de 470 habitantes, teniendo un crecimiento de 606 habitantes en el año 2022 según los datos arrojados por el estudio realizado. Aplicando la ecuación (Ec.3 pag.29) se obtuvo una tasa de crecimiento de 1.50%. a partir de los datos de la tabla 9.

Tabla 9. Tasa de crecimiento La Isla de Peñas Blancas

Censo	Periodo intercensal	Población total	Tasa de crecimiento
2005		470	
	5		-3.27%
2010		398	
	12		3,57%
2022		606	

Fuente. Propia.

$$r = \left[\left(\left(\frac{606}{470}\right)^{(1/(2022-2005))}\right) - 1\right] \times 100 = 1.50\%$$

La tasa de crecimiento encontrada se encuentra por debajo de los rangos permitidos en la norma (INAA, 1999a, pág. 9), por lo tanto, se adopta la tasa mínima de crecimiento de 2.5%.

Con la información anterior la población actual del año 2021 se proyectó para el año 2041, dando como resultado una población final de 992 habitantes. A continuación, se presenta la tabla N°10, donde se observar la proyección poblacional para el último día de diseño, aplicando la ecuación 1.

$$P_F = P_I(1 + r)^n$$

$$P_F = 606(1 + 0.025)^{20}$$

$$\boldsymbol{P_F = 992\ hab}$$

Tabla 10.Proyección de Población por quinquenios

Años	**Tasa de crecimiento (%)**	**Población**
2022	***2.50%***	606
2027		686
2032		776
2037		877
2042		992

Fuente: Propia.

7.4.1. Dotaciones y consumo.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable se consideran dotación de conexiones domiciliar de patio en comunidades rurales concentradas de 100 lppd, según Norma.

- **Consumo doméstico**

El consumo doméstico se determinó con la ecuación 4, considerando una población futura proyectada a 20 años, en el cual habrá 992 habitantes y tomando en cuenta una dotación de 100 lppd, como se observa en el siguiente cálculo.

$$CD = Dotacion * poblacion$$

$$CD = 100\ lppd * 992\ hab$$

$$CD = 99200\ {}^{l}/_{d} * \left(\frac{1d}{86400\ s}\right)$$

$$CD = 1.148\ {}^{l}/_{s}$$

- **Consumo institucional**

$$C_{inst} = 7\%CD$$

$$C_{inst} = 0.07 * 1.148\ {}^{l}/_{s}$$

$$C_{inst} = 0.08036\ {}^{l}/_{s}$$

- **Consumo Comercial y Consumo Industrial**

Dado que en la comunidad no se encuentran establecidas instalaciones comerciales y de igual forma no se encuentran fabricas industriales.

Se considera que la aplicación de los consumos comerciales al no tener un punto en el que llevarse a cabo a corto o largo plazo dado que el mercado donde las personas de la comunidad frecuentan es el que está ubicado en la Mora, comunidad que está a 10 minutos de La Isla de Peñas Blancas, así como el industrial dado que es una zona rural en pleno desarrollo no se tomaron en cuenta en cambio el institucional si, por el centro de educación primaria, casas comunales utilizadas como centros educativos alternativos o como centros de salud temporales.

Caudales de incendio serán despreciables al ser una población de 606 personas y 992 al final de periodo de diseño el cual según las NTON el mínimo para ser tomada en cuenta es para una población de 5000 personas a más.

- **Consumo promedio diario**

El consumo promedio (CPD) Se calculó, mediante la ecuación N°11, en centrándose un valor de 1.228 l/s, no se tomó en cuenta el consumo comercial ni el industrial debido a que la comunidad no posee ninguno de estos consumos, únicamente, se presenta una escuela.

$$CPD = CD + C_{inst} + C_{com} + C_{ind}$$

$$CPD = 1.148\,{}^{l}/_{S} + 0.08036\,{}^{l}/_{S} + 0 + 0$$

$$CPD = 1.228\,{}^{l}/_{S}$$

- **Fuga o pérdidas del sistema**

Según la norma (INAA, 1999b, pág. 17), la cantidad de agua perdida en el sistema es el 20 % del consumo promedio diario (CPD), aplicando la ecuación N°8 el resultado es de 0.2456 l/s, a continuación, se representa el resultado.

$$fugas = 20\%CPD$$

$$fugas = 0.2 * 1.2285\ {}^{l}/_{s}$$

$$fugas = 0.2457\ {}^{l}/_{s}$$

7.4.2. Caudales de diseño

Los caudales de diseño se calcularon mediante la ecuación N°9 para CMD y ecuación N°10 para CMH, como se muestran al aplicar las ecuaciones siguientes:

- **Consumo Máximo Dia (CMD)**

El caudal de consumo de máximo día será el utilizado para el diseño de la línea de aducción aplicado la ecuación N°9 se obtiene el siguiente valor:

$$CMD = 1.5CPD + fugas$$

$$CMD = \left(1.5 * 1.2285\ {}^{l}/_{s}\right) + 0.2457\ {}^{l}/_{s}$$

$$CMD = 2.0885\ {}^{l}/_{s}$$

- **Consumo Máximo Hora (CMH)**

Según la norma es el gasto para el diseño de la red de distribución, dando como resultado a 3, l/s, como se muestra al aplicar la ecuación N°10**.**

$$CMH = 2.5CPD + fugas$$

$$CMH = \left(2.5 * 1.228\, {}^{l}/_{s}\right) + 0.2456\, {}^{l}/_{s}$$

$$CMD = 3.317\, {}^{l}/_{s}$$

Tabla 11. Dotaciones y consumo

Año	Población	dotación domiciliar	Consumo domestico	Consumo institucional	CPD	consumos +perdidas	CMD	CMH
		Lppd	Lps	Lps	Lps	Lps	Lps	Lps
2022	621	100	0,7188	0,0503	0,7691	0,1538	1,3074	2,0765
2027	686	100	0,7940	0,0556	0,8496	0,1699	1,4443	2,2938
2032	776	100	0,8981	0,0629	0,9610	0,1922	1,6337	2,5948
2037	877	100	1,0150	0,0711	1,0861	0,2172	1,8464	2,9325
2042	992	100	1,1481	0,0804	1,2285	0,2457	2,0885	3,3170

Fuente: Propia

7.4.3. Sistema de abastecimiento propuesto

Para solventar los problemas de abastecimiento de manera eficiente y continua a la comunidad de La Isla de Peñas Blancas del municipio La Dalia departamento de Matagalpa se propuso la implementación un Mini-acueducto por gravedad (M.A.G) dado a que las condiciones propias del sitio permiten el buen funcionamiento

- ✓ **Componentes del sistema de abastecimiento por gravedad**
  - Obra de captación: Dique boca toma de fondo.
  - Línea de conducción por gravedad: dique toma boca de fondo-tanque de 685.5 m
  - Desinfección: hipo clorador en el tanque de almacenamiento.

- Tanque de almacenamiento: tanque existente 23 m^3 (requerido 45m^2). se propone agregar un tanque de refuerzo de 25 m^3. (volumen de tanque de fácil adquisición en el mercado nicaragüense)
- Red de distribución. Tanque-Red. De 2319.4721 m.
- 88 conexiones domiciliares.

Tabla 12. Compilacion de Datos de consumo

Consumo	Unidad de medida	Dato
Consumo máximo diario	Galones por minuto	33.10310636
	Litros/segundos	2.088481481
Consumo máximo horario	Galones por minuto	52.57552186
	Litros/segundos	3.317
Caudal aforado cuenca El Matapalo	Galones por minuto	474.9
	Litros/segundos	29.961534

Fuente: Propia.

- **Obra de captación:**

La obra de captación es una BOCA TOMA DE FONDO Con muro de contención de concreto ciclópeo con una cortina de 4.9 metros y cuatro aletones de 1 metro de largo cada uno, con un ancho de 0,4 metros y 0.25 metro de altura, proyectado de forma perpendicular al sentido del flujo, este muro servirá para represar el agua del río, con su pre filtró construido de piedra bolón y grava, encausando el agua a una caja de recolección dotada de accesorios como tubería de rebose y limpieza, tapa de acceso, tubería de salida, para garantizar su buen funcionamiento hasta el final del período de diseño.

El filtro de bolón y grava servirá de pretratamiento, reteniendo los sólidos gruesos como arenas y basura. El muro de contención será de 0.25 m de altura como máximo, la parte superior o corona será construido de tal forma que toda la corriente de agua pase por el centro del muro, con el objeto de evitar desbordamiento lateral y erosión, así como para aumentar la velocidad del flujo y evitar la sedimentación en la caja de recolección de agua.

7.4.4. Dimensionamiento Hidráulico

- ✓ **Línea de Aducción**
- **Cálculo de diámetro**

Se calculó el diámetro a partir de la ecuación de continuidad N°13, resultando un diámetro teórico de 56 mm. A continuación, se presentan los cálculos.

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

$$D = 0.9\left(0.002088\, {}^{m^3}/_{S}\right)^{0.45}$$

$$D = 0.05599\, m \cong 56\, mm$$

Para el cálculo de la línea de conducción se adoptó un diámetro nominal de 50 mm**,** una longitud de 656.2325 m con una tubería propuesta es de PVC de 50mm (2”) SDR 26, desde la fuente de capación El Matapalo hasta el tanque de almacenamiento.

- **Cálculo de velocidad**

Se calculó la velocidad de flujo en la línea de conducción, aplicando la ecuación N°14, según la norma (INAA, 1999b, pág. 53) el valor de la velocidad deberá estar entre 0.6 -1.5 m/s, a continuación, se presentan el resultado obtenido:

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

$$V = \frac{0.002088\, {}^{m^3}/_{S}}{\left(\frac{3.1416}{4}\right) * 0.050^2}$$

$$V = 1.0638\, {}^{m}/_{S}$$

Se observa que la velocidad calculada cumple con los rangos que determina la norma.

- **Perdidas por fricción**

$$h_f = 10.675 \left(\frac{Q_d}{C_{HW}}\right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}}$$

$$h_f = 10.675 \left(\frac{0.002088\, {}^{m^3}/_{S}}{150}\right)^{1.852} \frac{656.2325}{0.050^{4.87}}$$

$$h_f = 15.3975\, m$$

- **Golpe de ariete**

En el diseño se analizó la sobrepresión para una tubería de 50 mm (2 pulg) SDR 26, Norma ASTM 2241, la cual es causada por el fenómeno conocido como golpe de ariete, dado que la conducción es por gravedad este efecto puede ser producido por una mala manipulación de cierre de una válvula, para el cálculo se asume un tiempo de manipulación de válvula de 5 s, a continuación, se observan las ecuaciones aplicadas en los cálculos:

- **Coeficiente en función del módulo de elasticidad**

Tabla 13.Valores de módulo de elasticidad para diferentes materiales

Material	ε (kg/m2)
Fundición	1,70E+10
Acero	2,10E+10
Hormigón	3,00E+08
PVC	3,00E+08
PE	1,00E+08
PRFV	2,00E+09

Se aplicó la ecuación N°20, dando como resultado un coeficiente de 33.33.

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

$$k = \frac{10^{10}}{3x10^{8}}$$

$$k = 33.3$$

- **Celeridad de la onda de presión**

Para obtener el valor de celeridad de la onda se aplicó la ecuación N°19, dando como resultado un valor de 356.817 m/s, como se presenta a continuación.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k\frac{D_i}{e}}}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33\frac{50\ mm}{2.31\ mm}}}$$

$$a = 356.817\ {}^{m}/_{s^2}$$

Tabla 14.Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diámetro nominal	Diámetro Promedio Externo	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
mm		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
50	60,3+20,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27

Fuente: Durman

- **Tiempo crítico**

Pera calcular el tiempo que tarda la onda en recorrer un ciclo completo de ida y vuelta fue calculado con la ecuación N°21, dando como resultado 3.68 s, el procedimiento es el siguiente:

$$t_c = \frac{2L}{a}$$

$$t_c = \frac{2 * 656.2325\ m}{356.817\ {}^{m}/_{s^2}}$$

$$t_c = 3.68\ s$$

- **Longitud critica**

Para calcular la longitud critica (distancia que separa el final de la tubería de conducción del punto crítico) medida desde la fuente hasta el punto de ubicación de la válvula se utilizó la ecuación:

$$L_c = \frac{a * T_M}{2}$$

$$L_c = \frac{356.817\ {}^{m}/_{s^2} * 5\ s}{2}$$

$$L_c = 892.04\ m$$

- **Línea de energía**

❖ **Altura geométrica**

Se determinaron las elevaciones de cada nodo de la línea de aducción a través del levantamiento topográfico, dichas elevaciones están expresadas como Z1 y Z2 en la tabla 15.

❖ **El diámetro propuesto para la línea de conducción es de 50 mm**

❖ **El área del diámetro propuesto fue calculada por la fórmula**:

$$A = \Pi \frac{D^2}{4}$$

A=Π (0.0500²/4) = 0.0020mm²

❖ **La velocidad del flujo calculada para la línea de conducción a través de la fórmula:**

$$V = \frac{caudal\ de\ diseño(Q)}{area\ de\ la\ seccion(a)}$$

$V = 0.0021/0.0020$= 1.0636 m/s

❖ **Las pérdidas en cada tramo se calcularon por la fórmula de Hazen-Williams**

$$Hf = 10.67 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}}$$

Dónde:

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.

$$Hf\ TRAMO\ 1 = 10.67\left(\frac{0.0021}{150}\right)^{1.852}\ \frac{70.6392}{0{,}0500^{4.87}}$$

Hf tramo 1 = 1.6573 m

Este procedimiento se realizó en cada uno de los tramos de esta manera conocer las perdidas en cada uno de ellos.

- **Altura cinética calculada a través de la formula**

$$\mathrm{AC} = \frac{\mathrm{V}^2}{2\mathrm{g}}$$

$$\mathrm{AC} = \frac{1.0636^2}{2\mathrm{g}}$$

AC=0.0576 m.c.a.

- **Aplicación del teorema de Bernoulli**

$$\frac{\boldsymbol{p_1}}{\boldsymbol{\gamma}} + \frac{\boldsymbol{V_1}^{\boldsymbol{2}}}{\mathbf{2g}} + \boldsymbol{Z_{1=}}\left(\frac{\boldsymbol{p_2}}{\boldsymbol{\gamma}} + \frac{\boldsymbol{V_1}^{\boldsymbol{2}}}{\mathbf{2g}} + \boldsymbol{Z_2}\right) + \boldsymbol{hf}$$

Dónde:

P1 = presión de trabajo (m.c.a)

γ : peso específico del fluido.

$\frac{\mathrm{V}^2}{2\mathrm{g}}$= altura cinética, velocidad, Aceleración gravitatoria.

Z= carga hidrostática(m),

Hf= Son las pérdidas de energía que existen en el recorrido, más las pérdidas locales.

Línea 1=$\boldsymbol{(1088 + 0 - 1098) - 1.6573 = 8.3427m}$

Aplicamos el teorema de Bernoulli en cada uno de los tramos.

- **Cálculo de la línea de energía**

Se desarrolló a través de la sumatoria de la altura del balance entre los dos puntos, la línea del terreno y la altura cinética.

Línea 1= 1088+8.3427+0.0576

Línea 1=1096.4004

Este procedimiento se realizó en cada uno de los tramos.

- **Cálculo de la línea de energía total**

Se desarrolló a través de la sumatoria de la altura del balance entre los dos puntos, la línea del terreno la altura cinética y las pérdidas acumuladas en cada tramo.

Línea 1= 1088+8.3427+0.0576+1.6573

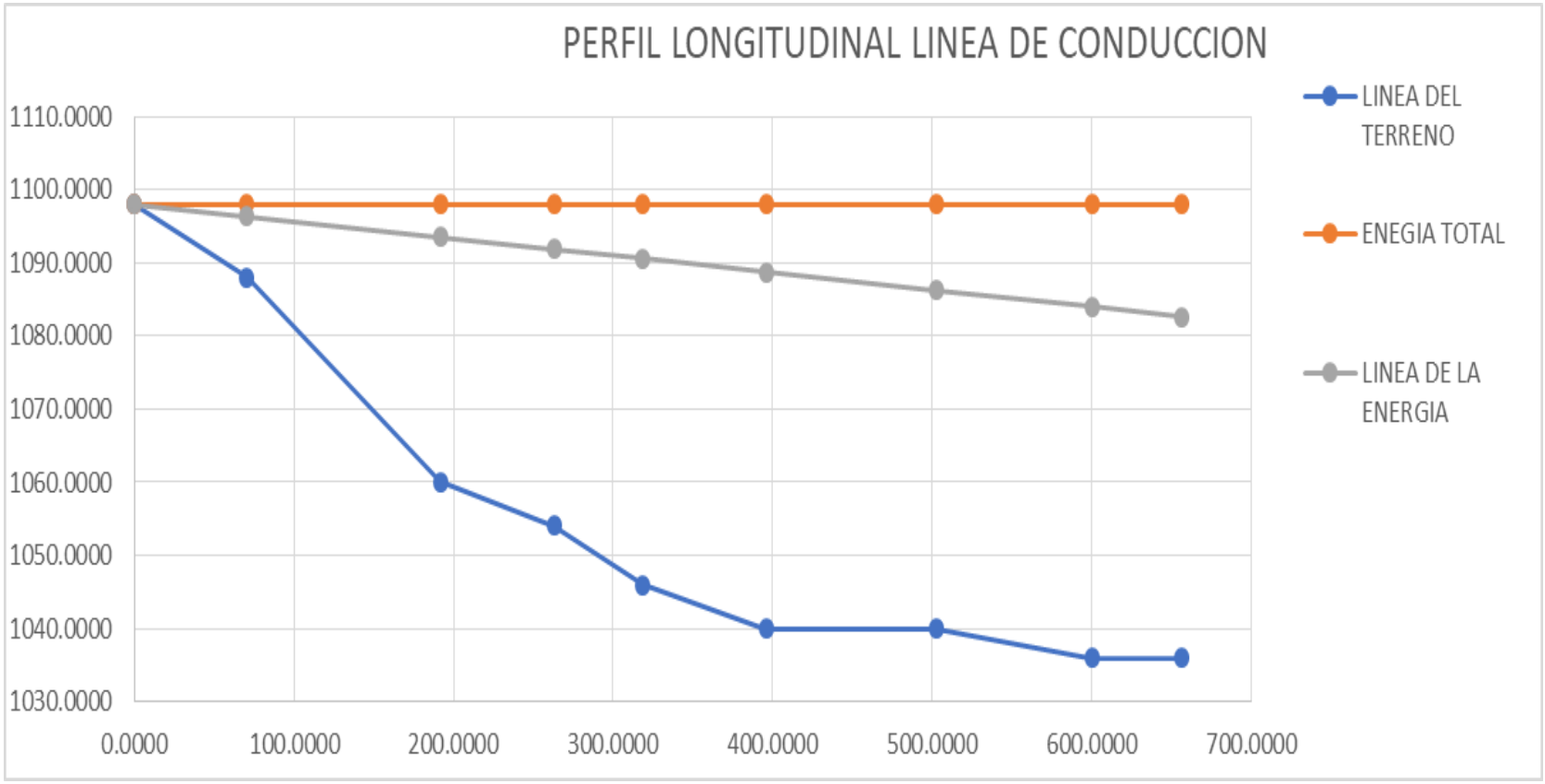
Línea 1= 1098.0576 m

Tabla 15.Línea de energía

		LINEA 1	LINEA 2	LINEA3	LINEA 4	LINEA 5	LINEA 6	LINEA 7	LINEA 8
Z 1	1098.000	1098	1088	1060	1054	1046	1040	1040	1036
Z 2	1098.000	1088	1060	1054	1046	1040	1040	1036	1036
LON TRAM(m)	0.000	70.6392	120.9534	71.3193	55.8899	77.1096	106.9672	97.2979	56.0560
LONG ACUM(m)	0.000	70.6392	191.5926	262.9119	318.8018	395.9114	502.8786	600.1765	656.2325
Q DISEÑO		0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
h 1	0.000	0.0000	8.3427	33.5050	37.8317	44.5205	48.7114	46.2018	47.9190
D	0.050	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
A	0.002	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
V	0.000	1.0636	1.0636	1.0636	1.0636	1.0636	1.0636	1.0636	1.0636
v2/2g	0.000	0.0576	0.0576	0.0576	0.0576	0.0576	0.0576	0.0576	0.0576
hf TRAMO	0.000	1.6573	2.8377	1.6733	1.3113	1.8091	2.5096	2.2827	1.3152
hf acum	0.000	1.6573	4.4950	6.1683	7.4795	9.2886	11.7982	14.0810	15.3962
h2	0.000	8.3427	33.5050	37.8317	44.5205	48.7114	46.2018	47.9190	46.6038
ENERGÍA TOTAL	1098.000	1098.0576	1098.0576	1098.0576	1098.0576	1098.0576	1098.0576	1098.0576	1098.0576
LINEA DE ENERGÍA	1098.000	1096.4004	1093.5626	1091.8894	1090.5781	1088.7690	1086.2594	1083.9766	1082.6615

Fuente: Propia.

Gráfica 6. ***Perfil longitudinal línea de conducción***



Fuente: Propia.

- ✓ **Tratamiento y Desinfección**

El agua que tiene como origen una fuente de captación como lo es la fuente de matapalo presenta grados de contaminación bacteriana, por lo que será necesario de un proceso de desinfección mediante el uso de hipoclorito de calcio. Se propone la instalación de un hipo clorador por goteo constante, ya que en las zonas rurales del país es el más utilizado, por ser el más económico y de fácil manejo, y este será instalado sobre la loza superior del tanque de almacenamiento.

Tabla 16. Dosificaciones de Cloro

No. Proyección	Año	Población	CMD	Dosis de Cloro	Dosificación Hipoclorito de Calcio 70%		Volumen-solución		
			GPM	Lbs/día	Lbs/ día	grs/día	lts/día	gl/día	gotas/min
0	2022	606	20.2223	0.4853	0.6933	315.1521	31.5152	8.3263	284.5123
5	2027	686	22.8919	0.5494	0.7849	356.7564	35.6756	9.4255	322.0717
10	2032	776	25.8952	0.6215	0.8878	403.5611	40.3561	10.6621	364.3260
15	2037	877	29.2655	0.7024	1.0034	456.0865	45.6086	12.0498	411.7447
20	2042	992	33.1031	0.7945	1.1350	515.8926	51.5893	13.6299	465.7363

Fuente: Propia

- ✓ **Tanque de almacenamiento**

Para determinar el volumen requerido del tanque de almacenamiento se debe conocer el volumen compensador y el volumen de reserva a través de las fórmulas presentadas en las Normas obligatorias nicaragüenses:

$$\mathbf{Vc=15\%CPD}$$

$$\mathbf{Vr=20\%CPD}$$

Este volumen debe ser tomado del resultado al final del periodo de diseño proyectado a 20 años.

Tabla 17.Almacenamiento de tanque La Isla de Peñas Blancas

Año	**volumen compensador** **m³** **15%**	**volumen de reserva** **m³** **20%**	**volumen total** **m³** **35%**	**volumen total** **Galones** **35%**
2022	11.67156	15.56208	27.23364	7194.365
2027	13.21236	17.61648	30.82884	8144.116
2032	14.94576	19.92768	34.87344	9212.586
2037	16.89102	22.52136	39.41238	10411.65
2042	19.10592	25.47456	44.58048	11776.91

Fuente: Propia

Se propone la rehabilitación del tanque ubicado en el sector Isla de Peñas Blancas con capacidad de 23 m³ para cubrir la población de diseño de la comunidad Isla de Peñas Blancas. El sitio del tanque está localizado en el punto N2 en las coordenadas E 642078.71 N 1462477.39 a una elevación de 1036 msnm.

- ✓ **Características de la obra**

Tipo de sección: Circular.

Dimensiones internas: 4.10 m de diámetro x 1.80 m de altura.

Tipo de material: Mampostería de ladrillo cuarterón confina.

Tabla 18. Capacidad de Tanque

Tanques	Capacidad Existente m3	Capacidad Requerida m³	Capacidad Complementaria m³
Existente	23 m³	45 m³	
Requerido			22 m³

Fuente: Propia

Dado que el volumen requerido para la comunidad de la Isla de Peñas Blancas es de 45 m³ y el tanque a ser rehabilitado posee un volumen de 23 m³ es insuficiente para abastecer al final del periodo de diseño, por ende, se propone instalar un tanque compensador de 22 m³ (volumen que se encuentra disponible en el mercado nicaragüense) en el año 10 para completar el volumen requerido.

7.4.5. ANÁLISIS HIDRÁULICO EPANET

- ✓ **Red de distribución**

El análisis hidráulico de la red de distribución se hizo por medio del software EPANET. Introduciendo las coordenadas de la fuente, tanque, nodos con sus respectivas cotas, caudal unitario (, así como los diámetros en las tuberías de la red en los que se insertaron los datos de coeficientes de rugosidad y longitudes de las mismas para una correcta simulación.

Estará conformada por una tubería de 50 mm PVC SDR-26 con una longitud de 2319.4721m la cuales se diseñó a partir de las curvas de nivel expresadas en esta área. A consecuencia del terreno topográfico la red de dividió en 8 ramales.

- ✓ **Análisis en el software con Cero consumo**

Las presiones encontradas en la simulación de Epanet cuando el consumo de la red es cero, momento en que es sometida a su máximo trabajo presentó un valor mínimo de 4 m en el Nodo 3 y el valor máximo fue de 56 m en el Nodo 21.

- **Presiones Máximas y Mínimas consumo máximo horario**

Tabla 19. Caudal unitario

Nodos	Vivienda	Densidad habitacional	Pob*nod	Q unitario	Q x nodo	Qxnodo
N15	7	11.2727	78.9089	3.3438E-06	0.00026	0.26386
N13	7	11.2727	78.9089	3.3438E-06	0.00026	0.26386
N12	6	11.2727	67.6362	3.3438E-06	0.00023	0.22616
N19	4	11.2727	45.0908	3.3438E-06	0.00015	0.15077
N16	2	11.2727	22.5454	3.3438E-06	0.00008	0.07539
N18	5	11.2727	56.3635	3.3438E-06	0.00019	0.18847
N9	4	11.2727	45.0908	3.3438E-06	0.00015	0.15077
N7	2	11.2727	22.5454	3.3438E-06	0.00008	0.07539
N20	5	11.2727	56.3635	3.3438E-06	0.00019	0.18847
N21	9	11.2727	101.4543	3.3438E-06	0.00034	0.33924
N8	6	11.2727	67.6362	3.3438E-06	0.00023	0.22616
N27	2	11.2727	22.5454	3.3438E-06	0.00008	0.07539
N26	1	11.2727	11.2727	3.3438E-06	0.00004	0.03769
N25	2	11.2727	22.5454	3.3438E-06	0.00008	0.07539
N30	10	11.2727	112.727	3.3438E-06	0.00038	0.37694
N29	5	11.2727	56.3635	3.3438E-06	0.00019	0.18847
N24	6	11.2727	67.6362	3.3438E-06	0.00023	0.22616
N33	3	11.2727	33.8181	3.3438E-06	0.00011	0.11308
N22	2	11.2727	22.5454	3.3438E-06	0.00008	0.07539
	88		991.9976	3.3438E-06	0.00332	3.31704

Fuente: Propia

Para un correcto análisis en el software EPANET se aplicaron las siguientes formulas:

- **Densidad poblacional:**

$$densidad\ pob, = \frac{poblacion}{num\ de\ casas}$$

$$densidad\ poblacional = \frac{606}{88}$$

$$densidad\ poblacional = 11.2727$$

- **Población en cada Nodo**

La siguiente ecuación Debe aplicarse a cada uno de los nodos donde se aplique demanda en la red.

$$\boldsymbol{poblacion\ por\ nodo_{N15} = Densidad\ poblacional * numero\ de\ casas\ en\ nodo}$$

$$\boldsymbol{poblacion\ por\ nodo_{N15} = 11,2727 * 7}$$

$$\boldsymbol{poblacion\ por\ nodo_{N15} = 78.9080}$$

- **Caudal unitario**

Determinar el caudal por medio de la ecuación 18. Aplicándose de la siguiente manera:

$$caudal\ unitario = \frac{CMH/1000}{Poblac.\ final}$$

$$Caudal\ unitario = \frac{3.317/1000}{992}$$

$$Caudal\ unitario = 0.00000334375\ l/s$$

- **Caudal en cada nodo**

Se determinará por medio de la ecuación 17, dicho resultado se aplicará en la celda de caudal de cada Nodo a lo largo de toda la red de distribución en el software Epanet.

$$Q * NODO = (Qunit)(Poblac.Nodo)/1000$$

$$Q.nodo_{N15} = \frac{(0.00000334375)(78.9080)}{1000}$$

$$Q.nodo_{N15} = 0.26386m^3$$

- **Análisis de los resultados de Epanet (CMH)**

El nodo con la presión más baja calculada en la red se encuentra en el nodo 2 con una cota de 1035.4 msnm y la presión positiva de 0.45 m según el análisis realizado dicho nodo está ubicado en la sarta de la captación y al no haber demanda en este tramo no es un inconveniente para el correcto funcionamiento del sistema. El nodo con la mayor presión calculada en la red es el N 21 con 52.68 m este nodo se encuentra en el ramal #3.

Cabe destacar que en las presiones calculadas en un inicio de la simulación de la red los nodos del ramal #1 y el ramal #2 estaban comprendidos por presiones que excedían la norma llegando como lo fue el nodo 15 hasta una presión de 88m, por tanto, hemos instalado en una válvula reguladora de 50 mm entre los nodos 10 y 11, consecuentemente las presiones de ambos ramales alcanzaron alturas máximas de 50.84 lo cual permiten estar en el rango permitido.

- **Velocidades y diámetros**

Las velocidades arrojadas por la simulación muchas no cumplen con las establecidas en la NTON por lo que se podría interpretar que es a consecuencia de la topografía que impide tener velocidades continuas y aceptables a lo largo de la red. La velocidad de menor valor está ubicada en la tubería 25 entre el Nodo 30 y 31 con 0.02 m/s, y la de mayor valor está ubicada en la tubería 4 entre el Nodo 4 y 5.

Los diámetros establecidos a lo largo de la red de distribución son de 100mm, 75 mm y de 50 mm.

7.4.6. Costo y Presupuesto

Se estimó el costo del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de la Isla de Peñas Blancas, donde se contemplaron las diferentes etapas y sub etapas del proyecto, en las cuales se destacan los costos unitarios y totales de cada una de las actividades que se proponen en el mismo.

En las etapas se estimó la cantidad de material a utilizar, así como el costo del mismo incluyéndose la mano de obra y el gasto aplicado por los equipos a utilizarse en la construcción o instalación de las obras.

Cabe destacar que obras como el tanque de almacenamiento y la obra de captación no se han incluido, dado que la comunidad ya cuenta con ellos.

Según la inspección realizada por un maestro de obras, estas aun cuentan con las condiciones favorables para su reutilización posteriormente su correcto funcionamiento para brindar de manera eficaz el servicio de agua potable.

A partir de las consultas realizadas, y los cálculos pertinentes se obtuvo el precio final estimado en córdobas de C$1, 893, 225.36 y el valor en dólares de $ 52,883.39

Tabla 20. Costo y presupuesto

ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTO UNITARIO				COSTO TOTAL			
			MAT.	M.O	EQUIP.	TOTAL	MAT	M.O	EQUIP.	TOTAL
PRELIMINARES										**$1,662.40**
Rotulaciones, señalización y champa	Glb	1	$400.0	$	$	$400.0	$400.00	$	$	$400.00
Trazo y Nivelación.	Ml	3156	$	$	$0.40	$0.40	$	$	$1,262.4	$1,262.4
EXCAVACIONES.										**$4,954.92**
Excavación con máquina en terreno natural 0 a 1.20 mts	m	3156	$0.15	$0.16	$1.26	$1.57	$473.40	$504.96	$3,976.56	$4,954.92
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍAS										**$17,973.28**
Sum e Inst de tubería PVC SDR 26 Diámetro 25 mm	m	227	$1.36	$0.14	$0.05	$1.55	$308.04	$31.78	$11.35	$351.17
Sum e Inst de tubería PVC SDR 26 Diámetro 50 mm	m	2630	$5.02	$0.43	$0.05	$5.50	$13,202.60	$1,143.26	$131.5	$14,477.36
Sum e Inst de tubería PVC SDR 26 Diámetro 75 mm	m	225	$8.30	$0.58	$0.05	$8.93	$1,867.5	$130.43	$11.25	$2,009.18
Sum e Inst de tubería PVC SDR 26 Diámetro 100 mm	m	80	$13.42	$0.72	$0.05	$14.19	$1,073.60	$57.97	$4.00	$1,135.57
CONEXIONES A LA RED										**$1,089.44**
Suministro e inst de acometida larga	und	88	$8.61	$3.47	$0.30	$12.38	$757.68	$305.36	$26.40	$1,089.44

ACTIVIDADES	UND	CANT	COSTO UNITARIO				COSTO TOTAL			
			MAT.	M.O	EQUIP.	TOTAL		M.O		TOTAL
RELLENOS Y COMPACTACIÓN.										**$14,975.85**
Relleno cama de arena para tuberías 0.10 mts de espesor(L*0,6*0,1)	m³	189.36	$20.28	$1.14	$0.50	$21.92	$3,840.22	$215.87	$94.68	$4,150.77
Relleno y compactación de zanja mat del sitio cada 0.20 m	M	3156	$0.15	$0.16	$3.12	$3.43	$473.40	$504.96	$9,846.72	$10,825.08
DESALOJO										**$2,013.60**
Desalojo de material sobrante de las excavaciones	m³	189.36	$ -	$-	$10.00	$10.00	$	$	$1,893.6	$1,893.60
Desalojo de material de escombros	m³	12	$ -	$ -	$10.00	$10.00	$	$	$120.00	$120.00
FINALIZACIÓN										**$1,400.00**
Pruebas de Fugas a presión constante	Glb	1	$1,000.00	$ -	$	$1,000.0	$1,000.0	$	$	$1,000.00
limpieza final y entrega	Glb	1	$400.00	$ -	$	$400.00	$400.00	$	$	$400.00

D	**$**	**44,069.49**
CI	**$**	**8,813.90**
C. TOTAL	**$**	**52,883.39**
C. TOTAL	**C$1,893,225.36**	

VIII. CONCLUSIONES

- Luego del estudio socioeconómico se llegó a la conclusión que la comunidad de la Isla de Peñas Blancas que presenta altos índices de pobreza media a alta según lo cataloga el INIDE. Por su capacidad de adquisición de capital cuyo sustento está ligado a lo que se produzca en la zona, así como su posterior venta. Se tiene destinado cubrir el 100% de la comunidad con un censo poblacional en el inicio del periodo de diseño de 606 personas proyectado a 20 años.

- El levantamiento topográfico fue facilitado por la alcaldía de La Dalia, pero fue complementada tomas de coordenadas en puntos claves como áreas por donde va la línea de aducción, tanque y red.

- Las pruebas de aforo de la quebrada El Matapalo fueron facilitadas por la Alcaldía de La Dalia. Se enviaron dos muestras de agua de la fuente de abastecimiento para su análisis físico químico en los laboratorios del PIENSA-UNI lo cual los resultados arrojan que el agua es apta para consumo humano y la construcción de obras como filtros gruesos, dinámico o un desarenador no son requeridos, por lo que solo se dará uso de desinfección por cloración. La demanda de agua requerida es de 2.088 Lps muy por debajo de la oferta de la fuente que alcanza los 29,29 Lps.

  El dimensionamiento de las obras se llevó a cabo basándonos en la Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON 09-001-99, 09 007 – 19) y con la ayuda del software EPANET, dando resultados de presiones máximas hasta de 52.68 m y la mínima de 0.45 m, con tuberías PVC de 50 mm, 75 mm y 100 mm. Obras como la boca toma, así como el tanque de almacenamiento se tiene como plan principal la rehabilitación del mismo, dado que la evaluación realizadas por técnicos de la Dalia estos se encuentran en óptimas condiciones.

- Se estimaron los costos y se efectuó el presupuesto de las obras del sistema de abastecimiento de agua potable obteniendo un costo de C$1, 893, 225.36.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la instalación de un Mini-acueducto por gravedad tomando en cuenta la topografía que es la indicada según las condiciones del terreno, así como el aspecto económico, social y ambiental.

- Se debe continuar con las leyes de protección ambiental aplicadas en la fuente el Matapalo para su correcta conservación a lo largo del tiempo dado que es perteneciente a la reserva natural Macizo de Peñas Blancas.

- Se recomienda el uso de una cámara rompe presión en la línea de aducción para evitar presiones superiores a la máxima que la tubería puede soportar.
- Se recomienda el uso de una válvula rompe presión en la red de distribución en el nodo 10 y 11 debido a las altas presiones encontradas en el primer ramal que excedían los 70 m que recomiendan en los parámetros de diseño en las NTON.
- Se deben realizar campañas de concientización sobre el uso del agua potable puesto que al ser una zona donde el cultivo de café y granos básicos es su principal fuente de ingresos se puede llegar a utilizar de manera desmedida y no exclusivamente para consumo humano.

- El tanque de almacenamiento propuesto es de 45 m^3 pero se rehabilitará el que ya construido tiene una capacidad de 23m^3. se recomienda instalar un tanque ROTOPLAS de 25 m^3.

- Es clave llevar a cabo encuentros entre autoridades y comunidad puesto que las encuestas que realizamos gran mayoría estaban dispuesta a un pago mínimo o nulo del servicio, a consecuencia de ello se habla de un posible acuerdo de la instalación del sistema de abastecimiento, pero los gastos y mantenimiento de los componentes estarían a cargo de la comunidad.

X. REFERENCIAS

Normas Técnicas obligatorias nicaragüenses (NTON 09-001-99)

Normas Técnicas obligatorias nicaragüenses (NTON 09 007 – 19)

Manual de Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento

Agüero Roger Pittman. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales.* Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

AQUAE. (27 de Agosto de 2020). *La importancia del agua y sus funciones en los seres vivos.* Obtenido de Fundacion AQUAE: https://www.fundacionaquae.org/importancia-del-agua/

BlogdelAgua. (29 de abril de 2014). *¿Qué es Epanet?* Obtenido de Blog del Agua: https://blogdelagua.com/tematica/abastecimiento/que-es-epanet/

CRS. (Agosto de 2007). *construccion y rehabilitacion de sistemas de agua potable.* Obtenido de Catholic Relief Services: http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=dpro_18920_1_28092007.pdf

Martinez, R. (Junio de 2019). *Canal 4 multinoticias.* Obtenido de Nueva Guinea: Puerto Príncipe cuenta con nuevo sistema de agua potable: https://www.canal4.com.ni/puerto-principe-agua-potable/

OMS. (2015). *boletin informativo del agua.* Obtenido de Organizacion mundial de la salud: https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&alias=716-boletin-informativo-el-agua&category_slug=datos-y-estadisticas&Itemid=235#:~:text=EN%20NICARAGUA&text=Es%20a%20trav%C3%A9s%20de%20la,trav%C3%A9s%20de%20la%20Ley%20No.

OPS. (2019). *Afectaciones del cambio climático.* Obtenido de Organizacion Panamerica de la Salud: https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_content&view=article&id=1

44:afectaciones-frente-al-cambio-climatico&Itemid=274#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20obedece%20a%20dos%20fen%C3%B3menos.&text=En%20Nicaragua%20los%20efectos%20del,precipitacion

OXFAM. (21 de Agosto de 2020). *La importancia del abastecimiento de agua.* Obtenido de oxfamintermon: https://blog.oxfamintermon.org/la-importancia-del-abastecimiento-de-agua/

Pittman, A. R. (s.f.).

PROFINIC. (20 de Mayo de 2009). *proyecto finca Nicaragua.* Obtenido de INFORME FINAL MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD: http://www.profinic.ch/Dokus/Espanol/2009_agua-YALI.pdf

Rossman, L. (Septiembre de 2000). EPANET. *MANUAL DE EPANET 2.0*. (F. Martinez, Trad.) Cincinatti, Ohio, Estados Unidos. Obtenido de https://es.slideshare.net/ciriloeb/manual-de-epanet

SIMAS. (2010). *ley del CAPS y su aplicacion*. (P. O. Chabrera, Editor, & Servicio de Información Mesoamericano sobre agricultura sostenible) Recuperado el 2020, de El Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible: www.simas.org.ni/media/1340896032_CAPS%20version%20educativa.pdf

TN8. (2020). *Telenoticias 8.* Obtenido de Nicaragua seguirá invirtiendo en agua y saneamiento para zonas rurales: https://tn8.tv/nacionales/514035-nicaragua-seguira-invirtiendo-en-proyectos-de-agua-saneamiento-zonas-rurales/

XI. ANEXOS

11.1. Anexo 1. Formato de encuesta estudio socioeconómico para la comunidad de La Isla de Peñas Blancas

Encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.

Departamento: _____Municipio: _____

Quien es Responsable del Hogar: Padre _____Madre _____Otro_____

Nombre de la persona encuestada: _____

Tipo de Proyecto: _____

Datos personales: (iniciar con responsable del hogar):

Nombres y Apellidos	Parentesco	sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
		F	M	1-6	7-15	16-25	26-35	35-mas		

Condiciones de la vivienda (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)

1. La vivienda es: a) Propia_____ b) Prestada____ c) Alquilada _____

2. Las paredes son: a) Bloque___ b) Ladrillo____ c) Madera____ d) Otros_____

3. El piso es: a) Madera_____ b) Tierra_____ c) Ladrillo_____ d) Otros_____

4. El techo es: a) Zinc_____ b) Teja ____c) Madera____ d) Palma____ e) Otros____

5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres ____b) Dos____ c) No tiene____

6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ____b) Regular_____ c) Mala___

II. Situación económica de la familia

1. ¿Cuantas Personas del hogar trabajan?

2. Dentro de la Comunidad: H _____ M _____Total_____

3. Fuera de la comunidad: H_____ M_____ Total_____

4. ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C$_____

5. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar: _____

6. ¿En que trabajan las personas del hogar?

a) Ganadería ___ b) Agricultura _____ c) Jornaleros _____ Otros_____ ¿Cuál? _____

7. ¿Qué cultivos realizan?

a) Arroz____ b) Frijoles____ c) Maíz____ d) Otros_____

8. ¿Tienen Ganado?

Si_____ No_____ Cuanto: a) Vacuno____ b) Equino____ c) Caprino____

9. ¿Tienen animales Domésticos?

Si_____ No_____ Cuantos: a) Cerdos_____ b) Gallinas_____

10. Los animales domésticos están:

a) Encerrados____ b) Amarrados___ c) Sueltos____

11. Los animales domésticos se abastecen de agua en:

a) El Río____ b) Quebrada_____ c) Pozo_____

III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. ¿Tienen Letrina? ¿En qué estado se encuentra?

a) Buena____ b) Regular____ c) Mala____ (verificar) No____

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí____ No_____

2. ¿Quienes usan la Letrina?

a) Adultos_____ b) Niños/as_____ c) Otros familiares_____

3. ¿La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso____ b) Arenoso____ c) Arcilloso_____

4. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan___ b) La dejan correr_____ c) Tienen zanja de drenaje_____ d) Tiene filtro para drenaje_____

5. ¿Existen charcas en el patio?

a) Si_____ b) No_____

6. ¿Cómo eliminan las charcas?

a) Drenando _____b) Aterrando____ c) Otros_____

IV. Recursos y servicios de agua

1. ¿Cuentan con servicio de agua?

a) Si____ Cual: _____ b) No____ Como se abastecen: _____ c) ¿Cuánto pagan de agua al mes? _____

2. ¿Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer_____ b) El hombre_____ c) Los niños/as____ d) Otros _____ ¿Quién? _____

3. ¿Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? _____

4. ¿En qué almacena el agua?

a) Barriles_____ b) Bidones_____ c) Pilas_____

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados_____ b) Destapados_____ c) Como_____(verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena_____ b) Regular_____ c) Mala_____

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor_____ b) Tiene mal olor_____ c) Tiene mal color_____

V. Programa de agua potable y saneamiento rural (pasr)

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

a) Si____ b) No___ c) Poco_____ Que sabe?_____

2. ¿Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si _____ b) No____ c) Porque_____

3. ¿Cuánto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C$ 20 a 35_____ b) C$ 36 a 50_____ c) C$ 51 a más_____

d) No estaría dispuesto/a_____ ¿Porque? _____

VI. Organización comunitaria:

1. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si ____ ¿Qué tipo? (Ver opciones abajo)

a) Productiva____ b) Social_____ c) Religiosa_____ d) Otra_____

No____ ¿Por qué? _____

2. ¿Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres____ b) Mujeres_____ c) Total_____

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?
a) Si_____ b) No_____ c) Porque_____

VII. Situación de salud en la vivienda.

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	Edad				
	0-5	6 a15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Infección renal					
Hepatitis					
Infecciones					
Dérmicas					

1. ¿Están vacunados los niños y niñas?

¿Si____ b) No ___ Por qué? _____

2. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como: ¿Lavado de mano a) Si_____ b) No_____ c) Por qué? _____

Hacen buen uso del Agua

a) Si_____ b) No_____ c) Por qué?_____

Hacen buen uso de la letrina

a) Si_____ b) No_____ c) Por qué?_____

3. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado? Vivos/as: Niñas _____Niños_____ Total_____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños_____ Total_____

_____ _____

Nombre del Encuestador (a) Nombre del Supervisor(a)

11.2. Anexo 2. Estudio Físico Químico El Matapalo

Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Universidad Nacional de Ingeniería
Managua, Nicaragua

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICOS DE AGUAS NATURALES

FQAN-2202-0017.01
LA-PT-05-R7(0)

NOMBRE DEL CLIENTE	DIRECCION DEL CLIENTE		TELEFONO
Ely Fernando Chávez Cuba	Comarca El Cacao, Ciudad Darío		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ely Fernando Chávez Cuba	Tesista	echavezcuba@yahoo.com	8836-4610

DATOS DE LA MUESTRA		CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA		
Fecha y Hora de recolección	06/02/2022; 9:00 a.m	Fecha de	Ingreso de muestra	07/02/2022
Fuente	Fuente Matapalo		Inicio de análisis	07/02/2022
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua Superficial/Térmica/Aceptable		Finalización de análisis	16/02/2022
Ubicación de la fuente	Comunidad la Isla de Peñas Blancas - La Dalia		Emisión del informe de resultados	17/02/2022
Coordenadas	NR	No. Cadena de custodia		5033
Recolectada por	Ely Chávez	Código de muestra		LA-2202-0002
Supervisor en campo	Ing. Emilseth Padilla	Muestra No.		Uno (1)

METODO SM // EPA/MH	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	Norma CAPRE*
2110	Apariencia	Adim	Clara	NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.56	6.5 - 8.5**
2510-B	Conductividad Electrica	µS/cm	94.60	400**
2130-B	Turbiedad	UNT	0.153	5
2120-C	Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	1.00	15
2320-B	Alcalinidad	mg/L $CaCO_3$	39.20	NE
2320-B	Carbonatos	mg/L $CaCO_3$	<0.40	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/L $CaCO_3$	39.20	NE
4500-D	Nitratos	mg/L	6.94	50
4500-B	Nitritos	mg/L	<0.003	0.1
4500-D	Cloruros	mg/L	7.98	250
3500-B	Hierro Total	mg/L	<0.006	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/L	1.99	250
2340-C	Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	31.28	400**
2340-C	Dureza Calcica	mg/L $CaCO_3$	16.00	NE
3500-B	Calcio	mg/L	6.41	100**
3500-B	Magnesio	mg/L	3.71	50
3500-X	Sodio	mg/L	10.20	200
3500-C	Potasio	mg/L	1.51	10
2540-C	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	59.00	1,000
8155	Amonio	mg/L	<0.01	0.5
4500-C	Silice Reactivo Disuelto	mg/L	37.60	NE
4500-C	Flujor	mg/L	0.0990	0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y simbolos: ≤ menor o igual al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta, **Adim**= Adimensional
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017, **MH**= Metodologia Hach
EPA = Environmental Protection Agency, *Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, **Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada por el cliente a la Oficina de Atención al Cliente, el cual proporciona los datos de la muestra reportada en el presente informe, para la realización de los ensayos ejecutados en las instalaciones de los laboratorios ambientales PIENSA-UNI.El Laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza [illegible] parcialidad del informe. Los resultados emitidos se relacionan unicamente con los ítems de ensayo.

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Lab. Amb. PIENSA-UNI

LABORATORIOS AMBIENTALES COORDINACION TECNICA PIENSA-UNI

Fin del informe

Pag. 1/1

220146

Dirección: Av. Universitaria, frente a la escuela de danza, Recinto Universitario Simón Bolívar. Contactos: Director: 2278-1462 ; Atención al Cliente: 2270-1517/8152-7314 (T), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (T) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni, Web: www.piensa.uni.edu.ni

Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Universidad Nacional de Ingeniería
Managua, Nicaragua

INFORME DE ENSAYOS MICROBIOLOGICOS

MB-2202-0015.01
LA-PT-09.RT04

NOMBRE DEL CLIENTE	DIRECCION DEL CLIENTE		TELEFONO
Ely Fernando Chávez Cuba	Comarca el Cacao,Ciudad Darío		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ely Fernando Chávez Cuba	Tesista	echavezcuba@yahoo.com	8836-4610

DATOS DE LA MUESTRA		CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA			
Fecha y Hora de recolección	06/02/2022 ;09:00 am	**Fecha de**	**Ingreso de muestra**	07/02/2022	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Fuente	Fuente Matapalo		**Inicio de análisis**	07/02/2022	
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua Superficial/Térmica/Aceptable		**Finalización de análisis**	09/02/2022	
Ubicación de la fuente	Comunidad La Isla de Peñas Blancas - La Dalia		**Emisión del informe de resultados**	11/02/2022	
Coordenadas	NR	**No. Cadena de custodia**		5033	
Recolectada por	Ely Chávez	**Código de muestra**		LA-2202-0062	
Supervisor en campo	Ing. Emilseth Padilla	**Muestra No.**		Uno (01)	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	Norma CAPRE[1]
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	$2.2*10^2$	Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	$2.2*10^2$	Negativo
9221-F	*E. coli*	NMP/100mL	$1.4*10^2$	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y líneas respectiva.
Abreviaturas y símbolos: ≤ menor o igual al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency, [1]Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada por el cliente a la Oficina de Atención al Cliente, el cual proporciona los datos de la muestra reportada en el presente informe, para la realizacion de los ensayos ejecutados en las instalaciones de los laboratorios ambientales PIENSA-UNI.El Laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe. Los resultados emitidos se relacionan unicamente con los ítems de ensayo.

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Lab. Amb. PIENSA-UNI

LABORATORIOS AMBIENTALES
COORDINACION TECNICA
PIENSA-UNI

Pag. 1/1

.....Fin del Informe.....

220147

Dirección: Av. Universitaria, frente a la escuela de danza, Recinto Universitario Simón Bolívar. Contactos: Director: 2278-1462 ; Atención al Cliente: 2270-1517/8152-7314 (T), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (T) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni, Web: www.piensa.uni.edu.ni

11.3. Anexo 3. SOFTWARE EPANET

Tabla 21. Simulación EPANET consumo cero

	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	**m**	**m**	**m**
Conexión 2	1036	1036	0
Conexión 3	1032	1036	4
Conexión 4	1022	1036	14
Conexión 5	1018	1036	18
Conexión 6	1030	1036	6
Conexión 7	1014	1036	22
Conexión 9	1004	1036	32
Conexión 10	1000	1036	36
Conexión 11	980	1000	20
Conexión 12	980	1000	20
Conexión 13	978	1000	22
Conexión 14	976	1000	24
Conexión 15	948	1000	52
Conexión 16	980	1000	20
Conexión 18	978	1000	22
Conexión 19	970	1000	30
Conexión 20	994	1036	42
Conexión 21	980	1036	56
Conexión 22	1014	1036	22
Conexión 23	1006	1036	30
Conexión 24	1016	1036	20
Conexión 25	1014	1036	22
Conexión 26	1000	1036	36
Conexión 27	998	1036	38
Conexión 28	1004	1036	32
Conexión 29	996	1036	40
Conexión 30	1018	1036	18
Conexión 31	1020	1036	16
Conexión 32	1028	1036	8
Conexión 33	1022	1036	14
Conexión 8	982	1036	54
Conexión VRP	1000	1000	0
Embalse TANQUE	1036	1036	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Análisis de tuberías EPANET consumo cero

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	
Tubería 1	52.04	100	150	0	Abierto
Tubería 2	39.98	75	150	0	Abierto
Tubería 3	43.54	50	150	0	Abierto
Tubería 4	59.3	50	150	0	Abierto
Tubería 5	36.87	50	150	0	Abierto
Tubería 6	46.45	50	150	0	Abierto
Tubería 7	20.49	50	150	0	Abierto
Tubería 8	40.39	50	150	0	Abierto
Tubería 9	132.59	50	150	0	Abierto
Tubería 10	117.55	50	150	0	Abierto
Tubería 12	126.36	50	150	0	Abierto
Tubería 13	42.09	50	150	0	Abierto
Tubería 14	34.29	50	150	0	Abierto
Tubería 15	121.37	50	150	0	Abierto
Tubería 16	97.47	50	150	0	Abierto
Tubería 17	87.77	50	150	0	Abierto
Tubería 18	143.66	50	150	0	Abierto
Tubería 19	32.43	50	150	0	Abierto
Tubería 20	109.72	50	150	0	Abierto
Tubería 21	72.75	50	150	0	Abierto
Tubería 22	72.17	50	150	0	Abierto
Tubería 23	52.28	50	150	0	Abierto
Tubería 24	91.77	50	150	0	Abierto
Tubería 25	45.05	50	150	0	Abierto
Tubería 26	100.82	50	150	0	Abierto
Tubería 27	24.31	50	150	0	Abierto
Tubería 29	79.02	100	150	0	Abierto
Tubería 30	42.99	50	150	0	Abierto
Tubería 28	226.4881	50	150	0	Abierto
Tubería 31	53.4905	50	150	0	Abierto
Tubería 11	73.9735	50	150	0	Abierto
Válvula VRP	No	50	No	0	Activo

Tabla 23. Simulación EPANET con demanda CMH

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión 2	1035.4	0	0	1035.85	0.45
Conexión 3	1032	0	0	1035.75	3.75
Conexión 4	1022	0	0	1035.09	13.09
Conexión 5	1018	0	0	1033.62	15.62
Conexión 6	1030	0	0	1035.43	5.43
Conexión 7	1014	0.075387309	0.08	1033.21	19.21
Conexión 9	1004	0.150774617	0.15	1032.74	28.74
Conexión 10	1000	0	0	1032.58	32.58
Conexión 11	980	0	0	999.68	19.68
Conexión 12	980	0.226161926	0.23	999.2	19.2
Conexión 13	978	0.26385558	0.26	998.99	20.99
Conexión 14	976	0	0	998.96	22.96
Conexión 15	948	0.26385558	0.26	998.84	50.84
Conexión 16	980	0.075387309	0.08	999.64	19.64
Conexión 18	978	0.188468271	0.19	999.6	21.6
Conexión 19	970	0.150774617	0.15	999.58	29.58
Conexión 20	994	0.188468271	0.19	1033.19	39.19
Conexión 21	980	0.339242888	0.34	1032.98	52.98
Conexión 22	1014	0.075387309	0.08	1034.34	20.34
Conexión 23	1006	0	0	1033.26	27.26
Conexión 24	1016	0.226161926	0.23	1033.01	17.01
Conexión 25	1014	0.075387309	0.08	1032.59	18.59
Conexión 26	1000	0.037693654	0.04	1032.58	32.58
Conexión 27	998	0.075387309	0.08	1032.58	34.58
Conexión 28	1004	0	0	1032.57	28.57
Conexión 29	996	0.188468271	0.19	1032.56	36.56
Conexión 30	1018	0.376936543	0.38	1032.48	14.48
Conexión 31	1020	0.037693654	0.04	1032.48	12.48
Conexión 32	1028	0	0	1033	5
Conexión 33	1022	0.113080963	0.11	1033	11
Conexión 8	982	0.226161926	0.23	1032.96	50.96
Conexión VRP	1000	0	0	1000	0
Embalse TANQUE	1036	No Disponible	-3.35	1036	0

Fuente: Propia.

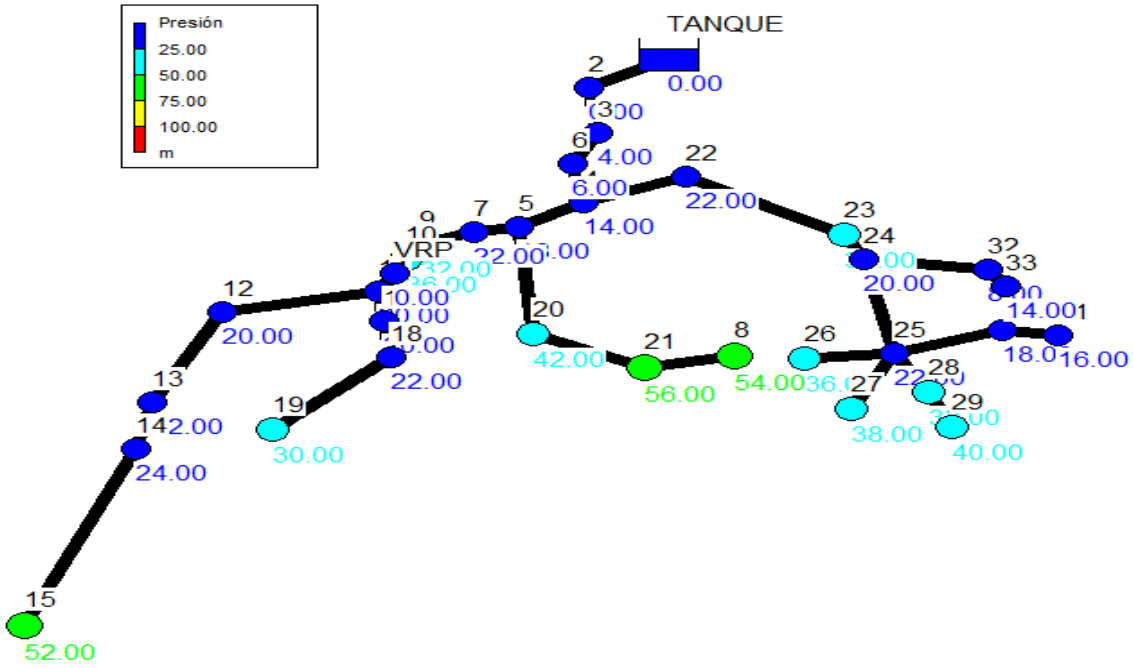
Tabla 24. Líneas de Tuberías Red de Distribución

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción
	m	Mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería 1	52.04	100	3.35	0.43	1.93	0.021
Tubería 2	39.98	75	3.35	0.76	7.85	0.02
Tubería 3	43.54	75	3.35	0.76	7.85	0.02
Tubería 4	59.3	50	2.15	1.09	24.79	0.02
Tubería 5	36.87	50	1.39	0.71	11.14	0.022
Tubería 6	46.45	50	1.32	0.67	10.05	0.022
Tubería 7	20.49	50	1.17	0.6	8.03	0.022
Tubería 8	40.39	50	1.17	0.6	8.03	0.022
Tubería 9	132.59	50	0.75	0.38	3.56	0.024
Tubería 10	117.55	50	0.53	0.27	1.84	0.025
Tubería 12	126.36	50	0.15	0.08	0.18	0.03
Tubería 13	42.09	50	0.34	0.17	0.81	0.027
Tubería 14	34.29	50	0.41	0.21	1.18	0.026
Tubería 15	121.37	50	0.75	0.38	3.56	0.024
Tubería 16	97.47	50	0.57	0.29	2.09	0.025
Tubería 17	87.77	50	1.21	0.61	8.51	0.022
Tubería 18	143.66	50	1.13	0.58	7.55	0.022
Tubería 19	32.43	50	1.13	0.58	7.55	0.022
Tubería 20	109.72	50	0.79	0.4	3.9	0.024
Tubería 21	72.75	50	0.04	0.02	0.01	0.035
Tubería 22	72.17	50	0.08	0.04	0.05	0.033
Tubería 23	52.28	50	0.19	0.1	0.27	0.029
Tubería 24	91.77	50	0.41	0.21	1.18	0.026
Tubería 25	45.05	50	0.04	0.02	0.01	0.035
Tubería 26	100.82	50	0.11	0.06	0.11	0.031
Tubería 27	24.31	50	0.11	0.06	0.11	0.032
Tubería 29	79.02	100	3.35	0.43	1.93	0.021
Tubería 30	42.99	50	0.19	0.1	0.27	0.029
Tubería 11	53.4905	50	0.26	0.13	0.51	0.028
Tubería 28	226.4881	50	0.26	0.13	0.51	0.028
Tubería 31	73.9735	50	0.23	0.12	0.38	0.028
Válvula VRP	No Dispon,	50	1.17	0.6	32.58	0

.

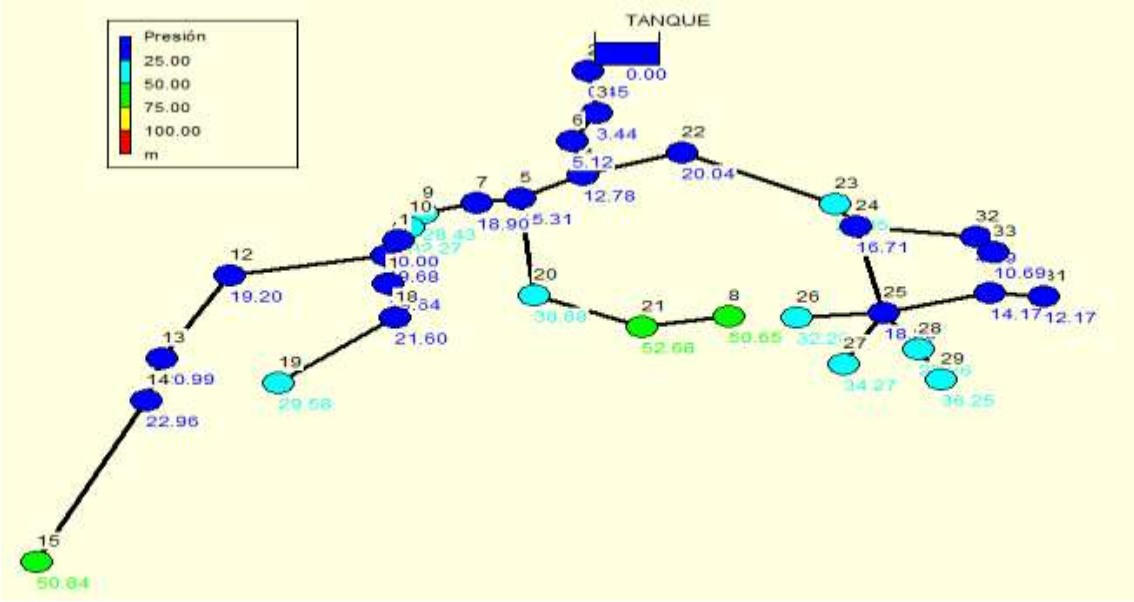
Tabla de Red - Líneas						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería 1	52.04	100	3.35	0.43	1.93	0.021
Tubería 2	39.98	75	3.35	0.76	7.85	0.02
Tubería 3	43.54	75	3.35	0.76	7.85	0.02
Tubería 4	59.3	50	2.15	1.09	24.79	0.02
Tubería 5	36.87	50	1.39	0.71	11.14	0.022
Tubería 6	46.45	50	1.32	0.67	10.05	0.022
Tubería 7	20.49	50	1.17	0.6	8.03	0.022
Tubería 8	40.39	50	1.17	0.6	8.03	0.022
Tubería 9	132.59	50	0.75	0.38	3.56	0.024
Tubería 10	117.55	50	0.53	0.27	1.84	0.025
Tubería 12	126.36	50	0.15	0.08	0.18	0.03
Tubería 13	42.09	50	0.34	0.17	0.81	0.027
Tubería 14	34.29	50	0.41	0.21	1.18	0.026
Tubería 15	121.37	50	0.75	0.38	3.56	0.024
Tubería 16	97.47	50	0.57	0.29	2.09	0.025
Tubería 17	87.77	50	1.21	0.61	8.51	0.022
Tubería 18	143.66	50	1.13	0.58	7.55	0.022
Tubería 19	32.43	50	1.13	0.58	7.55	0.022
Tubería 20	109.72	50	0.79	0.4	3.9	0.024
Tubería 21	72.75	50	0.04	0.02	0.01	0.035
Tubería 22	72.17	50	0.08	0.04	0.05	0.033
Tubería 23	52.28	50	0.19	0.1	0.27	0.029
Tubería 24	91.77	50	0.41	0.21	1.18	0.026
Tubería 25	45.05	50	0.04	0.02	0.01	0.035
Tubería 26	100.82	50	0.11	0.06	0.11	0.031
Tubería 27	24.31	50	0.11	0.06	0.11	0.032
Tubería 29	79.02	100	3.35	0.43	1.93	0.021
Tubería 30	42.99	50	0.19	0.1	0.27	0.029
Tubería 11	53.4905	50	0.26	0.13	0.51	0.028
Tubería 28	226.4881	50	0.26	0.13	0.51	0.028
Tubería 31	73.9735	50	0.23	0.12	0.38	0.028
Válvula 32	No Disponible	50	1.17	0.6	32.58	0

Figura 10. Presiones Cero Consumo



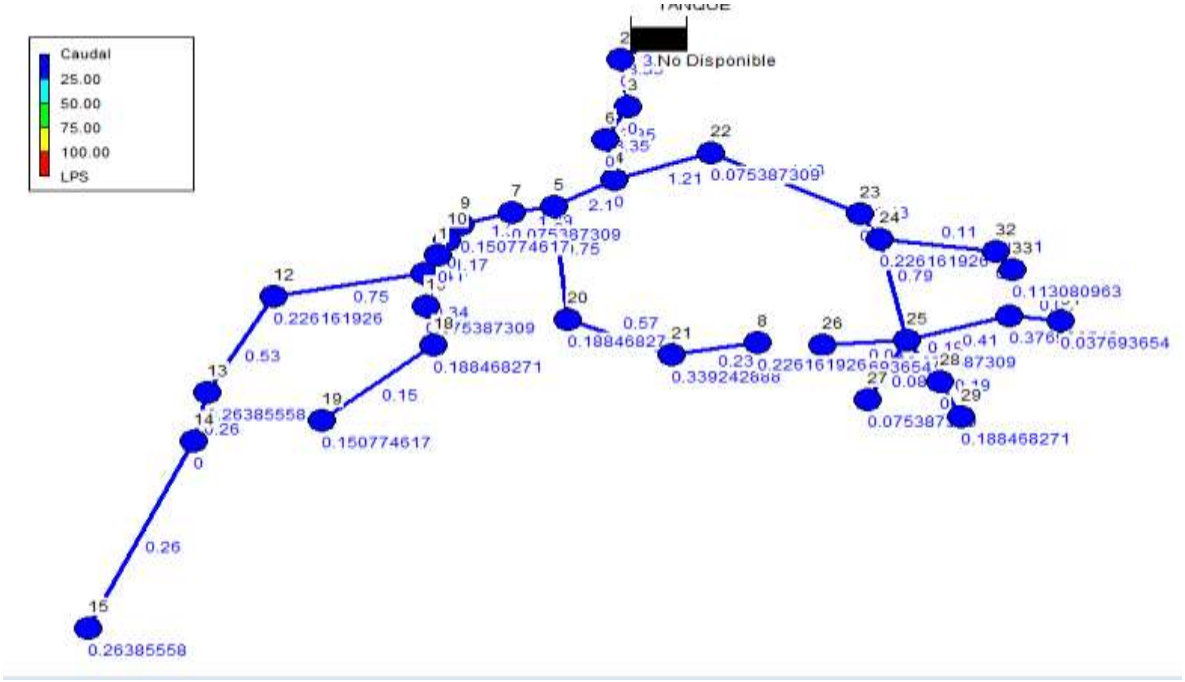
Fuente: Propia.

Figura 11. Presiones CMH



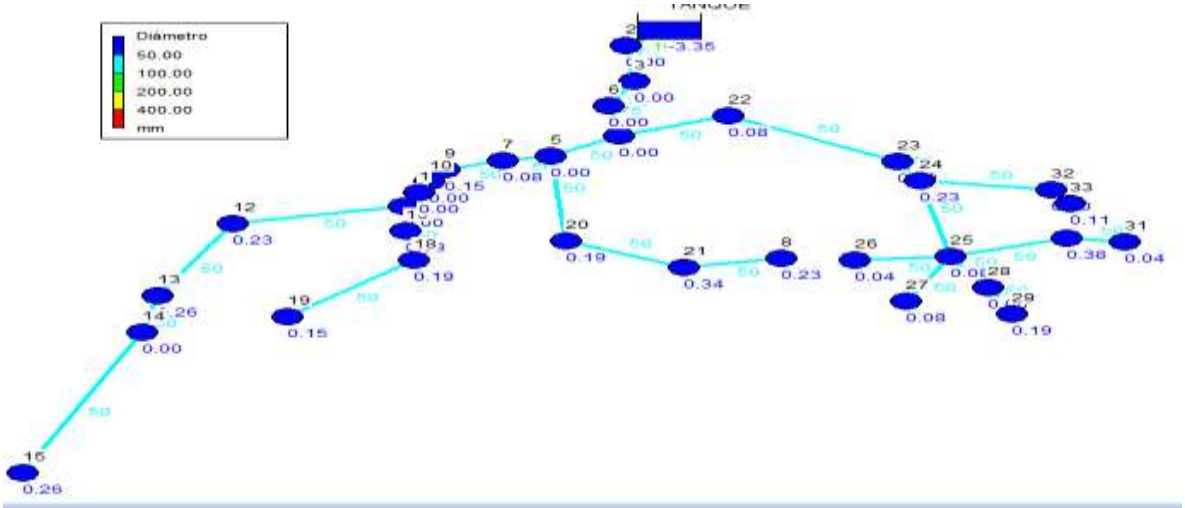
Fuente: Propia.

Figura 12. Demanda Base CMH



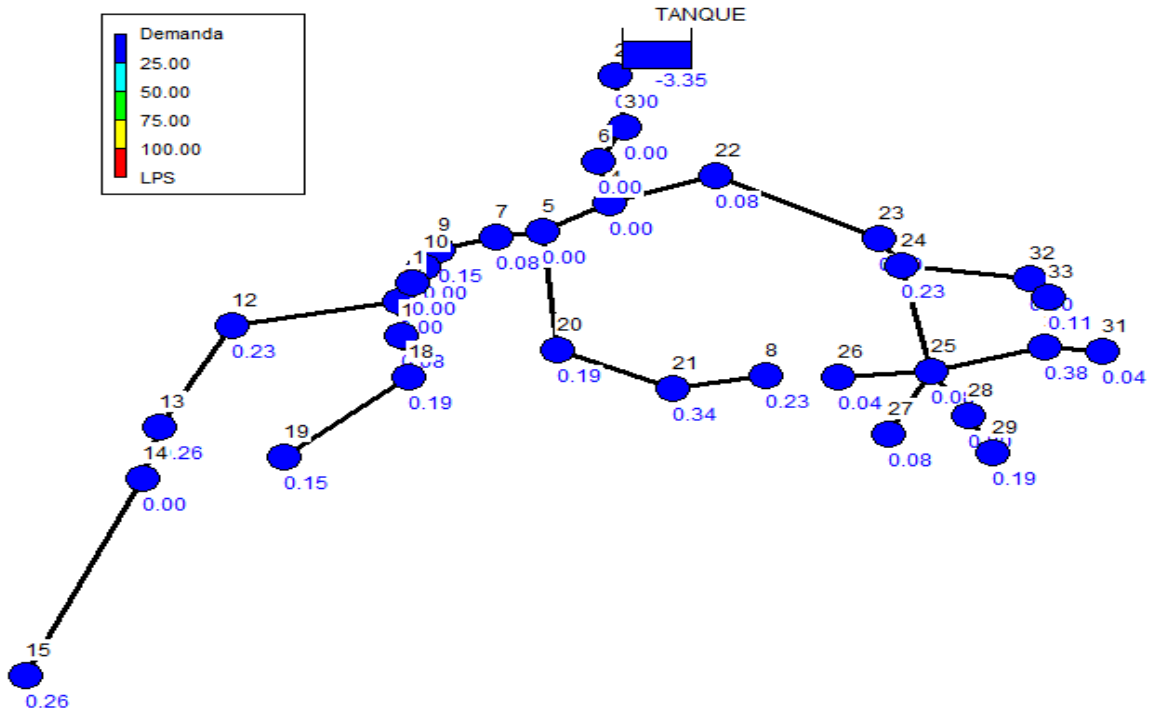
Fuente: Propia

Figura 13. Diámetros de Tuberías en Red de distribución



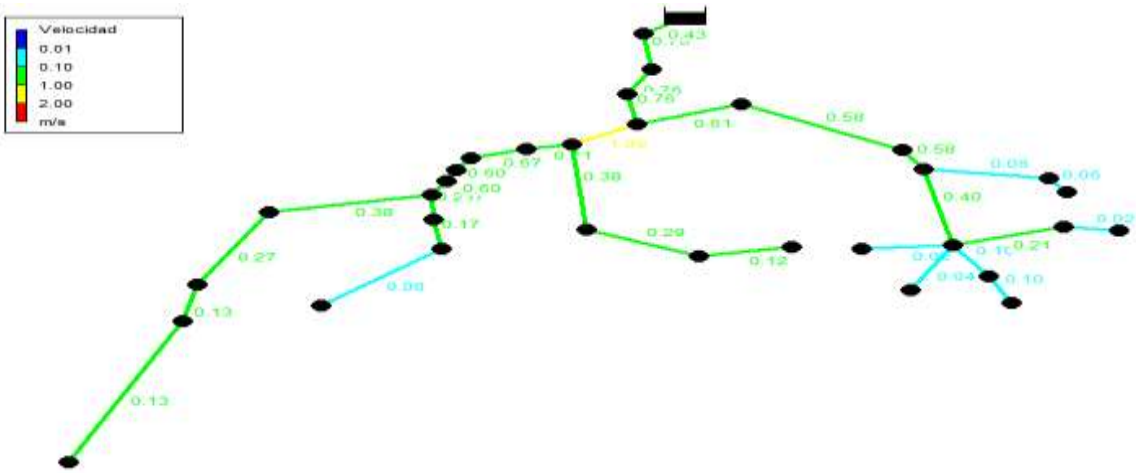
Fuente: Propia

Figura 14.Demanda en cada Nodo. Red de Distribución



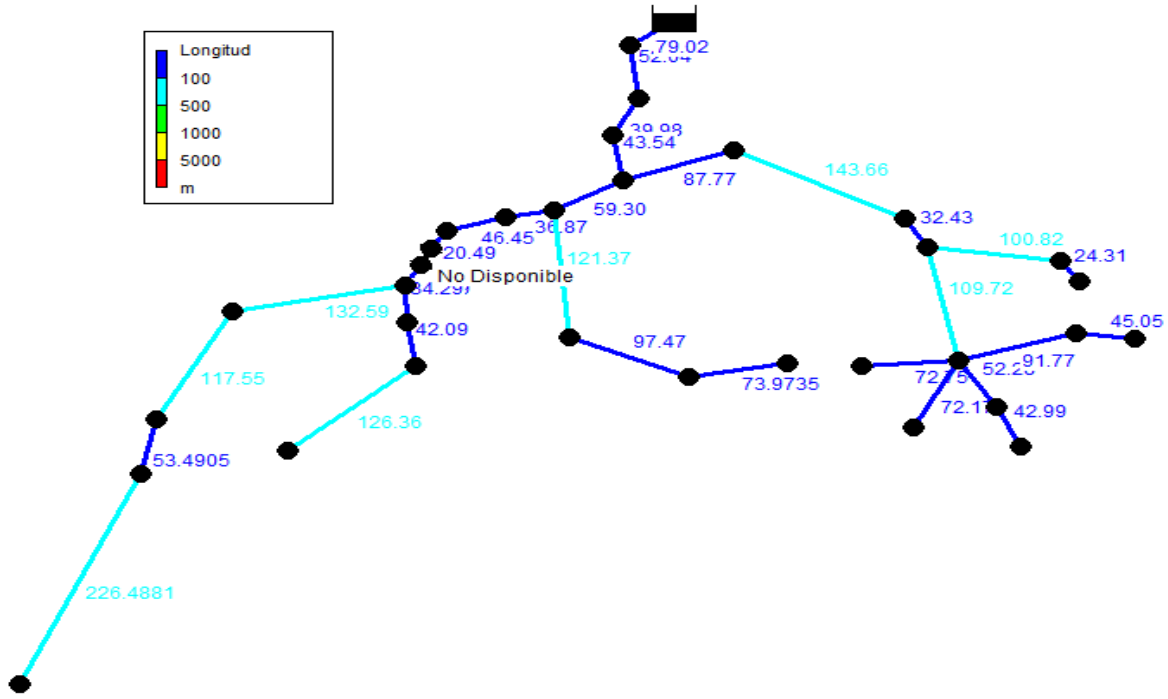
Fuente: Propia.

Figura 15. Velocidades del fluido en tuberías



Fuente: Propia.

Figura 16. Longitud de tuberías Red de Distribución

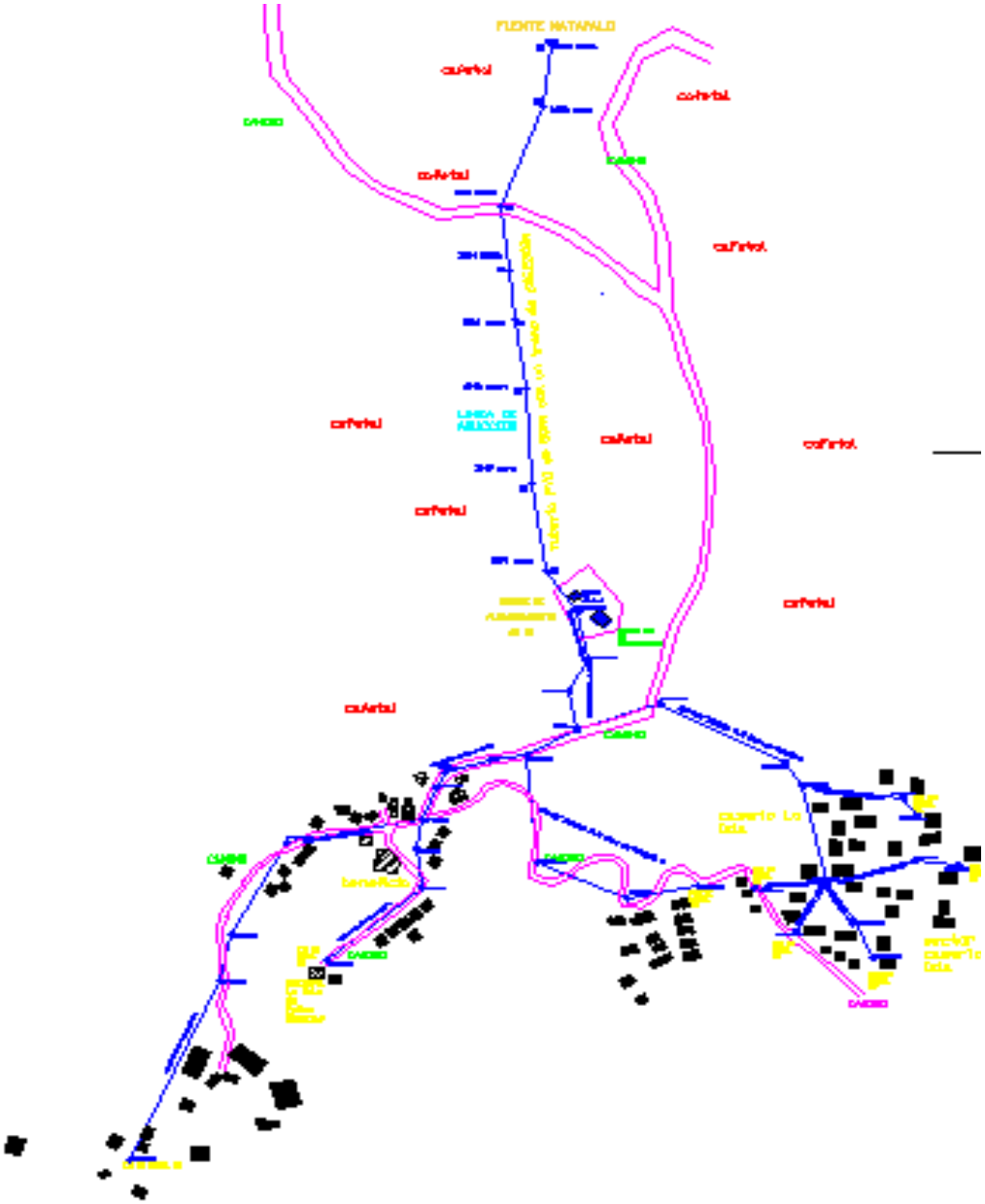


Fuente: Propia.

.

11.4. Anexo 4. Plano general línea de conducción-tanque-Red

Figura 20. **Plano General. La Isla de Peñas Blancas**


FUENTE MATANALO
cuArbol
cuArbol
cuArbol

11.5. Anexo 5. Tabla de derroteros

Tabla 25. Derroteros-Topografía Red de Distribución

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N2	N3	S 14° 17' 23" E	79.02	N3	642052	1462404
N3	N6	S 29° 29' 24" E	40.0284	N6	642033	1462369
N6	N4	S 10° 34' 14" W	44.2665	N4	642041	1462326

RAMAL # 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N4	N5	S 61° 30’ 42” W	59.4388	N5	641989	1462298
N5	N7	S 79° 50’ 25” W	37.0493	N7	641952	1462291
N7	N9	S 75°58 ‘ 48” W	47.5462	N9	641908	1462278
N9	N10	S 32° 19’ 30” W	20.8811	N10	641897	1462261
N10	N11	S 20° 24’ 11” W	39.1386	N11	641884	1462226
N11	N12	S 80° 01’ 10” W	138.5396	N12	641747	1462201
N12	N13	S 28° 48’ 23” W	117.5686	N13	641690	1462098
N13	N14	S 13° 24’ 40” W	53.4905	N14	641678	1462046
N14	N15	S 24° 27’ 17” W	221.8538	N15	641587	1462846

RAMAL # 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N11	N16	S 10° 50' 16" W	34.1572	N16	641878	1462193
N16	N18	S 07° 50 ' 29" E	43.54	N18	641883	1462150
N18	N19	S 49°17 ' 28" W	125.875	N19	641788	1462068

RAMAL # 3

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV	n	M		Y	X
N5	N20	S 5° 45' 25" E	123.724	N20	642001	1462177
N20	N21	S 67° 8 ' 35" E	98.2473	N21	642091	1462139
N21	N8	S 80°20 ' 17" E	73.9735	N8	642163	1462151

Ramal #4

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N4	N22	S 71° 13' 3" E	88.1326	N22	642124	1462354
N22	N23	S 63° 12' 51" E	143.8843	N23	642252	1462289
N23	N24	S 31°43 ' 58" E	33.9369	N24	642269	1462262
N24	N32	S 83° 13' 54" E	101.527	N32	642369	1462250
N32	N33	S 38° 3' 56" E	25.1688	N33	642385	1462230

RAMAL # 5

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N24	N25	S 12° 25' 36" E	109.7413	N25	642293	1462155
N25	N26	S 85° 49' 33" W	72.75	N26	642220	1462149

RAMAL # 6

LADO			DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV	RUMBO	M		Y	X
N25	N27	S 30° 8' 47" W	63.213	N27	642262	1462102

RAMAL # 7

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N25	N28	S 33° 00' 30" E	53.2317	N28	642321	1462111
N28	N29	S 25° 20' 30" E	43.7308	N29	642340	1462072

RAMAL # 8

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV		M		Y	X
N25	N30	N 73° 52' 25" E	91.8619	N30	642381	1462180
N30	N31	S 83° 18' 54" E	45.0935	N31	642426	1462072

Tabla 26. Tabla de derroteros Línea de Aducción

LINEA DE ADUCCION						
LADO		**RUMBO**	**DISTANCIA**	**V**	**COORDENADAS**	
EST	**PV**		**M**		**Y**	**X**
P1	P2	S 6° 12' 10" W	70.64	P2	642006	1462016
P2	P3	S 21° 5' 44" W	120.9534	P3	641964	1462906
P3	P4	S 7°31 ' 17" E	71.3193	P4	641973	1462836
P4	P5	S 5° 14' 43" E	55.8899	P5	641978	1462781
P5	P6	S 8° 40' 2" E	77.1096	P6	641990	1462705
P6	P7	S 2° 41' 5" E	106.9672	P7	641995	1462598
P7	P8	S 8° 12' 51" E	97.2979	P8	642009	1462502
P8	N2	S 33° 20' 8" E	56.056	N2	642039	1462455

11.6. Anexo 6. Fotos de visitas de campo

Figura 21. Comunidad Isla Peñas Blancas



Fuente: Propia

Figura 22. Inicio de la toma de fuente de agua Matapalo



Fuente: Propia

Figura 23. Levantamiento de información: Encuestas y Levantamiento Topográfico con G.P.S



Fuente: Propia

Figura 25. Toma de muestra de la fuente de agua



Fuente: Propia

XII. PLANOS