

Dirección de Área de Conocimiento de Agricultura

**ESTUDIO A NIVEL DE
PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO
“CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE (MAG) EN LA
COMUNIDAD EL DELIRIO,
MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA”
2023.**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Agrícola

Elaborado por:

Br. Keysi Dayana
Merlo González
Carnet: 2019-
0729U

Br. Deyvis de
Jesús Pérez
Hernández
Carnet: 2019-
0682U

Br. Alberto
Valentín Sotelo
Campos
Carnet: 2018-
0753U

Tutor:

MSc. Yader Molina
Lagos

19 junio de 2024
Managua, Nicaragua

14 de junio de 2024

M.Sc. Ing. Miguel Fonseca Chávez

Director de Área de Conocimiento DACA

Su despacho.

Estimado Maestro Fonseca:

He revisado el documento de Monografía titulado **ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA” 2023**, realizado por los Bachilleres Keysi Dayana Merlo González, Deyvis de Jesús Pérez Hernández y Alberto Valentín Sotelo Campos, por lo que doy mi visto bueno para que dicha Monografía sea defendida según lo establecido en la Normativa de Culminación de Estudios de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Sin más a que hacer referencia, lo saludo.

Atentamente,

Ing. Yader Molina Lagos, MSc.
Tutor

CC/Archivo



DEC-FTC-REF-No.0181

Managua, 21 de noviembre del 2023

Bachilleres

KEYSI DAYANA MERLO GONZALEZ
DEYVIS DE JESUS PEREZ HERNANDEZ
ALBERTO VALENTIN SOTELO CAMPOS

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarle que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado: **"ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA 2023"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo, le comunico estar totalmente de acuerdo, que el **M.Sc. Ing. Yader Molina Lagos**. Sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **21 de mayo del 2024**.

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

Atentamente,



M.Sc. Miguel Antonio Fonseca Chávez
Decano

CC: Protocolo

Tutor – M.Sc. Ing. Yader Molina Lagos.

Archivo*Consecutivo



Teléfono: (505) 8787 2944



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua.



miguel.fonseca@ftc.uni.edu.ni
www.ftc.uni.edu.ni

DEDICATORIA

El presente documento va dirigido con una expresión de gratitud en primer lugar a Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto, darnos salud y lo necesario para cumplir las metas que nos proponemos día con día y finalmente a mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente en todos los proyectos que he llevado a cabo y han sido mi respaldo.

Br. Keysi Dayana Merlo González

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino en este viaje académico.

A su vez, agradecer a mis padres, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido mi mayor inspiración, gracias por su constante aliento y guía.

Un especial agradecimiento, a todas las personas que aportaron para que esta meta se hiciera realidad.

Br. Keysi Dayana Merlo González

DEDICATORIA

“Le dedico esta investigación primeramente a Dios por la vida que me ha regalado y por haberme permitido culminar mis estudios de manera exitosa, a mis padres **Zeneyda del Carmen Hernández Ortega y Víctor Antonio Pérez López**, por haber formado humildemente a un hombre de valores y esfuerzos, por todo el apoyo incondicional que día a día forjaron, a mi abuela **Xiomara de los Ángeles Hernández Ortega**, por sus oraciones y por su atención que nunca faltó, a mis hermanos **Víctor Antonio Pérez Hernández y Marvin Francisco Pérez Hernández**, y a las personas cercanas a mí, que llegaron por último a mejorar mi vida”

Br. Deyvis de Jesús Pérez Hernández

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

Primeramente, a Dios por haberme guiado y dado la fortaleza para seguir adelante en los momentos de debilidad.

A mi familia y amigos quienes me han dado un apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. MSc. Yader Arnulfo Molina Lagos por creer en mí y por brindarme la mano en el desarrollo del trabajo, gracias por su tiempo, amistad y dedicación.

Al departamento de Ingeniería Agrícola por haberme dado el apoyo y las condiciones para poder alcanzar mis metas.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme brindado la oportunidad de ser parte de esta familia y por todo el apoyo.

Br. Deyvis de Jesús Pérez Hernández

DEDICATORIA

A Dios, mi guía constante, y a mis padres, fuente inagotable de amor y apoyo incondicional. Su luz y respaldo han sido mi fuerza en este camino académico, su constante aliento y sacrificio han sido la base de mi crecimiento, su fe y amor han sido mi impulso, motivándome a alcanzar esta meta.

Br. Alberto Valentín Sotelo Campos

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en este viaje académico, le agradezco por cada oportunidad y por ser mi luz en los momentos más desafiantes.

A mis padres, cuyo amor, sacrificio y constante apoyo han sido el cimiento de mi camino hacia el logro de esta meta, les dedico este trabajo con profunda gratitud y admiración.

Agradezco a cada una de las personas, que han contribuido de alguna manera a la realización de este trabajo.

Br. Alberto Valentín Sotelo Campos

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Marco teórico	6
1.5.1 Proyecto	6
1.5.2 Estudio de prefactibilidad	6
1.5.3 Estudio de mercado	6
1.5.4 Estudio técnico	9
1.5.5 Estudio económico	14
CAPITULO II: DISEÑO METODOLÓGICO	21
2.1 Descripción del área de estudio	21
2.1.1 Macro localización	21
2.1.2 Micro localización	22
2.2 Tipo de investigación	22
2.2.1 Según el enfoque	22
2.2.2 Según el alcance de los resultados	23
2.2.3 Según el tiempo de ocurrencia	23
2.3 Metodología	23
2.3.1 Recopilación de datos	23
2.3.2 Procesamiento de la información	24
2.3.3 Análisis de la demanda	24
2.4 Estudio técnico	25
2.4.1 Determinación del tamaño del proyecto	26
2.4.2 Ingeniería del proyecto	26
2.5 Estudio socioeconómico	34
CAPITULO III: ESTUDIO DE LA DEMANDA	38
3.1 Demanda	38

3.2	Características hídricas de la comunidad El Delirio	38
3.3	Determinación de la demanda por segmentación geográfica	38
3.3.1	Tasa de crecimiento de la población	39
3.3.2	Caracterización de la población	40
3.4	Actividades socioeconómicas de la población	41
3.5	Servicios	42
3.5.1	Servicios básicos.....	42
3.5.2	Servicios públicos.....	46
3.6	Proyección de la demanda a 20 años.....	46
3.7	Proyección estadística de la población	47
3.8	Dotación de agua.....	48
3.8.1	Variaciones de consumo	49
3.9	Balance oferta-demanda.....	50
3.10	Situación sin proyecto de la comunidad.....	51
3.11	Beneficios esperados del proyecto	52
	CAPITULO IV: ESTUDIO TÉCNICO	55
4.1	Localización del proyecto.....	55
4.2	Determinación del tamaño del proyecto.....	55
4.3	Ingeniería del proyecto	56
4.3.1	Cobertura del sistema	56
4.3.2	Criterio para el diseño de las conexiones.....	56
4.3.3	Fuentes de abastecimiento	56
4.3.4	Diseño de los componentes del sistema	62
4.3.5	Línea de conducción	67
4.3.6	Tanque de almacenamiento	71
4.3.7	Red de distribución.....	78
4.3.8	Golpe de ariete.....	90
4.3.9	Aspectos legales y de funcionamiento	90
4.3.10	Gestión integrada de los recursos hídricos	92
4.3.11	Ejecución del proyecto	93
	CAPÍTULO V: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	95
5.1	Evaluación socioeconómica.....	95

5.1.1	Vida útil.....	95
5.1.2	Tasa de cambio.....	95
5.2	Inversión del proyecto.....	95
5.2.1	Materiales e insumos para cada una de las actividades	96
5.2.2	Mano de obra de las actividades.....	97
5.2.3	Costos de operación y mantenimiento	99
5.3	Tarifa.....	101
5.4	Cuantificación de los beneficios del proyecto	102
5.4.1	Ahorro de recursos gastados en el acarreo.....	102
5.4.2	Ahorro de recursos debido a la disminución de enfermedades.....	104
5.4.3	Beneficio por el pago de tarifas	106
5.5	Evaluación financiera.....	107
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
6.1	Conclusiones	109
6.2	Recomendaciones	110
	CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	112
	CAPÍTULO VIII: ANEXOS	I

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proyección futura de la población	47
Tabla 2. Proyección de la demanda del proyecto	50
Tabla 3. Balance oferta-demanda Agua Potable (sin proyecto).....	50
Tabla 4. Balance oferta-demanda Agua Potable (con proyecto).....	51
Tabla 5. Aforo fuente de agua propuesta.....	59
Tabla 7. Análisis bacteriológico fuente propuesta.....	61
Tabla 8. Análisis físico-químico de la fuente propuesta	61
Tabla 9. Capacidad requerida del tanque de almacenamiento	72
Tabla 10. Datos de instalación del hipoclorador	78
Tabla 10. Detalles de la tubería red de distribución Ramal 1.....	82
Tabla 11. Detalles de la tubería red de distribución Ramal 2.....	85
Tabla 12. Detalles de la tubería red de distribución Ramal 3.....	89
Tabla 13. Inversión del proyecto	96
Tabla 14. Materiales e insumos para cada una de las actividades	96
Tabla 15. Factor de corrección de la mano de obra.....	97
Tabla 16. Mano de obra corregida	98
Tabla 17. Costos mensuales y anuales del proyecto	99
Tabla 18. Costos de mantenimiento mensual y anual	100
Tabla 19. Costos de operación	100
Tabla 20. Tarifa por consumo de agua durante vida útil del proyecto.....	101
Tabla 21. Beneficio de las personas por dejar de acarrear agua.....	104
Tabla 22. Beneficio por disminución de enfermedades.....	105
Tabla 23. Beneficio por el pago de la tarifa.....	106
Tabla 24. Flujo neto de efectivo durante vida útil del proyecto	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del Estudio de Mercado	7
Figura 2. Macro localización Municipio de Nueva Guinea.....	21
Figura 3. Micro localización comunidad El Delirio	22
Figura 4. Población comunidad El Delirio censo 2005.....	39
Figura 5. Distribución poblacional por sexo	40
Figura 6. Rango de edades.....	41
Figura 7. Actividades económicas de la población	41
Figura 8. ¿Cómo se abastece de agua?	42
Figura 9. ¿El agua que consume es apta para el consumo?	43
Figura 10. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes que padece durante el año?	44
Figura 11. ¿Con que frecuencia padece estas enfermedades?.....	44
Figura 12. ¿Quién busca el agua en su vivienda?	45
Figura 13. Situación actual comunidad El Delirio.....	52
Figura 14. Micro localización comunidad El Delirio.....	55
Figura 15.....	57
Figura 16. Manantial de fondo	57
Figura 17. Manantial de fondo con estructura de captación.....	58
Figura 18. Manantial de fondo	58
Figura 19. Dimensionamiento Cámara Húmeda	64
Figura 20. Dimensionamiento de la canastilla.....	65
Figura 21. Cantidad de ranuras necesarias en la canastilla.....	65
Figura 22. Diámetro tubería de rebose y limpieza	66
Figura 23. Diámetro tuberías de Durman.....	68
Figura 24. Datos línea de conducción.....	69
Figura 25. Datos líneas de conducción.....	69
Figura 26. Simulación hidráulica línea de conducción	70
Figura 27. Dimensiones tanque de almacenamiento 10 mil litros	73
Figura 28. Dimensiones tanque de almacenamiento 5 mil litros	73
Figura 29. Ubicación Tanque de almacenamiento.....	74

Figura 30. Ubicación tanque de almacenamiento X (772945.00 m), Y (1277951.00 m), Z (250 m)	75
Figura 31. Funcionamiento hipoclorador de carga constante doble recipiente ..	76
Figura 33. Simulación hidráulica Ramal 1	80
Figura 33. Resultados de los nodos Ramal 1	81
Figura 34. Simulación hidráulica Ramal 2.....	83
Figura 35. Resultados nodos Ramal 2.....	84
Figura 36. Simulación hidráulica Ramal 3.....	87
Figura 37. Resultados nodos ramal 3	88
Figura 38. Organigrama Caps.....	92

CAPITULO I: GENERALIDADES

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El acceso al agua potable es una necesidad fundamental que requiere toda población, el abastecimiento y condición del recurso determina directamente el tipo y calidad de vida de la población. En la actualidad, la disponibilidad de agua potable es un indicador del desarrollo socioeconómico sostenible de una comunidad (Meza González et al., 2017).

Es importante destacar que el agua es el núcleo del desarrollo sostenible, siendo esencial para el progreso socioeconómico, la generación de energía, la producción de alimentos, la preservación de ecosistemas saludables y la supervivencia de los seres humanos. Además, desempeña un papel crucial en la adaptación al cambio climático y sirve como vínculo fundamental entre la sociedad y el medio ambiente. Nicaragua se ha destacado históricamente por su abundancia de recursos hídricos tanto en superficie como subterráneos.

Este documento contiene el análisis de prefactibilidad para construir un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad "El Delirio". Este proyecto busca albergar y dar respuesta a la demanda de agua potable para múltiples habitantes. Se basará en principios metodológicos, análisis, cálculos ingenieriles y la utilización de software como Excel, AutoCAD y EPANET.

El objetivo final fue desarrollar un sistema que establezca una Red de Agua Potable que satisfaga las necesidades de las numerosas casas. Esto se hizo con el propósito de asegurar el bienestar y el modo de vida en este lugar, ya que, el suministro de agua de alta calidad, en cantidad adecuada y en el lugar correcto, es esencial para la salud, la recreación y el crecimiento económico.

1.2 Antecedentes

La comunidad El Delirio, es una de las comunidades más jóvenes del municipio de Nueva Guinea, actualmente, la comunidad, no cuenta con algún sistema de abastecimiento de agua, por tal razón, la comunidad se abastece de fuentes de aguas existentes, de la cual, no todos tienen alguna fuente de agua en su propiedad. En la comunidad no existen estudios correspondientes acerca de esta problemática.

En el año 2015, Salina Chamorro, llevó a cabo un: “Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto de Agua y Saneamiento en Yukumaly, Mulukukú, R.A.A.N”. Efectuó un estudio con un enfoque cuantitativo, utilizando fuentes de información primaria (por medio de la técnica de encuestas y entrevistas) y fuentes secundarias. Cuya muestra era de 199 habitantes distribuidos en treinta y una viviendas, a quienes se le aplicó una encuesta para conocer la problemática de la comunidad.

Los resultados de la investigación se enmarcaron en la propuesta de dos alternativas, para el abastecimiento de agua potable para la comunidad por medio de un MAG (Mini acueducto por gravedad), utilizando manantiales como fuente de agua, la primera alternativa consiste en la realización de 2 puestos públicos para el abastecimiento de la población, la segunda propuesta consiste en la implementación de tomas de patio (tomas domiciliarias). El proyecto formulado fue factible pero no fue ejecutado.

En el año 2019, Hernández López, realizó un estudio, denominado: “DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD LOS MOLLEJONES, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE BOCAJ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”, que efectuó un estudio con un enfoque mixto, cuya muestra de estudio era la población total de la comunidad (203 personas), distribuidos en cuarenta y nueve viviendas, a quienes se les aplicaron encuestas para conocer la problemática de abastecimiento de agua de la comunidad.

Los resultados de la encuesta socioeconómica, evidenciaron la escasez de agua potable a la que está expuesta la comunidad, por lo cual se propone la realización de un MAG, utilizando un manantial como fuente de agua y distribuyendo el agua a través de tomas domiciliarias.

En Nicaragua, los proyectos de abastecimiento de agua potable para el sector rural, se regulan a través de las Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense (NTON), denominada “Diseño de Abastecimiento de Agua (09 007 19)”. La cual fue aprobada en noviembre del año 2021. Anteriormente, la norma utilizada era “Diseño de abastecimiento y potabilización del agua (09 003 99)”. El principal cambio con la actualización de esta norma, fue el aumento de las dotaciones para la población en el sector rural.

1.3 Justificación

Con la realización del presente trabajo se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad El Delirio, sabiendo que el servicio de agua potable es considerado una necesidad prioritaria e indispensable para el desarrollo del ser humano. Sin embargo, para muchos, esta necesidad no está satisfecha, como es la situación de esta comunidad.

El Delirio, presenta grandes problemas de abastecimiento de agua potable, es por ello que se presenta el estudio de prefactibilidad para la comunidad El Delirio, municipio de Nueva Guinea, esto ayudará a las familias de esta comunidad a tener un mejor estilo de vida, ya que, es uno de los recursos básicos más importantes.

Por este motivo los niños y ancianos son los más afectados, ya que, están más expuestos a enfermarse y si no se trata a tiempo podrían llegar a tener muchos efectos negativos. Sumado a ello está la escasez del vital líquido para satisfacción de necesidades básicas para la higiene personal y del hogar, que también tiene sus implicaciones en el campo de la salud pública.

La implementación del nuevo sistema, producto del diseño, traerá beneficios a la población, mediante la disminución de contaminantes, buena distribución del agua hacia las conexiones domiciliarias, con bajos costos en el mantenimiento y costos de operación y el confortamiento de la población al gozar del vital líquido sin interrupción.

El presente documento dejará una base de información del lugar por medio de encuestas, cuya información estará a la disposición de quien lo necesite, ya que, en la actualidad no se cuenta con mucha información de la comunidad y la que existe es poco accesible.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar un estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable (MAG), en la comunidad El Delirio, Municipio de Nueva Guinea.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer la demanda del proyecto mediante un diagnóstico de situación actual de la comunidad.

- Determinar los requerimientos técnicos necesarios de diseño para la construcción del MAG, a través de un estudio técnico.

- Analizar la rentabilidad social del proyecto mediante una evaluación socioeconómica.

1.5 Marco teórico

Para tener una mejor comprensión de lo que conlleva la realización de un estudio a nivel de prefactibilidad es necesario abordar los siguientes elementos conceptuales:

1.5.1 Proyecto

Para el economista, un proyecto es la fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos de tiempo. El desafío que enfrenta es identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y valorarlos con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar ese proyecto. Esta concepción lleva a la evaluación económica de proyectos. Para un financista que está considerando prestar dinero para su ejecución, el proyecto es el origen de un flujo de fondos provenientes de ingresos y egresos de caja, que ocurren a lo largo del tiempo; el desafío es determinar si los flujos de dinero son suficientes para cancelar la deuda. Esta manera de concebir el proyecto lleva a la evaluación financiera de proyectos (Fontaine, 2008a).

1.5.2 Estudio de prefactibilidad

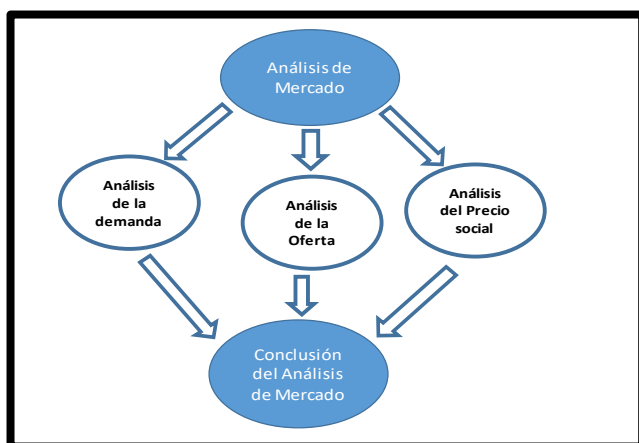
Los estudios de prefactibilidad consisten en un análisis de la fase inicial de un posible proyecto que permiten identificar las debilidades, fortalezas, condiciones y factores que pueden intervenir en el diseño, elaboración e implementación de una propuesta. Contribuyen a conocer la viabilidad en circunstancias reales; así mismo, permite identificar las áreas que necesitan mayor atención para su éxito (Salinas et al., 2023).

1.5.3 Estudio de mercado

Es el análisis y la determinación de la oferta y demanda, o de los precios del proyecto. Muchos costos de operación pueden preverse simulando la situación futura y especificando las políticas y los procedimientos que se utilizarán como estrategia comercial.

Figura 1.

Componentes del Estudio de Mercado



Nota: Fuente propia

También conlleva el de realizar un estudio de la situación actual, siendo esta investigación utilizada para garantizar la toma de decisiones y entender mejor el panorama comercial al que se enfrenta al momento de realizar o ejecutar una inversión. Con dicho estudio se pretende analizar la demanda que definió el proyecto con el propósito de proveer una idea, a quienes lo ejecutaron, acerca del comportamiento de la población, variables geográficas y el riesgo que se correrá por el servicio.

Análisis de la población

Consiste en identificar, caracterizar y cuantificar la población actual de la zona en estudio, delimitarla en una referencia geográfica, estimar su crecimiento para futuros años y definir, en calidad y cantidad, los bienes o servicios necesarios para los habitantes del lugar.

➤ Censo poblacional

Es el proceso de recolección de datos referente a una población, con el fin de compilar, analizar y publicar la información demográfica, económica y social en un momento determinado.

➤ **Encuestas**

Es un estudio observacional en el que se busca recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno, ni controlar el proceso que está en observación.

➤ **Estimación de la población**

Para estimar la cantidad de una población a un tiempo determinado en el futuro, se toman en cuenta dos factores: los instrumentos de cálculos a utilizar y la vida útil del proyecto, tomando en cuenta elementos que puedan inducir un aumento o disminución de la población.

➤ **Estudio de la demanda**

Cualquier proyecto que se esté evaluando, debe de tener un estudio de demanda que le permita saber en qué medio habrá de moverse, pero sobre todo si el servicio podrá colocarse en las cantidades pensadas, de modo tal que se cumplan los propósitos y objetivos propuesto. Este estudio consta de la determinación y cuantificación de la demanda y el análisis de los precios. Aunque la cuantificación de la oferta y la demanda pueda obtenerse fácilmente de fuentes de información secundarias en algunos estudios, siempre es recomendable la investigación de las fuentes primarias, ya que proporcionan información directa, actualizada y mucho más confiable que cualquier otra fuente de datos. Al final de un estudio meticulado y bien realizado, se puede considerar el riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que habrá con el proyecto una vez este sea terminado.

➤ **Determinación de la demanda**

Tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia de individuos, dentro de una unidad geográfica, que consumen o tienen la necesidad de consumir un bien o servicio. La demanda es una función que relaciona los hábitos de

consumo, costumbres, ingreso de las personas y los precios de los bienes y servicios.

1.5.4 Estudio técnico

El estudio técnico puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño óptimo del proyecto, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. La determinación de un tamaño óptimo es fundamental en esta parte del estudio. Cabe aclarar que tal determinación es difícil, las técnicas existentes para su determinación son iterativas y no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo. Acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no sólo factores cuantitativos, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros.

El estudio técnico se convierte en una parte vital del proyecto, es decir indica si se pueda hacer realidad, materializándolo en el terreno mediante la asignación de los recursos necesarios.

➤ Localización del sitio de estudio

El estudio de localización selecciona la ubicación más conveniente (técnica y económica) para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad. Se utilizará el método de punto ponderado, que consiste en asignar valores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios

➤ Tamaño del proyecto

Es la magnitud, tanto en lo que respecta a la cobertura de los bienes o servicios que podría producir durante su operación, como en cuanto a los recursos utilizados para su ejecución u operación.

La tecnología indica la forma en que se va a desarrollar el proyecto, es decir, el conjunto de conocimientos, métodos, técnicas, instrumentos y actividades

cuya aplicación permita la distribución del servicio a toda la población, cumpliendo con las normas establecidas por los entes reguladores.

➤ **Ingeniería del proyecto**

Se entiende por ingeniería de proyecto, la etapa dentro de la formulación de un proyecto de inversión donde se definen todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Etapa en la que se definen los recursos necesarios para la ejecución de planes o tareas: máquinas y equipos, lugar de implantación, tareas para el suministro de insumos, recursos humanos, obras complementarias, dispositivo de protección ambiental, entre otros.

Previo a la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable se debe realizar los siguientes estudios previos:

➤ **Estudio topográfico**

Un estudio topográfico se podría definir como un conjunto de acciones realizadas sobre un terreno con herramientas adecuadas para obtener una representación gráfica o plano.

Una vez obtenido el plano, este resulta muy útil para cualquier obra que se vaya a realizar sobre el terreno. De esta forma podemos conocer la posición de los puntos de interés y su posición exacta mediante la latitud, longitud y elevación o cota.

Se puede diferenciar dos modalidades:

Levantamiento topográfico planimétrico: son una serie de acciones para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano.

Levantamiento topográfico altimétrico: son unas operaciones para obtener las alturas respecto al plano de comparación.

➤ **Tecnología del sistema**

El cálculo hidráulico se realiza siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (**NTON 09-007-19**). Este documento ha sido actualizado y ampliado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el cual contiene los principales criterios de diseño, para la elaboración de Proyectos de Agua Potable y que comprende: Mini Acueductos por Gravedad (MAG), Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), Captaciones de Manantial (C.M), Pozo Excavado a Mano (PEM) y Pozo Perforado (PP).

a) Fuente

El abastecimiento de agua potable 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.

Las fuentes de agua son las siguientes:

- Los manantiales
- El agua de mar que se desaliniza
- El agua superficial que es la que procede de lagos, ríos y embalses
- El agua subterránea

b) Obra de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

c) Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente, Su diseño y construcción son variados y van a depender de las condiciones del terreno, del material disponible en el área, de la mano de obra existente, etc. Pueden estar localizados antes o después de la planta de

tratamiento, pero, independientemente de la fuente de agua utilizada, se recomienda aplicar una desinfección directa.

d) Línea de conducción

Es el sistema de tuberías, estructuras, accesorios, dispositivos, válvulas y demás elementos que nos permite conducir el agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento donde se llevara a cabo el tratamiento para el consumo.

e) Red distribución

Una red de distribución de Agua Potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

La red de distribución de Agua Potable permite que el agua llegue desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad. Este sistema se puede clasificar por la fuente de donde se toma el agua: agua de mar, agua superficial (de lagos o ríos), agua de lluvia almacenada, agua subterránea y las aguas procedentes de manantiales naturales.

➤ Diseño final del sistema

a) Software de computadora

Se utilizó programa computacional para la lectura, interpretación y análisis de los datos recolectados tales como los de censo, topografía así también para la ejecución de los análisis hidráulicos y modelación de lo mismo.

b) Software Google Earth

Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

c) AutoCAD v.21

En el caso particular del proyecto se utilizó para la modelación topográfica de la zona así también para la extracción de los perfiles donde estarán ubicadas la red de distribución, con ello también todos aquellos diseños que sean necesarios realizar para las distintas obras planteadas.

d) EPANET 2.0

Es un software libre, desarrollado por la empresa E.P.A agencia de protección ambiental de los EEUU que realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Está diseñado para el uso con sistemas de distribución de agua potable, aunque en general puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

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 período 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.

Se trata de una herramienta de investigación que mejora nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas. El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos, para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, EPANET permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes, hasta los nodos del sistema.

Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tuberías, nodos, depósitos, embalses y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

➤ **Aforo y calidad de agua**

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen necesario que ésta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados. Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (río, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un período de años lo más largo posible.

1.5.5 Estudio económico

El estudio económico describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto; se anotan sus limitaciones de aplicación y se comparan con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica.

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

El propósito de la evaluación económica es asignar en forma óptima los recursos e identificar y medir los efectos del proyecto sobre las variables económicas de empleo, producción, comercio exterior, ingreso, ahorro, inversión, etc.

➤ **Costos incurridos o de inversión**

Representa los factores técnicos que intervienen en la producción, medibles en dinero. Se hace un cálculo general de todos los gastos de: Materiales, mano de obra y maquinaria necesaria.

➤ **Costo directo**

Los que pueden identificarse específicamente en la unidad. El coste directo es aquel que puede medirse y asignarse directamente y de forma inequívoca a un producto concreto. Es una categoría de coste clasificado en función de su relación con la producción.

Son los costos que se imputan de forma muy clara a un producto para conocer su costo unitario y para los que no es necesario establecer ningún criterio de imputación entre diferentes productos porque su reparto económico individual es obvio.

✓ **Costo indirecto**

Los costos indirectos son aquellos que no son directamente imputables a la producción de un bien o servicio en particular. Es decir, los costos indirectos son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, cuya asignación es más complicada, ya que no se relacionan directamente con la producción. Son ejemplos de ello el alquiler de servicios de transporte el salario de los trabajadores del departamento de finanzas o el de administración.

✓ **Costos fijos**

Es decir, los costos indirectos son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, cuya asignación es más complicada, ya que no se relacionan directamente con la producción.

✓ **Costos variables**

El coste variable es el gasto que fluctúa en proporción a la actividad generada por una empresa o, en otros términos, el que depende de las variaciones que afecten a su volumen de negocio. Otros ejemplos de este tipo de gasto pueden concretarse con los impuestos sobre ingresos (que fluctúan en función de estos

últimos) o con las comisiones relacionadas con las ventas de bienes o servicios (que igualmente variarán dependiendo del bien que se trate).

➤ **Flujo de caja**

Se refiere al flujo de entrada (cobros) y salida (pagos) de efectivo (dinero) en un determinado período. Si hay más entradas que salidas el flujo es positivo. Si hay más salidas que entradas en flujo, es negativo.

Inversión

Una inversión es una actividad que consiste en dedicar recursos con el objetivo de obtener un beneficio de cualquier tipo.

En economía los recursos suelen identificarse como los costos asociados. Los principales recursos son tiempo, trabajo y capital. Con lo cual, todo lo que sea hacer uso de alguno de estos tres recursos con el objetivo de obtener un beneficio es una inversión.

Cuando se realiza una inversión se asume un costo de oportunidad al renunciar a esos recursos en el presente para lograr el beneficio futuro, el cual es incierto. Por ello cuando se realiza una inversión se está asumiendo cierto riesgo. Para disponer de dinero para invertir es necesario haber tenido ingresos y ahorrado previamente parte de estos ingresos.

➤ **Evaluación social**

Identifica y dimensiona los efectos redistributivos del proyecto. Los proyectos sociales producen y/o distribuyen bienes o servicios (productos), para satisfacer las necesidades de aquellos grupos que no poseen recursos para solventarlas automáticamente, con una caracterización espacio-temporal precisa y acotada.

✓ **Valor actual neto económico (VANE)**

El Valor Actual Neto de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos periódicos y los egresos periódicos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios (Mete, 2014).

Criterios de aceptación:

Si el Valor Actual Neto de un proyecto independiente es mayor o igual a 0 el proyecto se acepta, caso contrario se rechaza. Para el caso de proyectos mutuamente excluyentes, donde debo optar por uno u otro, debe elegirse el que presente el VAN mayor.

Explicación del criterio de aceptación:

Un VAN negativo no implica necesariamente que no se estén obteniendo beneficios, sino que evidencia alguna de estas situaciones: que no se están obteniendo beneficios o que estos no alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto. Lamentablemente el VAN no nos aclara con precisión en cuál de estas situaciones nos encontramos, beneficios inexistentes o beneficios insuficientes, solamente nos indica que el proyecto debe rechazarse.

Por lo tanto, un VAN igual a 0 no significa que no haya beneficios, sino que ellos apenas alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto.

Asimismo, un VAN mayor a 0 indica que el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir las expectativas.

✓ **Tasa interna de retorno económico (TIRE)**

Es otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento. Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la

tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0 (Mete, 2014).

El argumento básico que respalda a este método es que señala el rendimiento generado por los fondos invertidos en el proyecto en una sola cifra que resume las condiciones y méritos de aquel. Al no depender de las condiciones que prevalecen en el mercado financiero, se la denomina tasa interna de rendimiento: es la cifra interna o intrínseca del proyecto, es decir, mide el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto, y no depende de otra cosa que no sean los flujos de efectivo de aquel.

Criterio de aceptación:

Proyectos independientes: surge de la comparación entre la TIR y la tasa de expectativa o alternativa/oportunidad.

- Si la TIR es mayor a la tasa de expectativa, el proyecto es financieramente atractivo, ya que, sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios adicionales por encima de la expectativa o alternativa.
- Si la TIR es menor a la tasa de expectativa, el proyecto no es financieramente atractivo, ya que, hay alternativas de inversión que pueden generar mejores resultados. Dentro de este escenario se nos pueden presentar dos alternativas:
- TIR menor a la expectativa, pero mayor a 0: significa que los ingresos apenas cubren los egresos del proyecto y no se generan beneficios adicionales.
- TIR menor a 0: significa que los ingresos no alcanzan a cubrir los egresos, por ende, el proyecto genera pérdidas.
- Si la TIR es igual a la tasa de expectativa es indiferente realizar el proyecto o escoger las alternativas, ya que, generan idéntico beneficio. En caso de

no existir alternativas debería llevarse a cabo el proyecto, ya que, los ingresos cubren los ingresos y generan beneficios.

✓ **Análisis costo-beneficio**

El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa (Rodrigues, 2023).

El costo-beneficio (B/C) también es conocido como índice neto de rentabilidad. Esta herramienta es muy utilizada por las empresas, ya que, les permite llevar la administración financiera en hojas de cálculo, sustentada en bases de datos. Esto ayuda a los dirigentes a tomar decisiones más acertadas acerca de la inversión y manejo de recursos.

✓ **Tasa social de descuento**

La elección de la tasa social de descuento constituye uno de los elementos críticos en los procesos de evaluación de proyectos públicos, y en particular en el análisis costo-beneficio sobre el que aún persisten algunos problemas prácticos y cuestiones a resolver de especial interés (Campos & Serebrisky, 2016).

Las Normas para Presentación de Iniciativas de Inversión, PII 2011, dictaminadas por el SNIP de Nicaragua, indican que la TSD vigente es del 12% anual y constante en el tiempo. Esta TSD fue calculada hace algunos años en un contexto económico diferente al actual, cuya característica principal era un bajo grado de apertura al mercado de capitales internacional, situación que ha cambiado radicalmente en el presente, lo cual hace pertinente su revisión (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2010).

CAPITULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

2.1.2 Micro localización

El Delirio, se ubica en las coordenadas UTM X=770030.00 m E, Y=1278044.00 m N. El acceso a la comunidad es a través de un camino de tierra, proveniente de Nueva Guinea hasta la comunidad La Unión.

Figura 3.

Micro localización comunidad El Delirio



Nota: Elaboración propia

2.2 Tipo de investigación

Se desarrollará una investigación **no experimental** de **corte transversal** por los estudios y datos a obtener, ya que, se realizarán directamente en la comunidad y serán recopilados en un solo instante.

2.2.1 Según el enfoque

Para un estudio de prefactibilidad como este, se podría utilizar un enfoque mixto que combine investigación cuantitativa y cualitativa. La investigación cuantitativa permitirá la recopilación de datos numéricos sobre costos, ingresos y otros factores económicos, mientras que la investigación cualitativa podría utilizarse para comprender las percepciones y opiniones de la comunidad respecto al proyecto.

2.2.2 Según el alcance de los resultados

El tipo de investigación es descriptiva, el cual es un tipo de investigación científica que se enfoca en describir, explicar y analizar detalladamente un fenómeno, evento, situación o proceso, sin necesariamente buscar una relación causal entre las variables estudiadas. Su objetivo principal será brindar una imagen precisa y completa de lo que se está estudiando, aportando una comprensión más profunda de cómo funciona, se manifiesta o se relaciona un fenómeno en particular.

2.2.3 Según el tiempo de ocurrencia

Según el tiempo de ocurrencia de hechos y registro de la información es de tipo Prospectivo, ya que, se trabajará con datos los cuales se recolectarán y se siguió observando el progreso del estudio.

2.3 Metodología

Para contextualizar la comunidad, se recolectarán datos, mediante observaciones directas, encuestas, con el fin de obtener una visión detallada y actualizada de las condiciones de vida y los desafíos que enfrenta la comunidad.

2.3.1 Recopilación de datos

Se identificarán todas las fuentes de datos disponibles y se iniciará a recopilar la información relevante. Esto puede incluir datos estadísticos del censo poblacional realizado por el INIDE (año 2005), informes previos, documentos oficiales, registros, encuestas, entrevistas y observaciones de campo.

✓ Levantamiento de datos de campo

En esta etapa se realizarán diversas visitas de campo al lugar donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Con el fin de conocer los aspectos sociales y económicos de las comunidades en estudio, se realizará una encuesta al 100% de las viviendas que estarán beneficiadas en este nuevo servicio, obteniendo para ello:

- Identificará usuarios que serían beneficiados.

- Informará sobre la forma y costo del abastecimiento actual.
- Recogerá información sobre los aportes comunitarios.
- Verificará la voluntad o disposición al pago de los beneficiarios.
- Estimaré los ingresos por vivienda beneficiaria.
- Estimaré la tarifa que puede ser pagada por el servicio.
- Evaluaré la sostenibilidad económica del proyecto.

➤ Encuestas

El método utilizado para el cálculo del número de encuestas, fue, mediante la ecuación de cálculo de muestras para una población finita, la cual se muestra a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} = \quad (1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra buscado

N: Tamaño de la población o universo

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

e: Error de estimación máximo aceptado

P: Probabilidad de que ocurra el evento

Q: Probabilidad que no ocurra el evento (1-Q)

2.3.2 Procesamiento de la información

Se procesó toda la información útil recopilada de fuentes secundarias de los distintos lugares vinculados al estudio, tales como: Bibliotecas y sitios web de donde se tomará la variada información. De igual manera se procesarán los datos levantados en campo como son las encuestas, aforos y datos topográficos para dar inicio a la elaboración del informe final.

2.3.3 Análisis de la demanda

Cálculo de la población

El método utilizado para la proyección poblacional es el método geométrico, ya que, este presenta mejores representaciones de crecimiento en países en desarrollo, el cual es el caso de Nicaragua.

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad (2)$$

Donde:

P_n : población del año.

P_o : Población al inicio del periodo de diseño.

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

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

Los valores de tasa de crecimientos anuales varían de 2.5% a 4% de escoger otra tasa el proyectista deberá justificar la adopción de la misma.

Cálculo promedio diario (demanda)

La demanda promedio diaria de la comunidad, se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$CPD = \frac{Pf * D}{86400} \quad (3)$$

CPD: Consumo promedio diario (L/S)

Pf : Población futura, habitantes (Hab)

D : Dotación en LPPD (litros por persona por día)

2.4 Estudio técnico

Es un componente fundamental que abarca la planificación y evaluación de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto de investigación. Garantizará la viabilidad del proyecto al establecer un marco claro y detallado que guíe la implementación eficiente de la investigación.

2.4.1 Determinación del tamaño del proyecto

Técnicamente el Tamaño de un proyecto es la “Capacidad máxima de unidades en Bienes y Servicios que den unas instalaciones o unidades productivas por unidad de tiempo”. Los tamaños están condicionados por los factores determinantes como son demanda, insumos y estacionalidad, y por factores condicionantes tales como: tecnología, localización, aspectos financieros y recursos humanos.

Este proyecto conlleva una combinación de dos factores muy importantes que determinaron su tamaño, uno de ellos es de tipo condicionante: la localización geográfica de la comunidad y los otros factores fueron la demanda, los recursos financieros y la tecnología.

2.4.2 Ingeniería del proyecto

El estudio de ingeniería está orientado a buscar una función de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles en la elaboración de un bien o en la prestación de un servicio.

➤ Cobertura del sistema

La cobertura del sistema de agua se determinó con base a las necesidades reales identificadas por la población a beneficiar, siendo la meta de brindar una cobertura del 100% de la población al periodo de diseño considerado; sin embargo, este indicador estará sujeto a las ubicaciones topográficas y lejanía de las viviendas, por otro lado, se hace necesario que exista una buena operación y mantenimiento del sistema, así como, hábitos en los usuarios para optimizar el recurso agua, evitando los derroches y conexiones indebidas, etc.

➤ Criterios para el diseño de las conexiones

Son tomas de patio 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, capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio.

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

✓ **Condiciones sociales:**

- Se realizó un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema, ya que cada grifo quedará dentro del predio donde se ubica la vivienda.

➤ **Condiciones técnicas**

- La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión será asumida por cuenta del propietario de la vivienda (beneficiario).
- El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).
- Producción de agua de la fuente

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, todos los elementos que influyen en la cuenca hidrográfica en donde se ubica la fuente deben de estar lo suficientemente protegida y libre de fuentes de contaminación que afecten la calidad de la misma, así como, la producción de agua; dicha fuente de agua debe cumplir dos propósitos fundamentales.

➤ **Criterios para el cálculo del volumen de almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de

distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

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

- Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 20% del consumo promedio diario.
- 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 15 % del consumo promedio diario.

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

➤ **Criterios para el diseño de las obras de captación y tratamiento**

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

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

➤ **Criterios para la selección de los diámetros de la tubería de la línea de conducción**

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

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el consumo de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

Se deberá diseñar para la condición del consumo de día máximo al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario. La ecuación se muestra a continuación:

$$CMD = 1.5 CPD + Hf \quad (4)$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario población en LPD

Hf: Perdidas en el sistema (15% CPD) en LPD

Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en las partes bajas.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

✓ **Línea de conducción por gravedad**

- La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo de diseño.
- La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deben ajustarse a la máxima economía
- La línea de conducción debe dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, con forme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías y tomar en cuenta además su protección y su mantenimiento

Para determinar el diámetro de la tubería, se aplicó la siguiente formula:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad (5)$$

Donde:

D= diámetro en metros

Q= caudal en m³/seg

V: Velocidad máxima permisible en la tubería en m/s

Para el cálculo de las pérdidas en la tubería de las líneas de conducción se aplicó la ecuación exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada.

$$Hf = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}} * L \quad (6)$$

Dónde:

HF=Pérdida de carga en metros

L=Longitud en metros

Q=Gasto en m³/seg

D=Diámetro en metros

C=Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

➤ **Criterios para la selección de los diámetros de la tubería de la red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

Fue necesario diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario. La ecuación se muestra a continuación:

$$CMH = 2.5 CPD + Hf \quad (7)$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario población en LPD

Hf: Perdidas en el sistema (15% CPD) en LPD

El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada).

Aplicando la ecuación siguiente: Pérdidas por fricción en metros.

$$H - \left[\frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L \quad (8)$$

Donde:

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

✓ **Criterios para la selección del sistema de desinfección**

El cloro se presenta puro en forma de gas, una vez procesado lo podemos obtener en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio o sodio, en forma de polvo blanco, en tabletas y en configuración líquida.

En el caso de Acueductos Rurales se utilizará para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipulación del equipo requerido,

disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

Para la desinfección se ha propuesto la aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio por medio de un hipoclorador de carga constante de doble recipiente. La desinfección se realizará en la entrada a los tanques. Para el cálculo del peso del hipoclorito de calcio, se utiliza la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q_i * T * C_2}{10 * \% \text{Cloro}} \quad (9)$$

Donde:

P: Peso hipoclorito de calcio en gr

Q_i: Caudal requerido (CMH) en LPS

T: Tiempo de recarga de cloro en S

C₂: Concentración de cloro en Mg/L

%Cloro: Porcentaje de hipoclorito de calcio

Se regulará la dosificación de desgaste de tal forma que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos. La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del período de contacto antes señalado. Para calcular el volumen mínimo en el que se diluirá la solución de cloro, se utilizó la siguiente ecuación:

$$V_{min} = \frac{\% \text{Cloro} * 10 * P}{C_{max}} \quad (10)$$

Donde:

V_{min}: Volumen mínimo de agua en el que se diluirá la solución en L

P: Peso hipoclorito de calcio en gr

Cmax: Concentración máxima de cloro en Mg/L

%Cloro: Porcentaje de hipoclorito de calcio

Para controlar el caudal de goteo del hipoclorador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Caudal\ de\ goteo = 25 \frac{Ml}{Min} * Qi \quad (11)$$

Donde:

Qi: Caudal de diseño red de distribución en LPS

➤ **Presiones de trabajo permitida**

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

➤ **Velocidades permitidas**

La norma ANA recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.6 m/s

Velocidad máxima = 2.5 m/s

➤ **Golpe de ariete**

Para determinar la presión máxima que soportará la tubería de conducción ante un cierre repentino de válvulas hidráulicas, fue necesario utilizar la siguiente ecuación:

$$h = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * d}{Et * e}}} \quad (12)$$

donde:

h: sobrepresión máxima por golpe de ariete

v: Velocidad del agua en la tubería en m/s

Ea: Modulo de elasticidad volumétrica del agua en Kg/cm² (20,670)

d: Diámetro interior de la tubería en cm

e: espesor de la tubería en cm

Et: Modulo de elasticidad volumétrica del material de la tubería en kg/cm² (28,100)

Una vez conocido el golpe de ariete, fue necesario conocer la presión máxima a la que estará sometida la tubería, utilizando la siguiente ecuación:

$$P_{max} = Presion\ residual\ minima\ (m) + sobrepresion\ (m) \quad (13)$$

2.5 Estudio socioeconómico

La realización de un estudio socioeconómico permite un mejor desarrollo del proyecto, ya que, así permitirá conocer las necesidades básicas, así como la situación real de la población donde se llevará a cabo la obra, esta información estará acorde a la encuesta del manual de administración del ciclo del proyecto (MACPM) publicado por el FISE.

La metodología a emplear consiste en estimar la rentabilidad social de un proyecto a partir de la comparación de los beneficios sociales contra los costos sociales. El análisis se hace a nivel de cada alternativa de solución. Para estimar dicha rentabilidad social se recurre al VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS), y según lo establecido por el SNIP, se usa una Tasa Social de Descuento (TSD) del 8%.

$$VANE = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + k)^t} - I_0 = \quad (14)$$

Donde:

Io: inversión inicial.

Ft= flujos de caja futuros, ya sean positivos o negativos.

K= Tasa de descuento o el interés mínimo esperado.

Esta es la misma metodología utilizada en la evaluación económica a precios privados, relación beneficio costo. Su ecuación se representa de la siguiente manera:

$$R_{B/C} = \frac{VAN}{VAC} \quad (15)$$

Donde:

R_{b/c}: Relación beneficio-costo

VAN: Valor actual neto de los ingresos totales

VAC: Valor actual neto de los costos de inversión

Otro criterio a tomar en cuenta, para determinar la rentabilidad social de un proyecto, será la TIRE (Tasa interna de retorno económico), que tendrá que ser mayor a la TSD (tasa social de descuento), para que este parámetro sea aceptado, su ecuación se representa de la siguiente manera:

$$TIRE = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} - Io = 0 \quad (16)$$

Donde:

Io: inversión inicial.

Ft= flujos de caja futuros, ya sean positivos o negativos.

K= Tasa de descuento o el interés mínimo esperado.

➤ **Tarifa**

Para determinar la tarifa, fue necesario utilizar la ecuación para cálculo de tarifas Mini Acueductos por Gravedad (MAG) y Captaciones de manantial (CM), que fue propuesto por el ANA en el año 2008. La ecuación se muestra a continuación:

$$CP = \frac{SP + PQ + CM + GA}{V} \quad (17)$$

Donde:

CP: Costo promedio de proveer un m³ en C\$

SP: Gasto total anual de salarios y prestaciones

PQ: Costo total anual de productos químicos

CM: Costo total anual de mantenimientos

GA: Gastos de administración

V: Volumen anual producido por la fuente en m³

CAPITULO III: ESTUDIO DE LA DEMANDA

CAPITULO III: ESTUDIO DE LA DEMANDA

3.1 Demanda

La demanda de un bien o servicio, puede ser definida en términos de mercado como un grupo de usuarios con necesidades por satisfacer, una capacidad requerida para satisfacerlas y un determinado comportamiento para hacerlo.

En este estudio, la demanda se establece para determinar el volumen de servicio de abastecimiento de agua potable para una comunidad que nunca lo ha tenido. El análisis de demanda desarrollado se basó principalmente en la realización de una segmentación o segregación del tipo geográfica, la cual incluyó el estudio de variables como población, distribución poblacional por edades, actividades económicas, distribución poblacional por viviendas, entre otras.

3.2 Características hídricas de la comunidad El Delirio

La comunidad El Delirio, cuenta con diversas fuentes de abastecimiento de agua, provenientes de fuentes superficiales (Ríos, quebradas) y fuentes subsuperficiales (manantiales).

3.3 Determinación de la demanda por segmentación geográfica

Para conocer las características socioeconómicas de la población fue necesario realizar encuestas, de la cual se recopiló datos generales como género, edades, actividades socioeconómicas predominantes, entre otros.

Actualmente la población de la comunidad es de 297 personas, en un total de 60 viviendas. Se propuso un índice de hacinamiento de 5 personas por vivienda.

Para determinar el número de encuesta a realizar, se utilizó la Ecuación 1. Sustituyendo se tiene:

$$n = \frac{297 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (297 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 73$$

De acuerdo al resultado anterior, se realizó la encuesta a una muestra de 73 personas de la comunidad.

3.3.1 Tasa de crecimiento de la población

Para el cálculo de la tasa de crecimiento población fue necesario conocer la cantidad de habitantes en la comunidad en dos fechas distintas, con el fin de conocer el comportamiento de la tasa de crecimiento de la población a lo largo del tiempo.

Figura 4.

Población comunidad El Delirio censo 2005

Municipio, Barrio, Corregimiento y Comunidad	Ambos Sexos	Hombres		Mujer		Principales Indicadores de Población							
		Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	IDE	RMR	Partes del Último Hijo en Atendidos en establecimientos de Salud	% Analf. Hombre	% Analf. Mujer	% Analf. Hombre 15-29 Años	% Analf. Mujer 15-29 Años	
Corregimiento Abajo	1 788	852	852	852	852	55.2	73.0	29	35.7	32.3	33.5	33.0	
Delirio	188	51	58	38	41	55.8	69.0	29	35.7	32.3	33.5	33.0	
El Zapote	851	127	143	142	133	106.4	73.0	62	47.8	38.8	40.0	29.8	
Duenos Aires	519	142	142	114	120	100.0	72.1	99	44.8	53.8	36.6	26.0	
La Unión	1 182	271	294	267	300	81.8	63.7	953	33.9	34.4	30.2	21.4	
Flor Sur	185	41	52	40	52	86.9	63.8	21	30.0	28.5	35.3	23.5	
Florida	234	47	63	59	60	96.6	75.0	44	45.9	52.4	39.3	26.9	
Mata Maiz	123	21	41	28	29	83.8	80.9	11	46.0	59.0	18.0	37.6	
Chacalán	52	13	14	9	16	92.8	35.7	0	42.9	36.8	29.6	11.1	
Jarama	287	60	88	67	78	93.8	64.0	52	47.2	41.0	35.4	25.0	

Nota: Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE)

De acuerdo a los datos del Censo Nacional del año 2005, se observa que la comunidad El Delirio, contaba con una población de 188 personas. De acuerdo a datos que manejan la comunidad, para el año 2023, se estima hay una población de 297 personas.

Una vez obtenida la población en dos años diferente, se procede a calcular la tasa de crecimiento poblacional. Se determina despejando la Ecuación 2, el resultado se muestra a continuación:

$$r (\%) = \left(\left(\frac{297}{188} \right)^{\frac{1}{18}} - 1 \right) * 100 = 2.5\%$$

Se estima que la tasa de crecimiento poblacional de la comunidad sea 2.51%, que se encuentra en el límite inferior de lo que propone la norma (2.5-4%).

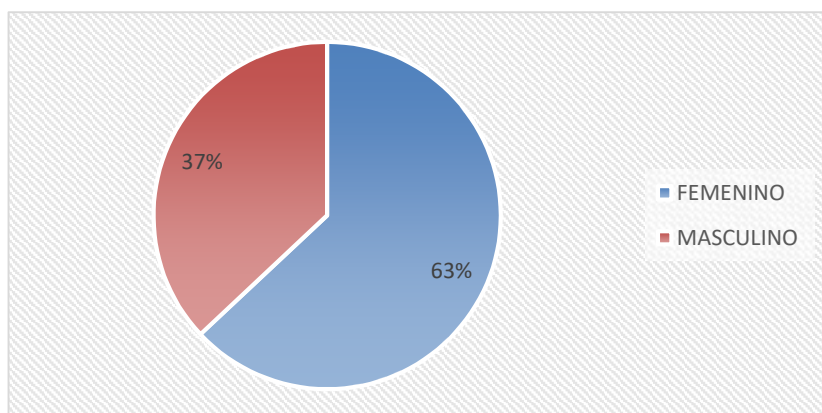
3.3.2 Caracterización de la población

La comunidad El Delirio, cuenta con una población de 60 familias, se estimó un índice de hacinamiento promedio de 5 personas por familia para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Actualmente, la población es de 297 personas, de las cuales 187 son mujeres, y 110 son hombres.

Figura 5.

Distribución poblacional por sexo

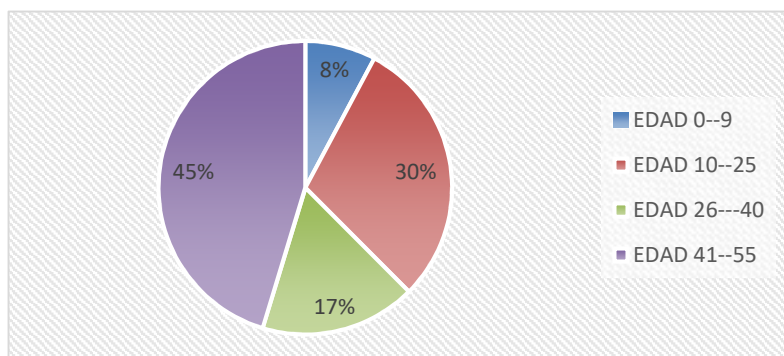


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos por la encuesta, queda en evidencia, que la mayoría de las personas rondan arriba de los 55 años, considerándose adultos mayores, y otra pequeña parte a niños, de entre 0 a 9 años, y en menor porcentaje la población infantil (menores de 9 años), con lo cual es altamente vulnerable a las enfermedades de tipo gastrointestinal por el consumo de agua no potable.

Figura 6.

Rango de edades



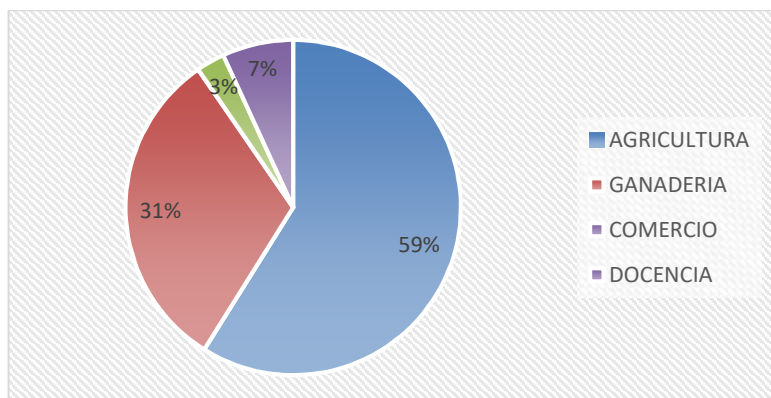
Nota: Elaboración propia

3.4 Actividades socioeconómicas de la población

Las actividades predominantes en el municipio son la agricultura, la ganadería y en menor proporción el comercio y la docencia, la primera siendo la más importante caracterizándose por los cultivos de maíz, frijoles, musáceas, malanga y quequisque.

Figura 7.

Actividades económicas de la población



Nota: Elaboración propia

Los pobladores son productores y comerciantes informales, es decir, no cuentan con un ingreso estable.

3.5 Servicios

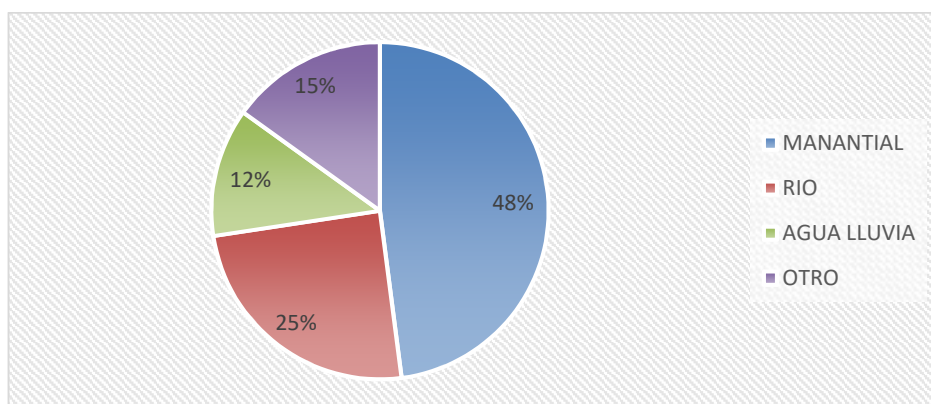
3.5.1 Servicios básicos

Agua potable

La comunidad El Delirio no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, es por ello que la población se abastece de fuentes de agua existentes en la comunidad (ríos, manantiales).

Figura 8.

¿Cómo se abastece de agua?

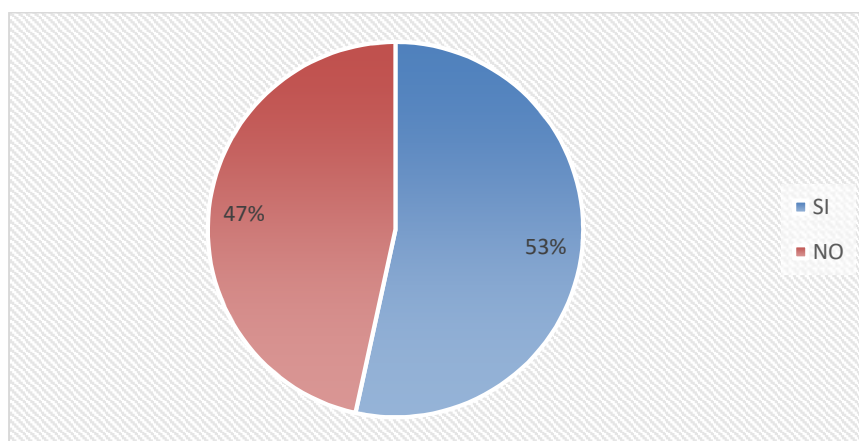


Nota: Elaboración propia

El 48% de la población se abastece por medio de manantiales, pero no todos tienen un manantial como fuente de agua propia, es decir, se abastecen de fuentes de agua vecinas (según datos de la encuesta). 25% de la comunidad utiliza el agua de los ríos como fuente de abastecimiento, un 12% de la comunidad utiliza el agua de lluvia como fuente de abastecimiento (las lluvias en esta zona son consecutivas).

Figura 9.

¿El agua que consume es apta para el consumo?



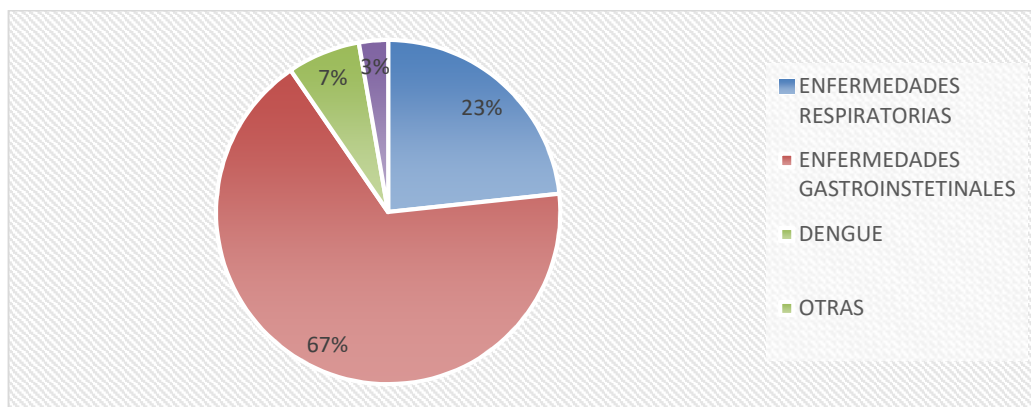
Nota: Elaboración propia

Las fuentes de agua existente no cuentan con ninguna protección (cercado perimetral para evitar el ingreso de los animales en caso de los manantiales), estando en contacto con la flora y fauna exterior, a pesar de esto 53% de la población encuestada considera que el agua que consume es apta, y un 47% la considera no apta para su consumo.

Según los datos obtenidos en la encuesta, 78% de la población, utiliza agua que no pasa por ningún proceso de saneamiento, es decir, la consumen a como la extraen de la fuente, 22% de la población, utiliza agua que pasa por algún proceso de saneamiento, pero, la utilizan solo para el consumo de los más pequeños de la vivienda (niños y bebés), el proceso que utilizan, es la de hervir el agua, dejarla enfriar para luego consumirla.

Figura 10.

¿Cuáles son las enfermedades más comunes que padece durante el año?

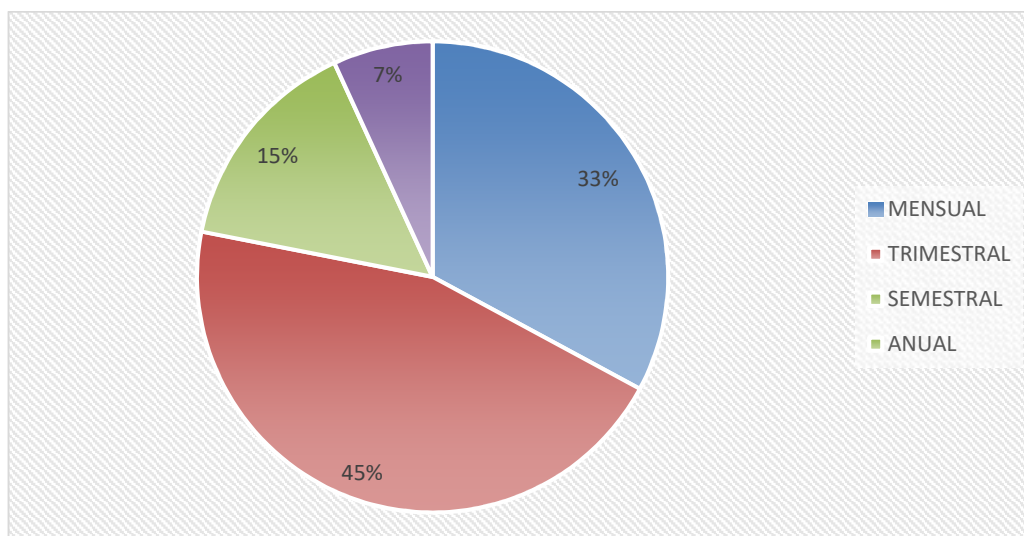


Nota: Elaboración propia

Queda en evidencia que la gran mayoría de la población padece enfermedades gastrointestinales, esto se le puede adjudicar al consumo de agua no potable, debido a que no existe un sistema de tratamiento para el agua que se consume, seguidas por las enfermedades respiratoria, en menor escala dengue y otras enfermedades virales.

Figura 11.

¿Con que frecuencia padece estas enfermedades?

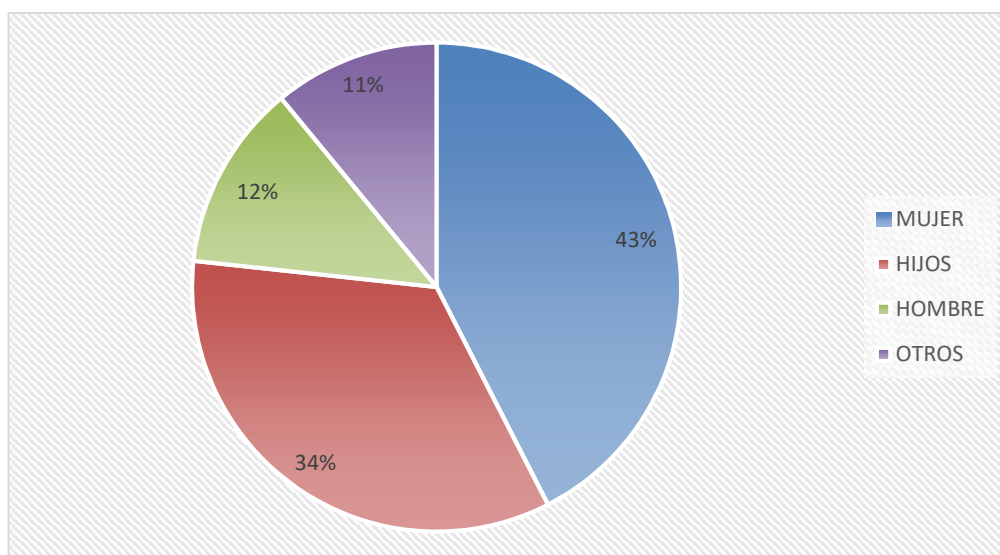


Nota: Elaboración propia

Regularmente, 45% de los pobladores están padeciendo de alguna de estas enfermedades cada trimestre (tres meses), otro 33% padece de estas enfermedades cada mes, y menor proporción en un lapso semestral y anual.

Figura 12.

¿Quién busca el agua en su vivienda?



Nota: Elaboración propia

Normalmente, los encargados de transportar el agua desde la fuente hasta la vivienda son las mujeres y niños, en épocas de invierno esta tarea se torna un poco difícil, debido a las lluvias frecuentes que ocasiona que el suelo sea resbaloso. En el caso de las viviendas que transportan agua de alguna fuente, lo hacen desde unos 250 m. a unos 1000 m. de distancia, lo que reduce las oportunidades de la mujer para generar algún tipo de ingreso.

Energía eléctrica

La comunidad no tiene acceso a energía eléctrica convencional, por ello, todas las casas cuentan con paneles solares (energía fotovoltaica)

Telefonía móvil

La comunidad cuenta con telefonía móvil de la empresa Claro y Tigo.

3.5.2 Servicios públicos

Educación

La comunidad, El Delirio cuenta con dos escuelas (San Juan, Las Delicias), siendo de educación primaria, no cuenta con educación secundaria, por lo que los adolescentes tienen que viajar a la comunidad vecina llamada La Unión, que queda a unos 8 km de esta comunidad.

La escuela San Juan, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, por tal razón, será incluida en el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP).

Salud

La comunidad no cuenta con un centro de atención médica, por ello, los pobladores tienen que viajar hasta la colonia más cercana, La unión, ubicada aproximadamente a 8 km o Nueva Guinea, a unos 36 km. La problemática de la salud en la población de esta comunidad, se expresa por la escasez de medicamentos y personal médico en dicho centro asistencial.

Iglesias

La comunidad, cuenta con dos Iglesias de Dios Profecías, que son casas particulares donde se reúnen las personas dos o tres veces por semana, durante las tardes.

3.6 Proyección de la demanda a 20 años

El objetivo de proyectar la demanda futura (20 años), es garantizar a la comunidad El Delirio, el servicio de agua potable de manera interrumpida, que sea apto para su consumo y que llegue hasta cada una de las viviendas beneficiadas por medio de conexiones domiciliarias. Se utilizó la tasa de crecimiento poblacional de 2.5%, anteriormente calculada (ecuación 7), que se encuentra en el límite inferior de lo que propone la norma vigente por el ANA (2.5-4%).

3.7 Proyección estadística de la población

Una vez conocida la tasa de crecimiento poblacional, y con una población inicial de 297 personas, se procede a calcular la población futura, mediante el método geométrico, a un periodo de 20 años, utilizando la Ecuación 2:

$$P_{2043} = 297 (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_{2043} = 487 \text{ habitantes}$$

Tabla 1.

Proyección futura de la población

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Nº	AÑO	POBLACIÓN
0	2023	297
1	2024	305
2	2025	313
3	2026	320
4	2027	328
5	2028	337
6	2029	345
7	2030	354
8	2031	362
9	2032	371
10	2033	381
11	2034	390
12	2035	400
13	2036	410
14	2037	420
15	2038	431
16	2039	441
17	2040	452
18	2041	464
19	2042	475
20	2043	487

Nota: Elaboración propia

La población proyectada a 20 años para la comunidad El Delirio, se estima crecerá hasta tener una población de 487 personas. Actualmente estas 297 personas, se encuentran registradas en 60 viviendas.

3.8 Dotación de agua

Para sistema de agua potable, para abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asigna una dotación de 80 litros por persona por día (lppd), para poblaciones rurales dispersas y de 100 lppd para poblaciones rurales que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico. Para el caso de la comunidad se constató que la población no cuenta con sistema de saneamiento con arrastre hidráulico, por lo tanto, se asignó un caudal de 80 lppd.

Según las “Normas y Criterios para el Diseño de Establecimiento Escolares”, que fue presentado por el Ministerio de Educación (MINED), en el año 2008, propone que un alumno requiere como mínimo en el sector rural de 15-20 galones/día (56.8-70.7 LPD). Debido a que, la escuela San Juan, tiene en la actualidad la capacidad máxima de albergar a 30 estudiantes, para criterios de diseño, se tomó una población escolar de 35 estudiantes, con una dotación de 60 LPD.

Utilizando la ecuación 3, se obtiene el consumo promedio diario de la población (demanda de agua potable) para el sector domiciliar y sector escolar, el resultado se muestra a continuación:

$$\text{Consumo promedio diario (CPD)} = \frac{80 \text{ lppd} * 487 \text{ personas}}{86400} \text{ (LPS)} = 0.45 \text{ LPS}$$

El consumo promedio diario de la población domiciliar será de 0.45 LPS (caudal requerido en las tomas de patio de la vivienda).

$$\text{Consumo promedio diario (CPD)} = \frac{60 \text{ lppd} * 35 \text{ personas}}{86400} \text{ (LPS)} = 0.02 \text{ LPS}$$

El consumo promedio diario de la población escolar será de 0.02 LPS (caudal requerido en las tomas de patio de la escuela), el caudal es relativamente bajo, debido a la poca cantidad de estudiantes.

3.8.1 Variaciones de consumo

Se determinan las variaciones de consumo máximo por día y hora para el año 20 con el fin de conocer cuánto será la dotación de agua que consume la población cada hora y a diario, para así diseñar una línea de conducción y red de abastecimiento que beneficie a la población durante los 20 años del proyecto. Sustituyendo valores en la Ecuación 4 se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Máximo Día (CMD)} &= 1.5 * 0.45 + (0.45 * 0.15) \text{ LPS} = 0.75 \text{ LPS} \\ &= 11.85 \text{ GPM} \end{aligned}$$

Con la realización del consumo máximo día (CMD), se diseñó la línea de conducción (línea de abastecimiento de la fuente al tanque), deberá tener la capacidad de transportar un caudal de 0.75 LPS.

De igual manera, sustituyendo valores en la Ecuación 7, se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Máximo Hora (CMH)} &= 2.5 * 0.45 + (0.45 * 0.15) \text{ LPS} = 1.2 \text{ LPS} \\ &= 19 \text{ GPM} \end{aligned}$$

Con la realización del consumo máximo día (CMH), se diseñó la red de distribución (red de distribución del tanque a las tomas de patio), deberá tener la capacidad de transportar un caudal de 1.2 LPS.

La línea de conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día y la red de distribución el consumo máximo hora de los próximos 20 años. Se permitirán velocidades de flujo, entre los 0.40 metros sobre segundo (m/s) a 2.5 m/s.

Tabla 2.

Proyección de la demanda del proyecto

N	AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN			DOMICILIAR CPD			ESCOLAR CPD			PERDIDAS 15%			CONSUMO MAXIMO DIA			CONSUMO MAXIMO HORA		
			LPD	LRP	GRM	LPD	LRP	GRM	LPD	LRP	GRM	LPD	LRP	GRM	LPD	LRP	GRM	LPD	LRP	GRM
0	2022	297	50	0.25	4 369	22750.0	0.02	0.350	2100.0	0.040	0.71	3879.00	0.48	7.25	39079.0	0.75	11.51	88279.0		
1	2024	305	50	0.25	4 475	24420.0	0.02	0.355	2100.0	0.040	0.720	3975.00	0.47	7.44	40575.0	0.75	11.22	64375.0		
2	2026	318	50	0.25	4 694	26340.0	0.02	0.360	2100.0	0.040	0.747	4071.00	0.48	7.54	41891.0	0.77	12.23	88671.0		
3	2028	320	50	0.25	4 886	28020.0	0.02	0.365	2100.0	0.040	0.752	4195.00	0.49	7.51	42995.0	0.79	12.50	63151.0		
4	2030	320	50	0.25	4 886	28020.0	0.02	0.365	2100.0	0.040	0.752	4251.00	0.50	8.00	43511.0	0.84	12.74	63151.0		
5	2032	337	50	0.31	4 945	28950.0	0.02	0.365	2100.0	0.050	0.830	4309.00	0.52	8.22	44799.0	0.58	13.15	71758.9		
6	2034	345	50	0.37	5 060	29700.0	0.02	0.365	2100.0	0.050	0.817	4455.00	0.50	8.44	45055.0	0.55	13.40	73154.9		
7	2036	364	50	0.33	5 190	30320.0	0.02	0.365	2100.0	0.055	0.827	4569.00	0.54	8.55	47049.0	0.57	13.55	75952.9		
8	2038	381	50	0.34	5 335	30950.0	0.02	0.365	2100.0	0.054	0.854	4661.00	0.55	8.87	48000.0	0.60	13.14	77548.9		
9	2040	371	50	0.34	5 445	29630.0	0.02	0.365	2100.0	0.050	0.875	4767.00	0.57	9.04	49007.0	0.61	14.49	78955.9		
10	2042	387	50	0.36	5 552	30420.0	0.02	0.365	2100.0	0.057	0.827	4867.00	0.59	9.25	50807.0	0.64	14.28	81055.9		
11	2044	390	50	0.35	5 704	31200.0	0.02	0.365	2100.0	0.056	0.915	4965.00	0.60	9.00	51795.0	0.56	16.25	82954.9		
12	2046	400	50	0.37	5 810	32020.0	0.02	0.365	2100.0	0.055	0.828	5119.00	0.61	9.74	53119.0	0.59	15.51	85114.9		
13	2048	410	50	0.38	5 917	32850.0	0.02	0.365	2100.0	0.051	0.950	5235.00	0.63	9.69	54135.0	1.01	16.20	87314.9		
14	2050	420	50	0.39	6 064	33650.0	0.02	0.365	2100.0	0.052	0.932	5355.00	0.65	10.25	55755.0	1.05	16.19	89354.9		
15	2052	431	50	0.40	6 325	34430.0	0.02	0.365	2100.0	0.054	1.027	5407.00	0.66	10.42	57207.0	1.06	16.52	91030.9		
16	2054	441	50	0.41	6 472	35230.0	0.02	0.365	2100.0	0.055	1.025	5607.00	0.68	10.74	58527.0	1.09	17.21	93035.9		
17	2056	462	50	0.42	6 554	36150.0	0.02	0.365	2100.0	0.055	1.022	5793.00	0.69	11.20	59973.0	1.11	17.54	96155.9		
18	2058	465	50	0.42	6 610	37130.0	0.02	0.365	2100.0	0.055	1.079	5803.00	0.71	11.39	61963.0	1.14	18.10	98033.9		
19	2060	475	50	0.44	6 871	38350.0	0.02	0.365	2100.0	0.070	1.153	6015.00	0.73	11.55	64015.0	1.17	18.73	101014.9		
20	2062	487	50	0.45	7 147	39550.0	0.02	0.365	2100.0	0.071	1.120	6159.00	0.75	11.55	64559.0	1.2	19.20	103888.9		

Nota: Elaboración propia

Conociendo los datos de proyección obtenidos anteriormente, existe una demanda insatisfecha, proyectada para el final del periodo de diseño (año 20) de 487 personas, adicionando a esto, se confirma que existe una demanda del proyecto.

3.9 Balance oferta-demanda

Se determinó la oferta de las fuentes de agua disponible en la comunidad, manantiales y ríos, por otra parte, con la proyección de la población durante un periodo de diseño de 20 años, considerando la dotación agua por persona, el número de alumnos del centro escolar, se determinó la demanda futura de agua potable.

Tabla 3.

Balance oferta-demanda Agua Potable (sin proyecto)

N	AÑO	POBLACIÓN	CPD		
			DOMICILIAR LPD	ESCOLAR LPD	OFERTA LPD
1	2024	305	24400.0	2100.0	0
5	2028	337	26960.0	2100.0	0
10	2033	381	30480.0	2100.0	0
15	2038	431	34480.0	2100.0	0
20	2043	487	38960.0	2100.0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 4.

Balance oferta-demanda Agua Potable (con proyecto)

N	AÑO	POBLACIÓN	CPD		
			DOMICILIAR	ESCOLAR	OFERTA
			LPD	LPD	LPD
1	2024	305	24400.0	2100.0	40575.0
5	2028	337	26960.0	2100.0	44799.0
10	2033	381	30480.0	2100.0	50607.0
15	2038	431	34480.0	2100.0	57207.0
20	2043	487	38960.0	2100.0	64599.0

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la comparativa del balance oferta demanda, en las situaciones anteriormente planteadas, se logra observa, que, en la situación sin proyecto, la demanda de agua en la población incrementará año con año, en cambio la oferta se mantendrá siempre en cero, debido a que no existe un SAAP.

En la estimación de la situación con proyecto, se pretende que para el final del periodo de diseño del SAAP, pueda satisfacer la demanda insatisfecha de 487 personas (mediante conexiones domiciliarias) y la demanda de 35 alumnos (conexión escolar), con el fin de garantizar un servicio de agua, de manera interrumpida y que sea apta para el consumo humano.

3.10 Situación sin proyecto de la comunidad

La comunidad El Delirio cuenta actualmente, con 60 viviendas, de las cuales 2 sirven como Iglesias, donde las personas se reúnen 2 o 3 veces por semana, cuenta con 2 escuelas. La población de la comunidad se puede caracterizar como una población rural dispersa. En la siguiente figura, se observa las características de la zona y disposición de las viviendas:

Figura 13.

Situación actual comunidad El Delirio



Nota: Elaboración propia

3.11 Beneficios esperados del proyecto

Los beneficios que generará este proyecto son de carácter social, es decir, no existe ningún tipo de beneficio económico o lucro particular, por lo que cada habitante será un beneficiario directo del proyecto en los siguientes rubros:

- La comunidad consumirá agua potable de calidad y cantidad, según las normas de la OMS.
- El consumo de este líquido de calidad, bajará el índice de morbilidad en la comunidad, y por lo tanto el gasto del estado en la atención de estas enfermedades disminuirá.
- Mejorará la economía familiar de sus habitantes, ya que se reducirán sus actuales gastos por medicación.
- Se generarán empleos directos e indirectos para los comunitarios en las etapas ejecución y funcionamiento del proyecto.
- El acceso al agua será domiciliario, con lo que se evitarán los actuales desplazamientos de sus habitantes para traer agua desde largas distancias.

- Se elevará el valor catastral de las propiedades al contar los predios con agua domiciliar.

Se elevará en su conjunto la calidad de vida de los comunitarios y la sensación de bienestar social en su conjunto.

CAPITULO IV: ESTUDIO TÉCNICO

CAPITULO IV: ESTUDIO TÉCNICO

4.1 Localización del proyecto

La comunidad del estudio se encuentra a una distancia de 36 kilómetros de la cabecera departamental, Nueva Guinea. Desde Managua la distancia es de 316 km y el tiempo de viaje es de unas 7 horas por medio de un camino de tierra.

Figura 14.

Localización del proyecto



Nota: Elaboración propia

4.2 Determinación del tamaño del proyecto

El estudio de la demanda, determinó la población beneficiaria del proyecto (297 habitantes, distribuidos en 60 viviendas, una escuela). Con la proyección de la demanda futura de la población, se determinó que se requiere técnicamente un CMD de 0.46 LPS (para el primer año, año 2024) y 0.75 LPS (para el final del periodo de diseño, año 2043), se espera satisfacer a una población final de 487 personas, para el año 2043.

4.3 Ingeniería del proyecto

4.3.1 Cobertura del sistema

La cobertura del sistema de agua se determinó con base a las necesidades reales identificadas por la población a beneficiar, siendo la meta de brindar una cobertura del 100% de la población al periodo de diseño considerado; sin embargo, este indicador estará sujeto a las ubicaciones topográficas y lejanía de las viviendas, por otro lado, se hace necesario que exista una buena operación y mantenimiento del sistema, así como, hábitos en los usuarios para optimizar el recurso agua, evitando los derroches y conexiones indebidas, etc.

4.3.2 Criterio para el diseño de las conexiones

Son tomas de patio 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, capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio.

4.3.3 Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, los elementos que se ubican en la fuente deben estar lo suficientemente protegidos y libres de fuentes de contaminación que afecten la calidad de la misma.

La comunidad El Delirio cuenta con manantiales, donde las personas se pueden abastecer de agua, pero no todos cumplen con los parámetros (caudal requerido) para diseñar un sistema de abastecimiento de agua. Por tal razón, fue necesario realizar un aforo de la fuente, para comprobar si cumplía con la producción de agua requerida. A continuación, se muestra ciertas fuentes de agua con las que cuenta la comunidad:

Figura 15.

Manantial de fondo



Nota: Elaboración Propia

Figura 16.

Manantial de fondo



Nota: Elaboración Propia

Figura 17.

Manantial de fondo con estructura de captación



Nota: Elaboración Propia

Figura 18.

Manantial de fondo



Nota: Elaboración Propia

➤ Aforo de la fuente de agua

Con el fin de determinar la capacidad de la fuente, conocer si aportan el caudal demandado por la población y las variaciones de dicho caudal en distintas temporadas del año, se realizó un aforo en la época más crítica del año (época seca o verano).

La fuente fue aforada en la tercera semana de marzo del año 2023, por medio del método de aforo volumétrico, con el fin de disminuir el grado de incertidumbre, se tomaron 5 medidas, utilizando un recipiente de volumen conocido, de 20 litros (L) y un cronometro.

Una vez determinada las 5 mediciones, se determinaron los 5 caudales (volumen entre tiempo), y después se tomó el valor promedio de los mismos. Los resultados del aforo de la fuente en estudio, ubicada en la finca del Sr. Mario López, se muestran a continuación:

Tabla 5.

Aforo fuente de agua propuesta

COORDENADAS: X (775630.00 M), Y (1277658.00 M)				
VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL	CAUDAL PROM	CAUDAL PROM
L	S	L/S	L/S	GPM
20	25.8	0.78	0.76	12.0
20	26.8	0.75		
20	26.8	0.75		
20	26.5	0.75		
20	26.3	0.76		

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 15, la fuente posee una pequeña estructura artesanal de captación de agua, la cual facilitó el aforo del caudal por medio del método volumétrico. Según explicó el propietario de la fuente de agua, está no se ha explotado en los últimos años, debido a que, cuenta con más fuentes de abastecimiento dentro de su propiedad, más próxima a su vivienda.

De acuerdo al propietario, la fuente de agua no disminuye su caudal, se mantiene constante todo el año, esto se debe, a la extendida época de invierno que se vive en la zona, donde en el mejor de los casos, el verano dilata un mes y medio.

Según la norma NTON 09 007 19, describe que para utilizar una fuente de agua debe ser el caudal crítico de la producción de la fuente menos el caudal ecológico esta tiene que ser mayor o igual que el consumo máximo diario de la población, siendo lo contrario se desechará su utilización o se tendrá que contemplar con otra fuente.

De acuerdo a la normativa, la capacidad de la fuente debe satisfacer el caudal ecológico y el Consumo Máximo Día (CMD), la fuente en estudio, esta mínimamente por debajo del caudal requerido (cumple con el CMD, sin tomar en cuenta el caudal ecológico). Se aceptará el manantial como fuente de abastecimiento del proyecto, ya que, trabajar en conjunto con dos fuentes incrementaría significativamente los costos del proyecto.

El consumo máximo por día (CMD), equivale a 0.75 litros por segundo (LPS) u 11.85 galones por minuto (GPM), la fuente proporciona un caudal de 0.76 LPS o 12 GPM, por tal razón la fuente satisface la demanda requerida por la población al periodo de diseño, de igual manera, se instalará un tanque de almacenamiento, con el fin de garantizar la dotación a la población a lo largo del periodo de diseño.

➤ **Calidad de la fuente de agua**

Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, según ANA debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas.

La fuente de agua propuesta, contaban con estudios de calidad de agua realizado por su propietario con anterioridad, ya que, eran utilizadas para el consumo humano. El señor Mario López (propietario de la fuente) realizó la prueba de calidad de agua a mediados del año 2021.

Una vez conocido los datos de calidad de agua, fue necesario hacer la comparativa con los rangos establecidos por la norma NTON 05 007 98 y las norma CAPRE, para ver si se encontraban dentro del rango, el resultado se muestra a continuación:

Tabla 6.

Análisis bacteriológico fuente propuesta

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>NTON 05-007-98</i>	<i>Normas CAPRE</i>	<i>Fuente 1</i>
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Promedio mensual menor de 1000	Negativo	0.00
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	nr	Negativo	14.00

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el propietario

Los resultados de los análisis físico-químico y sus rangos permisibles, se muestran a continuación:

Tabla 7.

Análisis físico-químico de la fuente propuesta

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>NTON 05-007-98</i>	<i>Normas CAPRE</i>	<i>Fuente 1</i>
Turbidez	UTN	<250	5	0.07
pH	Unidad de pH	6.0-8.5	6.5-8.5	7.8
Conductividad Eléctrica (CE)	µS.cm ⁻¹	NR	400	251.0
Sólidos Totales Disueltos (STD)*	mg.l ⁻¹	1000	1000	145.0
Color mercurial	mg/L Pt-Co	<150	1	ND
Sodio (Na⁺)	mg.l ⁻¹	200	25	17.9
Potasio (K)*	mg.l ⁻¹	NR	10	1.5
Magnesio (Mg⁺⁺)	mg.l ⁻¹	NR	30	9.2
Calcio (Ca⁺⁺)	mg.l ⁻¹	NR	100	26.2
Cloruros (Cl⁻)	mg.l ⁻¹	250	250	8.7
Nitratos (NO₃⁻)	mg.l ⁻¹	10	25	1.0
Sulfatos (SO₄⁻)	mg.l ⁻¹	250	25	4.8
Carbonatos (CO₃⁻)	mg.l ⁻¹	NR	NR	0.0
Bicarbonatos (HCO₃⁻)	mg.l ⁻¹	NR	NR	153.2
Dureza Total (CaCO₃)	mg.l ⁻¹	400	400	163.2
Alcalinidad Total (CaCO₃)	mg.l ⁻¹	NR	NR	125.6
Nitritos (NO₂⁻)	mg.l ⁻¹	10	1	0.02
Hierro Total (Fe)*	mg.l ⁻¹	3	0.3	0.033
Fluoruro F⁻	mg.l ⁻¹	<1.7	0.7-1.5	0.67

Nota: Elaboración propia con datos proporcionado por el propietario

Los resultados de los estudios de calidad de agua para la fuente indican que la misma es de excelente calidad físico-química, ya que, todos los parámetros se encuentran debajo del límite máximo permitido o bien dentro de los rangos recomendados, sin embargo, la prueba bacteriológica, muestra presencia de coliformes fecales.

➤ **Tratamiento**

De acuerdo a los resultados obtenidos, las muestras tomadas en la fuente de agua, indican que los recursos hídricos propuestos corresponden a aguas tipo 1 (Categoría 1B, aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración).

Para la potabilización del agua como medida profiláctica, se recomendó la aplicación de cloro (hipoclorito de calcio). La característica principal de este para su uso como desinfectante es su presencia continua en el agua como cloro residual. Además, no solo actúa como desinfectante, sino también con otros elementos presentes en el agua, como amoníaco, hierro y otras sustancias productoras de olores y sabores. De conformidad con los métodos y medios empleados en sistemas rurales se propone un dosificador sencillo, un hipoclorador por goteo de carga constante.

4.3.4 Diseño de los componentes del sistema

➤ **Obra de captación**

Debido a que las fuentes de abastecimiento de agua propuestas son manantiales de fondo y concentrados, la estructura de la obra de captación se reduce a una cámara húmeda sin fondo (sirve para captar el agua) y una cámara seca (sirve para la protección de las válvulas de control y de salida). La cámara húmeda tendrá tuberías de rebose y de limpieza, que servirán para eliminar el exceso de agua producida por la fuente.

La obra de captación será de mampostería confinada, utilizando los materiales existentes en la zona (piedra cantera). Para el dimensionamiento de las mismas, se utilizó una hoja de Excel para manantiales de fondo y de ladera.

Para utilizar esta hoja de cálculo de Excel, solo es necesario contar con los datos de Caudal máximo de la fuente (caudal que proporciona la fuente en época de invierno, el obtenido mediante el aforo), caudal mínimo de la fuente (caudal obtenido en la fuente durante época de estiaje o verano), caudal de diseño (caudal máximo requerido durante el final del periodo de diseño, año 20). Debido a que la fuente de agua en estudio, proporcionan el mismo caudal durante la época de invierno y verano, el caudal máximo y mínimo, será el mismo.

Los resultados se muestran a continuación:

➤ **Cámara húmeda**

Ancho de la pantalla cámara sin fondo

El ancho de la pantalla de la cámara sin fondo, en este caso estará determinado por las características propias de cada una de las fuentes, es por ello, que, el ancho de la cámara sin fondo es de 1.5 metros (m).

Altura total cámara sin fondo (Ht)

Gasto máximo diario= 0.75 LPS

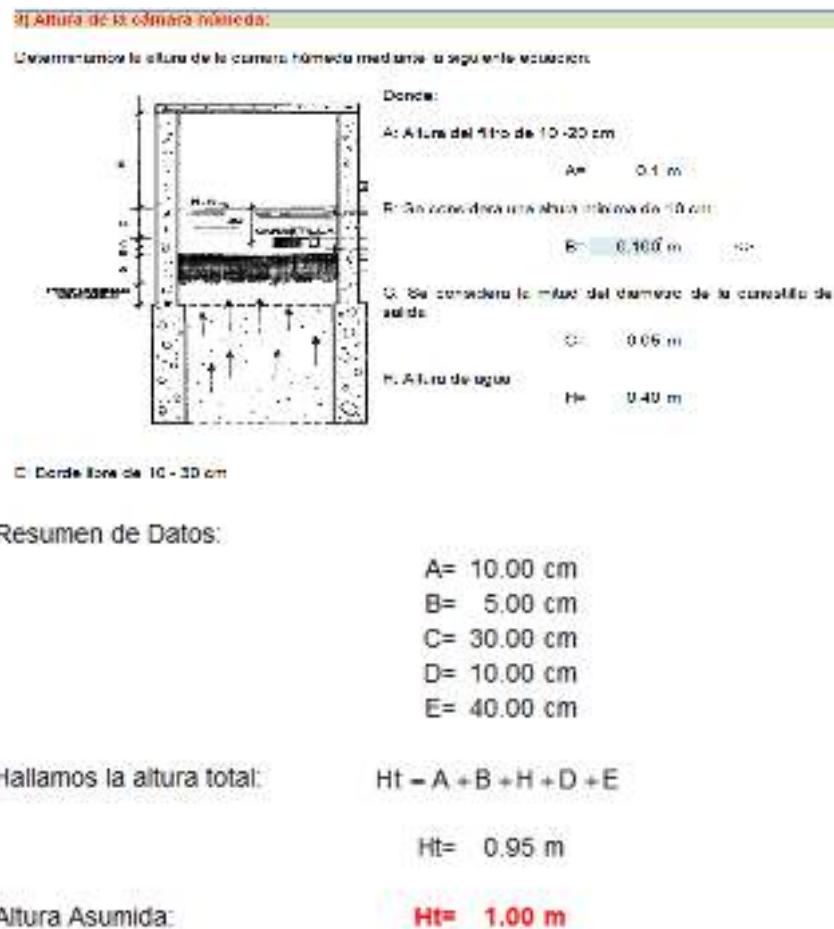
Gasto máximo fuente= 0.76 LPS (es el mismo gasto mínimo, ya que el caudal no varía época de verano).

$$Ht = A + B + C + H + E \leq \text{Altura natural que alcanza el agua}$$

Utilizando la hoja de cálculo en Excel se obtuvo:

Figura 19.

Dimensionamiento Cámara Húmeda



Nota: Elaboración propia con hoja de cálculo de Excel para manantiales

Con los resultados obtenidos con la hoja de cálculo de Excel, se determinó, que la altura de la cámara húmeda, será de 1 m. Dejando un borde libre de 40 centímetros (cm).

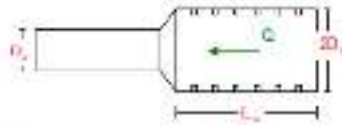
Dimensionamiento de la canastilla

A continuación, mediante una hoja Excel, se dimensionó la canastilla que se va a utilizar de filtro para los sedimentos que produce el agua, con el fin de evitar que se obstruya la tubería, los datos que utilizamos es dos veces el diámetro de la línea de conducción.

Figura 20.

Dimensionamiento de la canastilla

4) Dimensionamiento de la Canastilla:



Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción

$$D_{canastilla} = 2 \times D_s$$

$$D_{canastilla} = 4 \text{ pulg}$$

Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a $3D_s$ y menor que $6D_s$

$$L = 3 \times 2.0 = 6 \text{ pulg} = 15.2 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 2.0 = 12 \text{ pulg} = 30.5 \text{ cm}$$

$$L_{canastilla} = 20.0 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

Nota: Elaboración propia con hoja de cálculo de Excel para manantiales

Figura 21.

Cantidad de ranuras necesarias en la canastilla

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura = 5 mm (medida recomendada)
largo de la ranura = 7 mm (medida recomendada)

$$\text{Siendo el Área de la ranura: } A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.000350 \text{ m}^2$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{total}):

$$A_{total} = 2A_s$$

$$\text{Siendo: Área sección Tubería de salida: } A_s = 0.0020268 \text{ m}^2$$

$$A_{total} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

El valor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g):

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

$$\text{Donde: Diámetro de la granada: } D_g = 4 \text{ pulg} = 10.2 \text{ cm}$$

$$L = 20.0 \text{ cm}$$

$$A_g = 0.0319106 \text{ m}^2$$

$$\text{Por consiguiente: } A_{total} < A_g \quad \text{OK!}$$

Determinar el número de ranuras:

$$N_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranura}}$$

$$\text{Número de ranuras: } 115 \text{ ranuras}$$

Nota: Elaboración propia con hoja de cálculo de Excel para manantiales

La canastilla que se utiliza es de un diámetro de 4" pulgadas, que es el doble del diámetro de la tubería de salida, la canastilla es un tipo filtro con ranuras, donde

pasará el agua, que ayudará a retener los sedimentos o algún tipo de basura presente en la cámara sin fondo.

Cálculo diámetro tubería de rebose y limpieza

De igual forma con la herramienta de Excel fue calculado el diámetro de la tubería de rebose y limpieza, donde se utiliza la ecuación del diámetro de la tubería de rebose, multiplicando el factor 0.71 por el caudal máximo en litros sobre segundo elevado el factor 0.38 dividido por las pérdidas de carga unitaria.

Figura 22.

Diámetro tubería de rebose y limpieza

5) Cálculo de Rebose y Limpia:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1.5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0.74 \text{ l/s}$
 Pérdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)
 Diámetro de la tubería de rebose: $D_r = 1.53 \text{ pulg}$
 Asumimos un diámetro comercial: $D_{rc} = 1.5 \text{ pulg}$

Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0.74 \text{ l/s}$
 Pérdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)
 Diámetro de la tubería de limpia: $D_L = 1.53 \text{ pulg}$
 Asumimos un diámetro comercial: $D_{lc} = 1.5 \text{ pulg}$

Nota: Elaboración propia con hoja de cálculo de Excel para manantiales

El cálculo del diámetro de la tubería de rebose y de limpieza, se hace en base al gasto máximo que produce la fuente, estas ayudaran a drenar el agua en caso de que el sistema se acumule gran volumen de agua durante el periodo donde no se estará utilizando el agua, cuando exista alguna obstrucción en la tubería de conducción o para hacer limpiezas dentro de la cámara sin fondo. La fuente tendrá un diámetro de tubería de rebose y limpieza de 1.5" pulgadas.

Cámara seca (Cámara de protección de válvulas)

La cámara seca no tiene que tener una medida en específica, ya que, solo es para protección de las válvulas, para este proyecto se propone una cámara seca de 0.5m x 0.5m x 0.5m, aquí se encontraran las válvulas de salida (las que abastecen el tanque de almacenamiento) y válvulas para limpieza de la cámara seca. La cámara seca tendrá que tener una tapa protectora para evitar que personas no autorizadas manipulen las válvulas.

4.3.5 Línea de conducción

Una vez conocida la capacidad de la fuente y la demanda de agua requerida por la comunidad, será necesario calcular el diámetro de la tubería que conducirá el agua desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento, para dimensionar esta será con el CMD (caudal máximo por día).

Para proponer el diámetro de la tubería de la línea de conducción, será necesario utilizar la Ecuación 5, a continuación, se muestra el resultado:

$$D = \sqrt{\frac{4 * (0.075 \frac{m^3}{s})}{2 \frac{m}{s} * \pi}} = 0.0218 m \approx 21.81 mm$$

El diámetro interno que más se aproxima al resultado obtenido, es la tubería de ¾" (con un diámetro interno de 23.4 mm). La tubería propuesta para el diseño de la línea de conducción será SDR 26, de la línea de Durman con una capacidad de soportar presiones hasta de 160 PSI. A continuación, se muestran los diámetros comerciales e internos de las tuberías que ofrece Durman:

Figura 23.

Diámetro tuberías de Durman

TUBERÍA PVC Y CPVC. TABLA DIÁMETROS INTERNOS / EXTERNOS (mm)

Polg.	mm	SDR 13.5 (210-340) (ASTM1313)	SDR 17 (125-340) (ASTM1313)	SDR 26 (60-340) (ASTM1313)	SDR 32.5 (25-340) (ASTM1313)	SDR 41 (30-340)	SDR 59 (30-340)	SDR 80 (25-340)	PVC SDR 80 (60-340)	CPVC FlowGuard (60-340)
1/2"	12	18.2/11.3	—	—	—	—	—	30.5/21.3	18.2/11.3	18.2/11.3
3/4"	18	—	23.0/20.7	—	—	—	—	20.9/20.7	18.2/20.7	21.2/20.9
1"	25	—	29.5/26.4	—	—	—	—	26.5/24.4	24.4/24.4	24.4/26.5
1 1/4"	32	—	37.3/42.2	35.3/42.2	39.1/42.2	39.1/42.2	—	30.3/42.2	32.3/42.2	33.7/34.9
1 1/2"	38	—	43.6/48.3	44.6/48.3	45.3/48.3	45.9/48.3	—	40.6/48.3	38.1/48.3	35.2/47.3
2"	50	—	53.3/60.3	53.3/60.3	56.6/60.3	57.4/60.3	57.4/60.3	50.3/60.3	49.3/60.3	48.0/64.3
2 1/2"	63	—	64.4/73.0	67.4/73.0	66.5/73.0	69.5/73.0	—	62.7/73.0	63.0/73.0	—
3"	75	—	75.4/85.9	81.0/85.9	80.4/85.9	84.6/85.9	85.4/85.9	77.9/85.9	78.7/85.9	—
4"	100	—	100.8/114.3	105.9/114.3	107.2/114.3	108.7/114.3	109.7/114.3	102.9/114.3	107.2/114.3	—
6"	150	—	148.5/168.3	155.4/168.3	157.9/168.3	161.1/168.3	—	134.1/168.3	148.4/168.3	—
8"	200	—	195.9/219.1	202.2/219.1	205.6/219.1	208.4/219.1	—	—	195.7/219.1	—
10"	250	—	240.9/273.1	250.1/273.1	256.2/273.1	259.5/273.1	—	—	243.0/273.1	—
12"	300	—	285.6/333.6	294.0/333.6	300.9/333.6	305.1/333.6	—	—	288.6/333.6	—
15"	375	—	—	358.7/388.6	364.7/388.6	369.7/388.6	—	—	—	—
18"	450	—	—	422.0/457.2	429.1/457.2	434.9/457.2	—	—	—	—

Nota: Durman

Al trabajar con estos datos en el software EPANET, se obtuvo que los resultados de las presiones daban negativos o por debajo de lo establecido en la norma, esto debido, a que la pendiente por donde pasa la tubería, no es tan pronunciada, y debido al diámetro, las pérdidas por fricción sobrepasaban la energía disponible en el sistema (energía positiva debido a la pendiente).

La fuente se encuentra a una altura de 272 m, y el tanque de almacenamiento a una altura de 250 m, por tal razón solo disponemos de 22 metros de carga disponible (presión). Por tal razón, se hicieron pruebas con los diámetros comerciales de 1", 1 1/2" y 2".

Con el diámetro comercial que hubo un mejor comportamiento garantizando una presión en la base del tanque de 16.17 m, fue con la tubería de 2".

Simulación hidráulica utilizando el software EPANET

La simulación de la línea de conducción se realizó tomando en cuenta los parámetros primordiales que deben de cumplir siendo estos las presiones y velocidades. Las presiones según la normativa deberán estar entre 5 metros columna agua (mca) a 70 mca.

Como se puede observar las presiones están por encima del mínimo establecido, cumpliendo así con la norma, cuando se realizó la simulación utilizando el diámetro teórico calculado, las presiones en el sistema era negativas o se encontraban por debajo de lo establecido. Por eso se optó por aumentar el diámetro a 2" pulgadas en la salida de la fuente. A continuación, se muestra la tabla de resultados de la simulación hidráulica obtenida mediante el software EPANET:

Figura 24.

Datos línea de conducción

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 1	2712	55,37	150	0,75	0,31	2,15

Nota: EPANET

Como se aprecia en la tabla, la longitud total de la tubería que va desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento es de 2712 m (2.712 Km), el diámetro interno es de la tubería de 2", la rugosidad del material es 150 (valor del PVC), el caudal será el caudal requerido para el final del periodo de diseño (CMD).

Figura 25.

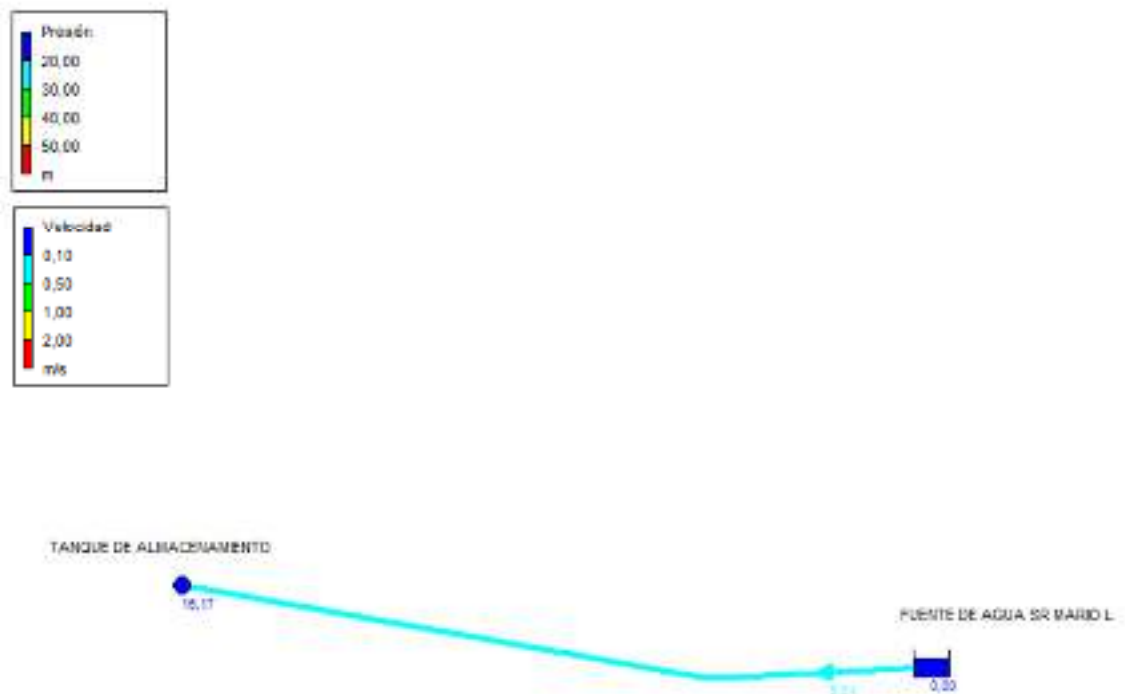
Datos líneas de conducción

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Nudo TANQUE	250	0,75	16,17
Embalse FUENTE	272	-0,75	0,00

Nota: EPANET

Figura 26.

Simulación hidráulica línea de conducción



Nota: EPANET

La simulación de la línea de conducción se realizó tomando en cuenta los parámetros primordiales que deben de cumplir siendo estos las presiones y velocidades. Las presiones según la normativa deberán estar entre 5 metros columna agua (mca) a 70 mca. Como se puede observar las presiones están por encima del mínimo establecido, cumpliendo así con la norma, cuando se realizó la simulación utilizando el diámetro teórico calculado, las presiones en el sistema era negativas o se encontraban por debajo de lo establecido. Por eso se optó por aumentar el diámetro a 2" pulgadas en las salidas de las fuentes.

En el caso de las velocidades, según la normativa el rango debe estar entre 0.4 m/s a 2.5m/s. Los resultados demuestran que las velocidades no superan los 2.5 m/s. pero si menores que 0.4 m/s lo que indica que se presentarán sedimentaciones, en este caso se recomienda la instalación de válvulas de

limpieza en puntos estratégicos para la limpieza periódica de las tuberías, en este caso, la válvula de limpieza sería en el punto más bajo.

4.3.6 Tanque de almacenamiento

El tanque estará ubicado en la finca “El Nancite”, propiedad del señor Rodolfo Vivas, coordenadas X (772945.00 m), Y (1277951.00 m), Z (250 m), el tanque se decidió construirlo en este lugar, debido a, que el terreno proporciona ciertas ventajas, una de ellas es que el tanque está cerca de la zona de abastecimiento, facilitando que los encargados puedan hacer visitas al tanque de manera consecutiva, otra ventaja que nos proporciona, es la altura, ya que, la cota del terreno donde se construirá está por encima de la zona de abastecimiento.

El tanque de almacenamiento cumplirá con los siguientes requerimientos:

- Estar cerrado para evitar la contaminación por agentes externos.
- No dejar entrar la luz para evitar el crecimiento de algas.
- Tener un sistema de limpieza.

A continuación, se muestra la demanda de agua futura de la población y el volumen de agua que tendrá el tanque de almacenamiento durante el periodo de diseño:

Tabla 8.

Capacidad requerida del tanque de almacenamiento

			DOMICILIAR				ESCOLAR								
			DOTACIÓN		CPD		CPD				TANQUE DE ALMACENAMIENTO		ALMACENAMIENTO NECESARIO		
N	AÑO	POBLACIÓN	LPPD	LPS	GPM	LPD	LPS	GPM	LPD	RES(20%)	COM(15%)	LPD	GAL	M3	
0	2023	297	80	0.28	4.359	23760.0	0.02	0.385	2100.0	5172.00	3879.0	9051.0	2391.3	9.05	
1	2024	305	80	0.28	4.476	24400.0	0.02	0.385	2100.0	5300.00	3975.0	9275.0	2450.5	9.27	
2	2025	313	80	0.29	4.594	25040.0	0.02	0.385	2100.0	5428.00	4071.0	9499.0	2508.6	9.50	
3	2026	320	80	0.30	4.696	25600.0	0.02	0.385	2100.0	5540.00	4155.0	9695.0	2561.4	9.69	
4	2027	328	80	0.30	4.814	26240.0	0.02	0.385	2100.0	5668.00	4251.0	9919.0	2620.6	9.92	
5	2028	337	80	0.31	4.946	26960.0	0.02	0.385	2100.0	5812.00	4359.0	10171.0	2687.2	10.17	
6	2029	345	80	0.32	5.063	27600.0	0.02	0.385	2100.0	5940.00	4455.0	10395.0	2746.4	10.39	
7	2030	354	80	0.33	5.195	28320.0	0.02	0.385	2100.0	6084.00	4563.0	10647.0	2812.9	10.65	
8	2031	362	80	0.34	5.313	28960.0	0.02	0.385	2100.0	6212.00	4659.0	10871.0	2872.1	10.87	
9	2032	371	80	0.34	5.445	29680.0	0.02	0.385	2100.0	6356.00	4767.0	11123.0	2938.7	11.12	
10	2033	381	80	0.35	5.592	30480.0	0.02	0.385	2100.0	6516.00	4887.0	11403.0	3012.7	11.40	
11	2034	390	80	0.36	5.724	31200.0	0.02	0.385	2100.0	6660.00	4995.0	11655.0	3079.3	11.65	
12	2035	400	80	0.37	5.870	32000.0	0.02	0.385	2100.0	6819.99	5115.0	11935.0	3153.2	11.93	
13	2036	410	80	0.38	6.017	32800.0	0.02	0.385	2100.0	6979.99	5235.0	12215.0	3227.2	12.21	
14	2037	420	80	0.39	6.164	33600.0	0.02	0.385	2100.0	7139.99	5355.0	12495.0	3301.2	12.49	
15	2038	431	80	0.40	6.325	34480.0	0.02	0.385	2100.0	7315.99	5487.0	12803.0	3382.6	12.80	
16	2039	441	80	0.41	6.472	35280.0	0.02	0.385	2100.0	7475.99	5607.0	13083.0	3458.5	13.08	
17	2040	452	80	0.42	6.634	36160.0	0.02	0.385	2100.0	7651.99	5739.0	13391.0	3537.9	13.39	
18	2041	464	80	0.43	6.810	37120.0	0.02	0.385	2100.0	7843.99	5883.0	13727.0	3626.7	13.73	
19	2042	475	80	0.44	6.971	38000.0	0.02	0.385	2100.0	8019.99	6015.0	14035.0	3708.1	14.03	
20	2043	487	80	0.45	7.147	38960.0	0.02	0.385	2100.0	8211.99	6159.0	14371.0	3796.8	14.4	

Nota: Elaboración propia

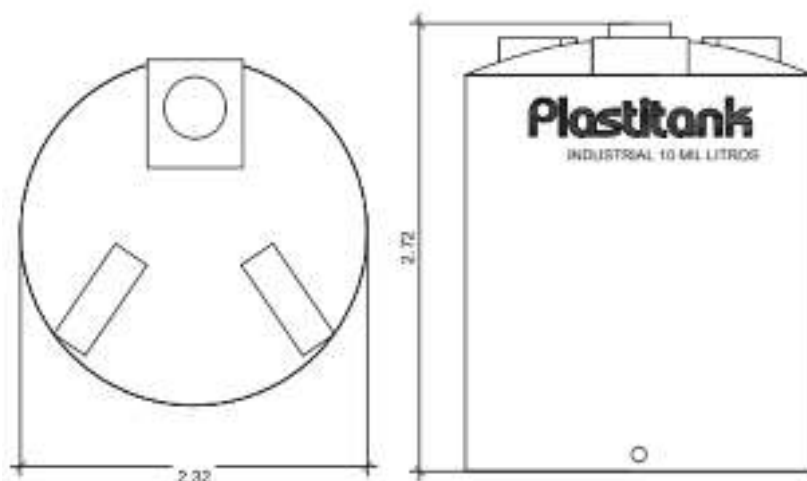
El tanque tendrá la capacidad de almacenar el 35% del consumo promedio diario de las personas (CPD), lo que para el último año de diseño equivale a 14.4 metros cúbicos, (m^3), se propone la compra de dos tanques de la línea Plastitank, uno con una capacidad de 10 mil litros y otro con una capacidad de 5 mil litros, que trabajando en conjunto cubrirán la demanda ($14.4 m^3$) para el final del periodo de diseño (año 20).

Los tanques propuestos cuentan con la característica, que son cilíndrico fabricado con material de polietileno con cinturones transversales de refuerzo en el cuerpo y hombros superiores, garantizan la no deformación del tanque antes las fluctuaciones de temperatura.

La composición y grosor de paredes de tecnología tricapa garantizan la resistencia mecánica al impacto y capacidad para contener el volumen de agua acumulado.

Figura 27.

Dimensiones tanque de almacenamiento 10 mil litros



Nota: Plastitank

Figura 28.

Dimensiones tanque de almacenamiento 5 mil litros



Nota: Elaboración propia

Conocer las dimensiones del tanque, será de utilidad, ya que, en base a esto se realizará la losa de concreto donde irá asentado los 2 tanques de almacenamiento, de igual manera, para realizar un cercado perimetral con el fin de evitar la manipulación de las válvulas por parte de personas no autorizadas.

Figura 29.

Ubicación Tanque de almacenamiento



Nota: Elaboración propia

En la figura que se muestra a continuación, se presenta el lugar donde se instalará los tanques de almacenamiento

Figura 30.

Ubicación tanque de almacenamiento X (772945.00 m), Y (1277951.00 m), Z (250 m)



Nota: Elaboración propia

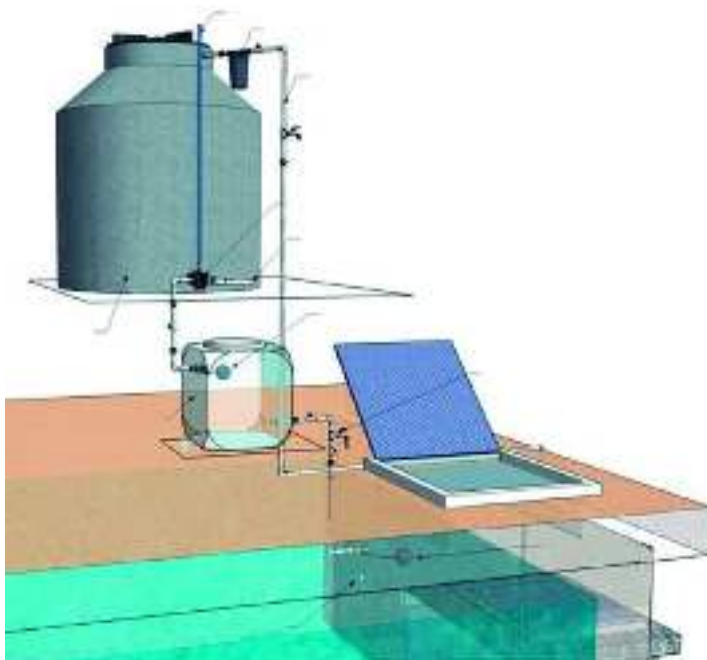
Cloración

El sistema de tratamiento consiste en la desinfección preventiva del agua por cloración, debido a que el área de la captación no está cercada y existe un riesgo de contaminación microbiológica. El proceso de desinfección consiste en la aplicación de cloro, a través de un hipoclorador de carga constante de doble recipiente.

Es una tecnología difundida y aplicada en varias zonas rurales, el cual consta de una estructura metálica de dos niveles, el cual contiene un tanque de polietileno para la solución madre ubicado en la parte superior, y un recipiente con una válvula flotadora para mantener el goteo constante de la solución. La dosificación se realiza mediante un set de válvulas donde se regula el caudal de dosificación de la solución clorada hacia el reservorio.

Figura 31.

Funcionamiento hipoclorador de carga constante doble recipiente



Nota: Proagua Ingenieros S.A.C

Es un equipo adecuado para zonas rurales y utiliza hipoclorito de calcio granulado como insumo. La solución se prepara manualmente, y se recarga aproximadamente cada 15 días (dependiendo la capacidad del tanque madre y el caudal requerido). Recomendable para sistemas de abastecimiento pequeños con caudales entre 0.5-2 litros sobre segundo (L/s). Con una buena capacitación de los usuarios, se puede evitar obstrucciones en el sistema y conseguir buenos resultados en el cloro residual.

Para el sistema de abastecimiento de agua propuesto, el sistema de cloración será ubicado adyacente al tanque de almacenamiento (mediante una torre, o tanque elevado, debido a las dimensiones de los tanques propuestos de almacenamiento de agua), esto se debe a lo que plantea la norma en sistemas por gravedad: “El caudal requerido llegará por medio de la línea de conducción que aportará la demanda máxima día y el tanque de almacenamiento completará la demanda máxima hora”.

Una vez conocido esto, se procede al cálculo de la cantidad de hipoclorito y volumen de los recipientes. Sustituyendo los valores de la Ecuación 9, Se obtuvieron los siguientes resultados:

$$P = \frac{0.75 \text{ LPS} \left(15 \text{ dias} * 86400 \frac{\text{minutos}}{1 \text{ dia}} \right) * 1.3 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{10 * 70} = 1799.54 \text{ Gr}$$

Se requiere una cantidad de 1799.54 gramos (Gr) de hipoclorito de calcio granulado, para tratar el agua que estará en el tanque de almacenamiento al final del periodo de diseño. Para determinar el volumen mínimo de agua en el que se diluirá la solución de cloro, se utiliza la Ecuación 10:

$$V_{min} = \frac{\% \text{ Cl} * 10 * P}{C_{max}} = \frac{70 * 10 * 1799.54 \text{ Gr}}{5000} = 251.94 \text{ Litros}$$

Para diluir la cantidad de 1799.54 Gr de hipoclorito de calcio, se requiere un mínimo de agua de 251.94 litros, si se diluye esta cantidad de hipoclorito en menos agua, la cantidad máxima de cloro tolerable (5000 mg/L), aumentará, siendo perjudicial para la salud del consumidor.

Se sabe que: 25 milímetros sobre minutos (mL/Min) para un caudal de agua de 1LPS, sustituyendo la ecuación 11, se obtiene:

$$\text{Caudal de goteo} = \frac{25 \text{ mL}}{\text{min}} * 0.75 \text{ LPS} = 18.7 \frac{\text{mL}}{\text{min}}$$

Se requiere un caudal de hipoclorito de calcio de 18.7 mL/min, para dosificar un caudal de 0.75 LPS (consumo máximo día), para el año final del periodo de diseño. Despejando la ecuación 9, se obtiene los valores del volumen del tanque madre para la dosificación:

$$V_{tanque} = 1440 \frac{\text{min}}{\text{dia}} * 15 \text{ dias} * \frac{18.7 \text{ mL}}{\text{min}} = 403,743.8 \text{ mL}$$

$$V_{tanque} = 403743.8 \text{ mL} = 403.7 \text{ Litros}$$

Se propone un tanque de solución madre de polietileno tricapa de 450 litros (L), que servirá para abastecer al tanque dosificador y regulador de carga constante (para este tanque se propone un tanque de 40L de PE en promedio). El dispositivo de cloración, se colocará adyacente al sistema de almacenamiento.

Resultados obtenidos:

Tabla 9.

Datos de instalación del hipoclorador

		RELLENADO CADA 15 DÍAS			VOL MIN DE AGUA DIS	CAUDAL DE GOTEO	VOLUMEN RECIPIENTE MADRE	
DOTACIÓN		PESO HIP CALC		ML			L	
#	AÑO	L/S	GR	KG	LT	ML/MIN	ML	L
0	2023	0.46	1100.89	1.10	154.12	11.4	246993.8	247.0
1	2024	0.47	1130.30	1.13	158.24	11.7	253593.8	253.6
2	2025	0.48	1159.72	1.16	162.36	12.0	260193.8	260.2
3	2026	0.49	1185.46	1.19	165.96	12.3	265960.0	266.0
4	2027	0.50	1214.88	1.21	170.08	12.6	272568.8	272.6
5	2028	0.52	1247.97	1.25	174.72	13.0	279993.8	280.0
6	2029	0.53	1277.39	1.28	178.83	13.3	286593.8	286.6
7	2030	0.54	1310.48	1.31	183.47	13.6	294018.8	294.0
8	2031	0.56	1339.90	1.34	187.59	13.9	300618.8	300.6
9	2032	0.57	1373.00	1.37	192.22	14.3	308043.8	308.0
10	2033	0.59	1409.77	1.41	197.37	14.6	316293.8	316.3
11	2034	0.60	1442.86	1.44	202.00	15.0	323718.8	323.7
12	2035	0.61	1479.63	1.48	207.15	15.4	331968.8	332.0
13	2036	0.63	1516.40	1.52	212.30	15.8	340218.8	340.2
14	2037	0.65	1553.18	1.55	217.44	16.1	348468.8	348.5
15	2038	0.66	1593.62	1.59	223.11	16.6	357543.8	357.5
16	2039	0.68	1630.40	1.63	228.26	16.9	365793.8	365.8
17	2040	0.69	1670.84	1.67	233.92	17.4	374868.8	374.9
18	2041	0.71	1714.97	1.71	240.10	17.8	384768.8	384.8
19	2042	0.73	1755.42	1.76	245.76	18.2	393843.8	393.8
20	2043	0.75	1799.54	1.80	251.94	18.7	403743.8	403.7

Nota: Elaboración propia

4.3.7 Red de distribución

Debido a la topografía el terreno y al posicionamiento de las casas, para la red de distribución, se optó por dividirlos en ramales abiertos, este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

La red de distribución proyectada tiene cobertura del 100% de la población al final del periodo de diseño. Se ha previsto un sistema de red completamente nuevo.

El sistema de distribución de agua potable se diseña a fin de reducir problemas de operatividad, costos de construcción y mantenimiento. En base a esta premisa, el sistema se basa en la distribución de flujos a gravedad desde una estructura de almacenamiento con capacidad de 15 m³.

La red de distribución sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas de la comunidad y tendrá la capacidad para abastecer adecuadamente la población hasta el año 20 del período de diseño (sin tener ningún problema).

Para la distribución de los caudales unitarios en los nodos, se decidió trabajar, dividiendo el CMH del año 20, entre las 60 viviendas existentes en la zona, esto se debe para simplificar la rutina de cálculos.

$$q_{unitario(vivienda)} = \frac{CMH}{\# \text{ nodos}} = \frac{1.2 \text{ LPS}}{60 \text{ nodos}} = 0.02 \frac{\text{LPS}}{\text{nodos}}$$

Una vez calculado el caudal unitario, se procedió a realizar la simulación hidráulica con el software EPANET, distribuyendo estratégicamente cada una de las viviendas en el ramal que resulte más conveniente. Cada casa requerirá 0.02LPS

Simulación hidráulica utilizando el software EPANET

Ramal 1

Para conocer el caudal que transporta el ramal 1, fue necesario conocer la cantidad de casas que abastecerá el mismo, este ramal es el segundo más pequeño del sistema, ya que, solo abastecerá a 18 viviendas, a continuación, se muestra el cálculo del caudal de este ramal:

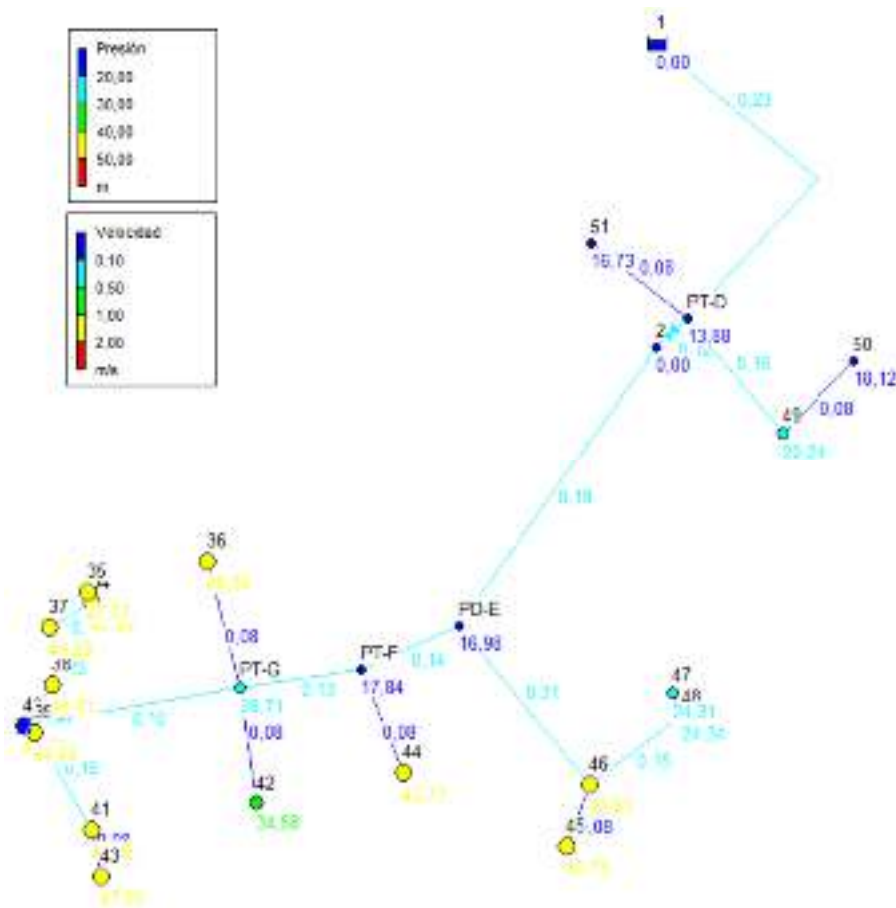
Caudal ramal 1

$$q_{\text{unitario(ramal 1)}} = CMH * \# NODOS = 0.02 \frac{LPS}{\text{nodo}} * 18 NODOS = 0.36 LPS$$

Una vez realizado esto, se dimensiona el diámetro de la tubería del ramal 1, tendrá la capacidad de transportar 0.36LPS, se procede al diseño hidráulico en el software EPANET

Figura 32.

Simulación hidráulica Ramal 1



Nota: EPANET

El ramal #1 cumple con las condiciones mínimas de presión, ya que, en cada uno de los nodos, la presión sobrepasa los 5mca, en cambio, se encontraban por el encima del límite máximo de presión residual (50 mca), por tal razón, para mantener una presión residual por debajo de este, fue necesario la colocación de

una válvula reductora de presión en la red principal del ramal, con el fin de disminuir la presión. La válvula fue colocada en el punto PT-D.

Figura 33.

Resultados de los nodos Ramal 1

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Presión m
Nudo 40	189	.02	0.02	44.56
Nudo 39	189	.02	0.02	44.44
Nudo 41	192	.02	0.02	40.96
Nudo 43	185	.02	0.02	47.91
Nudo 38	186	0.02	0.02	46.81
Nudo 37	183	.02	0.02	49.29
Nudo 34	185	.02	0.02	47.08
Nudo 35	185	.02	0.02	47.07
Nudo PT G	205	0	0.00	29.71
Nudo 42	199	.02	0.02	34.59
Nudo 36	193	0.02	0.02	40.56
Nudo 44	190	.02	0.02	43.71
Nudo PT F	216	0	0.00	17.84
Nudo PD E	217	0	0.00	15.98
Nudo 46	187	.02	0.02	43.03
Nudo 45	190	.02	0.02	40.75
Nudo 48	206	.02	0.02	24.34
Nudo 47	206	.02	0.02	24.31
Nudo 51	232	0.02	0.02	16.73
Nudo PT D	235	0	0.00	13.88
Nudo 49	228	0.02	0.02	20.24
Nudo 50	230	.02	0.02	18.12
Nudo A	235	0	0.00	0.00
Embalse 1	250	Sin Valor	-0.26	0.00

Nota: EPANET

Con respecto a la velocidad hay ciertos tramos de tubería que las velocidades se encuentran por debajo del mínimo establecido, esto se debe a que, el tamaño de los diámetros ha aumentado para bajar las pérdidas y a mayor diámetro (mayor área transversal), menor velocidad.

Tabla 10.

Detalles de la tubería red de distribución Ramal 1

TUBERÍA	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD M	DIÁMETRO MM	RUGOSIDAD	CAUDAL LPS	VELOCIDAD M/S	PERDIDA UNIT M/KM
P3	40	39	27.2	18.2	150	0.08	0.23	4.51
P4	39	41	222.4	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P5	41	43	94.92	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P6	40	38	97.42	18.2	150	0.08	0.31	7.68
P7	38	37	115.2	18.2	150	0.06	0.23	4.51
P8	37	34	98.62	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P9	34	35	23.77	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P10	PT-G	42	229.3	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P11	PT-G	36	258.6	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P12	44	PT-F	221	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P13	PD-E	46	410	18.2	150	0.08	0.31	7.68
P14	46	45	130.4	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P15	46	48	230.6	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P16	48	47	47.01	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P17	51	PT-D	245.1	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P18	PT-D	49	298.1	18.2	150	0.04	0.15	2.13
1	49	50	200.12	18.2	150	0.02	0.08	0.59
4	PT-F	PD-E	213.3	44.6	150	0.22	0.14	0.64
5	PT-F	PT-G	245.45	44.6	150	0.2	0.13	0.53
7	1	PT-D	710.95	44.6	150	0.38	0.23	1.58
8	40	PT-G	437.95	44.6	150	0.16	0.1	0.35
3	2	PD-E	904.33	44.6	150	0.3	0.19	1.13
VALVULA				55.37		0.3	0.12	13.88

Nota: Elaboración propia con datos obtenidos de EPANET

Como se muestra en la tabla anterior, queda en evidencia, que, las velocidades del agua en la tubería se encuentran por debajo de lo establecido en la norma (0.4 – 2.5 m/s), la norma establece colocar las válvulas de limpieza en los puntos más bajos y extremos de la red.

A como se mencionó anteriormente, será necesario la colocación de válvulas de limpieza en los puntos extremos de la red, para drenar los sedimentos de las tuberías, por tal razón, estos se colocarán adyacentes a los nodos 43, 35 y 40. Que son las casas extremas de la red.

Ramal 2

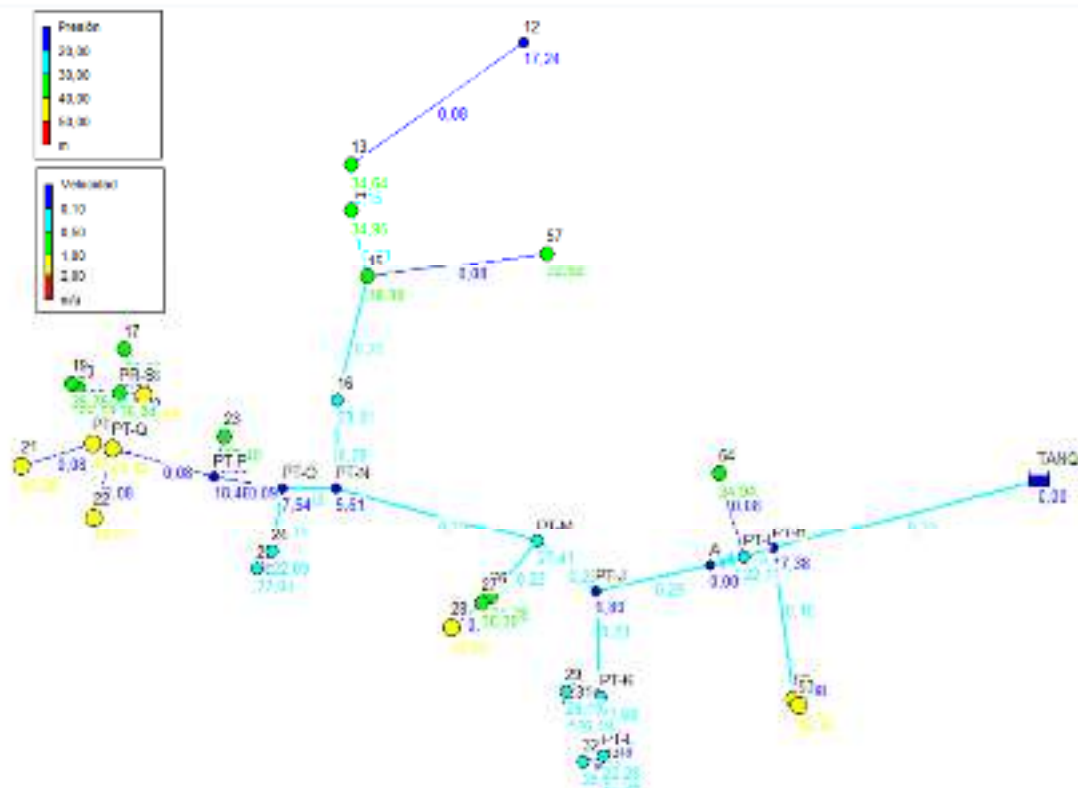
Para conocer el caudal que transporta el ramal 2, fue necesario conocer la cantidad de casas que abastecerá el mismo, este ramal es el más grande del sistema (Satisface la mayor cantidad de casas), ya que, abastecerá a 26 viviendas, a continuación, se muestra el cálculo del caudal de este ramal:

$$q_{\text{unitario}}(\text{ramal } 2) = 0.02 \frac{\text{LPS}}{\text{nodo}} * 26 \text{ NODOS} = 0.52 \text{ LPS}$$

Una vez realizado esto, se dimensiona el diámetro de la tubería del ramal 2, tendrá la capacidad de transportar 0.52LPS, se procede al diseño hidráulico en el software EPANET

Figura 34.

Simulación hidráulica Ramal 2



Nota: EPANET

El ramal #2 cumple con las condiciones mínimas de presión, ya que, en cada uno de los nodos, la presión sobrepasa los 5mca, en cambio, se encontraban por el encima del límite máximo de presión residual (50 mca), por tal razón, para mantener una presión residual por debajo de este, fue necesario la colocación de una válvula reductora de presión en la red principal del ramal, con el fin de disminuir la presión. La válvula fue colocada en el punto PT-I

Figura 35.

Resultados nodos Ramal 2

ID Nudo	Cota m	Demandas Base LPS	Demandas LPS	Presión m
Nudo PT-I	173	0	0.00	45.43
Nudo 22	175	.00	0.00	46.27
Nudo PT-0	173	0	0.00	45.43
Nudo 17	166	0.00	0.00	34.94
Nudo 16	172	.00	0.00	40.03
Nudo PR-8	165	0	0.00	36.14
Nudo 20	168	.00	0.00	36.70
Nudo 19	165	.00	0.00	36.75
Nudo 21	173	.00	0.00	40.00
Nudo 18	165	.00	0.00	37.43
Nudo PT-4	204	0	0.00	10.43
Nudo 15	200	.00	0.00	22.64
Nudo 24	200	.00	0.00	22.00
Nudo PT-0	215	0	0.00	7.54
Nudo 06	168	.00	0.00	34.89
Nudo PT-4	155	0	0.00	27.41
Nudo 27	166	.00	0.00	36.80
Nudo 20	163	.00	0.00	42.22
Nudo PT-J	212	0	0.00	6.80
Nudo 33	155	.00	0.00	26.20
Nudo 32	157	3.00	0.00	35.24
Nudo PT-L	200	0	0.00	22.20
Nudo 30	163	.00	0.00	36.20
Nudo PT-A	200	0	0.00	22.00
Nudo 31	166	.00	0.00	36.14
Nudo 29	163	.00	0.00	25.10
Nudo PT-H	200	0	0.00	17.89
Nudo 52	150	.00	0.00	41.25
Nudo 55	166	.00	0.00	46.34
Nudo 54	212	.00	0.00	24.30
Nudo PT-I	225	0	0.00	22.11
Nudo 16	150	.00	0.00	23.71
Nudo PT-II	217	0	0.00	1.81
Nudo 15	151	.00	0.00	28.36
Nudo 14	154	.00	0.00	34.29
Nudo 13	151	.00	0.00	24.50
Nudo 12	221	.00	0.00	17.24
Nudo 07	157	.00	0.00	20.50
Nudo A	225	0	0.00	1.30
Estación TANQ	200	Sin Vólv	0.00	5.50

Nota: EPANET

Con respecto a la velocidad hay ciertos tramos de tubería que las velocidades se encuentran por debajo del mínimo establecido, esto se debe a que, el tamaño de los diámetros ha aumentado para bajar las pérdidas y a mayor diámetro (mayor área transversal), menor velocidad. Por eso se tendrán que poner válvulas de limpieza en los tramos de tuberías que los necesiten para evitar la sedimentación.

Tabla 11.

Detalles de la tubería red de distribución Ramal 2

TUBERÍA	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD M	DIAMETRO MM	RUGOSIDAD	CAUDAL LPS	VELOCIDAD M/S	PÉRDIDA UNIT M/KM
P2	22	PT-Q	226.9	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P4	18	PR-S	80.02	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P5	PR-S	20	129	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P6	20	19	29.07	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P7	PT-R	21	238.4	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P8	23	PT-P	127.6	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P9	25	24	75.17	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P10	24	PT-O	211.6	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P11	26	PT-M	229.1	18.2	150	0.06	0.23	4.51
P12	26	27	38.28	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P13	27	28	124.5	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P15	32	PT-L	68.23	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P16	30	PT-K	102.5	18.2	150	0.06	0.23	4.51
P17	30	31	31.83	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P18	30	29	34.21	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P19	PT-H	52	483.3	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P20	52	53	25.5	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P21	54	PT-I	285.7	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P22	16	PT-N	278.5	23.5	150	0.12	0.28	4.69
P23	16	15	401.6	23.5	150	0.1	0.23	3.35
P24	15	14	224.9	18.2	150	0.06	0.23	4.51
P25	14	13	145	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P26	13	12	673.9	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P27	15	57	581	18.2	150	0.02	0.08	0.59
1	1	PT-H	838.27	44.6	150	0.52	0.33	3.13
2	PT-H	PT-I	99.58	44.6	150	0.48	0.31	2.7
4	PT-J	PT-M	244.8	44.6	150	0.36	0.23	1.58
5	PT-M	PT-N	708.1	44.6	150	0.3	0.19	1.13
6	PT-N	PT-O	171.87	44.6	150	0.18	0.12	0.44
7	PT-O	PT-P	222.95	44.6	150	0.14	0.09	0.28
9	PT-Q	PT-R	64.27	44.6	150	0.02	0.01	0.01
12	PR-S	17	138.48	18.2	150	0.02	0.08	0.59
13	PT-Q	PR-S	177.51	18.2	150	0.08	0.31	7.68
14	PT-J	PT-K	335.92	23.5	150	0.1	0.23	3.35
15	PT-K	PT-L	184.45	18.2	150	0.04	0.15	2.13
16	PT-L	33	40.73	18.2	150	0.02	0.08	0.59
11	A	PT-J	481.77	44.6	150	0.46	0.29	2.49
17	PT-P	PT-Q	336	44.1	150	0.12	0.08	0.22
VALVULA						0.46	0.19	22.11

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, queda en evidencia, que, las velocidades del agua en la tubería se encuentran por debajo de lo establecido en la norma (0.4 – 2.5 m/s), la norma establece colocar las válvulas de limpieza en los puntos más bajos y extremos de la red.

A como se mencionó anteriormente, será necesario la colocación de válvulas de limpieza en los puntos extremos de la red, para drenar los sedimentos de las tuberías, por tal razón, estos se colocarán adyacentes a los nodos 18,21,28 y 53. Que son las casas extremas de la red.

Ramal 3

Para conocer el caudal que transporta el ramal 3, fue necesario conocer la cantidad de casas que abastecerá el mismo, este ramal abastecerá a 17 viviendas, a continuación, se muestra el cálculo del caudal de este ramal:

$$q_{unitario(ramal\ 3)} = 0.02 \frac{LPS}{nodo} * 17\ NODOS = 0.34\ LPS$$

Una vez determinado el caudal unitario del ramal 3, se dimensionó, tendrá la capacidad de transportar 0.34LPS, se procede al diseño hidráulico en el software EPANET.

Simulación hidráulica Ramal 3



{ 87 }

Figura 37.

Resultados nodos ramal 3

ID Nudo	Diámetro m	Demand Base LPS	Demand LPS	Presión m
Nudo 05	199	0.02	0.02	49.56
Nudo PT U	212	0	0.00	36.57
Nudo 03	205	.02	0.02	42.56
Nudo 58	199	.02	0.02	49.32
Nudo PT V	200	0	0.00	48.53
Nudo 1	218	.02	0.02	29.20
Nudo 2	209	.02	0.02	37.31
Nudo 1.1	209	.02	0.02	37.38
Nudo PT W/W'	213	0	0.00	35.15
Nudo 1.2.1	210	.02	0.02	39.01
Nudo PT W	216	0	0.00	32.26
Nudo 7	237	.02	0.02	10.47
Nudo PT X	230	0	0.00	18.00
Nudo 11	217	.02	0.02	10.38
Nudo 8	237	.02	0.02	10.41
Nudo 10	217	.02	0.02	9.71
Nudo 9	237	.02	0.02	9.59
Nudo 4	211	.02	0.02	36.45
Nudo 5	211	.02	0.02	36.48
Nudo PT V'	212	0	0.00	35.57
Nudo 6	211	0.02	0.02	36.52
Nudo PT C	200	0	0.00	38.57
Nudo 60	225	0.02	0.02	23.15
Nudo 59	227	0.02	0.02	21.45
Nudo PT T	238	0	0.00	11.50
Entrada TANK	250	sin valor	-0.35	0.00

Nota: EPANET

Con respecto a la velocidad hay ciertos tramos de tubería que las velocidades se encuentran por debajo del mínimo establecido, esto se debe a que, el tamaño de los diámetros ha aumentado para bajar las pérdidas y a mayor diámetro (mayor área transversal), menor velocidad. Por eso se tendrán que poner válvulas de limpieza en los tramos de tuberías que los necesiten para evitar la sedimentación.

Tabla 12.

Detalles de la tubería red de distribución Ramal 3

TUBERÍA	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	LONGITUD	DIÁMETRO	RUGOSIDAD	CAUDAL LPS	VELOCIDAD M/S	PERDIDA UNIT M/KM
P2	56	PT-U	425.7	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P3	55	56	183.3	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P4	58	PT-V	357.9	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P5	3	2	176.2	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P6	2	1,1	35.69	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P7	1,1	PT-WW	395.1	18.2	150	0.06	0.23	4.51
P8	12.1	PT-W	413.8	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P9	7	PT-X	158.6	23.5	150	0.1	0.23	3.35
P10	11	7	145.7	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P11	7	8	93.11	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P12	10	7	354.2	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P13	10	9	209	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P14	4	5	24.41	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P15	5	PT-Y	239.1	18.2	150	0.04	0.15	2.13
P16	6	PT-Z	256.6	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P17	60	59	505.9	18.2	150	0.02	0.08	0.59
P18	59	PT-T	539.1	18.2	150	0.04	0.15	2.13
1	1	PT-T	280.78	44.6	150	0.34	0.22	1.42
2	PT-T	PT-U	558.72	44.6	150	0.3	0.19	1.13
3	PT-U	PT-V	502.76	44.6	150	0.26	0.17	0.87
4	PT-V	PT-W	370.17	44.6	150	0.24	0.15	0.75
5	PT-W	PT-WW	148.94	44.6	150	0.22	0.14	0.64
6	PT-WW	PT-X	466.27	44.6	150	0.16	0.1	0.35
7	PT-X	PT-Y	518.76	44.6	150	0.06	0.04	0.06
8	PT-Y	PT-Z	337.28	44.6	150	0.02	0.01	0.01

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, queda en evidencia, que, las velocidades del agua en la tubería se encuentran por debajo de lo establecido en la norma (0.4 – 2.5 m/s), la norma establece colocar las válvulas de limpieza en los puntos más bajos y extremos de la red.

A como se mencionó anteriormente, será necesario la colocación de válvulas de limpieza en los puntos extremos de la red, para drenar los sedimentos de las tuberías, por tal razón, estos se colocarán adyacentes a los nodos 56, 4 y 6. Que son las casas extremas de la red.

4.3.8 Golpe de ariete

Fue necesario calcular el golpe de ariete debido a un cierre rápido de la válvula en la línea de conducción, que podría ocasionar un aumento de presión en las tuberías. Sustituyendo valores en la Ecuación 12, se obtiene:

$$h = \frac{145 * 0.31}{\sqrt{1 + \frac{20,670 * 5.537}{28,100 * 0.245}}} = 10.71 \text{ m}$$

Una vez determinado la sobrepresión, será necesario calcular la presión máxima que soportará la tubería, en el cual se obtiene sustituyendo la Ecuación 13:

$$P_{max} = 16.17 \text{ m} + 10.71 \text{ m} = 26.88 \text{ m}$$

La presión máxima que soportará la línea de conducción será de 26.88 m, la tubería Sdr26 tiene una presión nominal de 160 PSI (112.7 m), por tal razón, no ocasionara daños en la tubería.

4.3.9 Aspectos legales y de funcionamiento

Todo proyecto requiere de una conformación legal, siendo este el caso en que los componentes que requieren legalidad a favor de la comunidad son el terreno de la fuente de captación y el predio donde se encontrará el tanque de almacenamiento.

Se cuenta, que los propietarios de los terrenos donde están ubicadas las fuentes y donde se va a ubicar el tanque permitieron ceder los espacios de terrenos, por tal razón esto no tendrá costo alguno. Solo se realizarán trámites legales donde los dueños de los terrenos donde se instale el tanque de almacenamiento y donde realice la obra de captación de agua cedan la fuente a la junta del CAPS, para garantizar el mismo al proyecto.

Según la ley 722 de Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) por su carácter social comunitario serán constituidos en asamblea general de pobladores, en la que también se deberá elegir a la Junta Directiva y se aprobarán sus Estatutos y Reglamento de los mismos. A tal efecto y para su validez, corresponde

al presidente y secretario electos, levantar un acta en documento privado de la asamblea general de pobladores, con la firma de todos los participantes. La elección es por mayoría de votos, directa, de forma democrática, pública, y cargo por cargo.

En el ámbito social, se brindarán conocimientos sobre la administración del sistema de agua como son el montaje de libros contables (libro diario, libro mayor, libro de actas) recibos de entradas y salidas, facturas, control de materiales, planillas de pago, lectura de medidores, rendiciones de cuentas, auditorías sociales cada 2 meses y otros. Para la lectura de medidores se capacitarán especialmente a 2 miembros de la directiva o del CAPS para que sean estos los que realicen la actividad de lectura de estos, en cada hogar.

En estos temas se tratará que los miembros de la junta directiva y en especial el presidente y tesorero del CAPS dominen los conocimientos básicos contables para llevar la contabilidad del sistema y la buena administración de su proyecto.

El CAPS será el encargado de organizar y dirigir las actividades para la ejecución del proyecto, garantizarán el cuidado y buen uso de los materiales. A través de las asambleas la comunidad asumirá el compromiso de aportar la mano de obra para la construcción del sistema, materiales locales (arena, piedra, agua), así como conformar su respectivo comité de seguimiento.

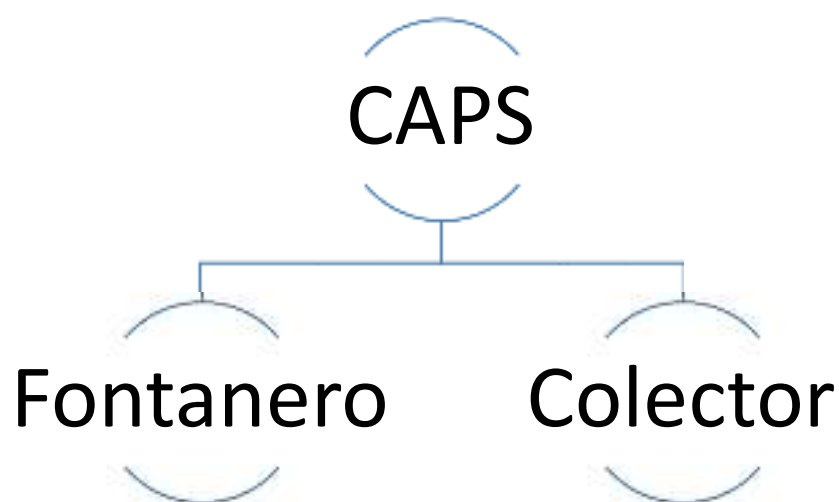
Al ejecutar el proyecto las familias beneficiarias, serán los responsables del cuidado y mantenimiento de las obras construidas, el CAPS apoyará en los trabajos de operación y mantenimiento que se requieran y el grado de organización para esta actividad.

Organigrama

Para que el sistema funcione es necesario contar con un fontanero que se encargue de darle el mantenimiento necesario al sistema, el cual incluye limpieza en el tanque de almacenamiento y una persona responsable de cobrar la factura de agua consumida, casa a casa.

Figura 38.

Organigrama Caps



Nota: Elaboración propia

4.3.10 Gestión integrada de los recursos hídricos

La gestión integrada de los recursos hídricos tiene como finalidad promover el buen uso, mano y conservación del agua, con la participación de las familias en la comunidad, con el fin, de disponer por mucho más tiempo, de este recurso vital, a través del cuido, administración y aprovechamiento sostenible que conlleve a mejorar el bienestar social y económico de las familias.

Es por ello que se promoverá buenas prácticas para la conservación y protección de las fuentes de agua, las cuales se muestran a continuación:

Zona inmediata

- Se le debe proveer de la mayor seguridad posible.
- Garantizar el adecuado acceso para su mantenimiento.
- Mantenimiento y limpieza permanente.
- Definir una tenencia con propiedad o legalmente establecida.
- Anillado ecológico (árboles).

Zonas próximas o cercanas a la fuente:

- Regulación del uso de la tierra.
- Uso de prácticas conservacionistas y tecnologías limpias.
- Reducir el empleo de agroquímicos en general.
- Utilizar prácticas y obras de conservación de suelos, que disminuyan la escorrentía, para evitar el arrastre de suelos y residuos de agroquímicos.

Prácticas para aumentar la infiltración en las zonas de recarga

- Mantener el terreno con cobertura vegetal.
- Erradicar quemas.
- Evitar la remoción de suelos.
- Uso de cultivos de cobertura.
- Evitar el sobrepastoreo, cultivar forrajes y conservarlo para el estiaje.

4.3.11 Ejecución del proyecto

De acuerdo al Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP), la principal institución encargada del mejoramiento, ampliación, construcción y equipamientos de sistemas de agua potable, es la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL). Enacal es la empresa encargada de la ejecución de proyectos tanto en el sector rural, como en las áreas urbanas del país.

CAPITULO V: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

CAPÍTULO V: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

5.1 Evaluación socioeconómica

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

5.1.1 Vida útil

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a la comunidad.

5.1.2 Tasa de cambio

Los valores monetarios están estimados en córdobas y dólares, con una tasa de cambio por el Banco Central con fecha 20 de diciembre de 2023: \$ 1(Un dólar americano) = C\$ 36.6133 (córdobas). La moneda a utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

5.2 Inversión del proyecto

Se determinaron las cantidades de materiales y costo total que tendrá el MAG, a través de la memoria de cálculo de que contiene el presupuesto de materiales y presupuesto de mano de obra. Para el presupuesto de materiales y mano de obra se cuantificarán las cantidades de obras, el costo unitario de cada actividad y el valor de transporte, para determinar el costo total que tendrá cada ítem.

Los conceptos que a utilizar para presupuestar el sistema serán los siguientes: actividades preliminares, infraestructuras (cámara húmeda, cámara seca y tanque

de almacenamiento), línea de conducción, tratamiento por cloración, red de distribución y actividades de protección de la obra.

Tabla 13.

Inversión del proyecto

DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN	
CONCEPTOS	CÓRDOBAS
ACTIVOS FIJOS	
MATERIALES E INSUMOS PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES	C\$1,833,872.00
MANO DE OBRA	C\$275,141.00
ACTIVOS DIFERIDOS	C\$183,387.20
IMPREVISTOS	C\$55,016.16
TOTAL	C\$2,347,416.36

Nota: Elaboración propia

5.2.1 Materiales e insumos para cada una de las actividades

A continuación, se muestran los precios y cada una de las actividades que se van a llevar a cabo, para la realización del proyecto, en anexos se colocarán las tablas detalladas de cada uno de los materiales e insumos necesario para llevar a cabo el proyecto.

Tabla 14.

Materiales e insumos para cada una de las actividades

MATERIALES E INSUMOS PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES	
CONCEPTO	CÓRDOBAS
INFRAESTRUCTURAS	
TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN	C\$6,795.00
TANQUE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	C\$170,320.00
LINEA DE CONDUCCIÓN	
TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN	C\$326,451.00
TRATAMIENTO POR CLORACIÓN	
HIPOCLORADOR, CASETA DE PROTECCIÓN Y TORRE	C\$48,565.00
RED DE DISTRIBUCIÓN	
RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES	C\$1,242,321.00
ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN	
CERCADO PERIMETRAL OBRAS DE CAPTACIÓN	C\$39,420.00
TOTAL	C\$1,833,872.00

Nota: Elaboración propia

5.2.2 Mano de obra de las actividades

Al evaluar un proyecto social, será necesario corregir los precios de mercado de la mano de obra a precios sociales de la misma, tomando como base una economía con desempleo involuntario, ya que, es el modelo económico que se ajusta más a nuestra problemática nacional.

De acuerdo al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), los gastos de mano de obra se clasificarán en Mano de Obra Calificada (MOC) y Mano de Obra No Calificada (MONC), los factores de corrección se muestran a continuación:

Tabla 15.

Factor de corrección de la mano de obra

<i>Recurso</i>	<i>Factor de correccion (precio social)</i>
<i>Mano de obra calificada (MOC)</i>	0.82
<i>Mano de obra no calificada (MONC)</i>	0.54

Nota: SNIP

A continuación, se muestran los precios corregidos de la mano de obra para cada una de las actividades de construcción a precios sociales:

Tabla 16.

Mano de obra corregida

DESCRIPCIÓN	PRECIO DE MERCADO C\$	MONC	MOC	PRECIO CORREGIDO EN C\$
ACTIVIDADES PRELIMINARES		0.54	0.82	
LIMPIEZA PRELIMINAR DE LA ÁREA DE INFRAESTRUCTURA	C\$1,000	0.54		C\$540.00
INFRAESTRUCTURAS				
TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN	C\$1,500	0.54		C\$810.00
INSTALACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$8,750		0.82	C\$7,175.00
EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO PARA ESTRUCTURAS	C\$1,800	0.54		C\$972.00
LINEA DE CONDUCCIÓN				
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	C\$37,000		0.82	C\$30,340.00
LINEA DE CONDUCCIÓN				
INSTALACIÓN TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN	C\$25,000		0.82	C\$20,500.00
EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO LINEA DE CONDUCCIÓN	C\$50,000	0.54		C\$27,000.00
TRATAMIENTO POR CLORACIÓN				
INSTALACIÓN TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN	C\$25,000		C\$0.82	C\$20,500.00
HIPOCLORADOR, CASETA DE PROTECCIÓN Y TORRE				
RED DE DISTRIBUCIÓN				
RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES	C\$120,000		0.82	C\$98,400.00
EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO RED DE DISTRIBUCIÓN	C\$300,000	0.54		C\$162,000.00
ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN				
CERCADO PERIMETRAL OBRAS DE CAPTACIÓN Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$9,500	0.54		C\$5,130.00
TOTAL				C\$373,367.00

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en las tablas anteriores, fue necesario clasificar el personal requerido para cada una de las actividades, acorde a su nivel de escolaridad, con el fin de corregir los precios de mercado a precios sociales.

En los proyectos sociales realizados en la comunidad, la población comúnmente apoya con mano de obra voluntaria (mano de obra no calificada), en este caso, la MONC será asumida en un 50% por la población de la comunidad, que apoyarán cada una de las actividades.

5.2.3 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento del sistema se analizan dentro de lo posible con frecuencia mensual, debido a que de ellos depende en gran forma el funcionamiento óptimo y el alargamiento de la vida útil de los elementos que se disponen para el mismo.

Mediante el conocimiento de este coste es posible conocer el valor de la tarifa que la población debe asumir como forma de pago por el servicio que recibe. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este precio también es una estimación, y podría tener cambios anualmente, debido a la inflación del país, es por ello que, anualmente este precio aumentara un 5.87% debido a la inflación (variación interanual) subyacente hasta noviembre 2023.

En la siguiente tabla, se muestra el resumen de los costos de operación y mantenimiento anuales:

Tabla 17.

Costos mensuales y anuales del proyecto

CONCEPTO	COSTOS TOTALES	
	COSTO MENSUAL C\$	COSTO ANUAL C\$
COSTOS DE OPERACIÓN	C\$4,950.00	C\$59,400.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO	C\$2,100.00	C\$25,200.00
TOTAL	C\$7,050.00	C\$84,600.00

Nota: Elaboración propia

Para que el sistema funcione de manera adecuada y se mantenga en óptimas condiciones, la población total de la comunidad tendrá que asumir C\$ 84,600 anuales. A continuación, se muestran a detalle estos costos:

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en el cercado perimetral, limpieza de malezas, reparaciones en la línea de conducción y red de distribución, sustitución de accesorios de PVC. A continuación, se muestran los costos mensuales y anuales de los mismos.

Tabla 18.

Costos de mantenimiento mensual y anual

COSTOS DE MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	COSTO MENSUAL C\$	COSTO ANUAL C\$
LIMPIEZA DE MALEZAS AL REDEDOR DEL SISTEMA (TANQUE Y FUENTE DE CAPTACIÓN)	MENSUAL	C\$350.00	C\$4,200.00
BUEN ESTADO DE LA CERCA PERIMETRAL	MENSUAL	C\$200.00	C\$2,400.00
DESINFECCIÓN TANQUE Y OBRA DE CAPTACIÓN (SE HARÁ CADA 6 MESES, PERO SE COBRARÁ MENSUAL)	MENSUAL	C\$100.00	C\$1,200.00
REPARACIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN	MENSUAL	C\$200.00	C\$2,400.00
REPARACIÓN LINEA DE CONDUCCIÓN	MENSUAL	C\$200.00	C\$2,400.00
REPARACIÓN EQUIPO DE CLORACIÓN	MENSUAL	C\$200.00	C\$2,400.00
HERRAMIENTAS	MENSUAL	C\$100.00	C\$1,200.00
ACCESORIOS VARIOS PVC	MENSUAL	C\$250.00	C\$3,000.00
AHORRO PARA MANT CORREC Y PRUEBAS	MENSUAL	C\$500.00	C\$6,000.00
TOTAL		C\$2,100.00	C\$25,200.00

Nota: Elaboración propia

Costos de operación

Se consideran en los costos de funcionamiento u operación, a los gastos de administración, personal de operación, papelerías, etc. En la siguiente tabla se detallan los costos de operación:

Tabla 19.

Costos de operación

COSTOS DE OPERACIÓN			
DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	COSTO MENSUAL C\$	COSTO ANUAL C\$
PAPELERÍA Y ÚTILES	MENSUAL	C\$150.00	C\$1,800.00
HIPOCLORITO DE CALCIO 70%	MENSUAL	C\$800.00	C\$9,600.00
PLANILLA			
COLECTOR	MENSUAL	C\$2,000.00	C\$24,000.00
FONTANERO Y OPERADOR	MENSUAL	C\$2,000.00	C\$24,000.00
TOTAL		C\$4,950.00	C\$59,400.00

Nota: Elaboración propia

5.3 Tarifa

Para determinar la tarifa que tendrá que pagar la población por tener acceso al agua potable, se determinó mediante una tarifa equitativa, es decir, la población va a pagar la cantidad que consuma de agua, todo esto será regulado mediante un medidor. Esta tarifa se obtiene a través de la relación existente entre el costo de operación y mantenimiento de cada mes y la producción de agua en el sistema durante un período igual a este.

La sumatoria de todos los gastos (SP, PQ, CM y GA), se obtuvieron de los costos de mantenimiento y operación. El volumen anual producido por la fuente, es el volumen promedio que consume la población (dotación), debido a que, según datos históricos de los pobladores, el caudal se mantiene constante, por tal razón no habrá variación en su volumen de agua producido.

Utilizando la ecuación 17, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20.

Tarifa por consumo de agua durante vida útil del proyecto

		AGUA PRO/DIA	AGUA PRO	COSTOS (MENSUAL)	TARIFA
	AÑO	LPD	M3/MES	C\$	C\$/M3
1	2024	24400	732	C\$7,050.00	C\$9.63
2	2025	25040	751	C\$7,463.84	C\$9.94
3	2026	25600	768	C\$7,901.96	C\$10.29
4	2027	26240	787	C\$8,365.81	C\$10.63
5	2028	26960	809	C\$8,856.88	C\$10.95
6	2029	27600	828	C\$9,376.78	C\$11.32
7	2030	28320	850	C\$9,927.20	C\$11.68
8	2031	28960	869	C\$10,509.92	C\$12.10
9	2032	29680	890	C\$11,126.85	C\$12.50
10	2033	30480	914	C\$11,780.00	C\$12.88
11	2034	31200	936	C\$12,471.49	C\$13.32
12	2035	32000	960	C\$13,203.56	C\$13.75
13	2036	32800	984	C\$13,978.61	C\$14.21
14	2037	33600	1008	C\$14,799.16	C\$14.68
15	2038	34480	1034	C\$15,667.87	C\$15.15
16	2039	35280	1058	C\$16,587.57	C\$15.67
17	2040	36160	1085	C\$17,561.26	C\$16.19
18	2041	37120	1114	C\$18,592.11	C\$16.70
19	2042	38000	1140	C\$19,683.47	C\$17.27
20	2043	38960	1169	C\$20,838.88	C\$17.83

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se estima que una persona este consumiendo 2.4 m³/mes, al tener 5 personas por vivienda, se estima que por vivienda sean 12 m³/mes, para el primer año, cada vivienda pagará 115.56 C\$ por mes por el servicio de agua potable.

La tarifa es el pago mensual de las familias usuarias por el servicio de agua recibido, de acuerdo a su consumo. Es importante porque sirve para pagar los costos de operación, mantenimiento y mejoras del sistema de agua. Los CAPS no cobran por el agua, si no, por llevarla de la fuente hasta las tomas domiciliarias.

5.4 Cuantificación de los beneficios del proyecto

A continuación, se muestra la cuantificación de los beneficios obtenido, una vez realizado el proyecto:

5.4.1 Ahorro de recursos gastados en el acarreo

Una persona promedio en la comunidad, gana un salario de C\$ 350 por una jornada laboral de 8 horas, por familia, se realizan de dos o tres acarreo de agua al día donde participa al menos una persona (comúnmente la mujer), por cada viaje se invierten aproximadamente 45 minutos (min).

Estimando que una persona por familia realiza dos viajes por día, equivale a 90 min (1.5 horas), con esto se puede determinar el costo por acarreo de agua:

$$\text{costo por acarreo} = \frac{350 \text{ C\$} * 1.5 \text{ hr}}{8 \text{ hr}} = 65.6 \text{ C\$}$$

Cada persona que acarrea agua para su vivienda está dejando de ganar 65.6 C\$ por día, debido que tiene que acarrear agua.

Para el diseño del proyecto, se pretende instalar 60 tomas de patio que son de las casas existentes, por tal razón, se propone un índice de hacinamiento de 5 personas por vivienda. Esto quiere decir que, por cada cinco personas, una persona tendrá que acarrear agua para suplir sus necesidades. A continuación,

se muestra la cantidad de personas que van acarrear agua durante el primer año, en caso de no realizarse el proyecto:

$$\text{personas que acarrear agua} = \frac{1 * 305}{5} = 61 \text{ personas}$$

Esto quiere decir, que de las 305 personas que viven en la zona para el año 1, 61 personas están en la obligación de acarrear agua para suplir esta necesidad. La cantidad de personas que van a acarrear agua, va a ir aumentando anualmente, debido al aumento de la población. Para el primer año se tiene un beneficio de:

$$\text{beneficio} = 61 \text{ personas} * 65.6 \text{ C\$} = 4,001.6 \text{ C\$/dia}$$

$$\text{beneficio (mensual)} = 4,001.6 \frac{\text{C\$}}{\text{dia}} * 26 \left(\frac{\text{dias laborales}}{\text{mes}} \right) = 104,041.6 \text{ C\$/mes}$$

$$\text{beneficio (anual)} = 104,041.6 \frac{\text{C\$}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{Año}} = 1,248,499.2 \text{ C\$/Año}$$

Cabe recalcar que anualmente el costo por acarrear agua, aumentara debido a la tasa de inflación de Nicaragua (5.87%). Realizando el proceso anterior para los siguientes años, se tiene:

Tabla 21.

Beneficio de las personas por dejar de acarrear agua

			PERSONAS QUE ACARREAN AGUA	COSTO DIARIO	BENEFICIO DIA	BENEFICIO MES	BENEFICIO ANUAL
	AÑO	POBLACIÓN		C\$	C\$	C\$	C\$
1	2024	305	81	65.60	4,001.60	104,041.60	1,248,499.20
2	2025	313	63	69.45	4,375.40	113,760.28	1,365,123.35
3	2026	320	64	73.53	4,705.76	122,349.72	1,468,196.67
4	2027	328	66	77.64	5,137.67	133,579.51	1,602,954.18
5	2028	337	68	82.41	5,604.08	145,706.11	1,748,473.27
6	2029	345	69	87.25	6,020.29	156,527.57	1,878,330.84
7	2030	354	71	92.37	6,556.43	170,519.09	2,046,229.12
8	2031	362	73	97.79	7,139.00	185,613.88	2,227,366.51
9	2032	371	75	103.53	7,765.12	201,893.23	2,422,718.76
10	2033	381	77	109.61	8,440.16	219,444.21	2,633,330.54
11	2034	390	78	116.05	9,051.65	235,342.80	2,824,113.63
12	2035	400	80	122.86	9,828.70	255,546.08	3,066,552.92
13	2036	410	82	130.07	10,685.78	277,310.30	3,327,723.57
14	2037	420	84	137.71	11,567.27	300,749.10	3,609,989.26
15	2038	431	87	145.79	12,683.64	329,774.62	3,957,295.39
16	2039	441	89	154.35	13,736.86	357,158.42	4,285,901.01
17	2040	452	91	163.41	14,870.03	386,620.78	4,639,449.32
18	2041	464	93	173.00	16,088.90	418,311.36	5,019,736.31
19	2042	475	95	183.15	17,399.62	452,390.24	5,428,682.90
20	2043	487	98	193.91	18,002.70	494,070.14	5,928,841.74

Nota: Elaboración propia

5.4.2 Ahorro de recursos debido a la disminución de enfermedades

Con la realización de la encuesta, se determinó que el 51% de la población gasta en promedio de C\$ 50-75, es por ello, para la cuantificación de este beneficio también se tomará en cuenta la incidencia de estas enfermedades, dando un resultado según las encuestas de que el 45% de la población se enferma cada trimestre (tres meses) de enfermedades gastrointestinales. Por tal razón, se estimará que por vivienda donde habitan cinco personas, se gasta un mínimo de C\$ 50 en medicamentos, con el fin de tratar las enfermedades gastrointestinales.

Debido a que la población demandante va a ir aumentando, al proponer un índice de hacinamiento de 5 personas por vivienda, se considerará, que, por cada 5 personas, va a haber un gasto de C\$ 50 trimestral, (para la evaluación de este beneficio, este precio aumentará 5.87% anualmente, debido a la tasa de inflación), para tratar las enfermedades producidas por ingerir agua de baja calidad. A continuación, se muestra la cantidad de personas que gasta en el tratamiento de enfermedades:

$$personas\ que\ gastan\ en\ tratamiento = \frac{1 * 305}{5} = 61\ personas$$

Esto quiere decir, que, para el primer año, 61 personas, gastaran C\$ 50 trimestralmente, para tratar las enfermedades. El gasto trimestral y anual se verá reflejado en la siguiente ecuación:

$$beneficio(trimestral) = 61\ personas * 50\ C\$ = 3050C\$/trimestre$$

$$beneficio\ (anual) = 3050\frac{C\$}{Trimestre} * 4\frac{trimestre}{Año} = 12,200\frac{C\$}{año}$$

Realizando este mismo proceso para los siguientes años, se determinaron los siguientes resultados:

Tabla 22.

Beneficio por disminución de enfermedades

	AÑO	POBLACIÓN	GASTO MENSUAL TRATAMIENTO C\$	PERSONAS QUE PAGAN ESTO C\$	BENEFICIO TRIMESTRAL C\$	BENEFICIO ANUAL C\$
1	2024	305	50	61.00	3,050.0	12,200.0
2	2025	313	54.3	63.00	3,421.2	13,684.9
3	2026	320	59.0	64.00	3,774.8	15,099.0
4	2027	328	64.1	66.00	4,227.9	16,911.5
5	2028	337	69.6	68.00	4,731.1	18,924.2
6	2029	345	75.6	69.00	5,214.0	20,855.9
7	2030	354	82.1	71.00	5,827.0	23,308.1
8	2031	362	89.1	73.00	6,507.0	26,028.0
9	2032	371	96.8	75.00	7,260.9	29,043.6
10	2033	381	105.1	77.00	8,096.3	32,385.4
11	2034	390	114.2	78.00	8,907.6	35,630.6
12	2035	400	124.0	80.00	9,922.7	39,690.6
13	2036	410	134.7	82.00	11,046.4	44,185.7
14	2037	420	146.3	84.00	12,290.1	49,160.6
15	2038	431	158.9	87.00	13,825.0	55,300.2
16	2039	441	172.6	89.00	15,360.6	61,442.3
17	2040	452	187.5	91.00	17,058.0	68,232.0
18	2041	464	203.6	93.00	18,933.9	75,735.5
19	2042	475	221.1	95.00	21,006.3	84,025.3
20	2043	487	240.2	98.00	23,535.5	94,141.8

Nota: Elaboración propia

5.4.3 Beneficio por el pago de tarifas

Para cuantificar este beneficio, se estimará que en promedio una persona, consumirá 2.4 m³ por mes, lo que equivale a 80 litros al día, durante 30 días. Mediante la siguiente ecuación se cuantificó este beneficio:

$$\text{beneficio(mensual)} = 2.4 \frac{\text{m}^3}{\text{persona} * \text{mes}} * 305 \text{ personas} * 9.63 \frac{\text{C\$}}{\text{m}^3} =$$

$$\text{beneficio(mensual)} = 7050 \text{C\$}$$

$$\text{beneficio(anual)} = 7050 \frac{\text{C\$}}{\text{m}^3} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{Año}} = 84,600 \text{ C\$}$$

Realizando este mismo proceso para los siguientes años, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 23.

Beneficio por el pago de la tarifa

	AÑOS	POBLACIÓN	BENEFICIO TARIFA/MES	BENEFICIO TARIFA/AÑO
1	2024	305	7050.01	84600.1
2	2025	313	7463.84	89566.1
3	2026	320	7901.97	94823.6
4	2027	328	8365.81	100389.8
5	2028	337	8856.89	106282.6
6	2029	345	9376.79	112521.4
7	2030	354	9927.20	119126.4
8	2031	362	10509.93	126119.2
9	2032	371	11126.86	133522.4
10	2033	381	11780.01	141360.1
11	2034	390	12471.50	149658.0
12	2035	400	13203.57	158442.9
13	2036	410	13978.62	167743.5
14	2037	420	14799.17	177590.0
15	2038	431	15667.88	188014.6
16	2039	441	16587.58	199051.0
17	2040	452	17561.28	210735.3
18	2041	464	18592.12	223105.5
19	2042	475	19683.48	236201.8
20	2043	487	20838.90	250066.8

Nota: Elaboración propia

5.5 Evaluación financiera

Dado que es un proyecto con un enfoque social, la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR), que se utilizó es la Tasa Social de Descuento para Nicaragua (TSD), la cual está estimada en un 8%.

Tabla 24.

Flujo neto de efectivo durante vida útil del proyecto

AÑO	BENEFICIOS	COSTOS	INVERSIÓN	FLUJO NETO EFEC	
0	C\$0.0		C\$2,347,416.4	-C\$2,347,416.4	
1	C\$1,345,299.3	C\$84,600.0		C\$1,260,699.3	
2	C\$1,468,374.3	C\$89,566.0		C\$1,378,808.3	
3	C\$1,578,119.3	C\$94,823.5		C\$1,483,295.8	
4	C\$1,720,255.5	C\$100,389.7		C\$1,619,865.8	
5	C\$1,873,680.1	C\$106,282.6		C\$1,767,397.6	
6	C\$2,011,708.1	C\$112,521.3		C\$1,899,186.8	
7	C\$2,188,663.7	C\$119,126.4		C\$2,069,537.3	
8	C\$2,379,513.7	C\$126,119.1		C\$2,253,394.6	
9	C\$2,585,284.7	C\$133,522.3		C\$2,451,762.4	
10	C\$2,807,076.0	C\$141,360.0		C\$2,665,716.0	
11	C\$3,009,402.2	C\$149,657.8		C\$2,859,744.3	
12	C\$3,264,686.4	C\$158,442.8		C\$3,106,243.7	
13	C\$3,539,652.7	C\$167,743.4		C\$3,371,909.4	
14	C\$3,835,739.8	C\$177,589.9		C\$3,658,150.0	
15	C\$4,200,610.1	C\$188,014.4		C\$4,012,595.7	
16	C\$4,546,394.3	C\$199,050.9		C\$4,347,343.4	
17	C\$4,918,416.7	C\$210,735.1		C\$4,707,681.5	
18	C\$5,318,577.3	C\$223,105.3		C\$5,095,472.0	
19	C\$5,748,910.0	C\$236,201.6		C\$5,512,708.4	
20	C\$6,273,050.3	C\$250,066.6		C\$6,022,983.7	
INDICADORES FINANCIEROS					
VANE	TIRE	TSD	VANE (B)	VANE (C)	R B/C
C\$22,252,313.5	62.40%	8.00%	C\$25,904,862.4	C\$3,652,548.9	7.1

Nota: Elaboración propia

Con la realización del flujo neto de efectivo, se obtuvo que, VANE es C\$ 22,252,313.5, (VANE>0), por lo tanto, el proyecto será rentable. La TIRE es de 62.40 % (TIR>TSD), por lo tanto, el proyecto se acepta. El periodo de recuperación de la inversión es de 1.80 años, es decir 1 años y 9.6 meses.

Otro indicador a tomar en cuenta para ver la rentabilidad del proyecto, es la relación beneficio-costos, obteniendo así una cantidad de 7.1 (Rb/c>1), por lo tanto, el proyecto será rentable, ya que, los beneficios superan por un gran numero los costos generados.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La comunidad El Delirio, para el año 2023 cuenta con una población base 297 habitantes, considerando un periodo de diseño de 20 años (2024-2043) y una tasa de crecimiento poblacional de 2.5% anual, para el final del periodo de diseño será de 487 habitantes, de acuerdo a las encuestas realizadas, estos en su mayoría se dedican al comercio y a la agricultura, mientras que las mujeres atienden las labores del hogar y dentro de sus actividades que realizan como parte del hogar es la de acarrear el agua para el consumo humano con ayuda de los hijos. A la comunidad se le asignó una dotación de 80 LPPD, tendrán un consumo máximo diario (CMD) de 0.75 LPS y un consumo máximo hora (CMH) de 1.2 LPS (todo esto para el último año del periodo de diseño, año 2043).

Los elementos que formarán parte del sistema son: Obras de captación para manantiales de fondo concentrados, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución (incluyendo las conexiones domiciliarias). Con la realización del levantamiento topográfico, es viable realizar un MAG, debido a que la fuente se encuentra en la parte alta de la zona, y la población se encuentra concentrada en los puntos más bajos. Al realizar los cálculos hidráulicos, utilizando la herramienta EPANET, se determinó, que el sistema sobrepasaba la presión máxima residual en ciertos nodos, por tal razón, se colocó válvulas reductoras de presión, de igual manera ciertas partes de los tramos, no cumple con las velocidades, teniendo así que, instalar válvulas de limpieza en puntos estratégicos.

El resultado de la evaluación socioeconómica, muestra que la realización del proyecto es factible desde el punto de vista social. Los indicadores financieros determinaron que la realización del proyecto es rentable, debido a que se obtuvo un VANE de C\$22,252,313.5 (VANE mayor a cero, el proyecto se acepta), TIRE (62.40%, TIRE mayor a cero, el proyecto se acepta), como último indicador una Rb/c de 7.1 (Rb/c mayor a 1), es decir que, por cada córdoba invertido, se obtendrán C\$ 6.1 de beneficio.

6.2 Recomendaciones

Para la ejecución del proyecto del sistema de agua potable es muy importante que el comité de CAPS y los pobladores, tomen en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Una vez construido el sistema de agua potable se brindará capacitación técnica sobre hábitos higiénicos a través de la educación ambiental, lo que contribuirá a mantener el cuidado y protección de la fuente.
- No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presenten enfermedades en la comunidad.
- Para que el sistema preste un buen servicio, es importante que se cumpla la cartilla de “Operación y mantenimiento de mini acueducto por gravedad (MAG)”, propuesto por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).
- Garantizar que el sistema de abastecimiento por conexiones domiciliarias sea únicamente para el consumo de viviendas, para evitar que se extraiga más del caudal a explotar de la fuente de abastecimiento.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2019). *NTON 09 007-19, Diseño de abastecimiento de agua potable*.
<http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/2.%20NTON%2009%20007-19%20Dise%C3%B1o%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf>
- Campos, J., & Serebrisky, T. (2016). Monografía Tasa de descuento social y Evaluación de proyectos.pdf. *Publications.ladb.Org*, undefined-undefined.
- Fontaine, E. R. (2008a). *Evaluación social de proyectos* (13.^a ed.). Pearson Educación.
- Fontaine, E. R. (2008b). La Evaluación Privada y Social de Proyectos: El Rol del Estado. *Panorama Socioeconómico*, 26(36), 8-17.
- Galvin, R. M. (2010). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*.
<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/77392/caracteristicas-fisicas-quimicas-y-biologicas-de-las-aguas>
- Luna, L. (Ed.). (2012). *Menú de Opciones Tecnológicas para el Abastecimiento de Agua Potable en la Costa Caribe*.
- Mete, M. R. (2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85.
- Meza González, C. A., Martínez Gutiérrez, D. R., & Zeledón Téllez, L. E. (2017). *Estudio de factibilidad del proyecto construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico MABE en las comunidades Colmena Arriba y la*

- Esperanza, del municipio de la concordia, Jinotega* [Other, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://ribuni.uni.edu.ni/2498/>
- Ministerio de Hacienda y Credito Publico. (2010). *TASA SOCIAL DE DESCUENTO NICARAGUA*.
<http://190.212.238.38/preinversion/TasaSocialdeDescuento.pdf>
- Ortega, F. de M. (2016). *Rediseño Hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable tipo MAG y saneamiento básico para la comunidad Las Vegas, Municipio de San Sebastián de Yalí, Departamento de Jinotega, para el período 2017-2036*.
- Rodrigues, N. (2023, febrero 16). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio (con ejemplos)*. <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-cost-beneficio>
- Salinas, L. E. C., Juárez, H. D. G., Zuta, J. C. M., & Juárez, R. A. A. (2023). Estudio de prefactibilidad para el diseño de una planta de compostaje en Perú. *Revista Alfa*, 7(19), Article 19. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.194>

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Encuesta

Proyecto: Estudio a nivel de prefactibilidad “Construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, MAG, en la comunidad El Delirio, municipio de Nueva Guinea” 2023.

Objetivo: Recolectar información referente a la problemática de abastecimiento de agua que enfrentan los pobladores de la comunidad El Delirio.

Instrucción: lea cuidadosamente las preguntas y marque la respuesta que crea conveniente, la presente encuesta es de carácter académico, el éxito de nuestra investigación depende de la autenticidad de sus respuestas.

Datos generales:

1. **Edad:** ____

2. **Sexo:** M____ F____

3. **¿A qué se dedica?**

A. Docencia____

B. Comercio____

C. Ganadería ____

D. Agricultura____

4. **¿Cuántas personas hay en su vivienda?**

A. 3____

B. 4____

C. 5 ____

D. 6____

i. Datos de investigación

En la comunidad, con respecto al agua potable:

1. ¿La comunidad cuenta con un sistema de agua potable?

Sí _____ No _____

2. ¿Cómo se abastece de agua la comunidad?

Manantial _____ Agua de lluvia _____

Rio _____ Otro _____

3. ¿Usted tiene acceso a alguna fuente de agua?

Sí _____ No _____

4. ¿Usted cuenta con alguna fuente de agua propia?

Sí _____ No _____

5. ¿Quién busca o acarrea el agua en su vivienda (si no cuenta con una fuente propia de agua)?

Mujer _____ Hombre _____

Hijos _____ Otro _____

6. ¿En que almacena el agua?

Barril _____ Pilas _____

Bidones _____ Otro _____

7. ¿Conoce de algún contaminante cerca de las fuentes de agua (manantial, rio, etc.) en la zona?

Sí _____ No _____

8. ¿Considera usted que el agua que consume es apta para su consumo?

Sí_____ No_____

¿Porqué?

9. ¿Cómo es el agua que consume?

Agua clara_____

Agua Turbia _____

10.¿El agua utilizada para consumo, pasa por algún proceso de saneamiento?

Sí_____ No_____

¿Cuales?

11.¿Considera que el agua que toma puede causar enfermedades?

Sí_____ No_____

¿Porqué?

12.¿Cuál considera que es la enfermedad más común que padece la población?

Enfermedades respiratorias _____ Dengue_____

Enfermedades gastrointestinales_____ Otras_____

13. ¿Con que frecuencia padece estas enfermedades?

Mensual _____ Trimestral _____
Semestral _____ Anual _____

14. ¿Quiénes son los más afectados con esta enfermedad?

Niños _____ Adultos _____
Adultos mayores _____

15. ¿Cuánto dinero invierte en el tratamiento de estas enfermedades?

0-25 C\$ _____ 25-50C\$ _____
50-75C\$ _____ Mas de 100C\$ _____

16. ¿Qué cantidad de agua utiliza en el día?

15-20 gal _____ 30-40 gal _____
20-30 gal _____ 40 gal a mas _____

17. ¿Considera que un proyecto de agua potable le traería beneficios a la comunidad?

Sí _____ No _____
¿Porqué?

18. ¿Haría uso racional del agua en su domicilio si contara con acceso al agua potable?

Sí _____ No _____
¿Porqué?

19. ¿Estaría dispuesto a apoyar de manera voluntaria (mano de obra), el proyecto de agua potable?

Sí _____ No _____

¿Porqué?

20. ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en su hogar?

Sí _____ No _____

¿Porqué?

21. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable en su hogar?

0-50C\$ _____ 50-100C\$ _____
100-150C\$ _____ Mas de 150C\$ _____

22. ¿Considera que su condición de vida mejoraría con un servicio de agua potable en su hogar?

Sí _____ No _____

¿Porqué?

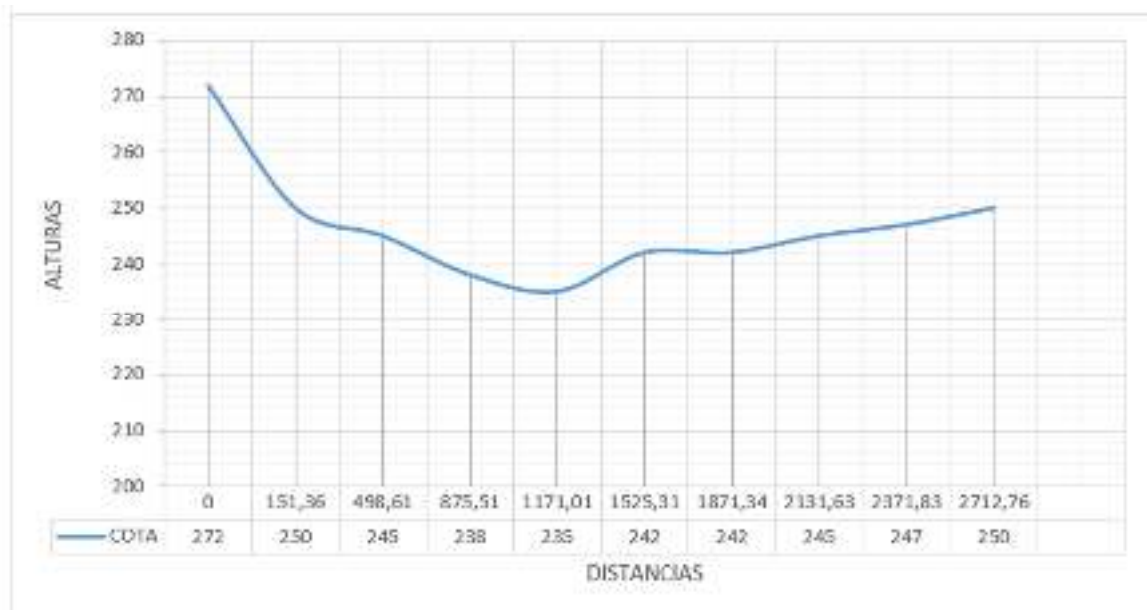
Estudio técnico

Línea de conducción

Levantamiento topográfico línea de conducción.

NOMBRE	COORDENADAS		COTA	TRAMO	DISTANCIA	DIÁMETRO
	X	Y			M	IN
BM-1	775620	1277670	273	-	-	-
FUENTE #1	775630	1277658	272	FUENTE#1-PT1	151.36	2
PT1.1	775479	1277630	250			
PT2.1	775132	1277648	245	PT1-PT2	347.25	2
PT3.1	774757	1277687	238	PT2-PT3	376.9	2
PT4.1	774484	1277718	235	PT3-PT4	295.5	2
PT4.2	774113	1277754	242	PT4.1-PT4.2	354.3	2
PTA A	773768	1277791	242	PT4.2-PTA A	346.03	2
PT B	773510	1277817	245	PTA A- PT B	260.29	2
PT C	773275	1277862	247	PTB-PTC	240.2	2
TANQUE	772945	1277951	250	PTC-TANQUE	340.93	2

Perfil longitudinal línea de conducción



Red de distribución

Ramal 1

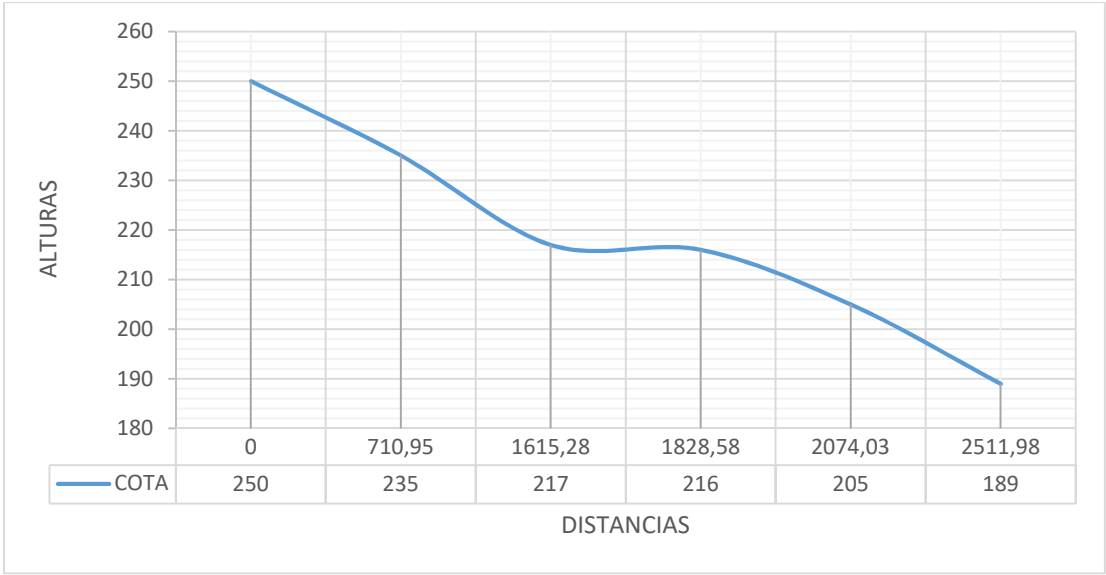
Coordenadas nodos ramal 1

NODOS	COORDENADAS		
	X	Y	Z
39	771716.0	1276562.0	189
40	771738.0	1276548.0	189
41	771852.0	1276355.0	192
43	771871.0	1276262.0	185
38	771773.0	1276641.0	186
37	771766.0	1276756.0	183
34	771851.0	1276808.0	185
35	771842.0	1276828.0	185
PT-G	772147.8	1276835.8	205
42	772181.0	1276409.0	199
36	772082.0	1276886.0	193
44	772475.0	1276469.0	190
PT-F	772390.2	1276673.1	216
PD-E	772584.9	1276760.2	217
46	772846.0	1276444.0	187
45	772800.0	1276322.0	190
48	773030.0	1276583.0	208
47	773011.0	1276628.0	208
51	772848.0	1277527.0	232
PT-D	773041.2	1277378.1	235
49	773233.0	1277148.0	228
50	773373.0	1277291.0	230
2	772979.8	1277319.5	235
TANQUE	772979.8	1277919.1	250

Levantamiento topográfico línea principal ramal 1

NOMBRE	COORDENADAS			TRAMO	DISTANCIA	DIÁMETRO
	X	Y	COTA		M	IN
BM-3	772938	1277991	254	-	-	-
TANQUE	772945	1277951	250	FUENTE#1-	710.95	1 1/2"
PT-D	773041	1277376	235	PT D		
PT-E	772584	1276760	217	PT D-PT E	904.33	1 1/2"
PT-F	772390	1276873	216	PT E-PT F	213.3	1 1/2"
PT-G	772147	1276835	205	PT F-PT G	245.45	1 1/2"
CASA 40	771738	1276546	189	PT G-CASA	437.95	1 1/2"
			40			

Perfil longitudinal tubería principal ramal 1



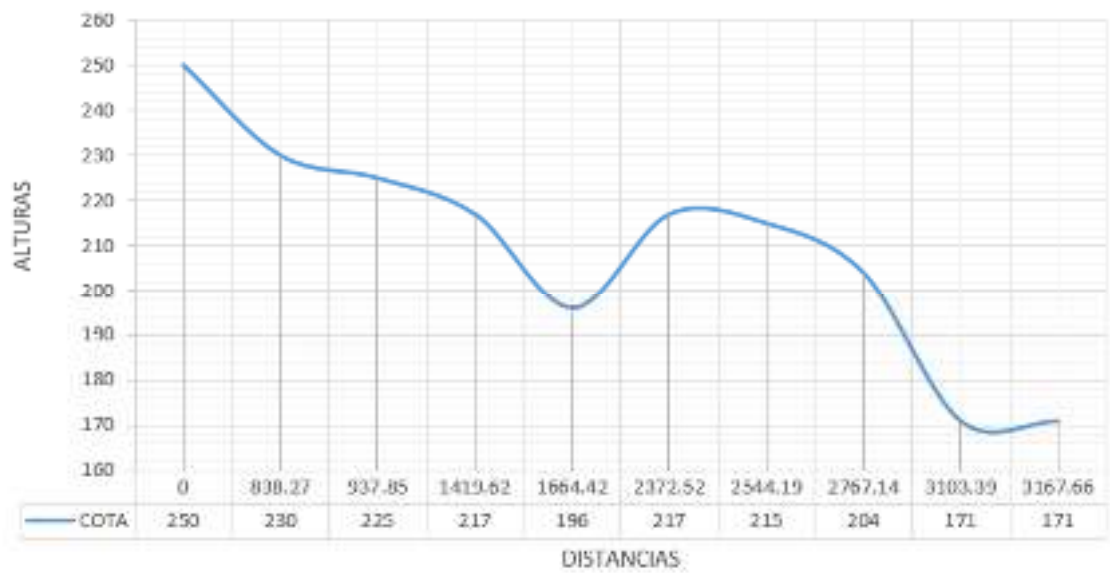
Coordenadas nodos ramal 2

COORDENADAS			
NODOS	X	Y	Z
PT-R	769966.4	1278079.8	173
22	769970.0	1277844.0	176
PT-Q	770028.5	1278063.2	173
17	770066.0	1278377.0	186
18	770129.0	1278230.0	172
PR-S	770049.6	1278239.5	185
20	769921.0	1278250.0	185
19	769899.0	1278289.0	185
21	769739.0	1278008.0	173
23	770386.0	1278100.0	185
PT-P	770353.1	1277976.7	204
25	770488.0	1277873.0	200
24	770537.0	1277730.0	200
PT-O	770571.2	1277938.9	215
26	771238.0	1277588.0	188
PT-M	771387.1	1277761.9	196
27	771206.0	1277567.0	186
28	771109.0	1277489.0	180
PT-J	771573.0	1277602.6	217
33	771596.0	1277042.0	196
32	771529.0	1277063.0	197
PT-L	771594.3	1277082.7	200
30	771485.0	1277255.0	193
PT-K	771586.8	1277287.0	200
31	771507.0	1277232.0	196
29	771476.0	1277288.0	193
PT-H	772138.1	1277738.9	230
52	772203.0	1277260.0	198
53	772220.0	1277241.0	198
54	771965.0	1277987.0	212
PT-I	772042.2	1277712.0	225
16	770745.0	1278216.0	198
PT-N	770742.9	1277937.5	217
15	770841.0	1278606.0	181
14	770790.0	1278825.0	184
13	770791.0	1278970.0	184
12	771342.0	1279358.0	201
57	771416.0	1278689.0	187
A	771934.3	1277685.6	225
TANQUE	772984.7	1277963.8	250

Levantamiento topográfico red principal ramal 2

COORDENADAS					DISTANCIA	DIAMETRO
NOMBRE	X	Y	COTA	TRAMO	M	IN
BM-3	772938	1277991	254	-	-	-
TANQUE	772945	1277951	250	FUENTE#1-PTH	838.27	1 1/2"
PT-H	772138	1277738	230			
PT-I	772042	1277711	225	PT H-PT I	99.58	1 1/2"
PT-J	771572	1277602	217	PT I-PT J	481.77	1 1/2"
PT-M	771387	1277761	196	PT J-PT M	244.8	1 1/2"
PT-N	770742	1277937	217	PT M-PT N	708.1	1 1/2"
PT-O	770571	1277938	215	PT N-PT O	171.67	1 1/2"
PT-P	770353	1277976	204	PT O-PT P	222.95	1 1/2"
PT-Q	770028	1278063	171	PT P-PT Q	336.25	1 1/2"
PT-R	769966	1278079	171	PT Q-PT R	64.27	1 1/2"

Perfil longitudinal tubería principal ramal 2



Ramal 3

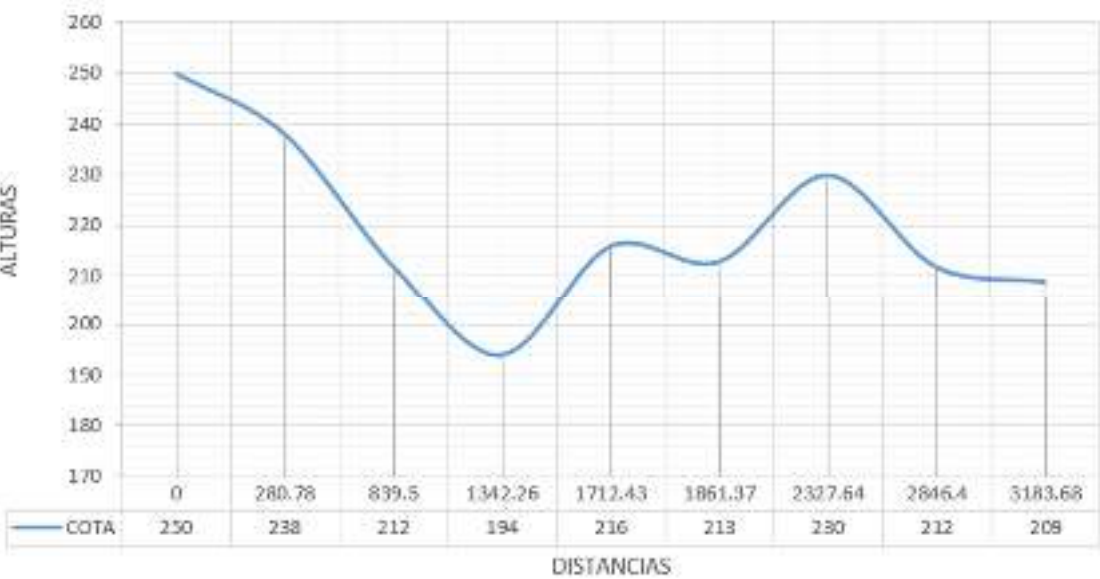
Coordenadas nodos ramal 3

COORDENADAS			
NODOS	X	Y	Z
56	772099.0	1278519.0	199
PT-U	772524.7	1278511.4	212
55	771964.0	1278395.0	205
58	772227.0	1279008.0	199
PT-V	772584.9	1279010.6	194
3	773070.0	1279300.0	218
2	772907.0	1279233.0	209
1,1	772872.0	1279240.0	209
PT-WW	772522.0	1279423.4	213
12,1	772011.0	1279285.0	210
PT-W	772424.0	1279311.2	216
7	772795.0	1279901.0	237
PT-X	772851.8	1279752.9	230
11	772651.0	1279879.0	237
8	772880.0	1279939.0	237
10	772530.0	1280136.0	237
9	772332.0	1280203.0	237
4	773392.0	1279545.0	211
5	773406.0	1279565.0	211
PT-Y	773368.3	1279801.1	212
6	773728.0	1279577.0	211
PT-Z	773704.2	1279832.5	209
60	773758.0	1277995.0	225
59	773387.0	1278339.0	227
PT-T	772860.9	1278221.7	238
TANQUE	772969.3	1277961.7	250

Levantamiento topográfico red principal ramal 3

COORDENADAS				DISTANCIA	DIÁMETRO
NOMBRE	X	Y	COTA	M	IN
BM-3	772938	1277991	254	-	-
TANQUE	772945	1277951	250	FUENTE#1-	1 1/2"
PT-T	772860	1278221	238	PT T	
PT-U	772524	1278511	212	PT T-PT U	1 1/2"
PT-V	772584	1279010	194	PT U-PT V	1 1/2"
PT-W	772424	1279311	216	PT V-PT W	1 1/2"
PT-WW	772522	1279423	213	PT W-PT WW	1 1/2"
PT-X	772851	1279752	230	PT WW-PT X	1 1/2"
PT-Y	773368	1279801	212	PT X-PT Y	1 1/2"
PT-Z	773704	1279832	209	PT Y-PT Z	1 1/2"

Perfil longitudinal tubería principal ramal 3



Evaluación socioeconómica

Costos

LIMPIEZA PRELIMINAR ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS (OBRA DE CAPTACIÓN Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO)

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
LIMPIEZA PRELIMINAR ZONA	GLOBAL	1	C\$ 1000	C\$1000
MANO DE OBRA				C\$1000
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.54				C\$540

CERCADO PERIMETRAL OBRAS DE CAPTACIÓN Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
POSTES DE CONCRETO 2.0M	UND	18	C\$750	C\$13500
CEMENTO CANAL 42.5 KG	UND	4	C\$425	C\$1700
ARENA NATURAL	M3	0.5	C\$700	C\$350
GRAVA TRITURADA	M4	0.5	C\$500	C\$250
ALAMBRE AMARRE GALV C10	LB	12	C\$85	C\$1020
PORTÓN MALLA CICLÓN CAL13 CON TUBOS DE HG 2" COLUMNAS 2" HG	UND	2	C\$4000	C\$8000
ALAMBRE PÚAS CAL 13.5, 335 VRS 7 HILADAS CADA 20 CM	UND	4	C\$3200	C\$12800
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$1800	C\$1800
TOTAL				C\$39420

CERCADO PERIMETRAL OBRAS DE CAPTACIÓN Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$9450	C\$9500
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.54				C\$ 5130

TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
REGLAS DE PINO 1"X4"	UND	10	C\$250.00	C\$2,500.00
CLAVOS PARA MADERA 4"	LB	5	C\$55.00	C\$275.00
CUARTONES 2"X2"	UND	6	C\$280.00	C\$1,680.00
MANGUERA PE TRANSPARENTE	PIE	30	C\$18.00	C\$540.00
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$1,800.00	C\$1,800.00
TOTAL				C\$6,795.00

TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$1,500.00	C\$1,500.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.54				C\$810.00

EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO PARA ESTRUCTURAS

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$1,500.00	C\$1,800.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.54				C\$972.00

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO LINEA DE CONDUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$37,000.00	C\$37,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.82				C\$30,340.00

EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO LINEA DE CONDUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$50,000.00	C\$50,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC=0.54				C\$27,000.00

TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
TUBOS SDR 26 2"	UND	484	C\$660.00	C\$308,240.00
CEMENTO PVC GRIS DURMAN	1/2 GAL	3	C\$55.00	C\$165.00
CODO LISO 2"	UND	4	C\$280.00	C\$1,120.00
VÁLVULA COMPUERTA 2"	UND	2	C\$18.00	C\$36.00
ADAPTADOR MACHO 2"	UND	5	C\$1,800.00	C\$9,000.00
TEFLON 1"	UND	4	C\$30.00	C\$120.00
TEE DE 2"	UND	3	C\$60.00	C\$180.00
ADAPTADOR HEMBRA C/R	UND	3	C\$30.00	C\$90.00
VÁLVULA DE AIRE 2" R/M	UND	3	C\$1,000.00	C\$3,000.00
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$6,500.00	C\$6,500.00
TOTAL				C\$328,451.00

INSTALACIÓN TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$25,000.00	C\$25,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC= 0.82				C\$20,500.00

HIPOCLORADOR, CASETA DE PROTECCIÓN Y TORRE

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
TANQUE PLASTITANK 450 L, TRICAPA	UND	1	C\$4,500.00	C\$4,500.00
TANQUE DE PE 40 L	UND	1	C\$350.00	C\$350.00
TUBO PVC SDR 26 1/2"	UND	3	C\$150.00	C\$450.00
CODO 1/2" LISO	UND	4	C\$10.00	C\$40.00
UNIÓN UNIVERSAL 1/2"	UND	3	C\$60.00	C\$180.00
REDUCTOR 3/4" X 1/2"	UND	1	C\$15.00	C\$15.00
ADAPTADOR MACHO 1/2"	UND	6	C\$15.00	C\$90.00
LLAVE CHORRO BRONCE 1/2"	UND	2	C\$220.00	C\$440.00
VÁLVULA DE BOYA	UND	2	C\$450.00	C\$900.00
PORTÓN DE MALLA CICLÓN CAL13 CON TUBO HG 2" CON COLUMNAS DE 2"	UND	1	C\$4,000.00	C\$4,000.00
TUBO CUADRADO CH 16 2"	UND	8	C\$800.00	C\$6,400.00
SOLDADURA 6011-1/8"	LB	10	C\$120.00	C\$1,200.00
ZINC CORRUGADO 12 PIES X 0.45 MM	UND	3	C\$900.00	C\$2,700.00
ANTICORROSIVO BASE AGUA + BROCHA	GAL	1	C\$850.00	C\$850.00
ZINC LISO 3 PIES X10 PIES X0.45 MM	UND	1	C\$650.00	C\$650.00
MISCELÁNEOS	GLOBAL	1	C\$800.00	C\$800.00
TORRE PARA TANQUES	UND	1	C\$20,000.00	C\$20,000.00
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$5,000.00	C\$5,000.00
TOTAL				C\$48,565.00

INSTALACIÓN TUBERÍA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN HIPOCLORADOR, CASETA DE PROTECCIÓN Y TORRE

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$25,000.00	C\$25,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC= 0.82				C\$20,500.00

EXCAVACIÓN Y RECUBRIMIENTO RED DE DISTRIBUCIÓN

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$300,000.00	C\$300,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC= 0.54				C\$162,000.00

TANQUE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
TANQUE INDUSTRIAL TRICAPA AZUL, 10000 LT + ACCESORIOS	UND	1	C\$92000	C\$92000
TANQUE INDUSTRIAL TRICAPA AZUL, 5000 LT + ACCESORIOS	UND	1	C\$48000	C\$48000
LOSA DE CONCRETO 0.20MX6MX 6M	UND	1	C\$17000	C\$17000
TUBO PVC SDR 26 2"	UND	2	C\$660	C\$1320
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$12000	C\$12000
TOTAL				C\$170320

INSTALACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

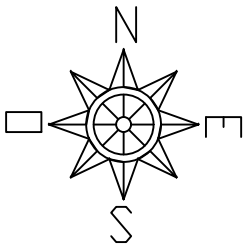
DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$8,750.00	C\$8,750.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC= 0.82				C\$7,175.00

RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
MANO DE OBRA	GLOBAL	1	C\$120,000.00	C\$120,000.00
MANO DE OBRA CORREGIDA FC= 0.82				C\$98,400.00

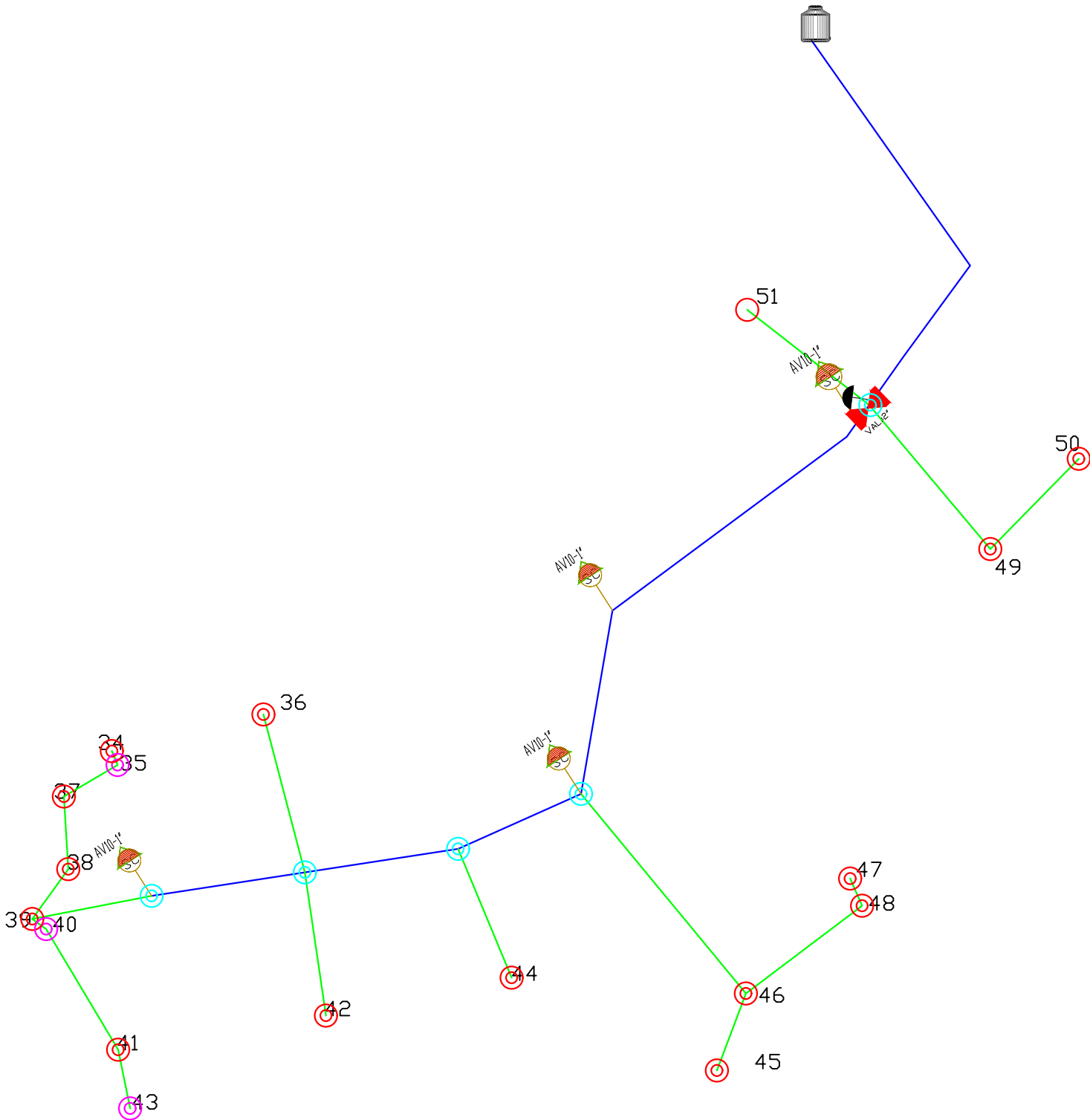
RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES

DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNIT C\$	COSTO TOTAL C\$
TUBO PVC SDR26 1 1/2"	UND	1517	C\$400.00	C\$606,800.00
TUBO PVC SDR26 3/4"	UND	200	C\$200.00	C\$40,000.00
TUBO PVC SDR26 1/2"	UND	2037	C\$150.00	C\$305,550.00
CEMENTO PVC GRIS	1/4" GAL	8	C\$600.00	C\$4,800.00
TEE PVC 1 1/2"	UND	33	C\$48.00	C\$1,584.00
CODO 1 1/2"	UND	8	C\$30.00	C\$240.00
RED 1 1/2" X 1/2"	UND	25	C\$15.00	C\$375.00
CODO PVC 1/2"	UND	40	C\$8.00	C\$320.00
TEE PVC 1/2"	UND	75	C\$10.00	C\$750.00
TAPÓN LISO 1/2"	UND	40	C\$8.00	C\$320.00
RED 1 1/2" X 1"	UND	14	C\$20.00	C\$280.00
RED 1" X 3/4"	UND	6	C\$15.00	C\$90.00
TOMAS DE PATIO				C\$0.00
TUBO PVC SDR 26 1/2"	UND	20	C\$150.00	C\$3,000.00
CODO LISO PVC 1/2"	UND	70	C\$8.00	C\$560.00
CODO COMBINADO 1/2" PVC	UND	70	C\$15.00	C\$1,050.00
ADAPTADOR PVC MACHO 1/2"	UND	70	C\$12.00	C\$840.00
ADAPTADOR HEMBRA 1/2" COMBINADA	UND	140	C\$15.00	C\$2,100.00
MEDIDOR PVC DE 1/2" MODELO MTN-KDP	UND	60	C\$2,200.00	C\$132,000.00
CAJA PVC P/MEDIDOR DE AGUA C/LLAVE	UND	60	C\$1,450.00	C\$87,000.00
LLAVE CHORRO 1/2" BRONCE	UND	60	C\$200.00	C\$12,000.00
TEFLÓN 1"	UND	20	C\$30.00	C\$600.00
LLAVE PASE PVC DE BOLA 1/2"	UND	60	C\$80.00	C\$4,800.00
HOJAS DE SIERRA FLEXIBLE	UND	5	C\$50.00	C\$250.00
TRANSPORTE	GLOBAL	1	C\$15,000.00	C\$15,000.00
VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN 2"	UND	2	C\$6,595.00	C\$13,190.00
RED 2" X 1 1/2"	UND	4	C\$30.00	C\$120.00
ADAPTADOR HEMBRA 2" COMBINADO	UND	4	C\$28.00	C\$112.00
ADAPTADOR HEMBRA 1" COMBINADO	UND	8	C\$50.00	C\$400.00
TUBO PVC SDR26 1"	UND	2	C\$220.00	C\$440.00
VÁLVULA DE AIRE 1"	UND	8	C\$550.00	C\$4,400.00
FILTRO DE ANILLOS DE 1 1/2"	UND	1	C\$1,480.00	C\$1,480.00
FILTRO DE ANILLOS DE 2"	UND	1	C\$1,870.00	C\$1,870.00
TOTAL				C\$1,242,321.00



SIMBOLOGÍA	
TUBO PVC SDR 26 1 1/2"	
TUBO PVC SDR 26 1/2"	
CASAS O NODOS	
DERIVACIONES RED PRINCIPAL	
VALVULAS RED. PRESIÓN 2"	
VALVULAS DE AIRE 1" R/M	
VALVULAS DE LIMPIEZA	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	

COORDENADAS			
NODOS	X	Y	Z
39	771716.0	1276562.0	189
40	771738.0	1276546.0	189
41	771852.0	1276355.0	192
43	771871.0	1276262.0	185
38	771773.0	1276641.0	186
37	771766.0	1276756.0	183
34	771851.0	1276806.0	185
35	771842.0	1276828.0	185
PT-G	772147.6	1276635.8	205
42	772181.0	1276409.0	199
36	772082.0	1276886.0	193
44	772475.0	1276469.0	190
PT-F	772390.2	1276673.1	216
PD-E	772584.9	1276760.2	217
46	772846.0	1276444.0	187
45	772800.0	1276322.0	190
48	773030.0	1276583.0	206
47	773011.0	1276626.0	206
51	772848.0	1277527.0	232
PT-D	773041.2	1277376.1	235
49	773233.0	1277148.0	228
50	773373.0	1277291.0	230
2	772979.6	1277319.5	235
TANQUE	772979.6	1277919.1	250



NOMBRE DE PROYECTO:
ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA” 2023.

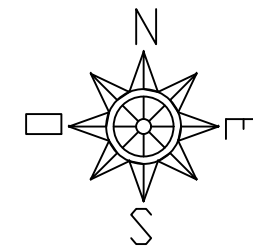
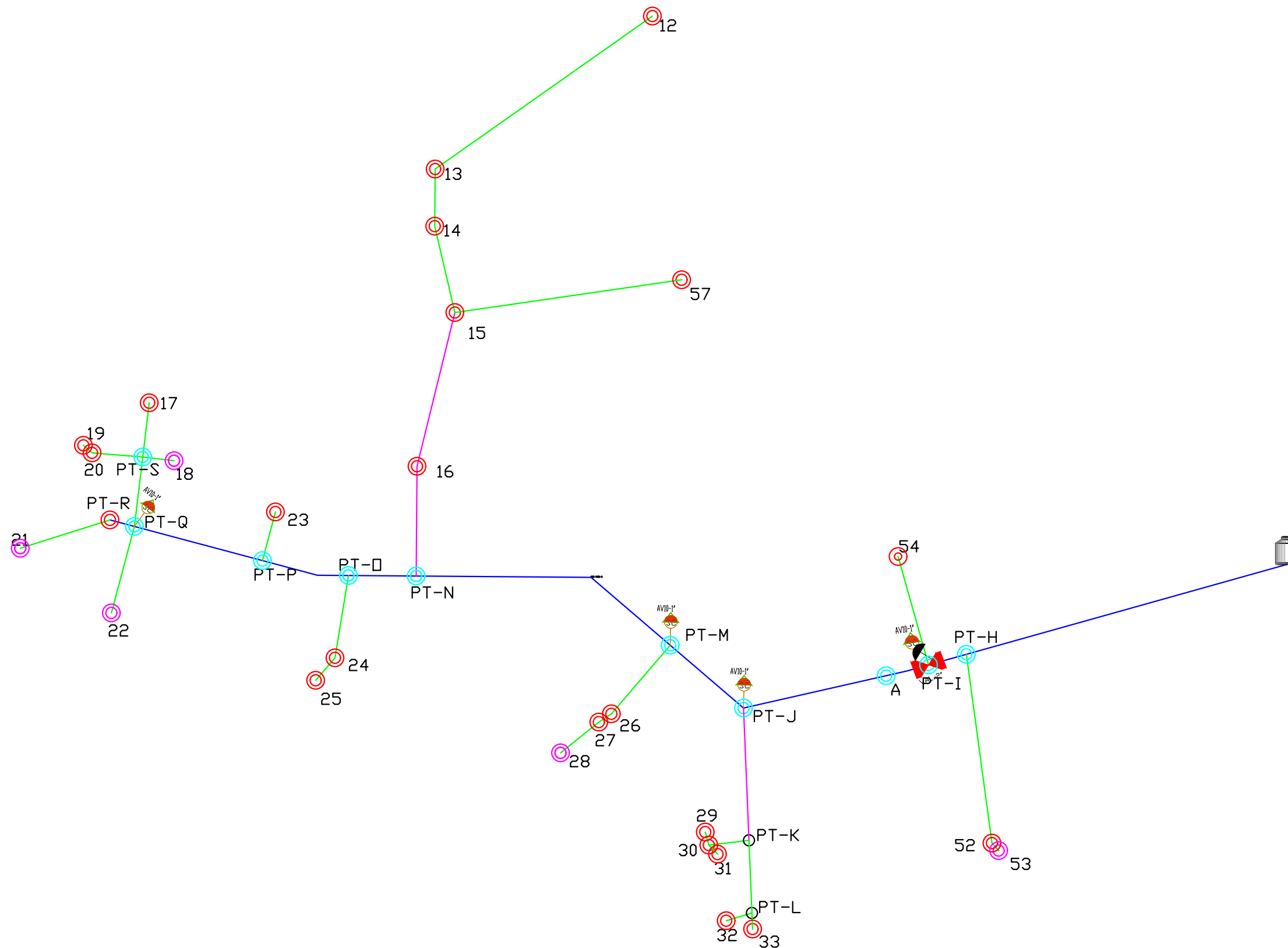
CONTENIDO:
Red de Distribución Ramal 1

Elaborado por:
Br. Keysi Dayana Merlo González.
Br. Deyvis de Jesus Pérez Hernández.
Br. Alberto Valentín Sotelo Campos.

Tutor:
Msc. Yader Molina Lagos.

Escala:
1/8888

4
1



SIMBOLOGÍA	
TUBO PVC SDR 26 1 1/2"	
TUBO PVC SDR 26 3/4	
TUBO PVC SDR 26 1/2"	
DERIVACIONES RED PRINCIPAL	
VALVULAS RED. PRESIÓN 2"	
VALVULAS DE AIRE 1" R/M	
VALVULAS DE LIMPIEZA	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
CASAS O NODOS	

COORDENADAS			
NODOS	X	Y	Z
PT-R	769966.4	1278079.8	173
22	769970.0	1277844.0	176
PT-Q	770028.5	1278063.2	173
17	770066.0	1278377.0	186
18	770129.0	1278230.0	172
PR-S	770049.6	1278239.5	185
20	769921.0	1278250.0	185
19	769899.0	1278269.0	185
21	769739.0	1278008.0	173
23	770386.0	1278100.0	185
PT-P	770353.1	1277976.7	204
25	770488.0	1277673.0	200
24	770537.0	1277730.0	200
PT-O	770571.2	1277938.9	215
26	771238.0	1277588.0	188
PT-M	771387.1	1277761.9	196
27	771206.0	1277567.0	186
28	771109.0	1277489.0	180
PT-J	771573.0	1277602.6	217
33	771596.0	1277042.0	196
32	771529.0	1277063.0	197
PT-L	771594.3	1277082.7	200
30	771485.0	1277255.0	193
PT-K	771586.8	1277267.0	203
31	771507.0	1277232.0	196
29	771476.0	1277288.0	193
PT-H	772138.1	1277738.9	230
52	772203.0	1277260.0	198
53	772220.0	1277241.0	198
54	771965.0	1277987.0	212
PT-I	772042.2	1277711.0	225
16	770745.0	1278216.0	198
PT-N	770742.9	1277937.5	217
15	770841.0	1278606.0	181
14	770790.0	1278825.0	184
13	770791.0	1278970.0	184
12	771342.0	1279358.0	201
57	771416.0	1278689.0	187
A	771934.3	1277685.6	225
TANQUE	772984.7	1277963.8	250



NOMBRE DE PROYECTO:
ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD
DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL
DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA”
2023.

Red de Distribución Ramal 2

Elaborado por:

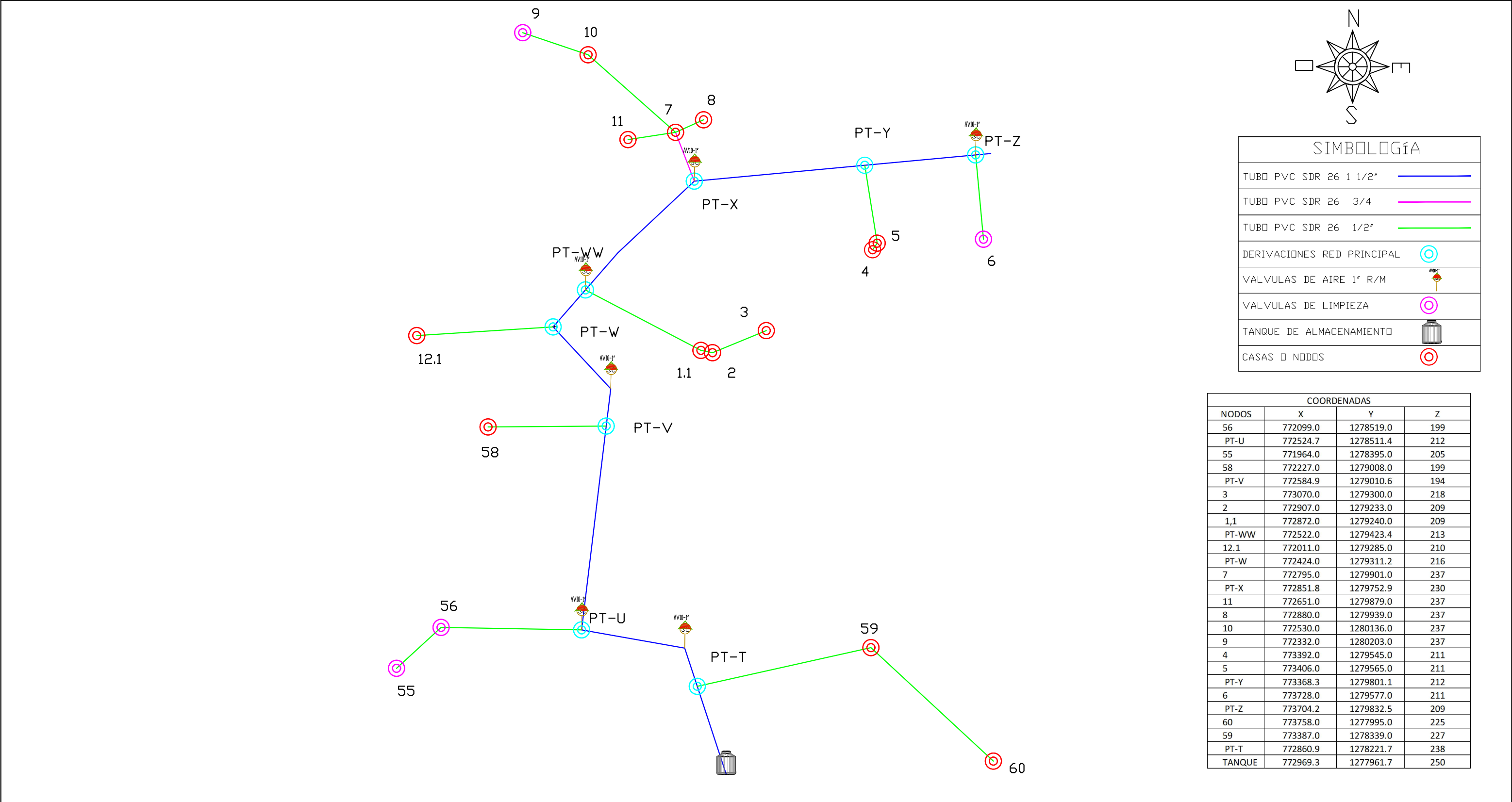
Br. Keysi Dayana Merlo González.
Br. Deyvis de Jesus Pérez Hernández.
Br. Alberto Valentín Sotelo Campos.

Escala:
1/11160

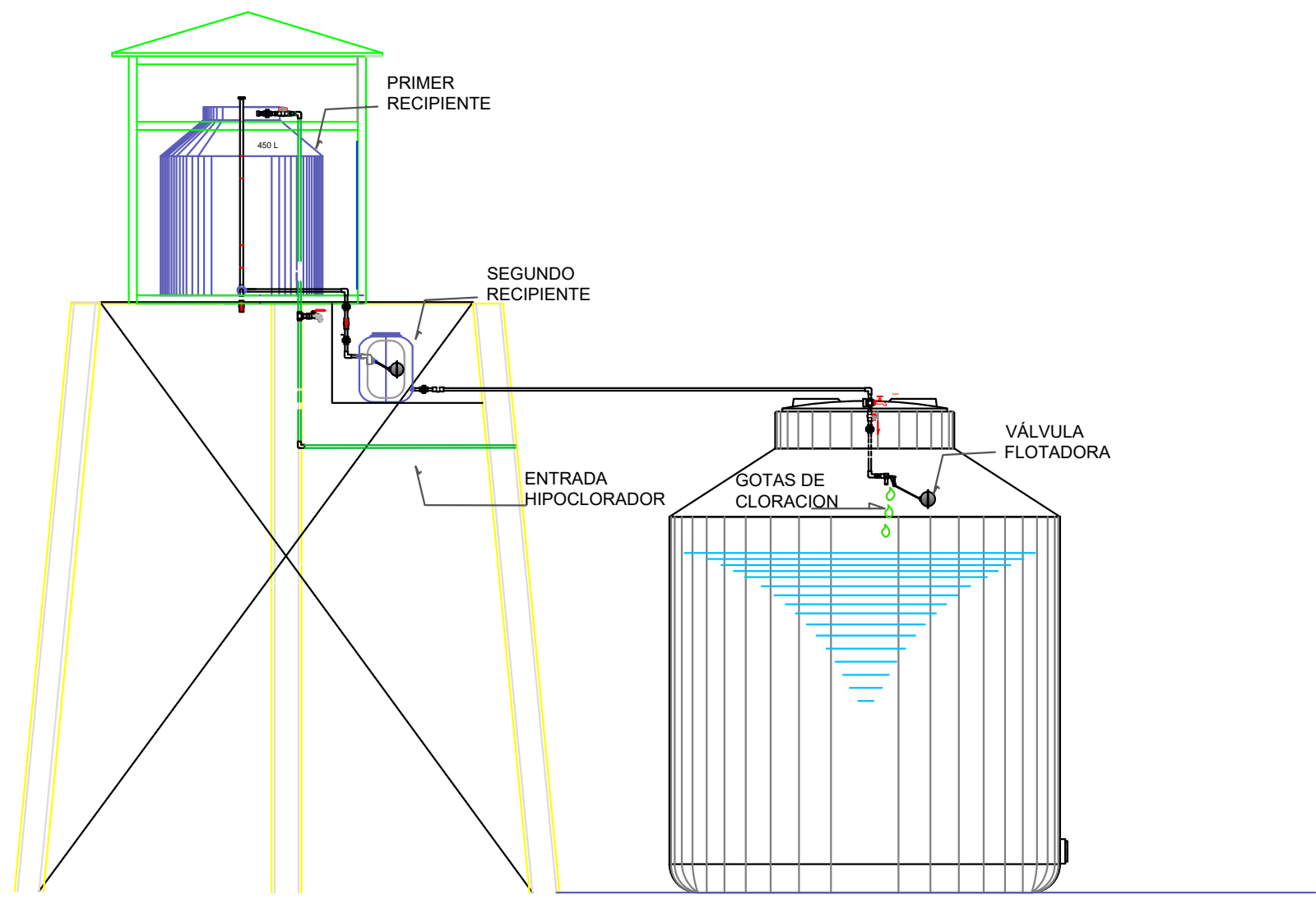
Tutor:

Msc. Yader Molina Lagos.

2

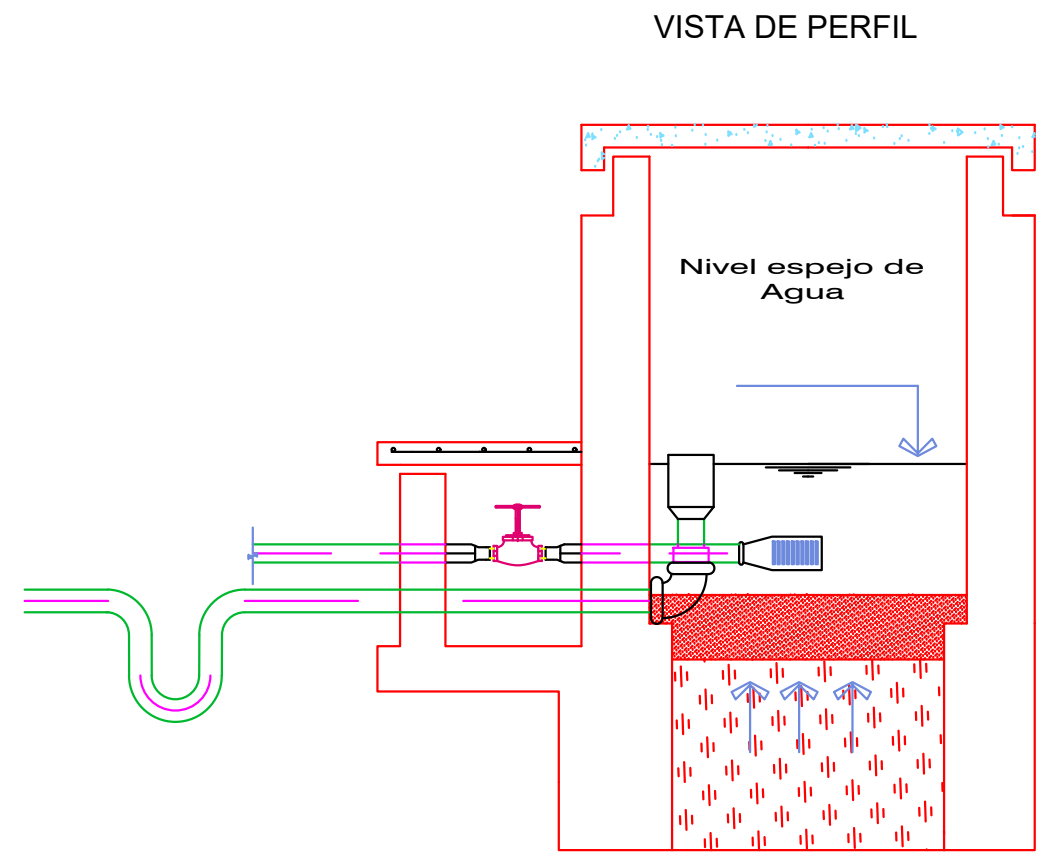


	NOMBRE DE PROYECTO: ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA” 2023.	CONTENIDO: Red de Distribución Ramal 3	Elaborado por:	Br. Keysi Dayana Merlo González. Br. Deyvis de Jesus Pérez Hernández. Br. Alberto Valentín Sotelo Campos.	Escala: 1/1932
			Tutor:	Msc. Yader Molina Lagos.	4 3

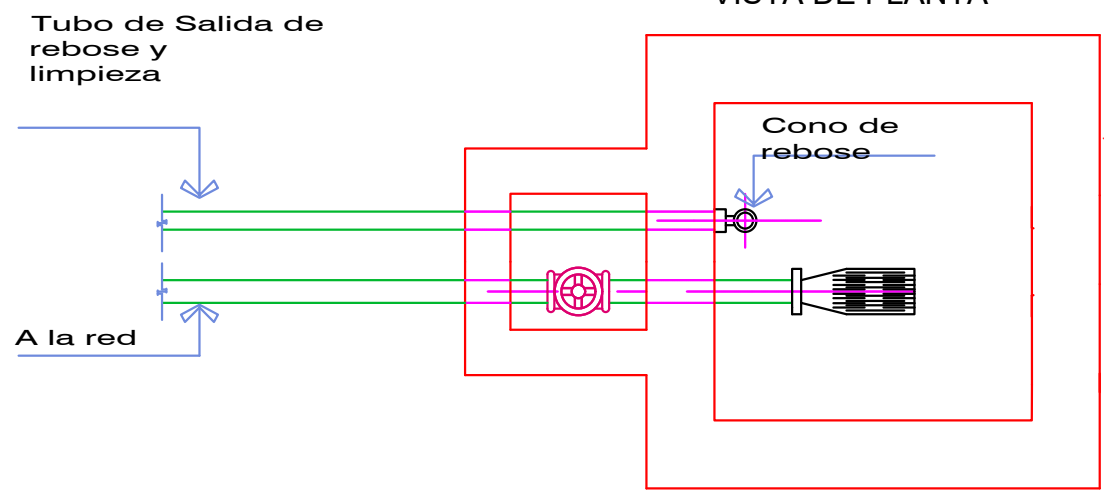


HIPOCLORADOR DE CARGA CONSTANTE DOBLE RECIPIENTE

Escala: 1:33

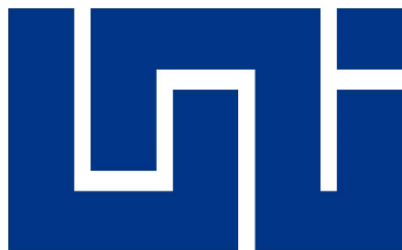


VISTA DE PLANTA



OBRA DE CAPTACIÓN (CÁMARA HUMEDA Y CÁMARA SECA).

Escala: 1:33



NOMBRE DE PROYECTO:
ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MAG) EN LA COMUNIDAD EL DELIRIO, MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA” 2023.

CONTENIDO:
Obra de Captación y Equipo de Cloración

Elaborado por: Br. Keysi Dayana Merlo González.
Br. Deyvis de Jesus Pérez Hernández.
Br. Alberto Valentín Sotelo Campos.
Tutor: Msc. Yader Molina Lagos.

Escala:
INDICADA

4 / 4

HOJA DE MATRICULA

AÑO ACADEMICO 2024

No. Recibo

No. Inscripción **257**

NOMBRES Y APELLIDOS: Keysi Dayana Merlo Gonzalez

CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

CARNET: 2019-0729U

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE : PRIMER SEMESTRE 2024

FECHA: 11/03/2024

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER ONLINE

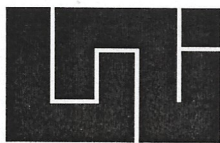
GRABADOR

**FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO**

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 20-mar.-2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2024

No. Recibo

No. Inscripción **171**

NOMBRES Y APELLIDOS: Deyvis De Jesús Pérez Hernández

CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

CARNET: 2019-0682U

TURNO:

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE 2024

FECHA: 07/03/2024

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 11-mar.-2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA
SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2024

No. Recibo

No. Inscripción **366**

NOMBRES Y APELLIDOS: Alberto Valentín Sotelo Campos

CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

CARNET: 2018-0753U

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE 2024

FECHA: 11/03/2024

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 20-mar.-2024



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA
SECRETARIA DE AREA ACADEMICA**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA** hace constar que:

MERLO GONZALEZ KEYSI DAYANA

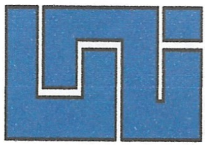
Carné: 2019-0729U Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA AGRÍCOLA**, en el año 2023 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,


Msc. María Esther Altamirano Pilarte
SECRETARIO DE ÁREA ACADEMICA





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA
SECRETARIA DE AREA ACADEMICA**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA** hace constar que:

PÉREZ HERNÁNDEZ DEYVIS DE JESÚS

Carné: 2019-0682U Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA AGRÍCOLA**, en el año 2023 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los quince días del mes de febrero del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,



Msc. María Esther Baltodano Pilarte
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA
SECRETARIA DE AREA ACADEMICA**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA** hace constar que:

SOTELO CAMPOS ALBERTO VALENTÍN

Carné: 2018-0753U Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA AGRÍCOLA**, en el año 2023 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,


Msc. María Esther Baltodano Pilarte
SECRETARIO DE **ÁREA ACADÉMICA**



