

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO PARA ABASTECER LA URBANIZACIÓN VISTA DE WINSTON CASTILLO RAMÍREZ DEL MUNICIPIO DE SAN ISIDRO DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. César Emmanuel
González Zelaya
Carnet: 2017-0184N

Br. Lenian Tatiana
González Hernández
Carnet: 2017-0268N

Tutor:

Ing. Juan Leonardo
Chow Zuniga

26 de febrero de 2024
Managua Nicaragua

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme fuerza diariamente para cumplir esta meta tan anhelada.

Agradezco a mi madre por su amor, apoyo y comprensión

Agradezco al ingeniero Juan Leonardo Chow Zúniga, por el apoyo con sus conocimientos en este proceso de la elaboración del documento monográfico.

Agradezco a mi compañera de grupo por darme la confianza de trabajar conmigo en el documento monográfico.

Dedicatoria

A Dios, por ser guía y luz en mi diario vivir.

A mi madre, por ser inspiración y ejemplo constante en mi vida.

A mis hermanas, por el apoyo y amor que siempre me han brindado.

Br. Cesar Emmanuel González Zelaya

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza, salud y sabiduría de permitirme culminar mis estudios.

Agradezco a mis padres por ser mi motor principal, por apoyarme en cada momento, en cada etapa y siempre darme sus mejores palabras cuando les decía que no podía.

Agradezco a mi tutor el Ing. Juan Leonardo Chow Zúniga, por su ser un gran orientador, por el apoyo con sus conocimientos en este proceso de la elaboración del documento monográfico.

Agradezco a mi familia por enseñarme que debo y no debo hacer en la vida, a los que siempre me dieron una palabra de aliento.

Agradezco a mi compañero de grupo por darme la confianza de trabajar con él en el documento monográfico.

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme su infinita bondad, misericordia, amor y hacerme sentir que nunca he estado sola en todos los procesos.

A mi madre por darme todo su amor, confianza y hacerme sentir que cada día puedo ser mejor.

A mi abuela María que ya no la tengo presente en vida, pero siempre estará en mi corazón, diariamente me daba su bendición al salir de casa, y me hubiese gustado mostrarle este gran logro.

Br. Lenian Tatiana González Hernández

Tabla de contenido

I.	Generalidades	6
1.1.	Introducción	1
1.2.	Antecedentes	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos:.....	4
II.	Marco teórico	1
2.1.	Estudio socioeconómico.....	5
2.2.	Calidad del agua y aforo	5
2.2.1.	Calidad del agua.....	5
2.2.2.	Aforo de una fuente	6
2.3.	Estudio topográfico	6
2.4.	Diseño de un acueducto.....	7
2.4.1.	MABE	7
2.4.2.	Periodo de diseño.....	7
2.4.3.	Dotación	7
2.4.4.	Población de diseño	8
2.4.5.	Línea de conducción.....	8
2.4.6.	Red de distribución	8
2.4.7.	Golpe de ariete	9
2.4.8.	Tanque	9
2.4.9.	Conexión domiciliar	9
2.5.	Presupuesto.....	9
III.	Diseño metodológico	1

3.1.	Tipo de estudio	11
3.2.	Macro y micro localización	11
3.3.	Estudio socio económico.....	12
3.4.	Estudio topográfico	12
3.5.	Caracterización de la calidad del agua y aforo de la fuente.....	13
3.6.	Diseño del Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)	13
3.6.1.	Proyección de la población	13
3.6.2.	Dotación	14
3.6.3.	Demanda.....	14
3.6.4.	Diseño hidráulico	16
3.7.	Presupuesto.....	27
IV.	Resultados	1
4.1.	Estudio socio económico.....	28
5.1.1	Demografía.....	28
5.1.2	Economía.....	29
5.1.3	Educación.....	33
5.1.4	Servicios	34
4.2.	Calidad del agua y aforo	42
4.3.	Aforo del pozo.....	43
4.4.	Estudio topográfico	48
4.5.	Diseño del MABE	49
4.5.1.	Población de diseño	49
4.5.2.	Demanda.....	49
4.5.3.	Diseño hidráulico del MABE	52
4.5.4.	Desinfección.....	66
4.5.5.	Simulación hidráulica del sistema	68

4.5.6. Simulación del cloro.....	79
4.6. Presupuesto.....	81
Conclusiones y recomendaciones	81
Conclusiones	81
Recomendaciones	82
Bibliografía	83
Anexos	I
Anexo 1: Formato de encuesta tipo FISE	I
Anexo 2: Presupuesto	IV
Anexo 3: Juego de planos	I
Anexo 4: Galería de fotos	I

Índice de tablas

Tabla 1: Jefes de hogar por sexo	28
Tabla 2: Población por grupo de edad y sexo.	29
Tabla 3: Personas que trabajan según su sexo.....	30
Tabla 4: Ingresos.	30
Tabla 5: En que trabajan.	31
Tabla 6: Acceso a la vivienda.....	32
Tabla 7: Acceso a la escuela según su cercanía.....	33
Tabla 8: Nivel de escolaridad.	34
Tabla 9: Luz eléctrica.	34
Tabla 10: Servicios sanitarios.....	35
Tabla 11: Servicio de agua.....	36
Tabla 12: Tipo de abastecimiento.	37
Tabla 13: Pago por servicio de agua.....	37
Tabla 14: Acarreo de agua.....	38
Tabla 15: Tiempo en acarreo del agua.....	39
Tabla 16: Tipo de almacenamiento.	40
Tabla 17: Calidad del agua.	41
Tabla 18: Enfermedades más comunes por grupo de edad.	41
Tabla 19: Aforo de la fuente	44
Tabla 20: Ensayo físico químico de aguas naturales.....	46
Tabla 21: Ensayos microbiológicos	47
Tabla 22: Lista de planos topográficos	49
Tabla 23: Población saturación 50% y 100%	51
Tabla 24: Parámetros de la demanda de agua potable	52
Tabla 25: Valores de K para perdidas locales.	55

Tabla 26: Pérdidas de carga para 1.15 l/s y 0.582 l/s.....	57
Tabla 27:Valores del coeficiente C según Mendiluce	59
Tabla 28:Valores del coeficiente K según Mendiluce	59
Tabla 29: Tuberías, caudal, velocidades de la línea de conducción.....	69
Tabla 30: Cotas, alturas, presiones de la línea de conducción.....	69
Tabla 31: Nodos de demanda, red de distribución	71
Tabla 32: Tuberías, caudal, velocidades de tramo 1	71
Tabla 33: Cotas, alturas, presiones de tramo 1	72
Tabla 34: Tuberías, caudal, velocidades de tramo 2	73
Tabla 35: Cotas, alturas, presiones de tramo 2	74
Tabla 36: Tubería, caudal, velocidades del tramo 3	75
Tabla 37: cota, altura, presiones del tramo 3	76
Tabla 38: Tubería, caudal, velocidades del tramo 4	77
Tabla 39: Cota, altura, presiones del tramo 4.....	77
Tabla 40: Demanda cero.....	78
Tabla 41: Presupuesto	IV
Anexo 3: Tabla 42 Lista de planos	I

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Sobre presión y pérdidas de energía de la línea de impulsión	62
Ilustración 2: Selección de la bomba de 1/2 hp	64
Ilustración 3: Selección de la bomba de 1 hp	65
Ilustración 4: Topología de la red	68
Ilustración 5: Cota, terreno, línea de conducción.....	70
Ilustración 6: Altura piezométrica, línea de conducción	70
Ilustración 7: Presión, línea de conducción	70
Ilustración 8: Cota, terreno, tramo 1	72
Ilustración 9: Altura piezométrica, tramo 1	72
Ilustración 10: Presión, tramo 1.....	73
Ilustración 11: Cota, terreno, tramo 2	74
Ilustración 12: Altura piezométrica, tramo 2	74
Ilustración 13: Presión, tramo 2.....	75
Ilustración 14: Cota, terreno, tramo 3	76
Ilustración 15: Altura piezométrica, tramo 3	76
Ilustración 16: Presión, tramo 3.....	76
Ilustración 17: Cota, terreno, tramo 4	77
Ilustración 18: Altura piezométrica, tramo 4	78
Ilustración 19: Presión, tramo 4.....	78
Ilustración 20: 6 horas.....	80
Ilustración 21: 16 horas.....	80
Ilustración 22: 24 horas.....	81

Índice de mapas

Mapa 1: Macro y micro localización del estudio	11
Mapa 2: Trazado Winston Castillo Ramírez	48

Resumen ejecutivo

El presente estudio describe el diseño de un sistema de agua potable, basado en mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) a instalarse en la urbanización rural Vista de Winston Castillo Ramírez, el cual será financiado por Rainbow Network-Red Arcoíris.

Para ello se realizó un estudio socio económico con encuestas según formulario del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), así mismo se hizo un estudio topográfico usando método altiplanimétrico, además se realizó un estudio de la calidad del agua mediante análisis de laboratorio de las pruebas recomendados por la norma CAPRE en su etapa 1 y etapa 2, también se obtuvo de la empresa del Ing. Jonathan Alexis Castro García Contratista Especialista Hidrosanitario, las pruebas de bombeo las cuales se basaron en la NTON 09 007-19.

A partir de la información obtenida se diseñó el MABE con una capacidad de 1.5 l/s en la estación de bombeo y 1.6 l/s en la red de distribución la cual tiene una longitud total de 954.28 m, el sistema de agua potable dará servicio inicialmente a una población de 130 habitantes y posteriormente a una población futura de 480 habitantes.

El costo total estimado para la ejecución del MABE se calculó en 1,920,304.21 córdobas, distribuidos en 9 etapas. Con esta inversión los habitantes de la comunidad recibieran agua de calidad en las cantidades suficientes cumpliendo con la norma NTON 09 007-19 y la norma CAPRE.

A large industrial drilling rig is the central focus, standing tall in a snowy field. The rig is a complex of metal pipes, ladders, and machinery. Three men are working around the base of the rig. One man in a light-colored shirt and dark shorts is leaning against the rig, another in a dark shirt is looking down at something on the ground, and a third in a brown jacket is standing to the left. A red bucket is on the snow in the foreground. The background shows bare trees and a blue sky with light clouds. The text 'I. Generalidades' is overlaid in a white box with black text in the center of the image.

I. Generalidades

1.1. Introducción

La urbanización Vista de Winston Castillo Ramírez municipio de San Isidro es un programa social que beneficia a familias rurales con un proyecto de auto construcción de viviendas auspiciado por Rainbow Network- Red Arcoíris.

La urbanización para su pleno funcionamiento requiere servicios de agua potable para lo cual se diseñó un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) utilizando un pozo perforado en las cercanías de la urbanización.

El diseño del MABE se basará en la norma nacional (NTON 09 007-19), de la cual se tomó los criterios de diseño para los aspectos hidráulicos, así mismo se utilizó la norma CAPRE para evaluar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua.

Además, se incluyó como parte del proceso de diseño, un estudio socioeconómico, un estudio topográfico, así como aforo de la fuente y análisis de la calidad del agua de la misma.

El diseño hidráulico incluye todos los componentes del mini acueducto y corresponde a un pozo perforado, línea de conducción, tanque de almacenamiento, desinfección y red dotada con conexiones domiciliarias. También se hará el presupuesto de las obras diseñadas.

1.2. Antecedentes

En Nicaragua la cobertura de Agua para el Consumo Humano (ACH) pasó de 21% a 85% entre los años 1960 y el 2010. El país ha alcanzado el Objetivo de Desarrollo del Milenio 7 (ODM), que busca reducir a la mitad la población sin acceso a ACH (1990) en el 2015 (OPS-OMS, 2015, pág. 5).

Según las cifras del censo nacional del 2005, la cobertura de agua alcanzó un 80.3% a nivel nacional, con 93.1% en las zonas urbanas y el 63.45% en zonas rurales. (OPS-OMS, 2015, págs. 5-6).

En el municipio de San Isidro existen actualmente 11 MABE en operación según FISE-SIASAR (2020), de los cuales 2 no tiene suficiente agua en verano y uno no tiene suficiente en invierno.

El crecimiento de la comunidad La Winston del municipio de San Isidro ha llevado a la creación en el año 2021, de una nueva urbanización en la zona rural denominada Vistas de Winston, en la cual se construyeron viviendas, que están dotadas de servicios básicos incluyendo el agua potable. Para esto último se propuso la construcción de un pozo perforado en el año 2022.

La nueva urbanización auspiciada por la Red Arcoíris, es un proyecto para beneficiar a mujeres jefes de familia, provenientes de comunidades rurales como La Winston Castillo Ramírez, Montegrande, Agua fría, La india, Las mangas, La Cidras, Las correderas, Tatascame y Los Rivas, del municipio de San Isidro. Este proyecto de urbanización se basa en un aporte mínimo acorde con los niveles de ingresos de la familia, el cual corresponde a un monto de 710 córdobas mensuales. Además, los beneficiarios contribuyeron con mano de obra en el proceso de construcción de las viviendas.

La gestión realizada por los beneficiarios y el apoyo técnico financiero de la red arcoíris, actualmente llevan un avance del 50% de la construcción de vivienda. Así mismo se provee un avance importante en el diseño del acueducto con el apoyo de los estudiantes de la UNI-RUACS, sede de Estelí.

1.3. Justificación

Todo desarrollo habitacional debe tener acceso a agua segura en las cantidades y calidad que establece la norma nacional. Por tanto, en un nuevo desarrollo habitacional debe diseñarse el sistema de agua potable y alcantarillado sanitario antes del inicio de la construcción de las viviendas o simultáneamente con la construcción de éstas.

Así mismo según la ley de aguas nacionales capítulo 1 artículo 5, es obligación y prioridad indeclinable del Estado promover, facilitar y regular adecuadamente el suministro de agua potable en cantidad y calidad al pueblo nicaragüense, a costos diferenciados y favoreciendo a los sectores con menos recursos económicos.

Por tanto, con la implementación de un MABE como parte del proyecto del desarrollo habitacional Vistas de Winston, se provee agua segura a todas las familias de la urbanización, por lo que se mitigaron todas las posibles amenazas a la salud pública que podrían ocurrir por la ingesta de aguas no tratadas o agua cruda.

Con lo anterior se logró una mejor calidad de vida en la población lo que incidirá en la salud y en el desarrollo económico de los habitantes de la urbanización.

El objetivo del desarrollo sostenible 6 trata de posibilitar el acceso al agua limpia en el mundo. Los recursos hídricos, potables y seguros son esencialmente necesarios para las comunidades para que puedan prosperar, son muchas las personas que viven imposibilitadas al derecho de acceso a este recurso.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico para abastecer a las viviendas en la urbanización Vistas de Winston Castillo Ramírez en el municipio de San Isidro departamento de Matagalpa.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Realizar un estudio socio-económico con la finalidad de conocer las características demográficas, el nivel de ingreso de las familias y la demanda de servicio.
- Conocer la calidad del agua de la fuente subterránea que se utilizará, mediante la toma de muestra para realizar el análisis físico-químico y bacteriológico, así mismo solicitar a la empresa que construye el pozo, las características hidráulicas del mismo.
- Hacer un estudio topográfico para conocer el relieve del terreno y obtener datos, cotas y distancias para el diseño hidráulico del MABE.
- Realizar el diseño hidráulico basado en la norma (NTON 09 007-19) de todos los componentes del MABE, columna de bombeo, sarta, línea de impulsión, tanque de almacenamiento y red de distribución.
- Presupuestar todos los componentes del MABE para conocer el alcance y los costos, con el fin de que la información sirva para la ejecución del mismo.

II. Marco teórico



2.1. Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico, es un informe técnico que reúne la investigación necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias de la zona afectada. El informe detalla la situación de las familias, su población, las necesidades de salud, educación y otros servicios (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2016).

Las encuestas de ingresos y gastos, también conocidas como encuestas de presupuestos familiares, constituyen un instrumento esencial para conocer la forma en que las personas obtienen sus recursos económicos y los utilizan para adquirir bienes y servicios (CEPAL-Instituto Nacional de Estadísticas Chile (INE), 2019).

Así mismo, las encuestas captarán información de manera continua en los hogares, proporcionando datos sobre las características sociodemográficas de los integrantes del hogar como: Sexo, edad, alfabetismo, entre otros. El propósito principal de la encuesta es generar cifras estadísticas que permitan estudiar la estructura ocupacional de la población, evaluar los cambios netos en los volúmenes de empleo y desempleo, actividad económica, así como la pobreza, basada en la parte de la vivienda y de ingresos, y la realización de un análisis de todas sus variables con enfoque de género (CEPAL-Instituto Nacional de Estadísticas Chile (INE), 2019).

2.2. Calidad del agua y aforo

2.2.1. Calidad del agua

Las normas de calidad del agua establecen los requisitos básicos, a los cuales debe responder la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o después de su tratamiento (CAPRE, 1994, pág. 6).

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución (INAA, 1999b, pág. 96).

Según la norma CAPRE (1994) se establece tres etapas de control de calidad del agua, en el tiempo:

Primera etapa, E1: Corresponde al programa de análisis básico, Los parámetros en esta etapa de control son: coliforme total o coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentración de iones hidrógeno (pH), conductividad y cloro residual.

Segunda etapa, E2: Corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los parámetros de la primera etapa ampliado con: aluminio, cloruros, cobre, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, nitritos, amonio, hierro, manganeso, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, plomo, antimonio, selenio, sulfuro de hidrógeno y zinc.

Tercera etapa, E3: Corresponde a un programa de análisis avanzado del agua potable. Comprende la ejecución de los parámetros de la segunda etapa, ampliado con sólidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

2.2.2. Aforo de una fuente

La necesidad creciente de utilizar toda el agua disponible, aún en las regiones húmedas, y el aumento en los costos para desarrollar nuevas fuentes, se hacen necesario que ésta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto hace que, para manejar el recurso hídrico de un curso de agua con distintos propósitos 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 (Basán Nickisch, 2008).

Los métodos de aforo de agua más utilizados son: Método volumétrico, medidor Parshall, método de vertederos y orificios, método de sección-velocidad, calculando la velocidad con Flotador o con Molinete (ICC-Instituto privado de investigación sobre cambio climático, 2017).

2.3. Estudio topográfico

Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionados los sitios convenientes para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos

topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada (INAA, 2005, pág. 2).

Se deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la red geodésica nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la red geodésica nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos (INAA, 2005).

2.4. Diseño de un acueducto

2.4.1. MABE

Miniacueducto por bombeo eléctrico, es una opción que será considerada solo en los casos en que exista: Disponibilidad de fuente de abastecimiento, disponibilidad de energía eléctrica y capacidad de pago de la comunidad (INAA, 1999a).

2.4.2. Periodo de diseño

Según ministerio de fomento, industria y comercio -MIFIC- (2019), en los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar qué períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

2.4.3. Dotación

De acuerdo con INAA (1999a), la dotación de agua es expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales
- Uso del agua

2.4.4. Población de diseño

La población objetivo es el parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, realizando un análisis de censos nacionales y locales para determinar la tasa de crecimiento a utilizar para el cálculo de la población de diseño. Cuando no se dispongan de registros poblacionales oficiales debe efectuarse un censo poblacional (ANA, 2023).

2.4.5. Línea de conducción

Por la naturaleza y características de las fuentes de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción: Por gravedad y por bombeo (ANA, 2023).

El diseño de la línea de conducción se debe calcular con el caudal de máximo día o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio. En los puntos topográficamente elevados se debe mantener una presión mínima de 5 m. La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, incorporando en la línea válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión donde sea necesario (ANA, 2023).

Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente (ANA, 2023).

2.4.6. 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 (ANA, 2023).

De acuerdo con el MIFIC (2019), en el diseño de la red de distribución se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.
- Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad.
- Servicios públicos existentes y proyectados.

- Estado actual de la red de agua potable existente.
- Determinar la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.

2.4.7. Golpe de ariete

El fenómeno del golpe de ariete, también denominado transitorio, consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad (INAA, 1999a).

2.4.8. Tanque

El tanque debe satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento (ANA, 2023).

Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en: mampostería, hormigón armado y acero (ANA, 2023).

2.4.9. Conexión domiciliar

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½" (12.5 mm). Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos (INAA, 1999b, pág. 51).

2.5. Presupuesto

Dentro de la construcción, la presupuestación de las obras presenta particularidades propias en cada caso, debido a sus características, pueden involucrar procesos y operaciones extensas, donde cada una implica métodos de construcción, equipos, maquinarias y mano de obra diferentes. Así mismo existen lugares de trabajo siempre diferentes, con personal variado: Profesionales, obreros calificados, obreros no calificados, cuyos costos por lo tanto son variables y difíciles de controlar (INIFOM, 2006).

Cada obra en particular requiere ser cuidadosamente estudiada y analizada desde todos los puntos de vistas: Normas específicas institucionales, métodos

constructivos a utilizar, disponibilidad de recursos financieros, materiales y mano de obra, modalidad de contratación, fluctuaciones en el mercado, tiempos de ejecución, pliego de bases del concurso, ajuste de precios, etc. (INIFOM, 2006).

El presupuesto debe incluir el análisis del costo de cada elemento que interviene en la construcción de la obra. Presupone el precio de la obra en determinadas circunstancias, por lo que es un valor aproximado, no preciso (INIFOM, 2006).

A photograph of a rural construction site. In the foreground, a wide, unpaved dirt road with a large pothole runs towards the background. To the left, there are stacks of grey concrete blocks. To the right, a long, single-story building is under construction, made of similar concrete blocks. The background features rolling hills and mountains under a blue sky with scattered white clouds. A white car is visible in the distance on the left.

III. Diseño metodológico

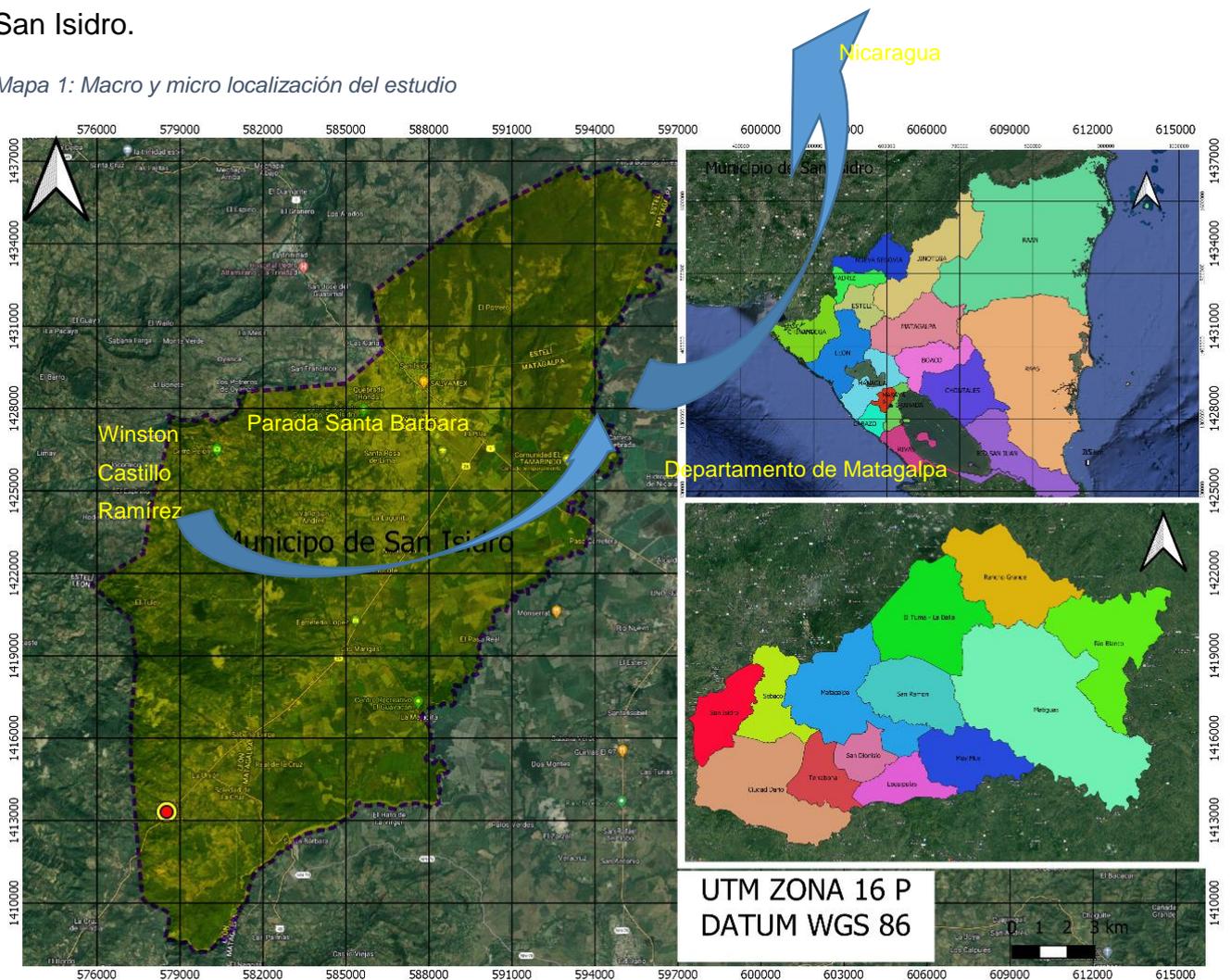
3.1. Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo descriptivo, que utiliza métodos cuantitativos en el censo de la comunidad y en el análisis de las variables de diseño del acueducto, también se utilizarán métodos cualitativos con entrevistas a los líderes de la comunidad.

3.2. Macro y micro localización

La urbanización de la comunidad Winston Castillo de presenta en la ilustración 1 y se localiza en las coordenadas UTM zona 16 P X= 578517.57450 Y=1413315.272 en la ruta empalme San Isidro a León a 21.3 Km de la ciudad de San Isidro.

Mapa 1: Macro y micro localización del estudio



Fuente: Elaboración propia

3.3. Estudio socio económico

El estudio socio económico se realizará utilizando formulario para el censo que se le realizará a la población donde se indagarán las características demográficas, nivel de ingresos, la demanda de servicios, agua y saneamiento. Para el levantamiento de las encuestas se utilizará el formulario anexo 1.

Para el procesamiento del censo se creará una base de datos en Excel software con la cual se hará el análisis estadístico que incluirá tablas de frecuencia; gráficos y los indicadores pertinentes a las estadísticas descriptivas.

3.4. Estudio topográfico

El estudio topográfico se hará con una estación total SOKKIA modelo cx-105, con la cual se realizará el levantamiento de las calles y tramos que sean necesarios en el asentamiento Winston Castillo Ramírez. El levantamiento se iniciará con la identificación de dos “BM” geodésicos los cuales serán el punto de partida de la poligonal. Las estaciones se harán cada 20 m o cuando fueran necesarios según las características del terreno. El levantamiento incluirá puntos donde están localizadas las viviendas y donde se localizará el pozo y el tanque.

Una vez concluido el levantamiento topográfico se procederá a la descarga de los datos en formato CSV para su exportación a civil 3D. El procesamiento en civil incluirá la elaboración de planos siguiendo los siguientes criterios:

- Las dimensiones de las láminas deberán ser las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina.
- En la parte superior se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos.
- Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.
- Las escalas podrán ser las siguientes: Ubicación general, 1:5000 Planta general, 1:1000 Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50 Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100

3.5. Caracterización de la calidad del agua y aforo de la fuente

Para caracterizar la calidad de agua de la fuente se tomará muestra de la misma, la cual será enviada al laboratorio para realizar los análisis que corresponden a la etapa E1 y etapa E2 de la norma (CAPRE, 1994, pág. 7).

El aforo se hará con una duración de 48 horas. Durante este período de bombeo se obtendrá la siguiente información:

- Nivel estático inicial del pozo.
- Caudal del bombeo, por lo menos cada hora.
- Nivel del agua se medirá cada minuto los primeros 5 minutos, cada 5 minutos los siguientes 30 minutos, cada 10 minutos los siguientes 30 minutos y cada media hora el tiempo restante.
- Inmediatamente que se paren los equipos de la prueba de bombeo se medirán los niveles de recuperación del acuífero hasta su recuperación total con un mínimo de 8 horas de medición a como sigue: los primeros 10 minutos cada 1 minuto, los segundos 20 minutos cada 5 minutos, los siguientes 30 minutos cada 10 minutos, los siguientes a cada 30 minutos.
- Se tomarán por lo menos 2 muestras del agua bombeada durante la prueba a la mitad del tiempo de prueba y al final de ésta.

3.6. Diseño del Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

A continuación, se describen los procedimientos para el diseño del MABE de la lotificación Winston Castillo Ramírez.

3.6.1. Proyección de la población

La población fue proyectada utilizando el concepto de máxima saturación, la cual se tomó en cuenta la cantidad de viviendas que se construyeron en la urbanización, así como el promedio de personas por viviendas en la comunidad Winston Castillo Ramírez de la zona 3 del municipio de San Isidro. Los datos serán tomados del último censo nacional (INIDE, 2005, págs. 4,9). Para el cálculo se utilizará la ecuación 1.

$P_f = V_p \times hab$	Ecuación 1
------------------------	------------

Donde:

Vp: viviendas proyectadas a construirse

Hab: habitantes por vivienda de la comunidad Winston Castillo Ramírez

3.6.2. Dotación

Se adoptará una dotación de 100 lppd debido a que el asentamiento Winston Castillo Ramírez es una población rural concentrada (ANA, 2023, pág. 9).

3.6.3. Demanda

La demanda se calculará atendiendo los criterios de diseño presentados en la norma NTON 09 007-19 (ANA, 2023, págs. 7-12).

3.6.3.1. Consumo domiciliar

Se calculará utilizando la ecuación 2 que a continuación se presenta.

$CD = \frac{p_f \times dotacion}{86400}$	Ecuación 2
--	------------

Donde:

CD: Consumo doméstico, l/s

Pf: Población futura, hab

Dotación: 100 lppd, para población rural concentrada

3.6.3.2. Consumo comercial, público o institucional e industrial

En la urbanización únicamente se tomará en cuenta el consumo público o institucional cumpliendo con la norma (ANA, 2023, pág. 11), debido a que únicamente se construirá un parque y una escuela. Así mismo en el diseño de la misma, no se prevé el desarrollo de centros comerciales e industriales. Para el cálculo se utilizará la ecuación 3.

$CPI = CD \times \frac{7}{100}$	Ecuación 3
---------------------------------	------------

Donde:

CPI: Consumo público institucional, l/s

CD: Consumo doméstico, l/s

3.6.3.3. Consumo promedio diario

Se calculará con la ecuación 4, que a continuación se describe.

$CPD = CD + CPI$	Ecuación 4
------------------	------------

Donde:

CPD: Consumo promedio diario, l/s

CPI: Consumo público institucional, l/s

CD: Consumo doméstico, l/s

3.6.3.4. Pérdidas en el sistema o fuga

Debido a que la población será menor a 500 viviendas, cumpliendo con la norma (ANA, 2023, pág. 12), se adoptará como criterio para la fuga o perdidas en el sistema el 15% del consumo promedio diario. El cálculo se hará mediante la ecuación 5.

$P = CPD \times \frac{15}{100}$	Ecuación 5
---------------------------------	------------

Donde:

P: Pérdida en el sistema, l/s

CPD: Consumo promedio diario, l/s

3.6.3.5. Consumo máximo diario

Para las variaciones de consumo, se aplicarán los criterios expresados en la norma (ANA, 2023, pág. 12) y para el cálculo del consumo máximo horario (CMH) se aplicará la ecuación 6.

$CMH = 1.5 CPD + P$	Ecuación 6
---------------------	------------

Donde:

CMH: Consumo máximo horario, l/s

P: Pérdida en el sistema, l/s

CPD: Consumo promedio diario, l/s

3.6.3.6. Consumo máximo horario

Siempre cumpliendo con la norma (ANA, 2023, pág. 12), el consumo máximo diario (CMH), se calculará utilizando la ecuación 7.

$CMH = 2.5 CPD + P$	Ecuación 7
---------------------	------------

Donde:

CMH: Consumo máximo horario, l/s

P: Pérdida en el sistema, l/s

CPD: Consumo promedio diario, l/s

3.6.4. Diseño hidráulico

La metodología para el diseño de componentes hidráulicos del MABE de la urbanización Winston Castillo Ramírez se presenta a continuación:

3.6.4.1. Columna de bombeo

El proceso de diseño que se utilizará en la columna de bombeo se presenta a continuación:

3.6.4.1.1. Diámetro

El diámetro de la columna de bombeo se determinará utilizando los diámetros recomendados por la norma (ANA, 2023, pág. 20), para lo cual se utilizará el caudal de bombeo para 16 horas, que en este caso corresponderá al CMD, con el cual se determinará el diámetro.

3.6.4.1.2. Longitud

La longitud de la columna de bombeo se calculará con la longitud del nivel dinámico del agua, mas 6m de sumergencia y 6m adicionales por variación estacional del nivel del acuífero (ANA, 2023, pág. 20).

3.6.4.1.3. Velocidad

La velocidad de flujo en la columna de bombeo se calculará utilizando la ecuación 8, conocida como ecuación de continuidad.

$v = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}}$	Ecuación 8
-----------------------------------	------------

Donde:

v: Velocidad, m/s

Q: Caudal, m³/s

D: Diámetro, m

3.6.4.1.4. Pérdida de carga

La pérdida de carga se calculará con la ecuación 9 de Hazen-William s (ANA, 2023, pág. 26).

$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} L$	Ecuación 9
---	------------

Donde:

h: Pérdida de carga, m

Q: Caudal, m³/s

C: Coeficiente de rugosidad

D: Diámetro interno de la tubería, m

L: Longitud de la tubería, m

3.6.4.1.5. Criterio de diseño

Como criterio de diseño se verificará que la pérdida de carga en la columna de bombeo sea menor que el 5% de la longitud de la misma.

3.6.4.2. Sarta

A continuación, se presenta el proceso de diseño que se utilizará para dimensionar la Sarta:

3.6.4.2.1. Diámetro

El diámetro de la sarta se determinará utilizando los valores determinados por la norma y el caudal de bombeo (ANA, 2023, pág. 22).

3.6.4.2.2. Longitud

Se adoptará una longitud típica de 6m para diámetros de sarta menores de 3”.

3.6.4.2.3. Velocidad

La velocidad de flujo se calculará con la ecuación 8. Además, se comprobará que las velocidades cumplan con lo establecido en la norma, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s y no sea menor de 0.60 m/s (ANA, 2023, págs. 24,25).

3.6.4.2.4. Pérdida por fricción

La pérdida se de fricción se calculará con la ecuación 9 de Hazen-Williams.

3.6.4.2.5. Pérdidas locales

En las pérdidas locales se calcularán con la ecuación 10, y se considerarán todos los accesorios que recomienda la norma (ANA, 2023, pág. 22).

$h_l = \sum_{i=1}^n K_i \left(\frac{v^2}{2g} \right)$	Ecuación 10
--	-------------

Donde:

h_l : Pérdidas locales, m

K_i : Coeficiente de pérdidas por accesorios

v : Velocidad de flujo, m/s

g : Aceleración de la gravedad, m/s²

3.6.4.2.6. Pérdida total en la sarta

Será la suma de la pérdida por fricción y la pérdida local, y se calculará mediante la ecuación 11.

$h_{ts} = h_f + h_l$	Ecuación 11
----------------------	-------------

Donde:

h_{ts} : Pérdidas totales de la sarta, m

h_f : Pérdidas por fricción

h_l: Pérdidas locales

3.6.4.3. Línea de impulsión

El proceso de dimensionamiento de la línea de impulsión se presenta a continuación:

3.6.4.3.1. Diámetro

Para calcular el diámetro se utilizará la ecuación 12 similar a Bresse (ANA, 2023, pág. 27), que a continuación se presenta.

$D = 0.9 \times Q^{0.45}$	Ecuación 12
---------------------------	-------------

Donde:

D: Diámetro teórico, m

Q: Caudal, m/s

3.6.4.3.2. Diámetro comercial

Una vez conocido el diámetro teórico se procederá a seleccionar un diámetro comercial en base al diámetro nominal del fabricante que más se acerque al diámetro teórico. No se seleccionará diámetros menores de 1 ½”.

3.6.4.3.3. Longitud

La longitud de la línea de impulsión se tomará del estudio topográfico, así como las cotas de la misma.

3.6.4.3.4. Velocidad

La velocidad de flujo de la línea de conducción se calculará con la ecuación 8. Además, se comprobará que las velocidades cumplan con lo establecido en la norma, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s y no sea menor de 0.60 m/s (ANA, 2023, págs. 24,25).

3.6.4.3.5. Pérdida de carga por fricción

La pérdida por fricción de la línea de impulsión se calculará utilizando la ecuación 13 (ANA, 2023) de Hazen-Williams.

3.6.4.3.6. Carga dinámica total

La carga dinámica total es la suma de la carga estática más las pérdidas por fricción más pérdidas locales, y se calcula utilizando la ecuación 13.

$CDT = H + h_f + h_l$	Ecuación 13
-----------------------	-------------

Donde:

CDT: Carga dinámica total, m

H: Altura hidrostática, m

h_f : Pérdida por fricción, m

h_l : Pérdida local, m

3.6.4.4. Golpe de ariete

Según la norma (ANA, 2023, pág. 29), con relación a la resistencia de la tubería y su material, estas deben resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico.

Para el análisis del golpe de ariete se procederá de la manera siguiente:

3.6.4.4.1. Celeridad

La celeridad de la onda se calculará utilizando la ecuación 14, el coeficiente K para la misma se determinará utilizando la relación $K = 10^{10}/\varepsilon$, siendo épsilon el módulo de elasticidad de la tubería.

$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$	Ecuación 14
--	-------------

Donde:

a: Celeridad de la onda, m/s

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad

D: Diámetro interior de la tubería, mm

e: Espesor de la tubería, mm

3.6.4.4.2. Tiempo del ciclo de la onda de presión

El tiempo del ciclo de la onda de presión se calculará mediante la ecuación 15.

$t = \frac{2L}{a}$	Ecuación 15
--------------------	-------------

Donde:

t: Tiempo del ciclo de la onda de presión, s

L: Longitud de la línea de impulsión, m

a: Celeridad de la onda, m/s

3.6.4.4.3. Tiempo de parada

El tiempo de parada se calculará con la ecuación 16 de Mendiluce.

$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H_m}$	Ecuación 16
--	-------------

Donde:

T: Tiempo parada

C: Constante empírica de Mendiluce

K: Constante empírica de Mendiluce

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad de régimen del agua, m/s

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

H_m: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo

3.6.4.4.4. Tiempo crítico

El tiempo de parada se evaluará con el tiempo de ciclo de la onda de presión, mediante la siguiente expresión:

$$T < t, \text{ cierre rapido } \text{ ó } T > t \text{ cierre lento}$$

3.6.4.4.5. Longitud crítica

La longitud crítica se calcula con la ecuación 17.

$L_c = \frac{a \times T}{2}$	Ecuación 17
------------------------------	-------------

Donde:

L_c: Longitud crítica

a: Celeridad

T: Tiempo parada

3.6.4.4.6. Longitud donde sucede la máxima presión

La longitud donde sucede la máxima presión se calculará con la ecuación 18.

$L_m = L - L_c$	Ecuación 18
-----------------	-------------

Donde:

L_m: Longitud con máxima presión, m

L: Longitud de la conducción, m

L_c: Longitud crítica, m

3.6.4.4.7. Tipo de impulsión

El tipo de impulsión se determinará comparando la longitud crítica con la longitud de la conducción mediante la siguiente expresión:

$$L < L_c \text{ impulsión corta } \text{ ó } L > L_c \text{ impulsión larga}$$

3.6.4.4.8. Cálculo de la sobre presión

La sobre presión se calculará del siguiente modo: si el tiempo de cierre es lento y la impulsión es corta con la ecuación 19 de Michaud y si el tiempo de cierre es rápido y la impulsión larga con la ecuación 20 de Allievi.

$\Delta H = \frac{2Lv}{gT}$	Ecuación 19
-----------------------------	-------------

Donde:

ΔH: Sobre presión

L: Longitud de la conducción

V: Velocidad, m/s

T: Tiempo de parada, s

g: Gravedad, m/s

$\Delta H = \frac{a \times v}{g}$	Ecuación 20
-----------------------------------	-------------

Donde:

a: Celeridad

v: Velocidad de flujo, m/s

g: Aceleración de gravedad, m/s²

3.6.4.5. Selección de la bomba

El caudal de bombeo se calculará utilizando la ecuación 21.

$Q_B = CPD \times \frac{24}{N} + P$	Ecuación 21
-------------------------------------	-------------

Donde:

Q_B: Caudal de bombeo, l/s

CPD: Consumo promedio diario, l/s

N: Horas de bombeo, hrs

P: Pérdida o fuga, l/s

3.6.4.5.1. Potencia de la bomba

La potencia de la bomba se calculará con la ecuación 22.

$P = \frac{\gamma Q_B H}{746 \times 0.70}$	Ecuación 22
--	-------------

Donde:

P: Es la potencia, hp

γ: Peso específico del agua, kg/m³

Q_B: Caudal, m/s

H: Altura manométrica total, m

3.6.4.5.2. Selección de la bomba comercial

La bomba se seleccionará tomando en cuenta el caudal de bombeo y la carga dinámica total, con la cual se analizará la curva H-Q que proporcione el fabricante de la bomba.

3.6.4.6. Tanque de almacenamiento

El cálculo del volumen de almacenamiento del tanque se calculará tomando en cuenta la ecuación 23 y 24:

$V_C = (CPD + P) \frac{25}{100} \times 16 \times 3.6$	Ecuación 23
---	-------------

Donde:

V_C : Volumen compensador, m³

CPD: Consumo promedio diario

$V_R = CPD \times \frac{15}{100} \times 16 \times 3.6$	Ecuación 24
--	-------------

V_R : Volumen de reserva, m³

Debido a que en este caso es una comunidad rural con pocas viviendas no se utilizará caudal contra incendios, por lo que el volumen estará determinado por volumen compensador y volumen de reserva mediante la ecuación 25.

$V_T = V_C + V_R$	Ecuación 25
-------------------	-------------

Donde:

V_T : Volumen total, m³

V_C : Volumen compensador, m³

V_R : Volumen de reserva, m³

La ubicación y el tipo de tanque se seleccionarán dependiendo de las características de la comunidad tomando en consideración lo que recomienda la norma (ANA, 2023, pág. 33).

3.6.4.7. Desinfección

La desinfección se hará con hipoclorito de sodio y la capacidad de cloro se calculará con la ecuación 26.

$c_a = \frac{Q \times C}{1000}$	Ecuación 26
---------------------------------	-------------

Donde:

Ca: Capacidad de cloro, kg

Q: Caudal de bombeo, m³/d

C: Dosis, mg/l

El cloro se aplicará mediante un hipo clorador de carga constante.

3.6.4.8. Simulación hidráulica

La simulación hidráulica se hará con el software epanet, configurando las pérdidas de carga para ecuación Hazen-Williams, aplicando los coeficientes de rugosidad para tubo nuevo que recomienda la norma (ANA, 2023, pág. 29).

Los datos para la simulación serán importados de los planos topográficos realizados en civil 3D, exportados en formatos dxf a epacat y posteriormente a epanet.

3.6.4.8.1. Simulación de la línea de conducción

Los criterios de diseño para la simulación de la línea de conducción serán: velocidad de flujo en un rango de 0.6 a 1.5m/s, se comprobará que la línea piezométrica este por lo menos 5 m sobre el terreno natural.

Los criterios para la selección de la tubería se harán según la norma, que incluyen entre otros parámetros, resistencia a las cargas internas y externas, características hidráulicas y protección contra el golpe de ariete, la presión máxima estará limitada a los mencionados parámetros de la tubería (ANA, 2023, pág. 25).

En la línea de conducción se simulará el pozo, la columna de bombeo, la sarta y la línea de impulsión, en la sarta se incluirán además de la perdida por fricción el coeficiente de perdidas locales ($\sum K$) para simular este tipo de pérdidas.

El diámetro de los diferentes componentes (bomba, columna de bombeo, sarta y línea de impulsión) de la línea de conducción se tomarán del capítulo diseño de la línea de conducción que se calculara previamente.

3.6.4.8.2. Red de distribución

Los criterios de diseño para la red de distribución incluirán velocidades en un rango de 0.4 m/s a 2 m/s, presión mínima de 5 m y máxima de 50 m, hasta 70 m en condiciones estáticas.

Los criterios para la selección de la tubería serán los que recomienda la norma (ANA, 2023, pág. 25).

Para el cálculo de los caudales en los nodos de demanda, se considerará el CMH, el cual será distribuido según la distribución de las viviendas en la urbanización, teniendo presente que los nodos deberán estar separados entre sí en una distancia de 100 m a 200 m.

3.6.4.8.3. Simulaciones a efectuarse

Se hará una simulación con el consumo máximo diario en la línea de conducción y máximo horario en la red, para conocer las máximas pérdidas de carga y presiones resultantes en el periodo de mayor demanda.

También se realizará una simulación con demanda cero para conocer las máximas presiones en condiciones estáticas.

Si las velocidades y presiones no cumplieran con los criterios de diseño se podrán modificar los diámetros y además se podrán simular válvulas limitadoras de caudal, válvulas reductoras de presión, para equilibrar el sistema en cumplimiento con la norma.

3.6.4.9. Simulación del cloro

Se hará una simulación extendida a 16 horas con una dosis de 2.1 mg/l, se tendrán como criterios de diseño que la concentración mínima de cloro residual permanezca entre 0.2 y 0.5 mg/l (CAPRE, 1994).

3.7. Presupuesto

El presupuesto se hará utilizando la metodología FISE la cual agrupa las actividades en etapas y subetapas lo que permitirá conocer los alcances de las obras y facilitará el seguimiento en la ejecución de la misma.

Los precios unitarios se tomarán del catálogo de costos maestros del FISE más actualizados. Los cálculos se harán en hojas de cálculo Excel y se presentara un informe por etapas y subetapas, así como un detalle a nivel de actividades.



IV. Resultados

4.1. Estudio socio económico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de 40 encuestas, al igual el número de familias en la urbanización Winston Castillo Ramírez. En el estudio se abordan aspectos demográficos, económicos, educativos, servicio y sanitarios.

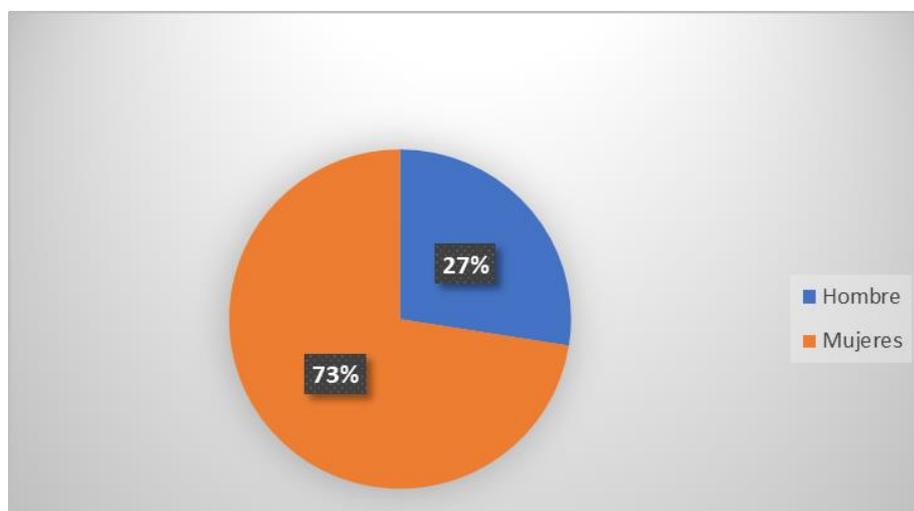
5.1.1 Demografía

Se encontraron 40 jefes de hogar, siendo el 27.5% hombres, mientras que el 72.5% fueron mujeres, lo cual se debe a la política de inclusión de las mujeres que promueve la organización no gubernamental Red Arcoíris, los resultados se representan en la tabla 1 y gráfico 1.

Tabla 1: Jefes de hogar por sexo

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	11	27.5
Mujeres	29	72.5
Total	40	100

Gráfico 1: Jefes de hogar por sexo.



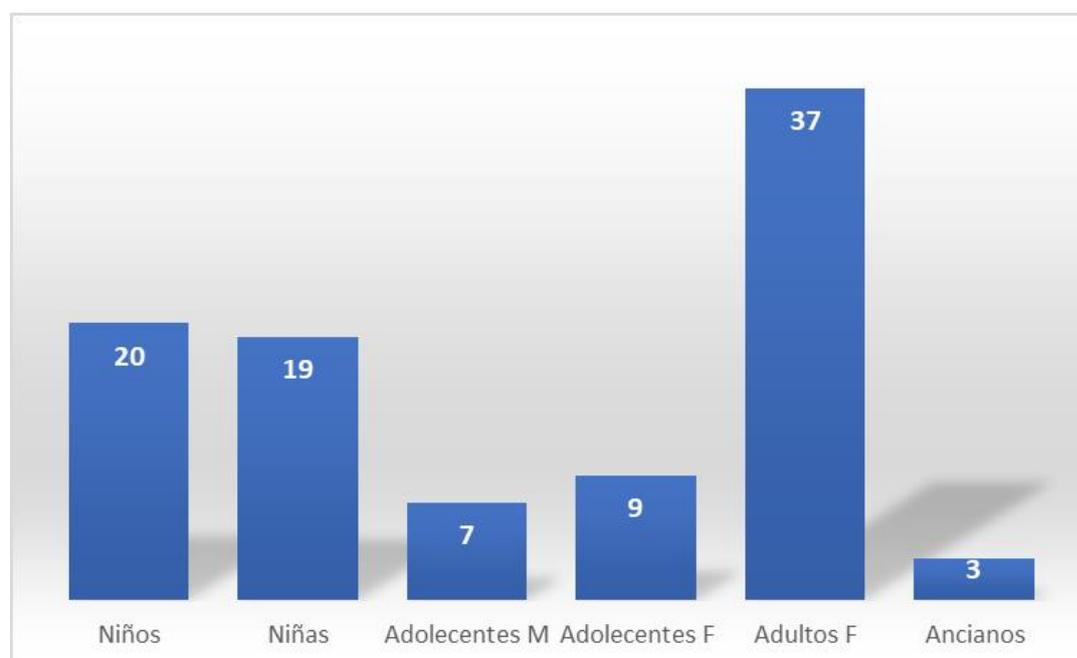
Así mismo se analizó la distribución de la población según su edad, observándose que los niños y niñas representan aproximadamente el 30% de los habitantes, mientras que el 12.3% fueron adolescentes, por su parte los adultos representaron el 55.38% y también hubo una representación de 2.31% de adultos mayores. En la urbanización la población predominante la conforman adultos y niños quienes representan 85.38% de toda la población, el resto de la población corresponde a

adolescentes y adultos mayores, los resultados de la población por sexo se representan en la tabla 2 y en el gráfico 2.

Tabla 2: Población por grupo de edad y sexo.

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Niños	20	15.38
Niñas	19	14.62
Adolescentes M	7	5.38
Adolescentes F	9	6.92
Adultos M	35	26.92
Adultos F	37	28.46
Adulto mayor	3	2.31
Población Total	130	100

Gráfico 2: Población por grupo de edad por sexo.



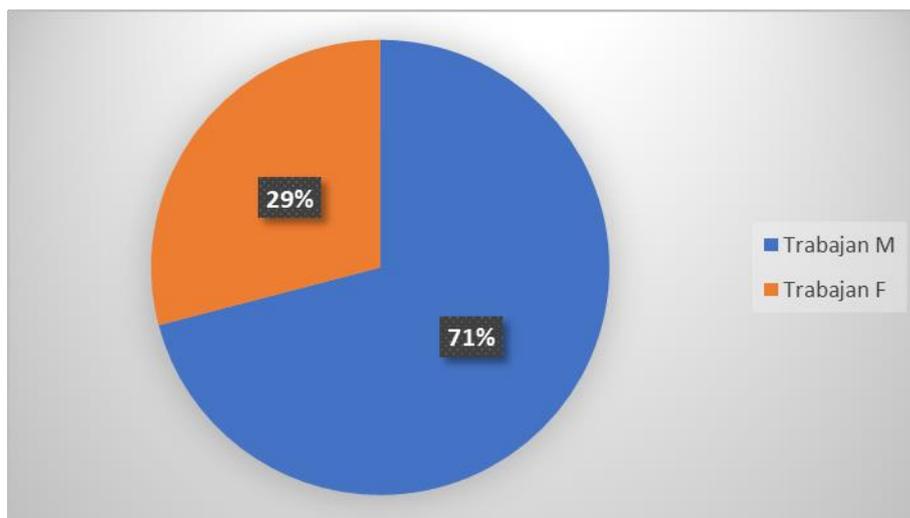
5.1.2 Economía

Con relación a la población que trabaja se supo que de las 55 personas que ejercen alguna actividad laboral el 71% son varones y el 29% son mujeres, por tanto, aunque según las encuestas la mayor cantidad de jefes de hogar son mujeres, se observa que el trabajo remunerado lo realizan principalmente los hombres, como se observa en la tabla 3 y el gráfico 3.

Tabla 3: Personas que trabajan según su sexo.

Trabajan según su sexo	Frecuencia	Porcentaje
Trabajan M	39	70.91
Trabajan F	16	29.09
Total	55	100

Gráfico 3: Personas trabajan según su sexo.

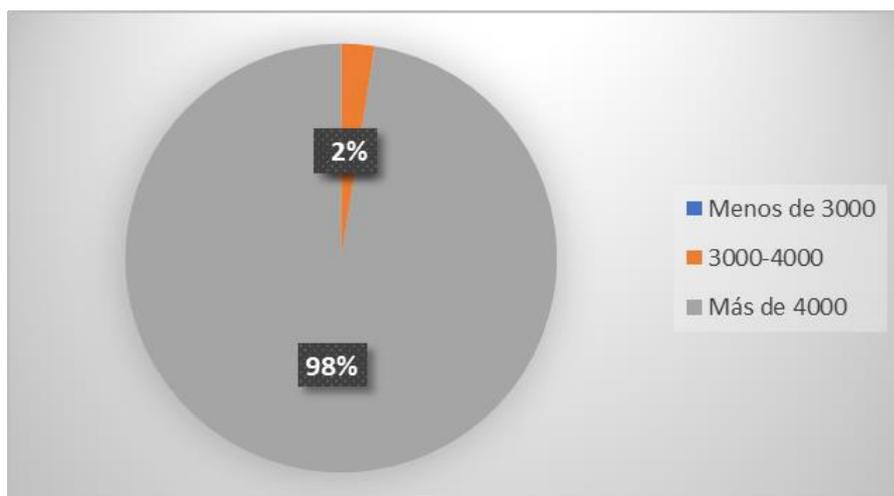


Así mismo según la tabla 4 y gráfico 4 se observa que el 97.5% de las personas que tienen ingreso que en su mayoría son hombres, reciben un salario mayor que 4,000 córdobas, lo que significa que tienen ingresos mayores al salario mínimo. Este resultado favorecerá el pago de las tarifas por conceptos del servicio del agua potable.

Tabla 4: Ingresos.

Ingresos	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 3000	0	0
3000-4000	1	2.5
Más de 4000	39	97.5
Total	40	100

Gráfico 4: Ingresos.



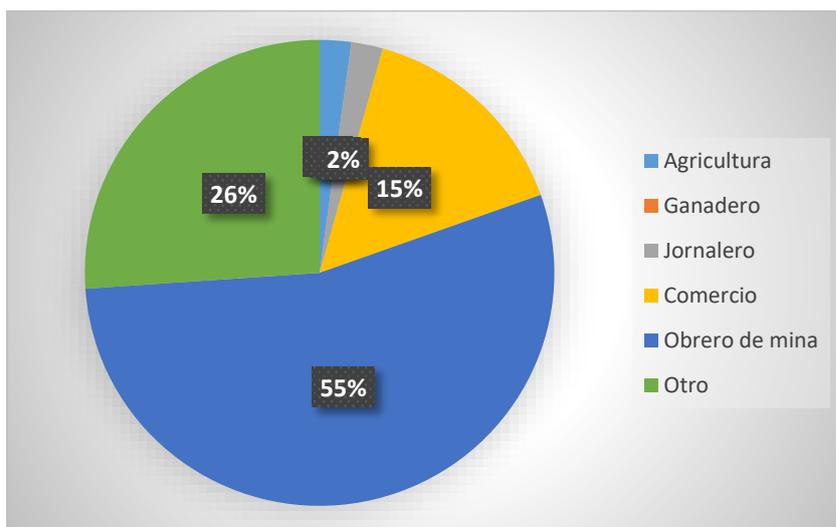
De acuerdo a la tabla 5 y el gráfico 5 se observó que el 54.35% de los trabajadores se dedican a la minería, mientras que un 26.09% se dedican a otras actividades como la construcción y empleados públicos en diversas disciplinas, así mismo se encontró que el 15.22% realizan actividades comerciales, mientras que el 34.4% se dedican a actividades agrícolas ganaderas y jornaleros de diversas actividades.

El trabajo en la minería aporta mayores ingresos que las actividades agropecuarias, igualmente el trabajo en el sector público y el comercio genera ingresos mayores al salario mínimo, esto justifica el hecho de que la mayor parte de los ingresos supera los 4,000 córdobas.

Tabla 5: En que trabajan.

En que trabajan	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	1	2.17
Ganadero	0	0
Jornalero	1	2.17
Comercio	7	15.22
Obrero de mina	25	54.35
Otro	12	26.09
Total	46	100

Gráfico 5: En que trabajan.



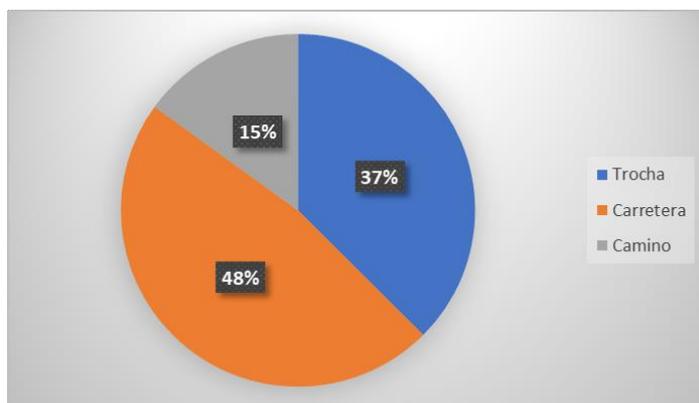
Con relación a las viviendas aproximadamente la mitad de la población tiene acceso por carretera, mientras que un 37.5% accedían a su vivienda a través de trochas y solo un 15% por caminos, como se observa en la tabla 6 y el gráfico 6.

Las características de las viviendas actuales de los beneficiarios de la urbanización Winston Castillo Ramírez son de suelo cemento, paredes de bloques, techo de zinc, sin divisiones.

Tabla 6: Acceso a la vivienda.

Acceso a la Vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Trocha	15	37.5
Carretera	19	47.5
Camino	6	15
Total	40	100

Gráfico 6: Acceso a la vivienda.



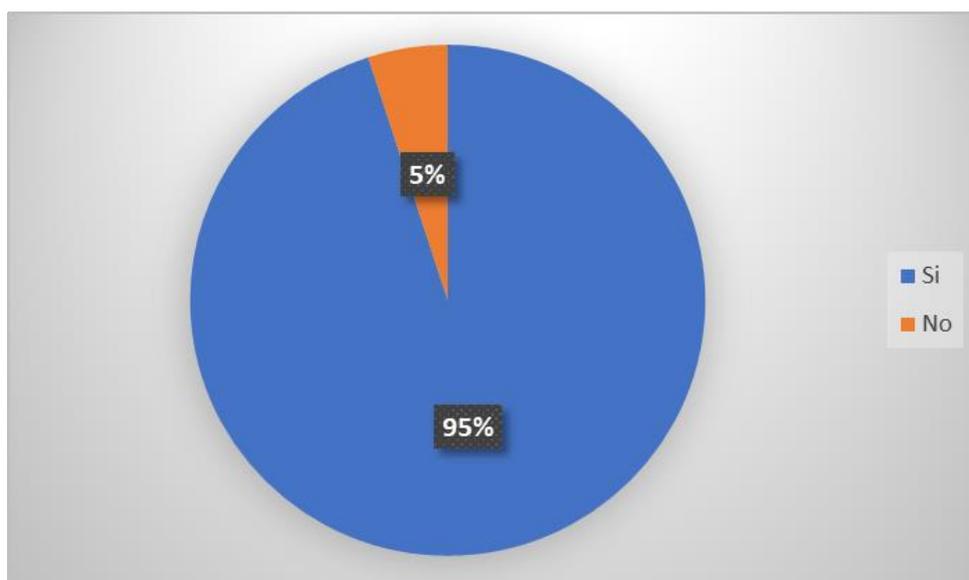
5.1.3 Educación

También se analizó el acceso de los niños a la escuela como se observa en la tabla 7 y gráfico 7, encontrándose que el 95% de las familias consideran que la escuela se encuentra cerca de las viviendas, lo que favorece el acceso a la educación.

Tabla 7: Acceso a la escuela según su cercanía.

Escuela cerca	Frecuencia	Porcentaje
Si	38	95
No	2	5
Total	40	100

Gráfico 7: Acceso a la escuela según su cercanía.

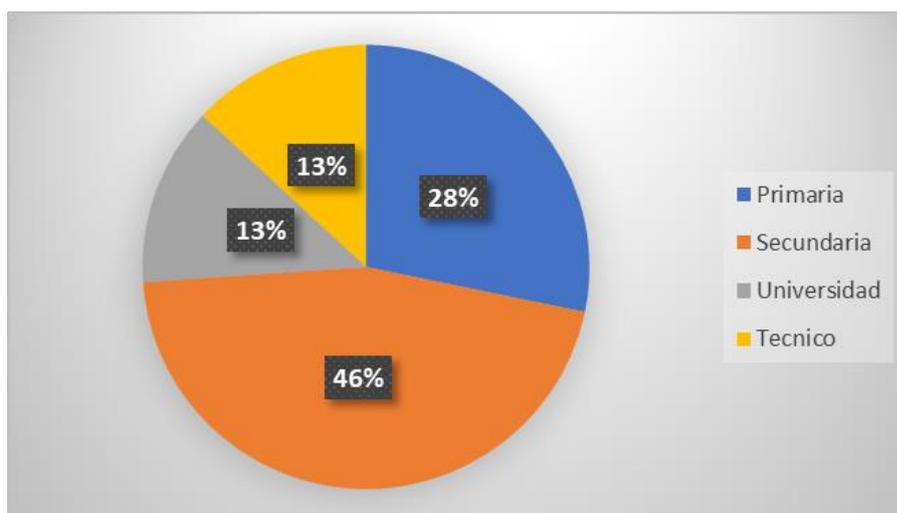


Así mismo, según la tabla 8 y gráfico 8 se analizó el nivel de escolaridad de los jefes de hogar encontrándose que el 52.5% cursó la secundaria, un 32.5% alcanzó concluir la educación primaria, mientras que un 30% tiene niveles técnico y universitario en iguales proporciones. Con estos resultados se observó que la mayor parte de la población alcanzó secundaria o superior, lo que favorece en la creación del comité de agua potable u otras organizaciones necesarias para la gestión de las actividades comunales.

Tabla 8: Nivel de escolaridad.

Escolaridad	Frecuencia	Porcentaje
Primaria	13	32.5
Secundaria	21	52.5
Universidad	6	15
Técnico	6	15
Total	40	100

Gráfico 8: Nivel de escolaridad.



5.1.4 Servicios

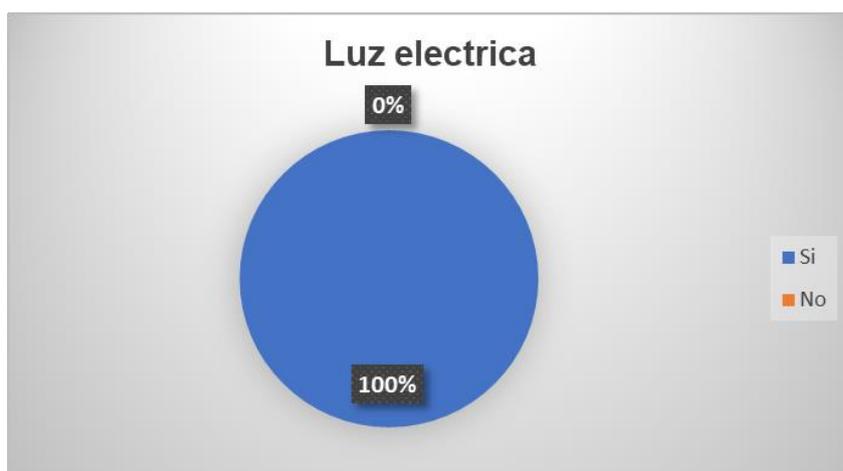
También se levantó información sobre el acceso a la energía eléctrica, servicios sanitarios y agua potable, a continuación, se describe los servicios antes mencionados:

Energía eléctrica, se observó que todas las familias poseían energía eléctrica, como se observa en la tabla 9 y el gráfico 9, este acceso a la energía eléctrica permite que los hogares puedan tener electrodomésticos u otros equipos eléctricos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las familias.

Tabla 9: Luz eléctrica.

Luz eléctrica	Frecuencia	Porcentaje
Si	40	100
No	0	0
Total	40	100

Gráfico 9: Luz eléctrica.

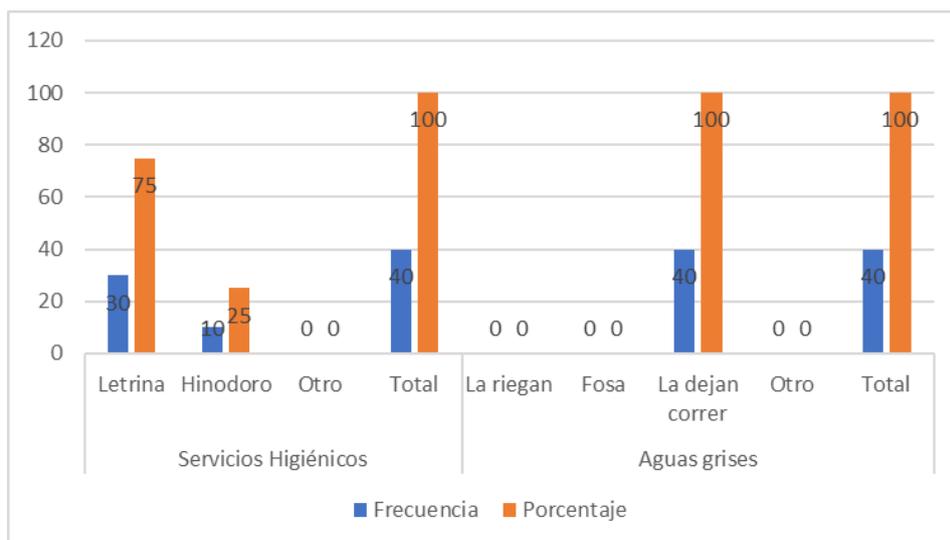


Con relación con los servicios higiénicos y aguas grises se identificó que para los primeros el 25% tiene inodoro y el 75% letrina, siendo que todas las familias tienen acceso a los servicios higiénicos. Para las aguas grises se observó que el 100% de las familias la dejan correr, lo que representa un riesgo de enfermedades como el dengue y la malaria, así como las causadas por patógenos presentes en las aguas residuales, en la tabla 10 y el gráfico 10 se presentan detalladamente los resultados.

Tabla 10: Servicios sanitarios.

		Frecuencia	Porcentaje
Servicios Higiénicos	Letrina	30	75
	Inodoro	10	25
	Otro	0	0
	Total	40	100
Aguas grises	La riegan	0	0
	Fosa	0	0
	La dejan correr	40	100
	Otro	0	0
	Total	40	100

Gráfico 10: Servicios sanitarios.



Así mismo se analizó en acceso al agua potable, identificándose que el 72.5% tienen acceso al agua potable y el 27.5% no accede al agua potable como se observa en la tabla 11 y el gráfico 11.

Referente al abastecimiento de agua el 74.36% se abastece de MABE y el resto de pozos excavados artesanalmente en los cuales el agua no se desinfecta por lo que un 27.5% de la población consume agua cruda.

Tabla 11: Servicio de agua.

Servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Si	29	72.5
No	11	27.5
Total	40	100

Gráfico 11: Servicio de agua.

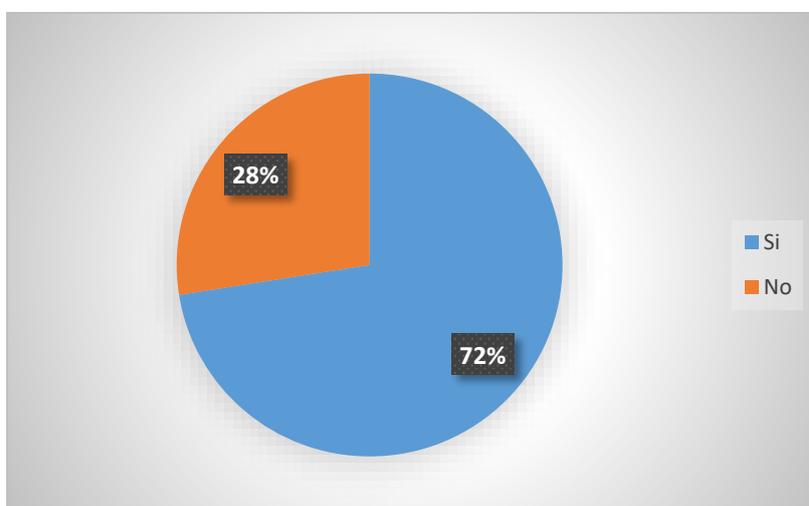
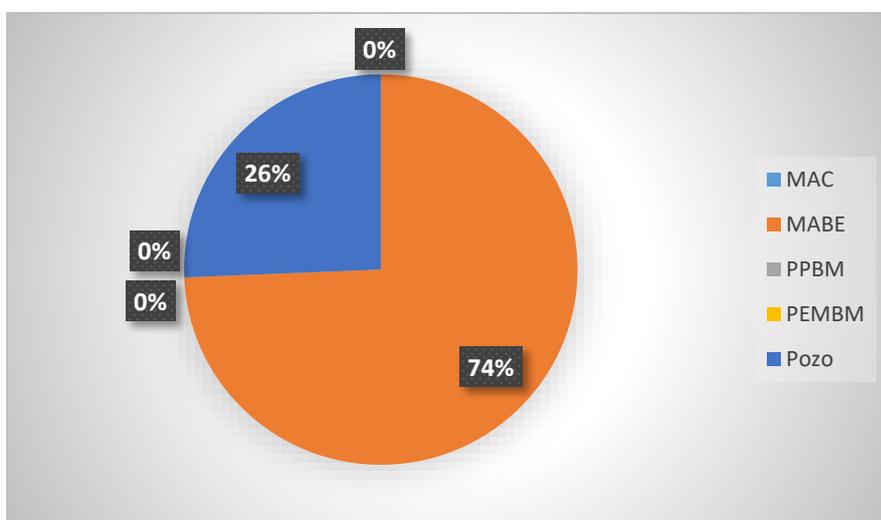


Tabla 12: Tipo de abastecimiento.

Tipo de abastecimiento	Frecuencia	Porcentaje
MAC	0	0
MABE	29	74.36
PPBM	0	0
PEMBM	0	0
Pozo	10	25.64
Total	39	100

Gráfico 12: Tipo de abastecimiento.

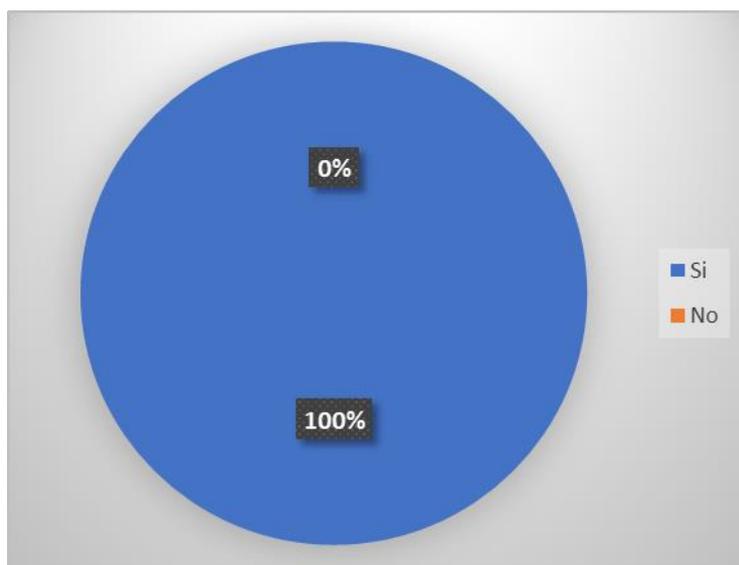


Con relación al pago del servicio del agua potable se encontró que el 100% pagan por el servicio, sea que la reciban del MABE o que la acarreen del pozo privado, los resultados se presentan en la tabla 13 y el gráfico 13. Puede deducirse que los hogares poseen el hábito de pago por el servicio de agua.

Tabla 13: Pago por servicio de agua.

Pago por servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Si	40	100
No	0	0
Total	40	100

Gráfico 13: Pago por servicio del agua.

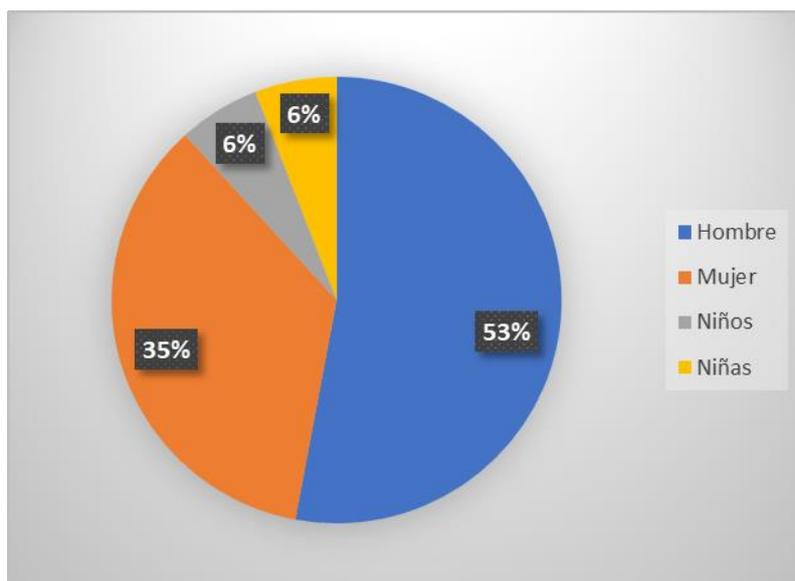


El acarreo de agua solamente ocurre en aquellos hogares que adquieren el servicio del pozo excavado artesanalmente, por lo que inevitablemente surge la tarea del acarreo del agua, donde se observó que el 52.9% del agua es acarreada por hombres, el 35.3% lo acarrean las mujeres y el resto lo acarrean los niños y niñas, incidiendo en trabajo infantil que pudiera tener efecto negativo en las actividades propias de los niños y niñas. En la tabla 14 y el gráfico 14 se presentan los resultados detallados del trabajo causado por el acarreo del agua.

Tabla 14: Acarreo de agua.

Acarreo de agua	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	9	52.94
Mujer	6	35.29
Niños	1	5.88
Niñas	1	5.88
Total	17	100

Gráfico 14: Acarreo del agua.

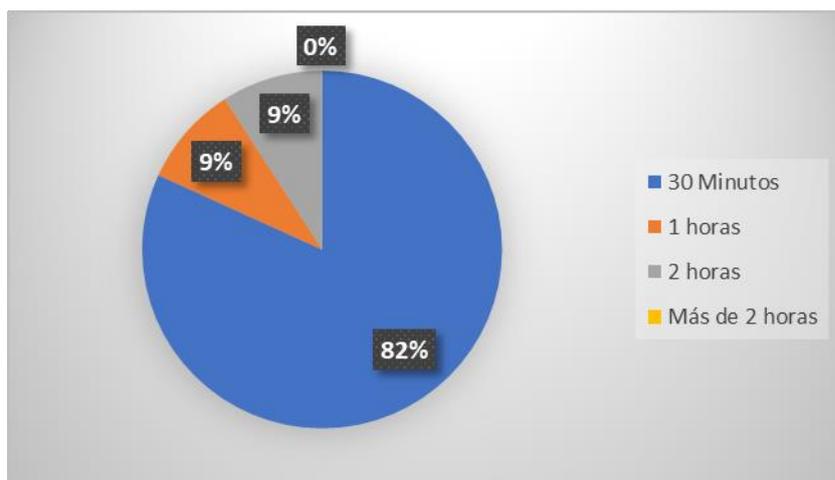


La tabla 15 y gráfico 15 describe la magnitud de trabajo expresada en el tiempo que se requiere para realizar la labor del acarreo del agua en cada hogar; observándose que de las 11 familias que se abastecen del pozo, el 82% de ellas requieren de 30 minutos diarios para el aprovisionamiento del agua y el 18% requiere entre 1 y 2 horas para abastecerse del vital líquido.

Tabla 15: Tiempo en acarreo del agua.

Tiempo en acarreo del agua	Frecuencia	Porcentaje
30 minutos	9	81.82
1 hora	1	9.09
2 horas	1	9.09
Más de 2 horas	0	0
Total	11	100

Gráfico 15: Tiempo en acarreo del agua.

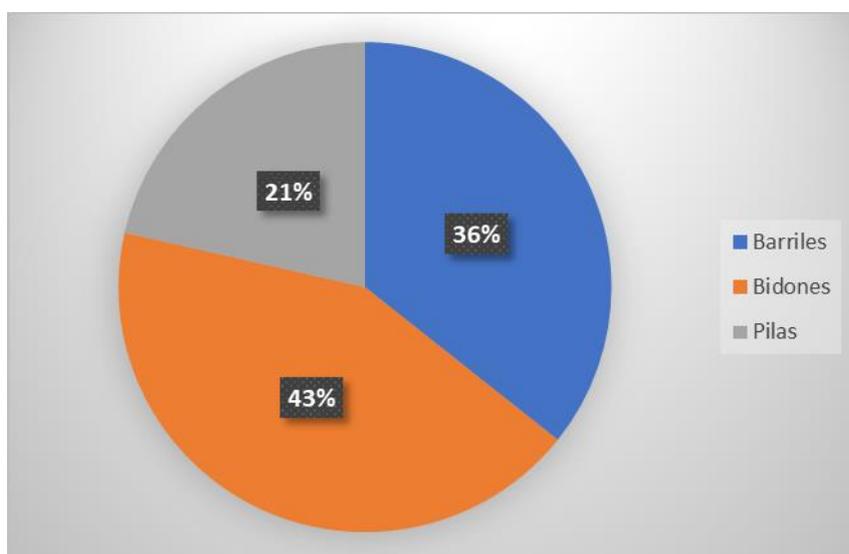


Se observó en la tabla 16 y el gráfico 16 que 14 familias almacenan el agua en sus viviendas; de ellas 35.7% lo hacen en barriles, el 42.86% en bidones, además el 21.43% usa pilas de concreto para el almacenamiento del agua.

Tabla 16: Tipo de almacenamiento.

Tipo de almacenamiento	Frecuencia	Porcentaje
Barriles	5	35.71
Bidones	6	42.86
Pilas	3	21.43
Total	14	100

Gráfico 16: Tipo de almacenamiento.

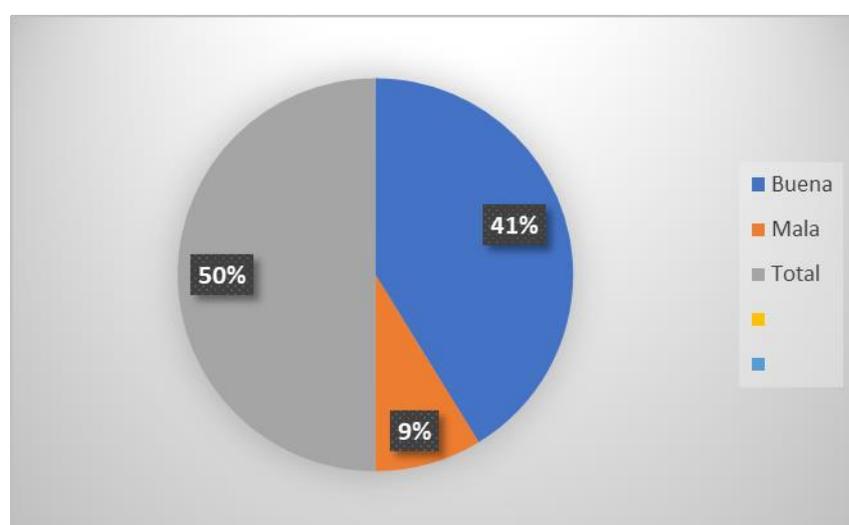


Referente a la calidad del agua el 82.5% de los entrevistados opinaron que es buena, mientras que el 17.5% dijo que es de mala calidad como se muestra en la tabla 17 y gráfico 17.

Tabla 17: Calidad del agua.

Calidad del agua	Frecuencia	Porcentaje
Buena	33	82.5
Mala	7	17.5
Total	40	100

Gráfico 17: Calidad del agua.



Fuente: Elaboración propia

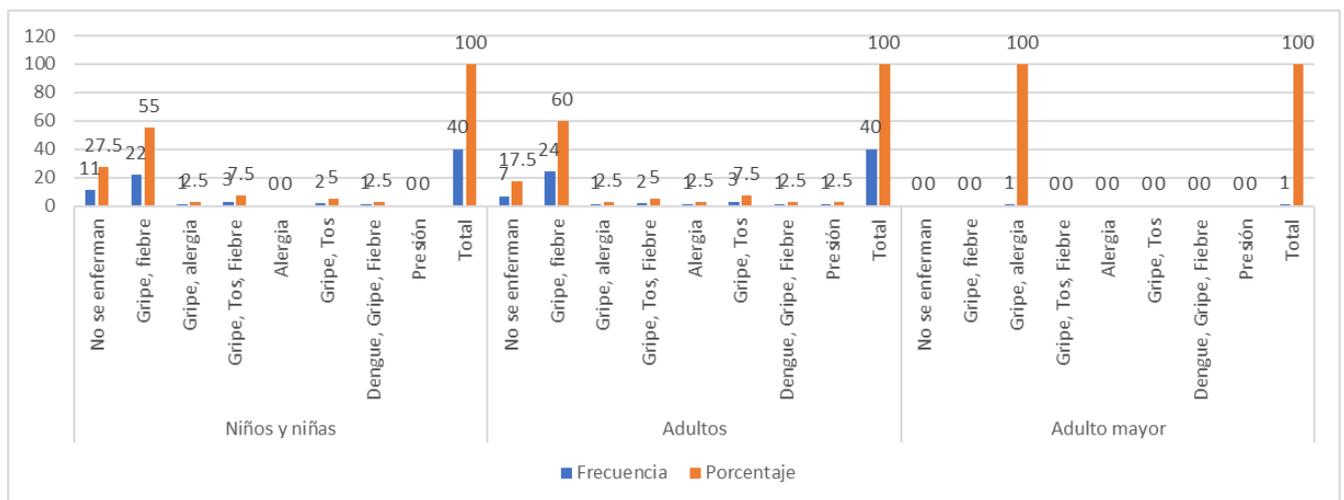
Se analizaron las enfermedades por grupo de edad, encontrándose que la enfermedad con mayor frecuencia es la gripe y fiebre, con 55% para los niños, 60% para los adultos y el 100% de los adultos mayores. También se observó en todos los grupos, que la gripe combinada con alergia, tos y fiebre fueron las enfermedades con mayor recurrencia como se muestran en la tabla 18 y el gráfico 18. No se observaron enfermedades de origen hídricos en ninguno de los grupos de edad.

Tabla 18: Enfermedades más comunes por grupo de edad.

Grupos	Enfermedades	Frecuencia	Porcentaje
Niños y niñas	No se enferman	11	27.5
	Gripe, fiebre	22	55
	Gripe, alergia	1	2.5

Grupos	Enfermedades	Frecuencia	Porcentaje
	Gripe, Tos, Fiebre	3	7.5
	Alergia	0	0
	Gripe, Tos	2	5
	Dengue, Gripe, Fiebre	1	2.5
	Presión	0	0
	Total	40	100
Adultos	No se enferman	7	17.5
	Gripe, fiebre	24	60
	Gripe, alergia	1	2.5
	Gripe, Tos, Fiebre	2	5
	Alergia	1	2.5
	Gripe, Tos	3	7.5
	Dengue, Gripe, Fiebre	1	2.5
	Presión	1	2.5
	Total	40	100
Adulto mayor	No se enferman	0	0
	Gripe, fiebre	0	0
	Gripe, alergia	1	100
	Gripe, Tos, Fiebre	0	0
	Alergia	0	0
	Gripe, Tos	0	0
	Dengue, Gripe, Fiebre	0	0
	Presión	0	0
	Total	1	100

Gráfico 18: Enfermedades más comunes por grupo de edad.



4.2. Calidad del agua y aforo

Se tomó 4 litros de muestra de agua del pozo perforado en Vista de Winston Castillo Ramírez, la cual fue enviada el mismo día de su recolección, el 18 de

mayo del 2023 y se obtuvieron los resultados que se representan en la tabla 20 y 21, en las cuales se observan que se cumplen con todos los parámetros recomendados por la norma CAPRE, excepto la conductividad eléctrica cuyo valor fue de 407 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el cual es ligeramente superior a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que recomienda la norma. Estos resultados indican que hay muchos iones disociados presentes en el agua.

Las sales disueltas en agua se descomponen en iones cargados positivamente y negativamente. La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{+2}). Los iones más negativos son cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad, aunque son muy importantes biológicamente (California State Water Resources Control Board (SWRCB), 2018).

Para reducir la conductividad eléctrica del agua, se puede usar métodos como la deionización o la ósmosis inversa. Estos métodos ayudan a filtrar el agua a través de membranas que retienen las sales y otros contaminantes, dejando pasar solo el agua pura. Así, se obtiene un agua con una conductividad eléctrica baja y apta para el consumo humano.

4.3. Aforo del pozo

El ensayo se realizó el día 26 de mayo del año 2022, se ejecutó prueba de bombeo continua de 720 Minutos (12 Horas) de duración en el pozo perforado en el terreno de Winston, Municipio de San Isidro – Departamento de Matagalpa. El pozo tiene una profundidad total de 100.58 m (330 pies) con revestimiento de 6", nivel estático del agua 28.27 m (92.73 pies) con respecto a la boca del pozo. Los caudales bombeados en los 720 minutos son de 50 galones por minuto, obteniéndose rebajamientos totales de 15.04 metros (49.35 pies), los resultados del ensayo demuestran que el caudal óptimo de explotación del pozo a largo plazo es de 30 galones por minuto, con un descenso 12.76 metros (41.85 pies). La eficiencia promedio del pozo resultó arriba del 90% del pozo.

Tabla 19: Aforo de la fuente

PROYECTO DE PERFORACIÓN DE POZO.								
DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA.								
Fecha:	26/05/2022	Unidad impulsora:	Bomba eléctrica BRUNELL		T. Agua:			
Comunidad:	WINSTON.	Pozo No.	PPNo -1	Hora inic	12:00: M.			
Municipio:	SAN ISIDRO - MATAGALPA	Hora fina	08:00: P,M					
Longitud de columna:	300 pies	Diámetro revestim.	6" PVC					
Diámetro del orificio descarga:	2"	Diámetro descarga	2"					
Profundidad del pozo:	330 pies	Compañía perforadora:	JONATHAN A. CASTRO					
Nivel estático del agua:	28.27 MTS	Descripción lugar de medida:						
Equipo de bombeo:	Planta electrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5 HP							
Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Prof. Niv. Freatico (Mts)	Descenso	Caudal (gpm)	CE (uS/cm)		Recuperación	
					T(°C), pH	Eh (mv)	Tiempo (minutos)	Descenso Residual (m)
	0	28.27	0.00 mts	50	9.46		0	0.00
	1	28.95	28.27	50	9.46		1	38.96
	2	29.45	0.68	50	9.46		2	38.48
	3	29.96	0.50	50	9.46		3	38.02
	4	31.78	0.51	50	9.46		4	37.80
	5	33.60	1.82	50	9.46		5	37.39
	6	34.89	1.82	50	9.46		6	36.30
	7	35.73	1.29	50	9.46		7	35.50
	8	36.42	0.84	50	9.46		8	34.64
	9	36.97	0.69	50	9.46		9	33.92
	10	37.51	0.55	50	9.46		10	33.34
	12	37.82	0.54	50	9.46		12	32.38
	14	37.94	0.31	50	9.46		14	31.78
	16	38.21	0.12	50	9.46		16	31.36
	18	38.57	0.27	50	9.46		18	31.11
	20	39.07	0.36	50	9.46		20	30.95
	25	40.12	0.50	50	9.46		25	30.70
	30	41.28	1.05	50	9.46		30	30.60
	35	41.56	1.16	50	9.46		35	30.51
	40	41.70	0.28	50	9.46		40	30.45
	45	41.74	0.14	50	9.46		45	30.39
	50	41.77	0.04	50	9.46		50	30.33
	55	41.82	0.03	50	9.46		55	30.31
1 HORA	60	41.90	0.05	50	9.46		60	30.28
	70	41.70	0.08	50	9.46		70	30.24
	80	41.74	(0.16)	50	9.46		80	30.20
	90	41.80	0.06	50	9.46		90	30.16
	100	41.90	0.10	50	9.46		100	30.12
2 HORAS	120	42.17	0.27	50	9.46		110	30.12
	140	42.24	0.07	50	9.46		120	30.12
	160	42.39	0.15	50	9.46			
3 HORAS	180	42.57	0.18	50	9.46			
	210	42.76	0.19	50	9.46			
4 HORAS	240	42.81	0.05	50	9.46			
	270	42.85	0.04	50	9.46			
5 HORAS	300	42.46	(0.39)	50	9.46			

	330	42.54	0.08	50	9.46			
PROYECTO DE PERFORACIÓN DE POZO.								
DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA.								
Fecha:	26/05/2022	Unidad impulsora:	Bomba eléctrica BRUNELL			T. Agua:		
Comunidad:	WINSTON.	Pozo No.	PPNo -1			Hora inic	12:00: M.	
Municipio:	SAN ISIDRO - MATAGALPA			Hora fina			08:00: P.M	
Longitud de columna:	300 pies			Diámetro revestim.			6" PVC	
Diámetro del orificio descarga:	2"			Diámetro descarga			2"	
Profundidad del pozo:	330 pies			Compañía perforadora:			JONATHAN A. CASTRO	
Nivel estático del agua:	28.27 MTS			Descripción lugar de medida:				
Equipo de bombeo:	Planta electrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5 HP							
	Tiempo de Bombeo	Prof. Niv. Freatico	Descenso	Caudal (gpm)	CE (uS/cm)	Recuperación		
Hora	(minutos)	(Mts)			T(oC), pH	Tiempo	Descenso	Recuperación
					Eh (mv)	(minutos)	Residual (m)	(m)
6 HORAS	360	42.67	0.13	50	9.46			
7 HORAS	420	42.77	0.10	50	9.46			
8 HORAS	480	42.87	0.10	50	9.46			
9 HORAS	540	42.97	0.10	50	9.46			
10 HORAS	600	43.07	0.10	50	9.46			
11 HORAS	660	43.17	0.10	50	9.46			
12 HORAS	720	43.31	0.10	50	9.46		15.04	

Tabla 20: Ensayo físico químico de aguas naturales



**Programa de Investigación,
Estudios Nacionales y
Servicios del Ambiente**



INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICOS DE AGUAS NATURALES

FQAN-2304-0068.01
LA PIENSA

NOMBRE DEL CLIENTE		DIRECCION DEL CLIENTE		TELEFONO
Cesar Emmanuel González Zelaya		Contiguo Iglesia Nazareno, San Isidro Matagalpa		NR
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR
Cesar Emmanuel González Zelaya		Estudiante FTC-UNI-RIJACS	cesarmanuel207@gmail.com	8740-6186
DATOS DE LA MUESTRA			CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA	
Fecha y Hora de recolección	18/04/2023, 5:30 pm		Ingreso de muestra	19/04/2023
Fuente	Grifo		Inicio de análisis	20/04/2023
Tipo de muestra/preservación/ Estado envase	Agua Potable/ Térmica/ Aceptable		Finalización de análisis	27/04/2023
Ubicación de la fuente	Urbanización Wilson Castillo		Emitión del Informe de resultados	28/04/2023
Coordenadas	NR		No. Cadena de custodia	5791
Recolectada por	Cesar Emmanuel González Zelaya		Código de muestra	LA-2304-0365
Supervisor en campo	Cesar Emmanuel González Zelaya		Muestra No.	Uno (01)
METODO SM y EPA/MIH	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	Norma CAPRE¹
2110	Apariencia	Adim	Clara	NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	8.08	8.5 - 8.5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	407.00	400**
2130-B	Turbiedad	UNT	0.083	5
2120-C	Color Verdadero	mg/l. (Pt-Co)	<1.00	15
2320-B	Alcalinidad	mg/l. CaCO ₃	242.00	NE
2320-B	Carbonatos	mg/l. CaCO ₃	<0.40	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/l. CaCO ₃	242.00	NE
4500-B	Nitritos	mg/l.	7.61	50
4500-B	Nitros	mg/l.	<0.003	0.1
4500-D	Cloruros	mg/l.	6.43	250
3500-B	Hierro Total	mg/l.	<0.006	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/l.	<1.00	250
2340-C	Dureza Total	mg/l. CaCO ₃	141.92	400**
2340-C	Dureza Calcio	mg/l. CaCO ₃	97.80	NE
3500-B	Calcio	mg/l.	39.20	100**
3500-B	Magnesio	mg/l.	10.72	50
8149	Manganeso	mg/l.	<0.006	0.5
3500-X	Sodio	mg/l.	38.50	200
3500-C	Potasio	mg/l.	4.91	10
4500-C	Fósforo	mg/l.	0.236	0.7

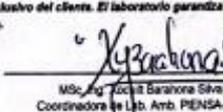
LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva. Abreviaturas y símbolos: ≤ menor o igual al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta Métodos, Normas y/o Decreto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

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

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza la confiabilidad y veracidad del informe. Los resultados emitidos se relacionan únicamente con los ítems de ensayo.

230527

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



MSc. Ing. Xóchitl Barahona Silva
Coordinadora de Lab. Amb. PIENSA-UNI



Pag: 1/1



Teléfono: (505) 2278 1462



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



info@piensa.uni.edu.ni
www.piensa.uni.edu.ni

Fuente: Laboratorio UNI PIENSA

Tabla 21: Ensayos microbiológicos



**Programa de Investigación,
Estudios Nacionales y
Servicios del Ambiente**



INFORME DE ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

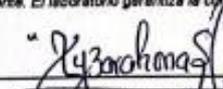
MB-2304-0081.01
LA-PT-06.RTM

NOMBRE DEL CLIENTE		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		TELÉFONO	
Cesar Emmanuel Gonzales Zelaya		Contiguo Iglesia Nazareno, San Isidro Matagalpa		NR	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Cesar Emmanuel Gonzales Zelaya		Estudiante FTC-UNI-RUACS	cesaremmanuel207@gmail.com	8746-6186	
DATOS DE LA MUESTRA			CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA		
Fecha y Hora de recolección	18/04/2023 ; 5:30 p.m		Fecha de	Ingreso de muestra	19/04/2023
Fuente	Grifo			Inicio de análisis	19/04/2023
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua Potable /Térmica /Aceptable			Finalización de análisis	21/04/2023
Ubicación de la fuente	Urbanización Wiston Castillo			Emisión del informe de resultados	26/04/2024
Coordenadas	NR		No. Cadena de custodia	5791	
Recolectada por	Cesar Emmanuel Gonzales Zelaya		Código de muestra	LA-2304-0355	
Supervisor en campo	Cesar Emmanuel Gonzales Zelaya		Muestra No.	Una (01)	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS		Norma CAPRE ¹
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	Negativo		Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	Negativo		Negativo

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

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

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



MSc. Ing. Archil Barahona
Coordinadora de Lab. Amb. PIENSA-UNI



Pag. 1/1

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

230528



Teléfono: (505) 2278 1462



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



info@piensa.uni.edu.ni
www.piensa.uni.edu.ni

Fuente: Laboratorio UNI PIENSA

4.4. Estudio topográfico

Se realizó un estudio topográfico en la comunidad Winston Castillo Ramírez para conocer los tramos y cotas, en la cual se diseñará el acueducto (MABE) encontrándose que la comunidad está dividida en bloques urbanizados (Ilustración 2). El levantamiento total fue de 1000m, con una elevación máxima de 500m y una mínima de 486m, por lo que el relieve se considera plano, con una pendiente en dirección noroeste-sureste.

Mapa 2: Trazado Winston Castillo Ramírez



Fuente: Elaboración propia

También se ubicaron las coordenadas DATUM WGS84 UTM 16P $X=578990.178$ $Y=1414102.508$ $Z=498.380$ m, donde se localizará el pozo y las coordenadas $X=578980.667$ $Y=1414110.344$ $Z=498.500$ m, donde se ubicará el tanque sobre el suelo.

En el estudio topográfico se elaboraron 5 planos uno corresponde a la planta general y 4 planos planta perfil, los cuales se muestran en el anexo galería de plano. Toda la información topográfica generada servirá para el diseño del MABE.

Tabla 22: Lista de planos topográficos

Lista de planos topográficos	Hoja
Planta	Hoja 1
Planta perfil línea 1	Hoja 2
Planta perfil línea 2	Hoja 3
Planta perfil línea 3	Hoja 4
Planta perfil línea 4	Hoja 5

Fuente: Elaboración propia

4.5. Diseño del MABE

Se adoptó una dotación de 100 lppd debido a que el asentamiento Winston Castillo Ramírez es una población rural concentrada (ANA, 2023, pág. 9).

También se adoptó un periodo de diseño de 20 años, que corresponde a la vida útil de pozos perforados (ANA, 2023, pág. 13)

4.5.1. Población de diseño

La población de diseño se basó en el método de saturación el cual supone que todas las 75 viviendas de la urbanización rural serán ocupadas en algún momento, con un promedio de 5 habitantes por vivienda según INIDE (2022). Para el diseño por tanto se calculó para el 50% de saturación y para el 100% de saturación, es decir que todas las viviendas estarán ocupadas. En el inciso siguiente se presentan los cálculos, así mismo se muestra un detalle de la población y demanda en las tablas 23 y 24.

4.5.2. Demanda

Debido a que la urbanización es una población rural concentrada se adoptó una dotación de 100lppd como demanda la norma NTON 09 007-19 (ANA, 2023, pág. 9). A continuación, se presenta la demanda para la máxima saturación para la urbanización Vista de Winston Castillo Ramírez.

- **Consumo doméstico**

Con la dotación antes mencionada se calculó consumo doméstico el cual fue 0.434 l/s como se muestra a continuación:

$$CD = \frac{p_f \times dotacion}{86400}$$

$$CD = \frac{375 \text{ hab} \times 100 \text{ lppd}}{86400}$$

$$CD = 0.434 \text{ l/s}$$

- **Consumo público institucional**

Debido a que en la urbanización se prevé que exista una escuela, un puesto de salud, se adoptó el 7% para el consumo público o institucional, obteniéndose un caudal 0.03 l/s, resultado que se basa en la norma NTON 09 007-19 (ANA, 2023, pág. 11)

$$CPI = CD \times \frac{7}{100}$$

$$CPI = 0.434 \text{ l/s} \times \frac{7}{100}$$

$$CPI = 0.03 \text{ l/s}$$

Según el plan de desarrollo municipal y comunal, en la urbanización no se prevé que en el futuro se produzcan desarrollos comerciales o industriales. La urbanización será para el desarrollo habitacional únicamente, por estas razones el consumo comercial e industrial fueron despreciados.

- **Consumo promedio diario**

El consumo promedio diario para este caso incluyó únicamente el consumo doméstico y el consumo público institucional, obteniéndose un caudal de 0.464 l/s, como se muestra a continuación:

$$CPD = CD + CPI$$

$$CPD = 0.434 \text{ l/s} + 0.03 \text{ l/s}$$

$$CPD = 0.464 \text{ l/s}$$

- **Pérdidas o fugas en el sistema**

Se adoptó 15% del consumo promedio diario debido a que la norma NTON 09 007-19 (ANA, 2023, pág. 12) establece que para las localidades con menos de 500 viviendas la tasa de pérdidas o fugas será del 15%, por tanto, se obtuvo un caudal por fugas de 0.07 l/s.

$$P = CPD \times \frac{15}{100}$$

$$P = 0.464 \text{ l/s} \times \frac{15}{100}$$

$$P = 0.07 \text{ l/s}$$

- **Consumo máximo diario**

El consumo máximo diario calculado fue de aproximadamente de 0.766 l/s como se muestra a continuación:

$$CMD = 1.5 CPD + P$$

$$CMD = 1.5 \times 0.464 \text{ l/s} + 0.07 \text{ l/s}$$

$$CMD = 0.766 \text{ l/s}$$

- **Consumo máximo horario**

El consumo máximo horario calculado fue de 1.23 l/s como se muestra a continuación:

$$CMH = 2.5 CPD + P$$

$$CMH = 2.5 \times 0.464 \text{ l/s} + 0.07 \text{ l/s}$$

$$CMH = 1.230 \text{ l/s}$$

A continuación, se presentan en la tabla 23 los resultados de la población con un 50% de saturación de viviendas y con un 100% de saturación de viviendas que corresponde a 190 habitantes y 375 habitantes respectivamente.

Tabla 23: Población saturación 50% y 100%

Viviendas	Habitantes por vivienda	Total, habitantes	Porcentaje de saturación
38	5	190	50
75	5	375	100

Fuente Elaboración propia.

En la tabla 24 se resumen los resultados de la demanda según el método de saturación, donde se observa 190 hab para el 50% de saturación y 375 hab para 100% de saturación, siendo ésta última la población total que habrá en la urbanización Vista de Winston Castillo Ramírez.

También en la mencionada tabla se presenta el consumo doméstico, consumo promedio institucional, consumo promedio diario, perdidas o fugas, consumo máximo diario, consumo máximo horario, para poblaciones de 190 hab y 375 hab.

Tabla 24: Parámetros de la demanda de agua potable

Poblaciones habitantes	Dotación lppd	CD, l/s	CPI, l/s	CPD, l/s	P, l/s	CMD, l/s	CMH, l/s
190	100	0.220	0.015	0.235	0.035	0.388	0.623
375	100	0.434	0.03	0.464	0.07	0.766	1.230

4.5.3. Diseño hidráulico del MABE

Cálculo del caudal de bombeo para un 50% de saturación de la población de la urbanización. Se encontró un resultado (Q_b) de 0.582 l/s. A continuación, se presentan los cálculos basados en la “Guía de diseño de estaciones de bombeo de agua potable”. (OMS-COSUDE, 2005)

- **Caudal de bombeo para el 50% de saturación**

$$Q_b = CMD \times \frac{24}{N}$$

$$Q_b = 0.388 \text{ l/s} \times \frac{24}{16}$$

$$Q_b = 0.582 \text{ l/s}$$

- **Caudal de bombeo para el 100% de saturación**

Cálculo del caudal de bombeo para un 100% de saturación de la población de la urbanización. Se encontró un resultado, (Q_b) de 1.15 l/s, utilizando el manual OMS-COSUDE antes mencionados.

$$Q_b = CMD \times \frac{24}{N}$$

$$Q_b = 0.766 \text{ l/s} \times \frac{24}{16}$$

$$Q_b = 1.15 \text{ l/s}$$

A continuación, se presentan los cálculos para el diseño hidráulico de la columna de bombeo, sarta y línea de impulsión, con un caudal de bombeo con 1.15 l/s que corresponde a la demanda de 375 hab, con el 100% de saturación de la urbanización.

- **Columna de bombeo**

Basada en la norma NTON 09 007-19, que en la página 20, relaciona el caudal de bombeo con el diámetro de la tubería se adoptó un diámetro nominal de 75 mm, no obstante, debido al poco caudal de bombeo se adoptó un diámetro de 50mm a partir del cual se seleccionó un diámetro comercial de tubería HG clase 40 de 2" con diámetro interno de 52.48mm.

La longitud de la columna de bombeo fue de 53.03 m, siendo así la sumatoria del nivel dinámico del agua que es de 41.03 m, la sumergencia de 6 m y la variación estacional de 6 m.

- Velocidad de flujo en la columna de bombeo

La velocidad calculada de flujo con el diámetro comercial de la tubería, utilizando la ecuación 8 fue de 0.53m/s, como se observa a continuación.

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

$$v = \frac{0.00115m^3/s}{\pi \frac{0.05248^2m}{4}}$$

$$v = 0.53m/s$$

- Pérdida de carga por fricción en la columna de bombeo

La pérdida de carga por fricción utilizando tubería HG clase 40, se calculó con la ecuación 9 de Hazen-Williams, obteniendo una pérdida de energía de 0.435 m. La pérdida de energía fue menor que el 5% de la longitud de la columna de bombeo la cual fue de 2.65 m, por lo que se cumple con la norma NTON 09 007-19, pág. A continuación, se presentan los cálculos.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} L$$

$$h_f = 10.679 \frac{0.00115^{1.85} m^3/s}{(130^{1.85})(0.05248^{4.87} m)} (53.03m)$$

$$h_f = 0.435m$$

$$h_f: 0.435m < l_c: 2.65m \therefore \text{Cumple}$$

- Sarta

El diámetro fue determinado según los criterios que establece la norma NTON 09 007-19 en la pág. 22, en la cual se relaciona el caudal de bombeo que fue de 1.15 l/s, con el diámetro nominal, obteniéndose un diámetro teórico de 50 mm, al partir del cual se seleccionó un diámetro comercial de 2" en tubería HG clase 40. La longitud de la sarta se estableció en 6 m, debido a que se considera que en el mencionado tramo se podrán instalar todos los accesorios que manda la norma NTON 09 007-19 en la pág. 22.

- Velocidad en la sarta

La velocidad calculada de flujo con el diámetro comercial de la tubería, utilizando la ecuación 8, fue de 0.53 m/s, como se muestra a continuación.

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

$$v = \frac{0.00115 m^3/s}{\pi \frac{0.05248^2 m}{4}}$$

$$v = 0.53 m/s$$

- Pérdida de carga por fricción en la sarta

La pérdida de carga por fricción utilizando tubería HG, se calculó con la ecuación 9 de Hazen-Williams, obteniendo una pérdida de energía de 0.0492 m. A continuación, se muestran los cálculos.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} L$$

$$h_f = 10.679 \frac{0.00115^{1.85} m^3/s}{(130^{1.85} hg)(0.05248^{4.87} m)} \times 6$$

$$h_f = 0.0492 m$$

- Pérdidas locales en sarta

Se determinaron los coeficientes de pérdidas de los accesorios de la sarta, los que se presentan en la tabla 22, observándose que la sumatoria de los

coeficientes tuvo un valor de 8.6. La pérdida de carga se calculó con la ecuación 10, obteniéndose un resultado de 0.1231 m.

Tabla 25: Valores de K para pérdidas locales.

ACCESORIOS	CANTIDAD	K	TOTAL, K
Tee 2" salida lateral	1	1.8	1.8
Unión 2"	2	0.3	0.6
Medidor 2"	1	2.6	2.6
Tee 2" sentido recto 2"	1	0.3	0.3
Válvula de retención 2"	1	2.5	2.5
Válvula de compuerta 2"	1	0.2	0.2
Codos 45°	2	0.4	0.8
		Total, k	8.6

Fuente: Elaboración propia

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

$$h_l = 8.6 \frac{0.53^2 \text{ m/s}}{(2 \times 9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_l = 0.1231 \text{ m}$$

- **Línea de impulsión**

El diámetro fue determinado según los criterios que establece la norma NTON 09 007-19 en la pág. 27, en la cual se recomienda la ecuación 12 similar a Bresse, para la cual utilizando el caudal de bombeo de 1.5 l/s, resultó un diámetro teórico de 0.0482 m, a partir del cual se seleccionó tubería PVC SR 26 de 1 ½" con un diámetro interno de 0.0446 m. La longitud de la línea de impulsión fue en 14 m, que corresponde la distancia desde de la sarta hasta la descarga del tanque sobre el suelo.

- **Velocidad en la línea de impulsión**

La velocidad calculada de flujo con el diámetro comercial de la tubería PVC SDR26 1 ½", utilizando la ecuación 8 fue de 0.74 m/s, como se muestra a continuación. Este resultado se encuentra en el rango de 0.6 m/s y 1.50 m/s que recomienda con la norma NTON 09 007-19 pág. 24-25.

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

$$v = \frac{0.00115 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \frac{0.0446^2}{4}}$$

$$v = 0.74 \text{ m/s}$$

La pérdida de carga por fricción utilizando tubería PVC SDR26 1 1/2", se calculó con la ecuación 9, de Hazen-Williams, obteniendo una pérdida de energía de 0.253 m.

$$h_f = 10.679 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} L$$

$$h_f = 10.679 \frac{0.00115^{1.85} \text{ m}^3/\text{s}}{130^{1.85} 0.0446^{4.87}} 14 \text{ m}$$

$$h_f = 0.253 \text{ m}$$

- **Altura geométrica**

La altura geométrica (H) o altura estática se calculó sumando el nivel dinámico del agua, la altura desde la sarta hasta la base del tanque, el cual fue colocado en una torre de 8.7 m, así como la descarga de la tubería en el tanque. A continuación, se presentan los cálculos.

$$H = NDA + \text{Altura de la sarta al tanque} + \text{descarga al tanque}$$

$$H = 41.03 + 8.7 \text{ m} + 2.3 \text{ m}$$

$$H = 52.03 \text{ m}$$

- **Pérdidas por fricción**

$$h_f = h_1 + h_2 + h_3$$

Donde:

hf: Todas las pérdidas por fricción, m

h1: Pérdida por fricción en la columna de bombeo, m

h2: Pérdida de carga por fricción en la sarta, m

h3: Pérdida de carga en la línea de impulsión, m

Aplicando la ecuación anterior se encontró una pérdida por fricción de 0.77 m, la cual representan las pérdidas que se generaron, en la columna de bombeo, en la sarta y en la línea de impulsión. A continuación, se presentan los cálculos.

$$h_f = 0.4347 \text{ m} + 0.0492 \text{ m} + 0.2535 \text{ m}$$

$$h_f = 0.737 \text{ m}$$

- **Carga dinámica total**

Carga dinámica total se encontró aplicando la ecuación 13, obteniéndose un resultado de 55.19 m, la cual resulta de la sumatoria de la carga estática (54.33 m) más las pérdidas por fricción y las pérdidas locales. Las ecuaciones y resultados se describen a continuación:

$$H = NDA + \text{Altura de la descarga del tanque}$$

$$H = 41.03 + 13.3$$

$$H = 54.33$$

$$CDT = H + h_f + h_l$$

$$CDT = 54.33 \text{ m} + 0.737 \text{ m} + 0.123 \text{ m}$$

$$CDT = 55.19 \text{ m}$$

En la tabla 26 se presenta un resumen de las pérdidas de carga, carga dinámica total para caudales de 1.15 l/s y 0.582 l/s que corresponden a el 100% de viviendas y el 50% de saturación de viviendas respectivamente. Se observa poca variación en el resultado de la carga dinámica siendo para el primer caso 55.19 m y 54.57 m respectivamente. Esto se debe a las pocas pérdidas de carga que se presentan, debido a los bajos caudales en relación al diámetro de las tuberías.

Tabla 26: Pérdidas de carga para 1.15 l/s y 0.582 l/s

Saturación	100% de viviendas			50% de viviendas		
Qb (l/s)	1.15			Qb (l/s)	0.582	
Pérdidas (m)	Columna de bombeo, Hg 2" Clase 40	Sarta, Hg 2" Clase 40	Línea de impulsión, PVC 1 1/2" SDR 26	Columna de bombeo, Hg 2" Clase 40	Sarta, Hg 2" Clase 40	Línea de impulsión, PVC 1 1/2" SDR 26
hf	0.4347	0.0492	0.2535	0.123	0.0140	0.0719
hl		0.123			0.032	
Hg	54.33			54.33		

CDT	55.19	54.499
-----	-------	--------

Fuente: Elaboración propia

- **Golpe de ariete**

Para el cálculo del golpe de ariete se computó la celeridad de la onda con la ecuación 14, obteniendo un resultado de 339.19 m/s, para tubería SDR 26. A continuación se presentan los cálculos:

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

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3333 \frac{44.6}{1.85mm}}}$$

$$a = 339.19m/s$$

Así mismo se calculó el tiempo que recorre la onda de presión utilizando la ecuación 15, obteniéndose un resultado de 0.08 s, como se muestra a continuación:

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

$$t = \frac{2(14 m)}{339.1876m/s}$$

$$t = 0.08s$$

Además, se calculó el tiempo de parada de la válvula de no retorno, utilizando la ecuación 16 de Mendiluce, para el cual primero se calculó la gradiente hidráulica que se muestra a continuación:

$$h_T = h_f + h_l$$

$$h_T = 0.737 m + 0.0123 m$$

$$h_T = 0.749 m$$

$$h_m = Hg + h_T$$

$$h_m = 11m + 0.749 m$$

$$h_m = 11.749 m$$

$$\frac{h_m}{L} = \frac{11.749m}{14m}$$

$$\frac{h_m}{L} = 0.840$$

Debido a que la gradiente hidráulica 0.84 es mayor que la gradiente 0.40 de la tabla 27, se adopta C=0.

Tabla 27: Valores del coeficiente C según Mendiluce

$$\frac{Hm}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{Hm}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{Hm}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

Fuente: Escuela universitaria de ciudad real

Seguidamente se calculó el coeficiente empírico K de Mendiluce, lo que se obtuvo de la tabla 28, por tanto, debido a que la longitud L=14 m, la cual es menor que 500 m se adopta un valor de K=2.

Tabla 28: Valores del coeficiente K según Mendiluce

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

Fuente: Escuela universitaria de ciudad real

Por tanto, el cálculo del tiempo de parada fue de 0.232 s, como se muestra a continuación aplicando la ecuación de Mendiluce:

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

$$T = 0 + \frac{2 \times 14 m \times 0.74 m/s}{9.81 m/s^2 \times 11.479 m}$$

$$T = 0.184 s$$

Tipo de cierre: Debido a que el tiempo de parada es mayor que el tiempo del ciclo de la onda de presión se dice que el cierre es lento, como se observa a continuación.

$$T: 0.184 \text{ s} > t: 0.08 \text{ s}; \text{Cierre Lento.}$$

La longitud crítica se calculó con la ecuación 17 obteniéndose un resultado de 31.205 m, como la longitud de la instalación es de 14m, valor es inferior a la longitud crítica, se considera una impulsión corta, los resultados se presentan a continuación.

$$L_c = \frac{a \times T}{2}$$

$$L_c = \frac{339.19 \text{ m/s} \times 0.184 \text{ s}}{2}$$

$$L_c = 31.205 \text{ m}$$

Debido a que las condiciones hidráulicas presentan un cierre lento y una impulsión corta, por tanto, para el cálculo de la sobre presión se utilizó la ecuación 19, de Michaud, obteniendo una sobre presión de 11.479 m.

$$\Delta H = \frac{2Lv}{gT}$$

$$\Delta H = \frac{2 (14 \text{ m}) (0.74 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.184 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 11.479 \text{ m}$$

La presión total del sistema se calculó sumando la carga estática de 11 m con la sobre presión de 11.479, obteniéndose un valor de 22.479 m, equivalente a 31.92 PSI, por tanto, conociendo que la tubería SDR 26 soporta 160 PSI, se observa que la resistencia de la misma supera ampliamente la sobre presión y presión máxima generada por el fenómeno transitorio conocido como golpe de ariete. A continuación, se presentan los cálculos:

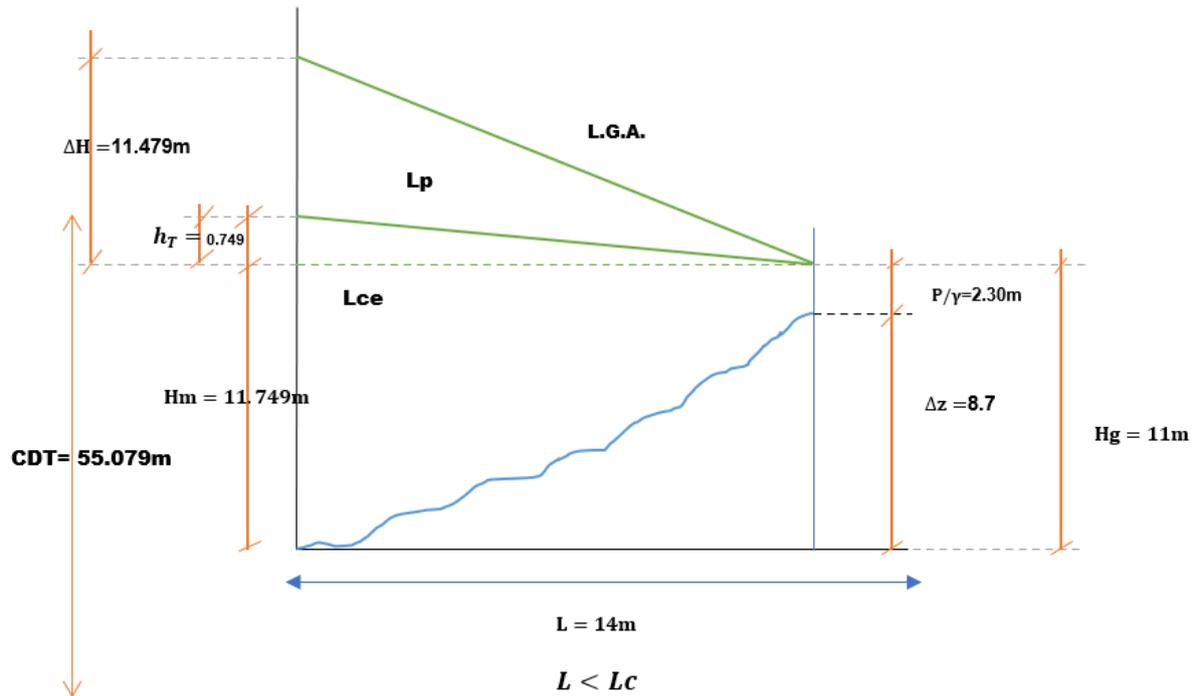
$$H_T = H_g + \Delta H$$

$$H_T = 11 \text{ m} + 11.479 \text{ m}$$

$$H_T = 22.479 \text{ m}$$

También se presenta en la ilustración 1 el diagrama de presiones que caracteriza al golpe de ariete y las pérdidas de carga en la línea de impulsión.

Ilustración 1: Sobre presión y pérdidas de energía de la línea de impulsión



Donde:

LGA: Línea de golpe de ariete

Lp: Línea piezométrica

Lce: Línea de carga estática

H_T : Pérdida de carga totales

H_m : Altura manométrica

ΔH : Sobre presión por el golpe de ariete

P/γ : Presión

Δz : Cota de la descarga del tanque - cota a nivel de la sarta

H_g : Altura geométrica

L : Longitud de la línea de impulsión

L_c : Longitud crítica

CDT: Carga dinámica total

- **Cálculo de la potencia teórica de la bomba**

A continuación, se calculará la potencia necesaria para un caudal de 0.582 l/s con carga dinámica de 54.57 m y para un caudal de 1.15 l/s con carga dinámica de 55.19 m, que corresponde a la demanda del 50% de saturación y 100% de saturación de las viviendas respectivamente.

Utilizando la ecuación 22 se calcularon las potencias para una saturación de 50% y 100% de viviendas respectivamente obteniéndose una potencia de 0.60 hp para el primer caso y 1.19 hp para el segundo caso. A continuación, se presentan los cálculos:

- Potencia de la bomba para un 50% de saturación de las viviendas de la urbanización

$$P = \frac{\gamma Q_B H}{746 \times 0.70}$$

$$P = \frac{(9777 \text{ N/m}^2)(0.000582 \text{ m}^3/\text{s})(54.57 \text{ m})}{746 \times 0.70}$$

$$P = 0.60 \text{ hp}$$

- Potencia de la bomba para un 100% de saturación de las viviendas de la urbanización

$$P = \frac{\gamma Q_B H}{746 \times 0.70}$$

$$P = \frac{(9777 \text{ N/m}^2)(0.00115 \text{ m}^3/\text{s})(55.19 \text{ m})}{746 \times 0.70}$$

$$P = 1.19 \text{ hp}$$

- Selección de las bombas para el 50% de saturación de la urbanización

Se seleccionó una bomba de ½ hp que con una carga dinámica de 54.57 m proveerá un caudal de 9.30 GPM, siendo esta la bomba que cumple el requerimiento más cercano calculado en un caudal de 9.25 GPM. En la ilustración 2, se muestra una bomba sumergible Franklin Electric 4400-Tri-Seal.

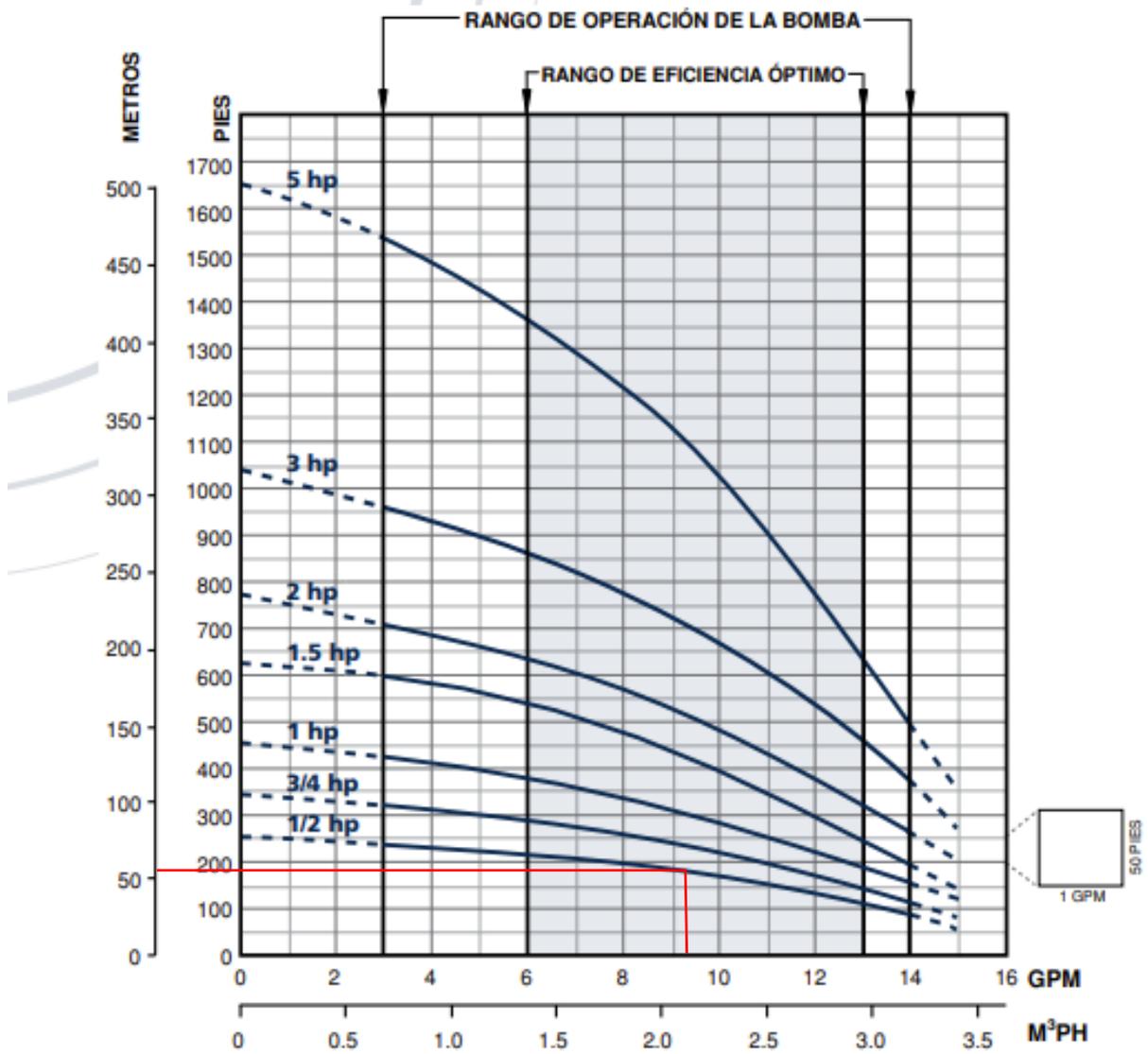
Ilustración 2: Selección de la bomba de 1/2 hp

4400-Tri-Seal

Bombas Sumergibles de 4"

FPS

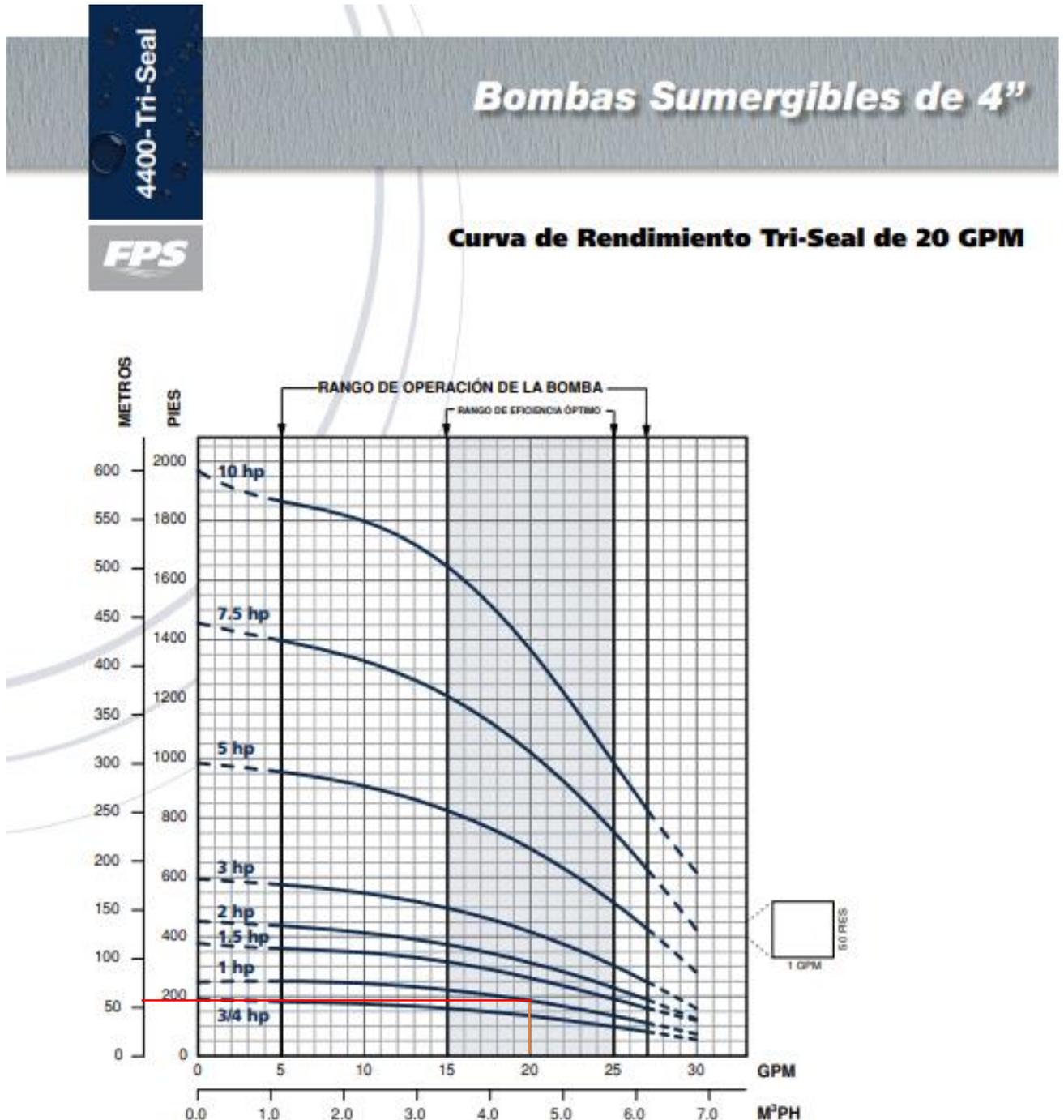
Curva de Rendimiento Tri-Seal de 10 GPM



- Selección de las bombas para el 100% de saturación de la urbanización

En este caso se seleccionó una bomba de 1 hp que operando con una carga dinámica de 55.19 m proveerá un caudal de 20 GPM, siendo esta la bomba que cumple el requerimiento más cercano calculado en un caudal de 18.25 GPM. En la ilustración 3 se muestra una bomba sumergible Franklin Electric 4400-Tri-Seal.

Ilustración 3: Selección de la bomba de 1 hp



Tanque de almacenamiento

El volumen total del tanque de almacenamiento fue de 11.69 m³ y se calculó utilizando las ecuaciones 23, 24 y 25, las cuales toman en consideración los criterios de la norma NTON 09 007-19 pág. 33. Los resultados se presentan a continuación:

$$V_C = (CPD + P) \frac{25}{100} \times 16 h \times 3.6$$

$$V_C = (0.464 \frac{l}{s} + 0.07 \frac{l}{s}) \frac{25}{100} \times 16 h \times 3.6$$

$$V_C = 7.69 m^3$$

$$V_R = CPD \times \frac{15}{100} \times 16 h \times 3.6$$

$$V_R = 0.464 \times \frac{15}{100} \times 16 h \times 3.6$$

$$V_R = 4.00 m^3$$

$$V_T = V_C + V_R$$

$$V_T = 7.69 m^3 + 4.00 m^3$$

$$V_T = 11.69 m^3$$

- **Ubicación del tanque**

El tanque sobre el suelo se ubicó en las coordenadas UTM 16P X:578990.178, Y:1414102.508, Z:498.378 msnm, con lo cual se garantiza las presiones mínimas que recomienda la norma NTON 09 007-19 en la pág. 24.

- Tipo de tanque

Se adopto dos tanques de polietileno de alta densidad de 6 m³ con diámetro de 2.22 m y altura de 2.05 m, con placa de 0.20 m y tapa de 0.45 m (Anexo juego de planos, hoja 10).

4.5.4. Desinfección

- **Capacidad de cloro**

La capacidad de cloro se calculó utilizando la ecuación 26 obteniéndose 0.14 kg/día para la estación de bombeo, a continuación, se presentan los resultados:

$$C_a = \frac{Q \times C}{1000}$$

$$C_a = \frac{64.68 \frac{m^3}{día} \times 2.1 \text{ mg/l}}{1000}$$

$$C_a = 0.14 \text{ Kgcloro/día}$$

- **Cantidad de cloro comercial requerida**

Cloro comercial al 12%, tiene una concentración de 120 gr/l, que corresponde al hipoclorito de sodio, sabiendo que la capacidad de cloro es de 140 gr por día se requerirá 1.17 litros de hipoclorito de sodio por día en la estación de bombeo. Los cálculos se presentan a continuación:

$$\text{Volumen de hipoclorito} = \frac{\text{Capacidad de cloro (gr)}}{\text{Concentración de cloro (gr)}}$$

$$\text{Volumen de hipoclorito al 12\%} = \frac{140 \text{ gr/día}}{120 \text{ gr/l}}$$

$$\text{Volumen de hipoclorito al 12\%} = 1.17 \text{ l/día}$$

- **Dilución de cloro comercial al 2%**

A continuación, se presentan los cálculos para diluir el cloro comercial cuya concentración es del 12% la cual pasará a una concentración de cloro del 2%. Se recomienda que el cloro se diluya entre 1% y 3% para su aplicación en la sarta, mediante bomba dosificadora o mediante hipo clorador de carga constante. Para el presente caso el cloro diluido al 2% fue de 6.84 litros, el cual se aplicará con hipo clorador de carga constante. Observe los cálculos del mismo:

$$\text{Volumen de hipoclorito al 2\%} = \frac{1.17 \text{ l} \times 0.12}{0.02}$$

$$\text{Volumen de hipoclorito al 2\%} = 6.84 \text{ l/día}$$

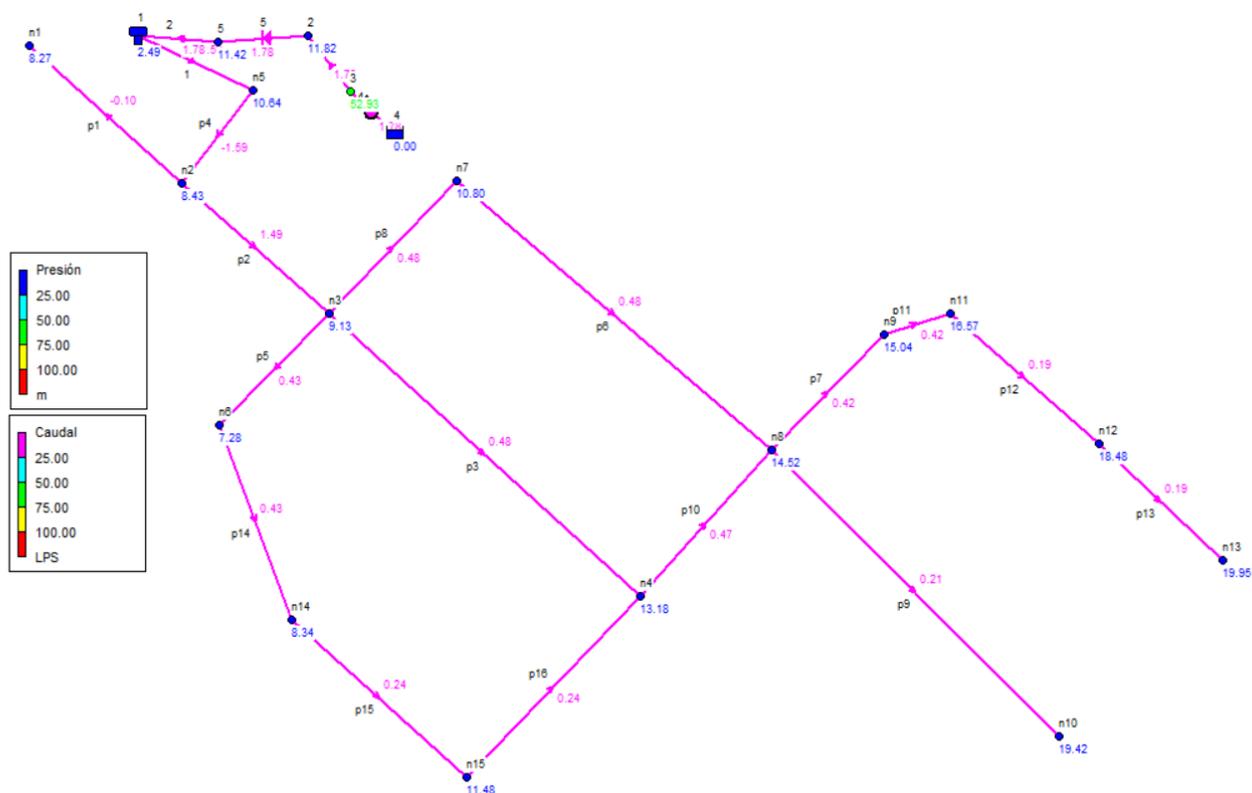
- **Aplicación de cloro**

El cloro se aplicará mediante una bomba dosificadora a un caudal de 0.43 l/h por 16 horas de bombeo.

4.5.5. Simulación hidráulica del sistema

A continuación, se presenta la topología de la red del mini acueducto por bombeo eléctrico, que corresponde a una red mixta la cual tiene una longitud total de 1041.28 m, diseñada con tubería SDR 26 de 1 ½". A continuación, se describen los diversos tramos que componen el sistema de abastecimiento, como se muestra en la ilustración 4.

Ilustración 4: Topología de la red



Fuente: Elaboración propia

- **Línea de conducción**

La línea de conducción con una longitud de 73.03 m, conformada por dos diámetros de tubería que corresponde a 2" Hg y 1 ½" PVC SDR 26, para la columna de bombeo, sarta y línea de impulsión respectivamente, como se observa en la tabla 29. La línea de conducción transporta un caudal de 1.31 l/s con velocidad que varió desde 0.60 m/s en la columna de bombeo y sarta, así como 0.84 m/s en la línea de impulsión.

Tabla 29: Tuberías, caudal, velocidades de la línea de conducción.

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería 2 (Línea de impulsión)	14	44.6	150	1.31	0.84	17.21
Tubería 3 (Columna de bombeo)	53.03	52.48	130	1.31	0.6	10.15
Tubería 5 (Sarta)	6	52.48	130	1.31	0.6	37.23
Bomba 4				1.31	0	-55.33
Total	73.03					

La carga dinámica total generada por la bomba Franklin Electric, serial trial 20 GPM fue de 55.33 m, presión que impulsa el agua hasta el tanque de almacenamiento, donde la presión es de 2.49 m, como se observa en la tabla 30. El perfil del terreno natural, la altura piezométrica y las presiones se presenta en las ilustraciones 5, 6 y 7.

Tabla 30: Cotas, alturas, presiones de la línea de conducción.

	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Embalse 4	455.04		455.04	0
Conexión 3	455.04	0	510.37	55.33
Conexión 2	498.38	0	509.83	11.45
Conexión 5	498.38	0	509.61	11.23
Depósito 1	506.88		509.37	2.49

Ilustración 5: Cota, terreno, línea de conducción

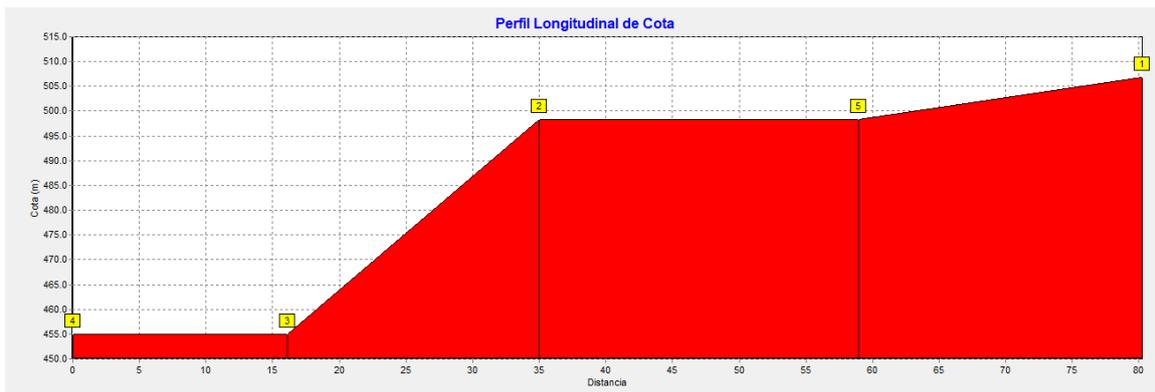


Ilustración 6: Altura piezométrica, línea de conducción

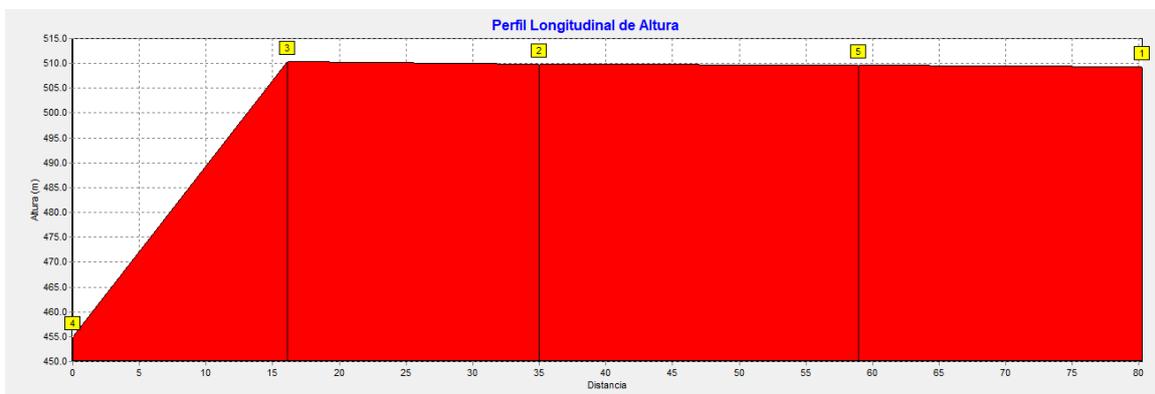
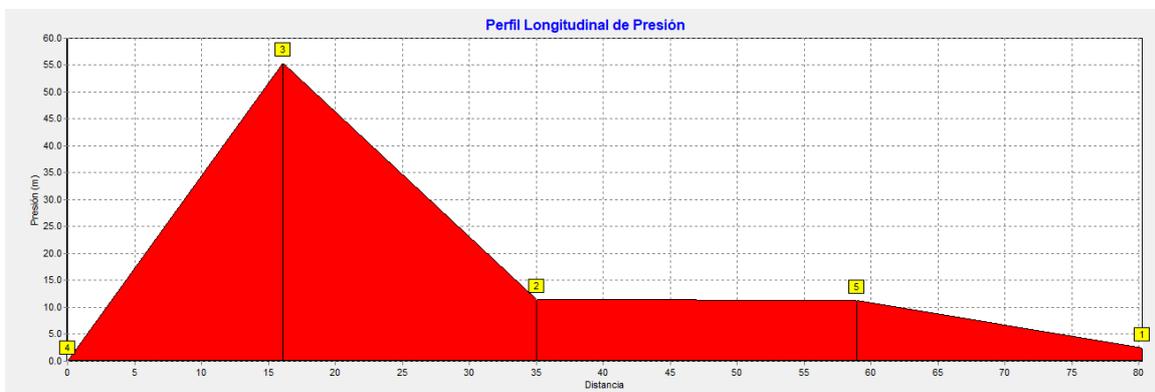


Ilustración 7: Presión, línea de conducción



Fuente: Elaboración propia

- **Red de distribución**

La simulación de red de distribución se hizo con el consumo máximo diario y con la demanda cero sin consumo. A continuación, se presenta la distribución de nodos y caudales.

- **Nodos y caudales**

En la tabla 31 se observan los nodos de demanda con sus respectivas demanda base, cuya sumatoria corresponde al consumo máximo horario. A continuación, se describe el comportamiento hidráulico de los 4 tramos de la red.

Tabla 31: Nodos de demanda, red de distribución

Nodos	# Nodos	Q l/s
N1	1	0.059
N3	1	0.059
N8	1	0.27
N14	1	0.143
N4	1	0.204
N11	1	0.183
N10	1	0.165
N13	1	0.147
Total	8	1.23

Tramo 1

El tramo 1 tiene una longitud de 411.23 m, con un diámetro de 1 ½" PVC SDR 26, este diámetro corresponde al diámetro mínimo que recomienda la norma NTON 09 007-19 pág. 29. La tubería transporta un caudal máximo de 1.23 l/s y un mínimo de 0.15 l/s, con velocidad que varió desde 0.75 m/s a una mínima de 0.09 m/s cómo se observa en la tabla 32. Para desalojar el sedimento que pudiera encontrarse en la tubería debido a las bajas velocidades de flujo, se instalarán válvulas de limpieza, la norma NTON 09 007-19 pág. 29, recomienda velocidades de flujo en un rango de 0.6 m/s a 5 m/s. En la tabla 28 se describen los resultados de los cálculos hidráulicos y características de las tuberías.

Tabla 32: Tuberías, caudal, velocidades de tramo 1

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería p4	31.24	44.6	150	1.23	0.79	15.4
Tubería p2	54.24	44.6	150	1.17	0.75	14.06
Tubería p3	111.2	44.6	150	0.39	0.25	1.81
Tubería p10	51.15	44.6	150	0.38	0.24	1.74
Tubería p7	46.84	44.6	150	0.33	0.21	1.35
Tubería p11	18.32	44.6	150	0.33	0.21	1.35
Tubería p12	52.89	44.6	150	0.15	0.09	0.3
Tubería p13	45.35	44.6	150	0.15	0.09	0.3
Total	411.23					

La máxima presión en el tramo 1, fue de 21 m, con una mínima en el tanque de 2.49 m, como se observa en la tabla 33; todas las presiones cumplen con la norma

NTON 09 007-19 pág. 29, la cual recomienda presiones entre 5 m y 50 m para la zona rural. El perfil del terreno natural, la altura piezométrica y las presiones se presenta en las ilustraciones 8, 9 y 10.

Tabla 33: Cotas, alturas, presiones de tramo 1

	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Depósito 1	506.88		509.37	2.49
Conexión n5	498.38	0	509.15	10.77
Conexión n2	499.817	0	508.67	8.86
Conexión n3	497.929	0.059	507.91	9.98
Conexión n4	493.582	0.204	507.71	14.13
Conexión n8	492.113	0.27	507.62	15.51
Conexión n9	491.494	0	507.56	16.06
Conexión n11	489.928	0.183	507.53	17.6
Conexión n12	487.986	0	507.52	19.53
Conexión n13	486.5	0.147	507.5	21

Ilustración 8: Cota, terreno, tramo 1

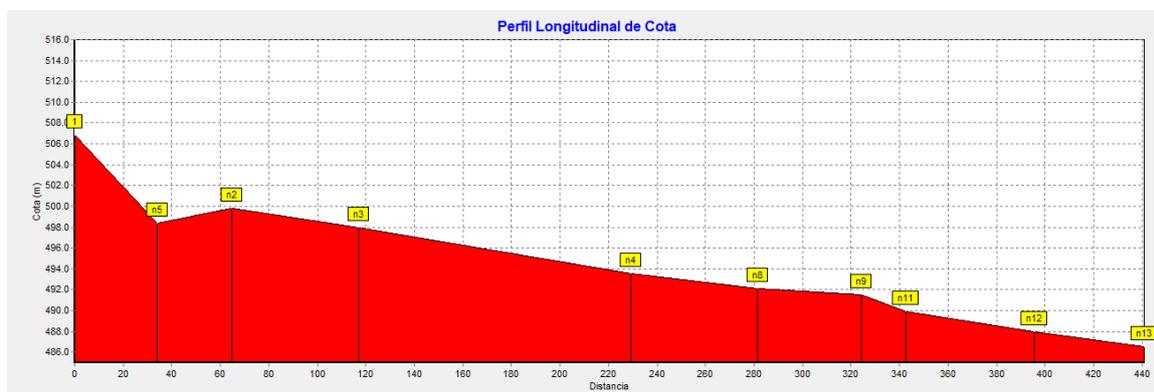


Ilustración 9: Altura piezométrica, tramo 1

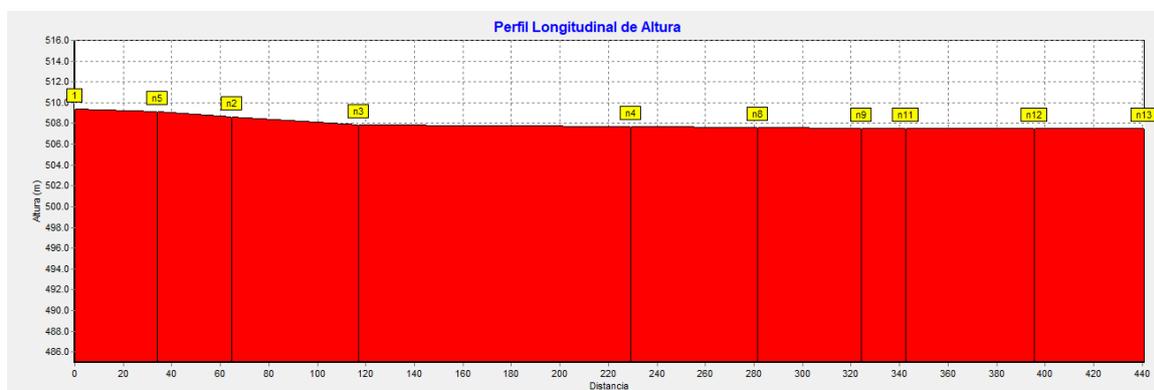
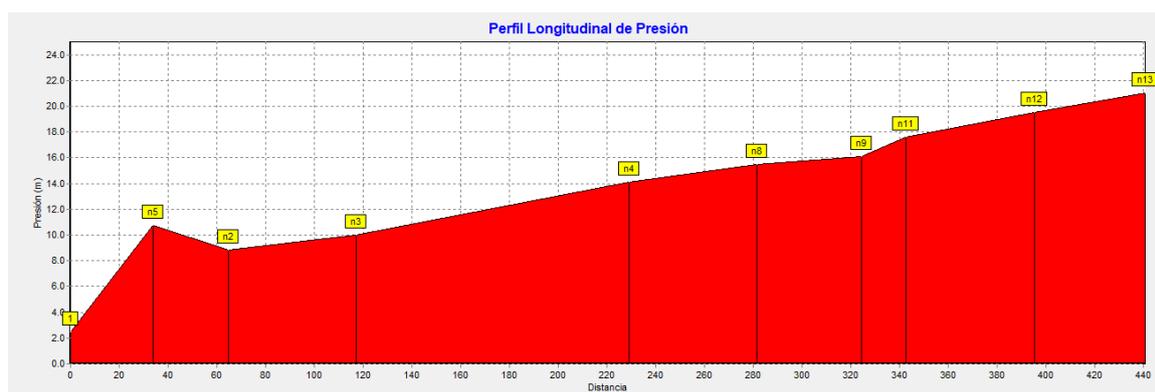


Ilustración 10: Presión, tramo 1



Fuente: Elaboración propia.

Tramo 2

El tramo 2 tiene una longitud de 223.21 m, con un diámetro de 1 ½" PVC SDR 26, este diámetro corresponde al diámetro mínimo que recomienda la norma NTON 09 007-19. La tubería transporta un caudal máximo de 0.34 l/s y un mínimo de 0.2 l/s, con velocidad que varió desde 0.22 m/s a 0.13 m/s, como se observa en la tabla 34. Para extraer el sedimento que pueda encontrarse en la tubería por las bajas velocidades de flujo, se instalaran válvulas de limpieza, la norma NTON 09 007-19 pág. 29 recomienda velocidades de flujo en un rango de 0.6 m/s a 5 m/s.

Tabla 34: Tuberías, caudal, velocidades de tramo 2

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p5	40.69	44.6	150	0.34	0.22	1.42
Tubería p14	55.3	44.6	150	0.34	0.22	1.41
Tubería p15	62.99	44.6	150	0.2	0.13	0.51
Tubería p16	64.23	44.6	150	0.2	0.13	0.51
Total	223.21					

La máxima presión del tramo 2 fue de 14.13 m, con una presión mínima en la red de 8.16 m, como se observa en la tabla 35, la norma NTON 09 007-19 indica valores entre 5 m y 50 m de presión para el área rural. El perfil del terreno natural, la altura piezométrica y las presiones se presenta en las ilustraciones 11, 12 y 13.

Tabla 35: Cotas, alturas, presiones de tramo 2

	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n3	497.929	0.059	507.91	9.98
Conexión n6	499.693	0	507.85	8.16
Conexión n14	498.521	0.143	507.77	9.25
Conexión n15	495.331	0	507.74	12.41
Conexión n4	493.582	0.204	507.71	14.13

Ilustración 11: Cota, terreno, tramo 2

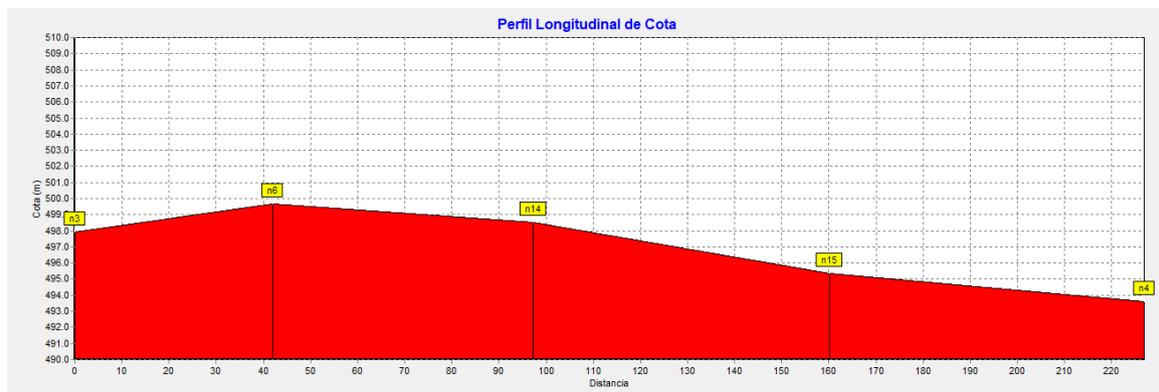


Ilustración 12: Altura piezométrica, tramo 2

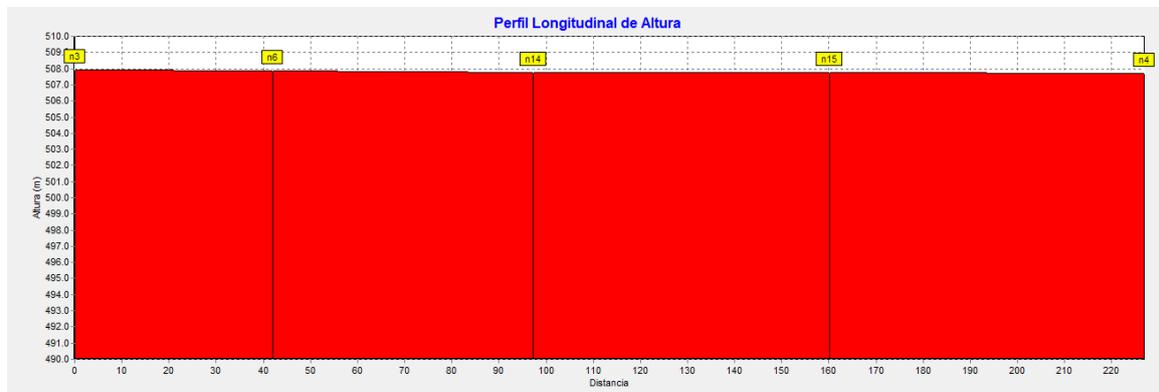
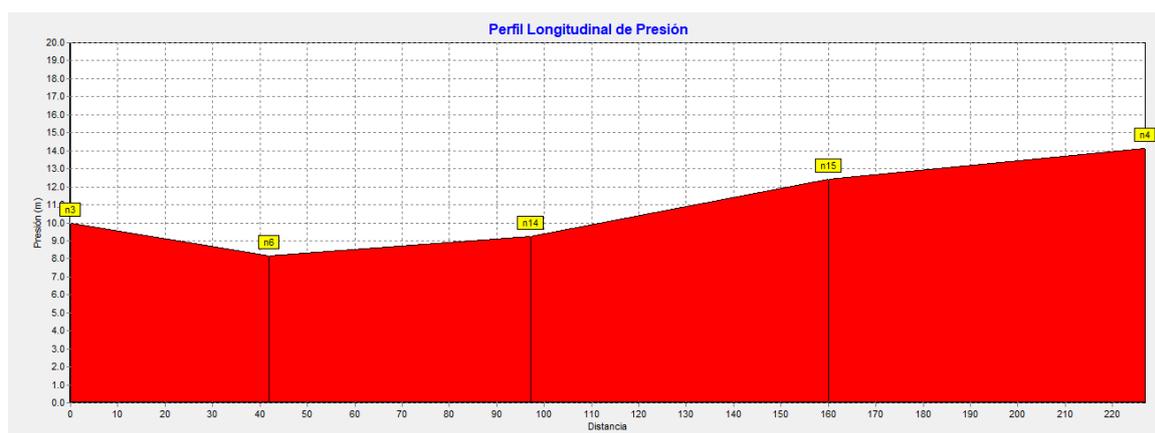


Ilustración 13: Presión, tramo 2



Fuente: Elaboración propia.

Tramo 3

El tramo 3 tiene una longitud de 268.49 m, con un diámetro de 1 ½” PVC SDR 26, este diámetro corresponde al diámetro mínimo que recomienda la norma NTON 09 007-19 pág. 29. La tubería transporta un caudal máximo de 0.39 l/s y un mínimo de 0.17 l/s, con velocidades ente 0.25 m/s y 0.11 m/s, como se observa en la tabla 36. Para extraer el sedimento que pueda encontrarse en la tubería por las bajas velocidades de flujo, se instalarán válvulas de limpieza, la norma NTON 09 007-19 pág. 29 recomienda velocidades de flujo en un rango de 0.6 m/s a 5 m/s.

Tabla 36: Tubería, caudal, velocidades del tramo 3

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p8	50.19	44.6	150	0.39	0.25	1.8
Tubería p6	111	44.6	150	0.39	0.25	1.8
Tubería p9	107.3	44.6	150	0.17	0.11	0.37
Total	268.49					

En el tramo 3, la máxima presión fue de 20.43 m, con una presión mínima en la red de 9.98 m, como se observa en la tabla 37. Según la NTON 09 007-19 indica presiones entre 5 m y 50 m para espacios rurales. El perfil del terreno natural, la altura piezométrica y las presiones se presenta en las ilustraciones 14, 15 y 16.

Tabla 37: cota, altura, presiones del tramo 3

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión n3	497.929	0.059	507.91	9.98
Conexión n7	496.126	0	507.82	11.69
Conexión n8	492.113	0.27	507.62	15.51
Conexión n10	487.146	0.165	507.58	20.43

Ilustración 14: Cota, terreno, tramo 3

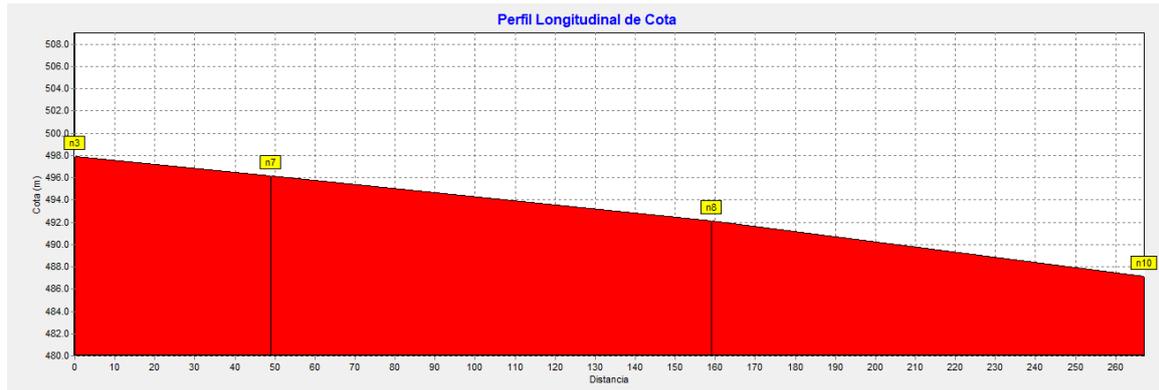


Ilustración 15: Altura piezométrica, tramo 3

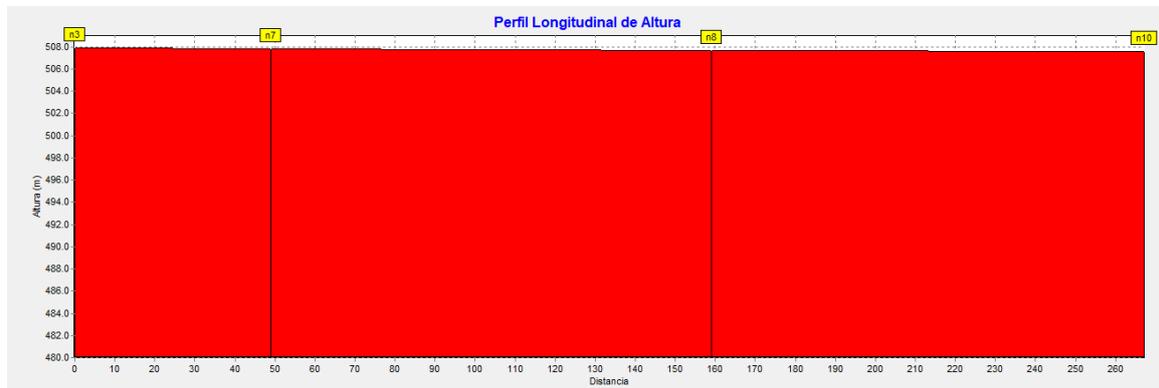
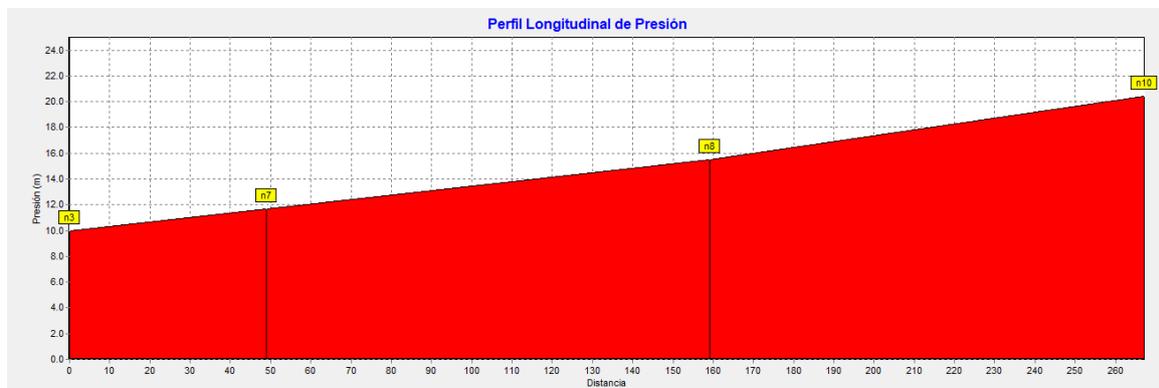


Ilustración 16: Presión, tramo 3



Fuente: Elaboración propia.

Tramo 4

El tramo 4 es el más corto de la red y tiene una longitud de 51.35 m, con un diámetro de 1 ½" PVC SDR 26, este diámetro corresponde al diámetro mínimo que recomienda la norma NTON 09 007-19 pág. 29. La tubería en este tramo transporta un caudal de 0.06 l/s, con velocidad 0.04 m, como se observa en la tabla 38. Respecto al sedimento que pueda encontrarse en la tubería por las bajas velocidades de flujo, se instalarán válvulas de limpieza, la norma NTON 09 007-19 pág. 29 recomienda velocidades de flujo en un rango de 0.6 m/s a 5 m/s.

Tabla 38: Tubería, caudal, velocidades del tramo 4

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p1	51.35	44.6	150	-0.06	0.04	0.06
Total	51.35					

La máxima presión en el tramo 4, fue de 8.86 m, con una presión mínima en la red de 8.7 m, como se observa en la tabla 39. Recomienda la norma NTON 09 007-19, presiones entre 5 m y 50 m para el área rural. El perfil del terreno natural, la altura piezométrica y las presiones se presentan en las ilustraciones 17, 18 y 19.

Tabla 39: Cota, altura, presiones del tramo 4

	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n2	499.817	0	508.67	8.86
Conexión n1	499.975	0.059	508.67	8.7

Ilustración 17: Cota, terreno, tramo 4

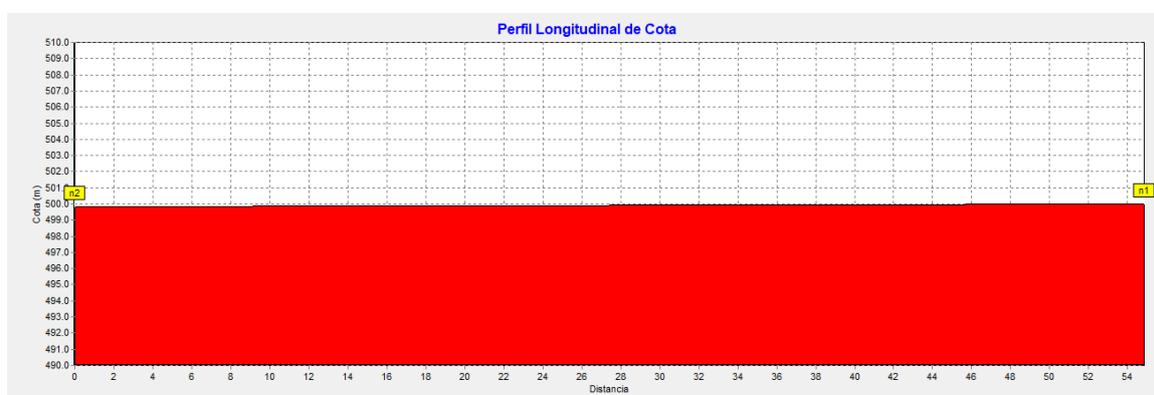


Ilustración 18: Altura piezométrica, tramo 4

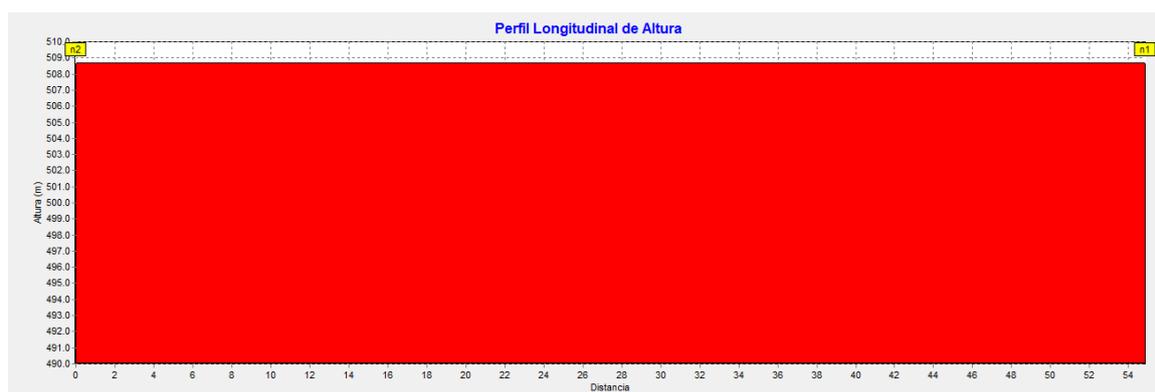
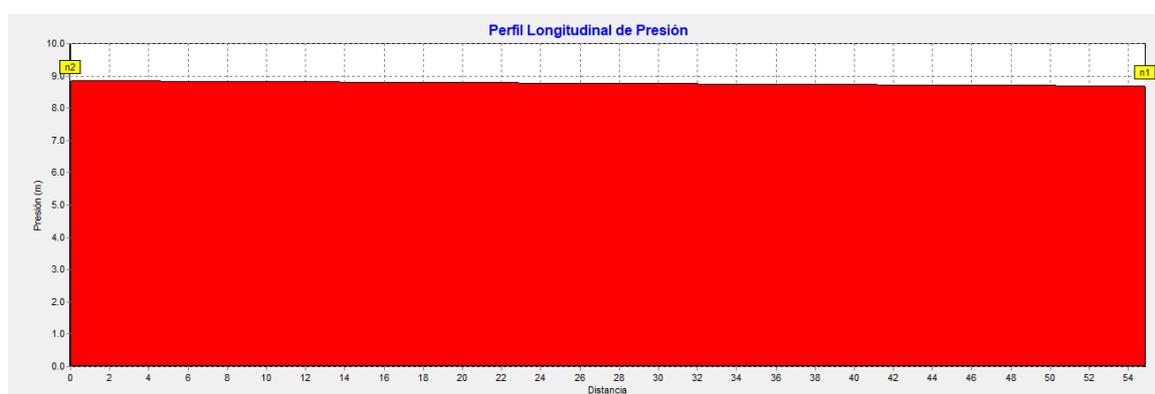


Ilustración 19: Presión, tramo 4



Fuente propia

- **Demanda cero**

De acuerdo a la tabla 40 la máxima presión en la red fue de 22.87 m y la presión mínima fue de 9.39 m. Estas presiones deben estar en el rango de 5 m y 70 m como la manda la norma NTON 09 007-19 pág. 29, observándose que se cumple con la norma, por lo que se considera un diseño adecuado para el buen funcionamiento de la red, la cual proporciona las presiones requeridas por los usuarios.

Tabla 40: Demanda cero

	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
n1	499.975	0	509.37	9.39
n2	499.817	0	509.37	9.55
n3	497.929	0	509.37	11.44

n4	493.582	0	509.37	15.79
n5	498.38	0	509.37	10.99
n6	499.693	0	509.37	9.68
n7	496.126	0	509.37	13.24
n8	492.113	0	509.37	17.26
n9	491.494	0	509.37	17.88
n10	487.146	0	509.37	22.22
n11	489.928	0	509.37	19.44
n12	487.986	0	509.37	21.38
n13	486.5	0	509.37	22.87
n14	498.521	0	509.37	10.85
n15	495.331	0	509.37	14.04
Conexión 2	498.38	0	510.2	11.82
Conexión 3	457.35	0	510.28	52.93
Conexión 5	498.38	0	509.8	11.42
Embalse 4	457.35		457.35	0
Depósito 1	506.88		509.37	2.49

4.5.6. Simulación del cloro

La simulación de cloro con dosis de 2.1 mg/l, fue analizada 24 horas, y se mostró que a las 6 horas de aplicación toda la red alcanzó valores de cloro mayores que 1 mg/l, valores que están en el rango de 0.5 mg/l a 1 mg/l de cloro residual como lo manda la norma CAPRE pág. 7.

Así mismo se analizó el cloro residual a las 16 horas, observándose que sus valores oscilaron entre 0.75 mg/l y 1 mg/l, encontrándose estos valores en el rango recomendado por la norma CAPRE pág. 7.

Finalmente se analizó el cloro residual a las 24 horas, observándose que sus valores oscilaron entre los valores 0.5 mg/l a 0.75 mg/l, encontrándose estos valores en el rango recomendado por la norma CAPRE pág. 7.

Ilustración 20: 6 horas



Ilustración 21: 16 horas

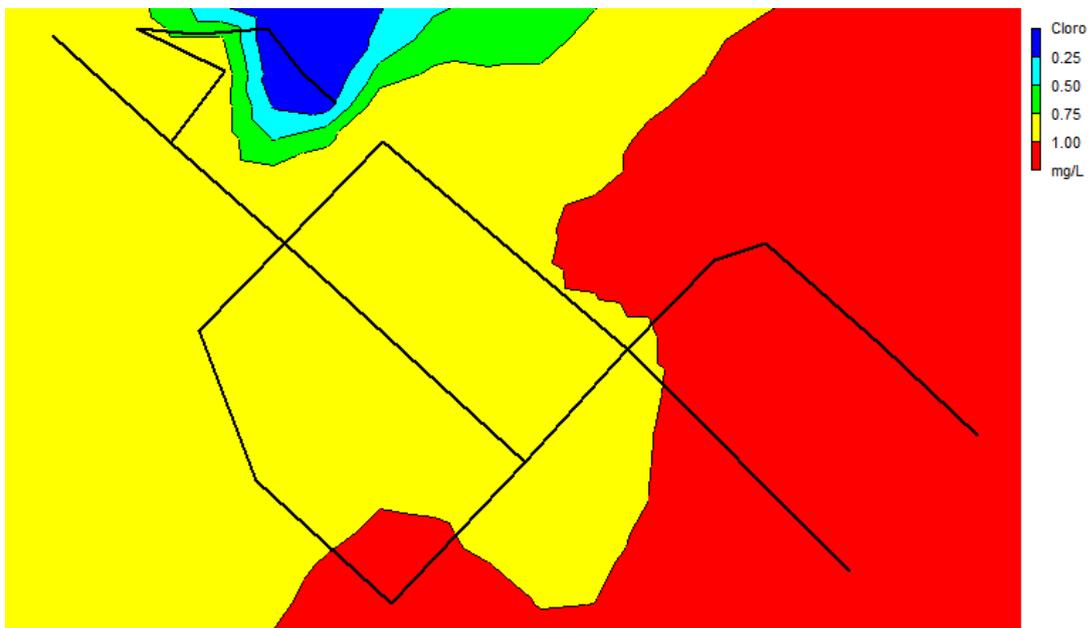
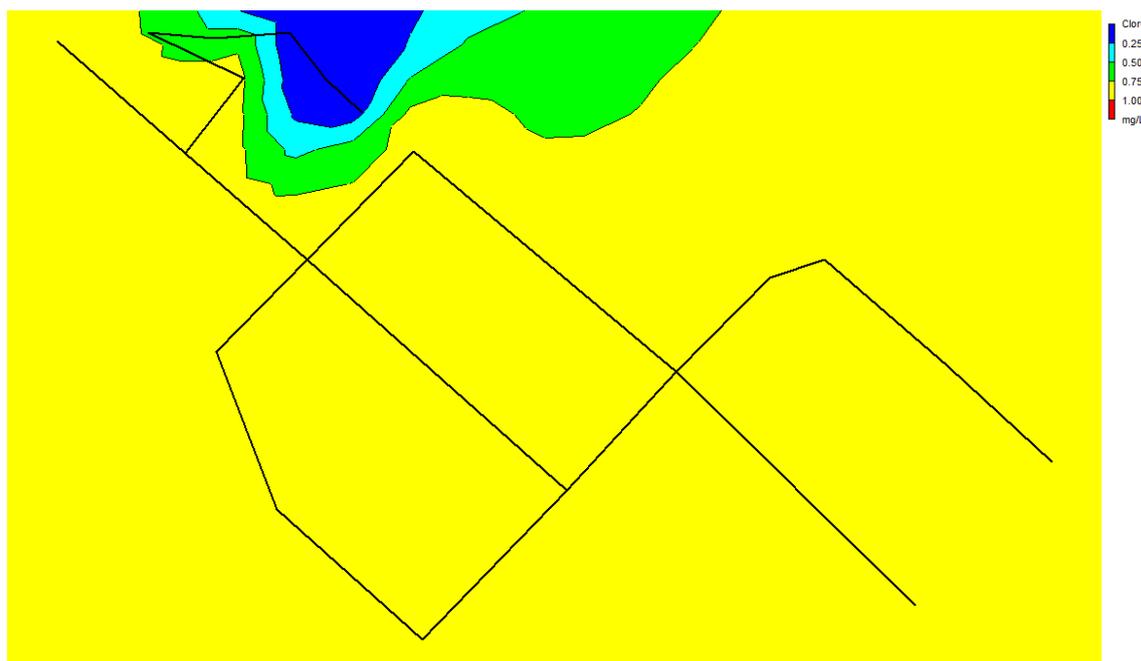


Ilustración 22: 24 horas



Elaboración propia

4.6. Presupuesto

Los alcances del proyecto se realizaron con el catálogo del FISE, donde se encuentran las etapas; preliminares: 84,119.57, línea de conducción: 30,071.74, línea de distribución: 741,160.88, tanque de almacenamiento: 8,697.25, fuentes y obras de toma: 603,503.38, conexiones: 20,2276.93, más el 15 % Iva y sub etapas que se realizaran en el proyecto de abastecimiento de agua potable, teniendo en cuenta planos constructivo propuestos, obteniendo un total de inversión de C\$ 1,978,356.01, como se muestra en anexos tabla 41.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Más de la mitad de los jefes de hogar son mujeres y el ingreso de las familias en más del 98% es mayor que el salario mínimo de lo cual se deduce que pueden pagar tarifas por servicios de agua potable.
- Se encontró un valor de conductividad eléctrica de 407 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el cual es ligeramente mayor al recomendado en la norma CAPRE de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que podría afectar el sabor del agua.
- La topografía presenta un relieve plano por lo que será fácil la instalación de las tuberías de acueducto.

- Para lograr las presiones que recomienda la norma, se diseñó un tanque de plástico elevado, no obstante, se presentaron velocidades de flujo menores 0.6 m/s por lo que fue necesario diseñar válvulas de limpieza.
- El presupuesto total de la obra fue de 1,978,356.01, córdobas y los mayores costos corresponden a la etapa línea de distribución.

Recomendaciones

- Realización de un estudio tarifario de acuerdo a los ingresos de las familias para establecer las tarifas de agua.
- Por las bajas velocidades de flujo en algunos tramos de la red debe hacerse periódicamente limpieza mediante las válvulas destinadas para este fin.
- El CAPS deberá llevar un registro de lecturas del macro medidor del tanque y de la sarta, así como la micro medición de todos los usuarios, y presentar informes mensuales.
- Se recomienda que el CAPS mantenga un flujo de caja positivo al fin de realizar mantenimientos de sistema cuando este lo requiera, así como para la compra de accesorios y equipos que hayan cumplido su vida útil.

Bibliografía

- Basán Nickisch, M. (2008). *Aforadores de corrientes de agua*. Santiago Del Estero: INTA-EEA Santiago Del Estero.
- California State Water Resources Control Board (SWRCB). (2018). *Folleto Informativo Conductividad Eléctrica/Sanidad*. California: SWRCB.
- CAPRE. (1994). *Normas de calidad del agua para consumo humano*. San José: CAPRE.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2016). *Guía para elaborar el estudio socioeconómico, cultural y ambiental para el reasentamiento poblacional en zonas de muy alto riesgo no mitigable*. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).
- CEPAL-Instituto Nacional de Estadísticas Chile (INE). (2019). *Encuesta de los ingresos y gastos de los hogares*. Santiago: programa de estadísticas y datos del décimo tramo de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. (2010). *El golpe de ariete*. Real: Ingeniería Rural.
- ICC-Instituto privado de investigación sobre cambio climático. (2017). *Manual de medición de caudales*. Guatemala.
- INAA. (1999a). *Normas rurales*. Managua: INAA.
- INAA. (1999b). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua*. Managua: INAA.
- INAA. (2005). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales*. Managua: INAA.
- INIDE. (2005). *Capítulo I, VIII censo de población y IV de viviendas 2005*. Managua: INIDE.
- INIFOM. (2006). *Manual de presupuestos de obras municipales*. Managua: Departamento de inversión y servicios municipales.

Ministerio de fomento, industria y comercio -MIFIC-. (2019). *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable NTON 09 007-19*. Managua: MIFIC.



Anexos

Anexo 1: Formato de encuesta tipo FISE

Esta encuesta está siendo realizada con el fin de conocer y analizar la población que habita la comunidad Winston Castillo Ramírez, municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, como parte del trabajo monográfico: "Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Winston Catillo Ramírez- San Isidro, departamento de Matagalpa."

a) Datos Personales

1. Nombre y Apellidos: _____

2. Edad: _____

3. Sexo: _____

4. N° de Encuesta: _____

b) Características de la vivienda

1. Nombre del jefe de familia: _____

2. Número de personas que habitan en la vivienda:

Niños _____, Niñas _____ Adolescentes M _____ Adolescentes F _____ Adultos
M _____ Adultos F _____ Ancianos _____

3. Tenencia de la vivienda:

Propia: _____ Prestada: _____ Alquilada: _____

4. Materiales de las paredes:

Bloque: _____ Ladrillo: _____ Madera: _____ Adobe: _____

Otra: _____

5. Materiales del techo:

Zinc: _____ Teja: _____ Otro (especifique): _____

6. Material del piso:

7. Ladrillo: _____ Tierra: _____ Otro (especifique): _____

c) Economía

1. Número de personas que trabajan: _____

M_____ F_____

2. Ingresos económicos del mes:

Menos de C\$3000: _____ C\$3000-C\$4000: _____ C\$4000 a más:

3. Ocupación de personas del hogar:

Agricultura: _____ Ganadero: _____ Jornaleros: _____ Comercio:

_____ Obreros Mineros: _____ Otros: _____

4. Acceso a energía eléctrica:

Si: _____ No: _____

5. Nivel de escolaridad:

Primaria: _____ Secundaria: _____ Técnico: _____ Universidad: _____

d) Consumo de agua

1. Servicios Higiénicos:

Letrina: _____ Inodoro: _____ Otro (especifique): _____

2. Depósito de aguas servidas:

Riego: _____ Fosa: _____ La dejan correr: _____ Otro: _____

3. Servicio de agua:

Si: _____ No: _____

4. Tipo de sistema:

MAG: _____ MABE: _____ PPBM: _____ PEMBM: _____ Ninguno: _____

5. Como se abastecen:

Río: _____ Quebrada: _____ Ojo de agua: _____ Lluvia: _____ Pozo: _____

6. Pagan:

Si: _____ No: _____

7. ¿Quién acarrea el agua?:

Hombres: _____ Mujeres: _____ Niños: _____ Niñas: _____

8. Tiempo invertido acarreamo agua:

30 min: _____ 1 hora: _____ 2 horas: _____ Más de 2 horas:

9. ¿En qué almacenan el agua?

Barriles: _____ Bidones: _____ Pilas: _____

10. Calidad del agua consumida:

Buena: _____ Mala: _____

11. Aspecto del agua:

Mal sabor: _____ Mal olor: _____ Tiene color: _____

e) Enfermedades

1. Enfermedades más comunes:

1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____

¿Quiénes las han padecido?

Niños: _____ Adultos: _____ Ancianos: _____

f) Condiciones demográficas

1. Escuela cercana:

Si: _____ No: _____

2. Acceso a la Vivienda:

Carretera: _____ Trocha: _____ Camino: _____ Otra (especifique):

Anexo 2: Presupuesto

Tabla 41: Presupuesto

Proyecto: Diseño De Un Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico Para Abastecer La Urbanización Vistas De Winston Castillo Ramírez Del Municipio De San Isidro Departamento De Matagalpa.							
Etapa	Subetapa	Código	Descripción	U.M	Cantidad	Costo Unitario	Total, C\$
310			Preliminares	GLB	1.00	84119.57	84119.57
310	01		Limpieza inicial	m²	1241.31		29791.44
		92224	Limpieza inicial predio de captación	m ²	100.00	24.00	2400.00
		92224	Limpieza inicial línea de conducción y distribución	m ²	1041.31	24.00	24991.44
		92224	Limpieza inicial predio del tanque	m ²	100.00	24.00	2400.00
310	02		Trazo y nivelación	ml	1041.31	25.10	26135.63
		92806	Trazo y nivelación para tuberías (incl. Estacas de madera + mano de obra topografía) (no incl. equipo de topografía)	ml	1041.31	25.10	26135.63
310	05		Rótulos	c/u	1.00	28192.50	28192.50
		05442	Rótulo tipo FISE 1.22 m x 2.44 (Est. Acero & Zinc Liso)	c/u	1.00	28192.50	28192.50
320			Línea de conducción	ml	87.03	345.53	30071.74
320	01		Excavación para tubería	m³	43.52	177.99	7745.39
		95330	Excavación en zanja TN (W 0.50 m Prof 1m)	m ³	43.52	177.99	7745.39
320	04		Relleno y compactación	m³	50.92	114.79	5844.98
		92226	Relleno y compactación manual	m ³	50.92	114.79	5844.98
320	06		Prueba hidrostática	ml	87.03	7.45	648.73
		93282	Prueba hidrostática Proy. A.P hasta 4" y 300 m	c/u	1.00	648.73	648.73
320	07		Tubería de 1 1/2" de diámetro	ml	87.03	181.92	15832.64
		96171	Tubería de PVC Diam = 1 1/2" (No inc. Excavación)	ml	87.03	181.92	15832.64
330			Línea de distribución	ml	954.28	776.67	741160.88
330	01		Excavación para tubería	m³	477.14	177.99	84927.87
		95330	Excavación en zanja TN (W 0.50 m Prof 1.2 m)	m ³	477.14	177.99	84927.87
330	04		Relleno y compactación	m³	472.14	114.79	54197.89
		92226	Relleno y compactación manual	m ³	472.14	114.79	54197.89
330	07		Prueba hidrostática	ml	954.28	2.04	1946.19
		93282	Prueba hidrostática Proy. A.P hasta 4" y 300 m	c/u	3.00	648.73	1946.19

330	09		Tubería de 1 1/2" de diámetro	ml	954.28	181.92	173604.14
		96171	Tubería de PVC Diám = 1 1/2" (No inc. Excavación)	ml	954.28	181.92	173604.14
330	25		Válvulas y accesorios	c/u	36.00	11846.80	426484.79
		02136	Válvula de pase de gaveta de bronce. Diam. 1 " (Incl. Excavación). En empalmes	c/u	6.00	5499.04	32994.23
		94017	Válvula de limpieza (en partes bajas) 1 "	c/u	4.00	91646.18	366584.72
			válvula de aire. (altas)	c/u	3.00		
		03306	Caja para protec. de valv. de tubo de concreto. Diám = 6" H = 1.20 m (No incl. Exc)	c/u	13.00	958.48	12460.22
		03532	Bloque de reacción de concreto de 3000 PSI ref. de 0.50 m c/anclaje de varillas de hierro (Incl. Exc)	c/u	10.00	1444.56	14445.62
335			Tanque de almacenamiento	m³	12.00	724.77	8697.25
			Tanque poliestireno de alta densidad				
		96238	Tanque	c/u	1.00	95,687.72	
			Torre de metal				
			Torre	c/u	1.00	97,454.72	
335	07		Otro tipo de obras	GLB	1.00	8697.25	8697.25
		02146	Tubería de Ho Go Diám. 1 y 1/2" (No incl. Excavación)	ml	9.00	943.77	8493.91
		92170	Bloque de reacción de concreto para accesorios menores a 6"	c/u	1.00	203.34	203.34
340			Fuentes y obras de toma	c/u	1.00	653983.21	653983.21
340	02		Estación de bombeo	c/u	1.00	392703.30	392703.30
		04301	Sarta de tubo de Ho Go Diám = 2" (2.25 de tubo + 1 unión maleable + 1 codo de Ho Go)	c/u	1.00	3343.97	3343.97
		04720	Válvula (o llave) de chorro de bronce Diám = 1/2" C/pedestal de concreto	c/u	1.00	987.56	987.56
		93518	Válvula de aire de hierro fundido Diám = 1"	c/u	1.00	12880.49	12880.49
			Bomba TRI-SEAL, sumergible FPS 4400, de 15 GPM, con una potencia de 1.5 hp	c/u	4.00	16826.61	67306.44
		95345	Cable eléctrico de cobre sumergible # 3 x 8	ml	65.00	552.35	35902.56

		95819	Tubo sección circular de Ho Go Diám = 2" para columna de bombeo	ml	42.00	3954.08	166071.48
		94976	Medidor maestro de hierro fundido Diám = 2" (incl., bridas)	c/u	1.00	10194.85	10194.85
		95100	Válvula de alivio de hierro fundido Diám = 2"	c/u	1.00	34711.58	34711.58
		05671	Válvula de limpieza de hierro fundido Diám = 2"	c/u	1.00	17046.76	17046.76
		97180	Válvula de check de hierro fundido Diám = 2"	c/u	2.00	22128.80	44257.61
340	03		Caseta de control	GLB	1.00	187091.20	187091.20
		03106	Anden de concreto de 2500 PSI S/Ref Espesor = 7.5 cm	m ²	6.80	522.06	3550.04
		03032	Caseta de mampostería, confinada de ladrillo cuarterón, área = 5.76 m ² para controles	c/u	1.00	160147.80	160147.80
		93398	Explotación o corte (manual) en banco de préstamo	m ³	7.10	163.50	1160.88
		94390	Botar material sobrante de excavación a 100 m	m ³	9.23	142.96	1319.49
		95875	Acarreo manual de material selecto con carretilla a 1 Km (Con MOI)	m ³	4.57	4409.86	20153.06
		92227	Excavación manual en terreno natural	m ³	5.94	127.93	759.93
340	05		Instalaciones eléctricas	GLB	1.00	40571.04	40571.04
		95721	Panel (o tablero) monofásico 8 espacios, 120/240 voltios, barra de 125 amperios	c/u	1.00	6061.73	6061.73
		93942	Apagador doble de 15 amp / 120 V con placa metálica 2 hoyos	c/u	1.00	402.40	402.40
		92266	Caja de registro de acero galvanizado de 4" x 4"	c/u	2.00	192.79	385.58
		92267	Caja de registro de acero galvanizado de 2" x 4"	c/u	3.00	117.40	352.19
		92269	Tubería Conduit flexible de 1/2" (forrado)	ml	25.00	186.90	4672.61
		92270	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 12 AWG	ml	50.00	39.24	1961.93
		92543	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 10 AWG	ml	50.00	58.33	2916.39
		93905	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 4 AWG	ml	21.00	287.46	6036.56
		92559	Breaker de 1 polo x 15 amperios	c/u	1.00	646.86	646.86
		92734	Breaker de 2 polo x 30 amperios	c/u	1.00	1104.52	1104.52
		92649	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 14 AWG	ml	25.00	38.20	954.95

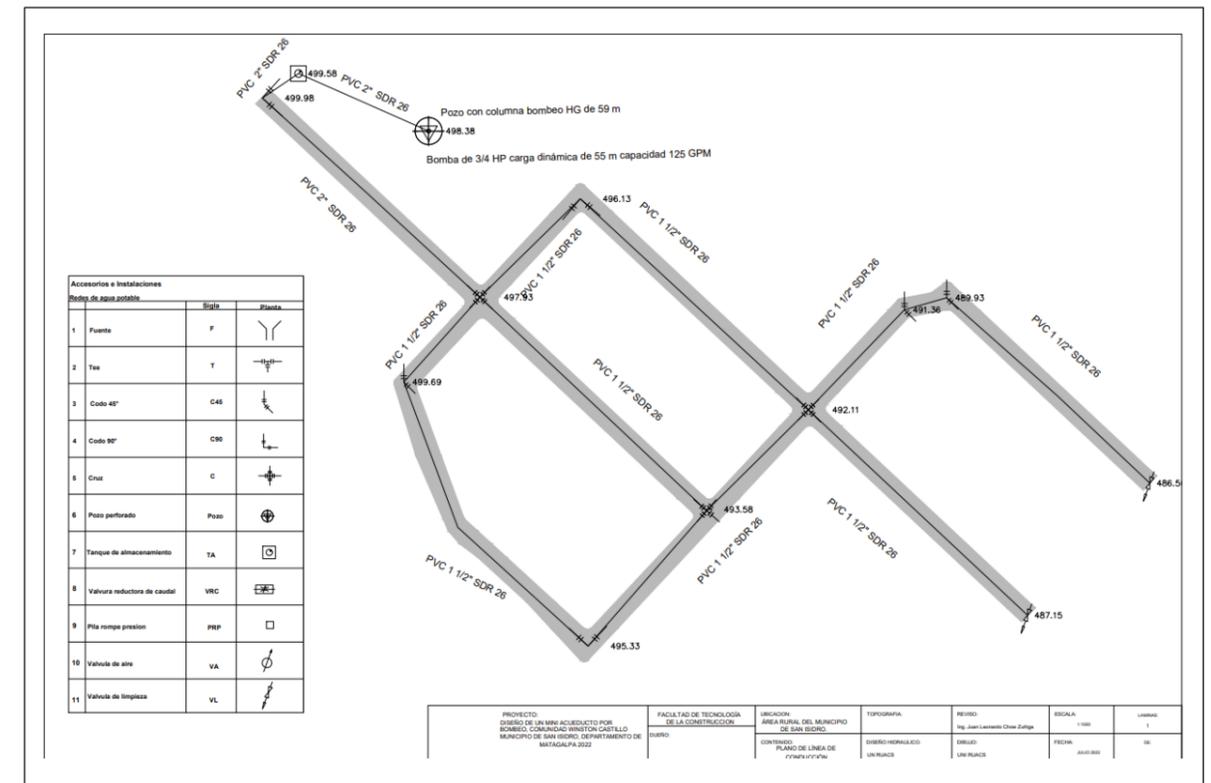
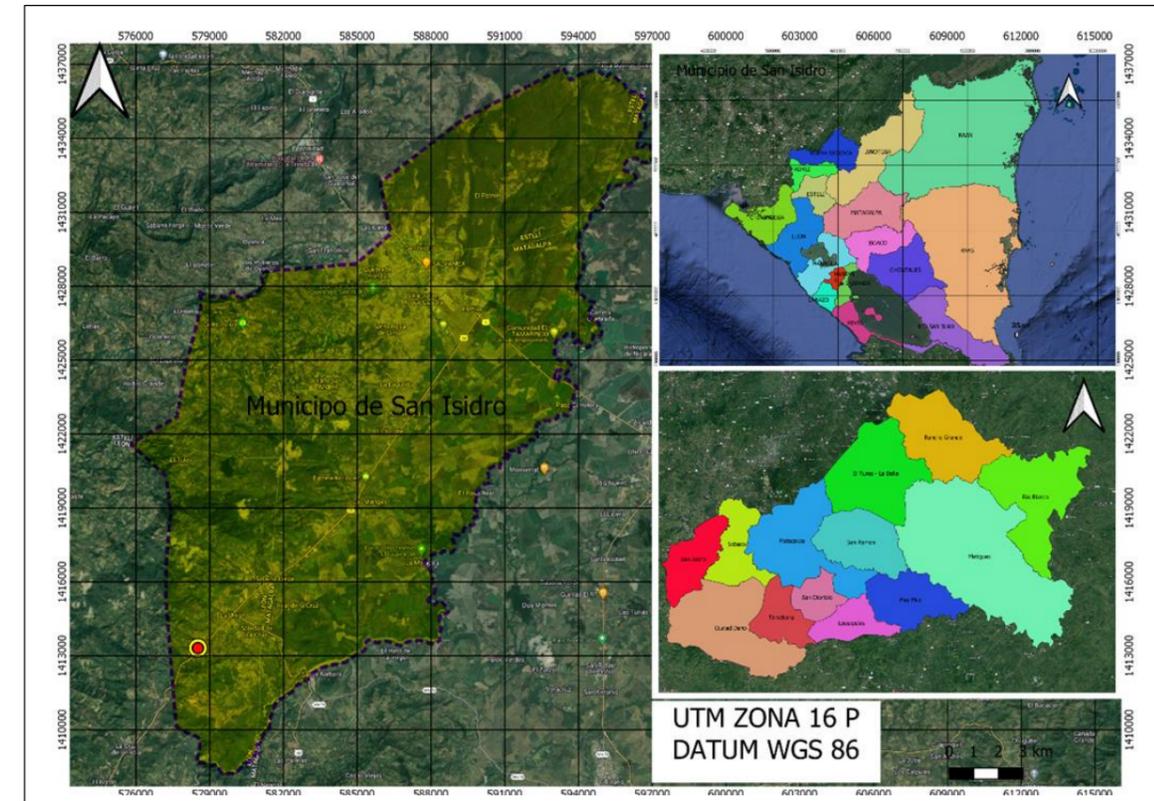
		92731	Lampara (o luminaria) fluorescente de 1x22 watts P/techo	c/u	2.00	600.80	1201.60
		93526	Canalización con tubo de Conduit de PVC Diám = 1"	ml	30.00	134.85	4045.38
		93570	Canalización con tubo de EMT Diám = 2"	ml	6.00	699.03	4194.15
		93456	Polo a tierra con varilla COPPERWELD D = 5/8", L = 8"	c/u	2.00	2586.08	5172.15
		93687	Tomacorriente doble polarizado de 15 amp / 120 V con placa de baquelita	c/u	2.00	231.04	462.07
340	06		Otro tipo de obras de captación	c/u	1.00	33617.67	33617.67
		94734	Cerco (a) de malla ciclón de alambre de acero galvanizado Cal # 13 (Diám. Del alambre = 2.4130 mm) Alt = 6" sobre tubo de hierro	ml	16.20	552.70	8953.82
		04284	Portón de marco de tubo sección circular de Ho No Diám = 1/2" con forro de malla ciclón cal # 13 con columnas de concreto de 2000 PSI	m ²	6.00	4110.64	24663.85
350			Conexiones	c/u	75.00	2697.03	202276.93
350	01		Conexiones intradomiciliarias	c/u	75.00	2697.03	202276.93
		05504	Conexión domiciliar de 1 1/2" x 1/2" (No incl. Medidor) (Incl. Exc. y relleno)	c/u	75.00	2196.84	164763.05
		96206	Instalación de medidor de agua potable (solo mano de obra)	c/u	75.00	500.19	37513.88
370			Limpieza y entrega	GLB	1.00		0.00
370	01		Limpieza final	c/u	s		
Costo directo total						Córdobas	1720309.57
						Iva 15 %	258046.44
						Total	1978356.01

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Juego de planos

Anexo 3: Tabla 42 Lista de planos

No	Descripción del plano	Hoja
1	Planta General plano tráfico	1
2	Línea 1	2
3	Línea 2	3
4	Línea 3	4
5	Línea 4	5
6	Planta	6
7	Conducción	7
8	Línea 1	8
9	Línea 2	9
10	Línea 3	10
11	Línea 4	11
12	Torre y tanque	12
13	Caseta y pozo	13
14	Isométrico de la sarta	14
15	Caseta operador de control	15
16	Red de distribución	16
17	Plano eléctrico	17



Anexo 4: Galería de fotos



Elaboración propia.

En representación del proyecto MABE en la comunidad Winston Castillo Ramírez