



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE
LAS COMUNIDADES DE EL CIPIAN Y VILLA EL CARMEN, DEL MUNICIPIO
DE LAS SABANAS, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Absamar González Huete.
Br. Anderson Antonio Guzmán Armas.

Tutor

M.Sc. Ing. Henry Eduardo Loaisiga

Managua, noviembre 2022

Dedicatoria:

De corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

En primer lugar, a Dios nuestro señor porque me ha dado vida, fuerza, voluntad y sabiduría para iniciar y culminar mis estudios y así optar al título de Ingeniería Civil.

A mis padres: Absalón Antonio González Arauz y Martha Lidia Huete Castellón, por brindarme siempre su confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional durante toda mi vida, gracias a ellos he logrado culminar esta meta.

A mi hermana, hermanos y toda mi familia quienes también me brindaron su apoyo en muchos aspectos de mi vida.

Br. Absamar González Huete.

Agradecimiento.

En primer lugar, a Dios por brindarme la paciencia e inteligencia necesaria para poder culminar con este trabajo monográfico.

A mis padres, quienes son las personas más importantes en mi vida y amo incondicionalmente, por el apoyo que me dieron en todo momento, su cuidado paciencia y dedicación; a mi hermana y hermanos por siempre estar para mí y ayudarme en todo lo que necesito por motivarme a ser cada día mejor, sin ellos no hubiese sido posible recorrer este camino tan largo.

A mis amigos, con los que he compartido a lo largo de mi vida y los cuales siempre han estado al pendiente de mis estudios, especialmente a mi amigo y compañero de universidad ingeniero Axel Edgardo Cruz García quien ha estado presente brindándome su apoyo incondicional desde que nos conocimos.

A nuestro tutor M.Sc. Ing. Henry Loaisiga. Por su apoyo en accesoria y revisión de nuestro trabajo monográfico.

A nuestro asesor Ing. Mario Jassenkin Molina Rodríguez quien ha sido parte importante de mi proceso de culminación de mis estudios, con quien conté siempre para aclarar todas las dudas que tuve, el cual me brindó su atención, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este tiempo.

A cada uno de los docentes quienes me impartieron clases durante toda mi etapa universitaria, gracias por brindarme sus conocimientos, ayuda y apoyo para lograr culminar mi carrera.

A todas las personas que de una u otra manera han colaborado para que esta meta pueda cumplirse.

Br. Absamar González Huete

Dedicatoria

Este logro se lo dedico a dios por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en el este proceso de obtener unos de los anhelos más deseado.

Quiero dedicar esta tesis a mis padres SR. Julio Zúniga y Sra. Cleotilde Guzmán Ponce por haberme inculcado muchos valores de ser esa persona que siempre me motivaba para alcanzar grandes cosas; a mi Madre que hecho esfuerzo para invertir en mi educación por siempre creer en mí. Sin olvidar mi Tía la Sra. Yesenia del Socorro Guzmán que fue como una segunda madre para mí; que me ayudo en toda circunstancia desde mi niñez, y mi etapa de universidad.

A mis hermanos Jairo Manuel Guzmán Ruiz Y José Alfredo Guzmán por estar siempre dispuesto aportar en mi desarrollo y motivarme para cumplir mis objetivos.

Te Quiero agradecer mi amor por la ayuda y motivación que me has dado en el transcurso de mi elaboración de monografía.

A **nuestros maestros** que nos transmiten sus conocimientos y experiencias para formarnos como grandes personas.

Y a todas las personas que de una u otra forma fueron participe de este logro.

Br. Anderson Antonio Guzmán Armas

RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad de este documento monográfico es realizar el **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE EL CIPIAN Y VILLA EL CARMEN, DEL MUNICIPIO DE LAS SABANAS, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”** que ofrezca un servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, el cual proveerá a 1096 habitantes proyectados, con la intención de reestablecer una calidad de vida de los pobladores de la comunidad.

Para garantizar la finalidad de este documento, se planteó cumplir los siguientes componentes, que facilitaron la ejecución del presente trabajo:

El sistema de abastecimiento de agua potable seleccionado es un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) y combinado con un mini acueducto por gravedad (MAG), debido a las características del terreno, con una longitud de 3,620.545 m compuesta por tubería HG, PVC SDR-17 y PVC SDR 26, con diámetros de 2”, 1/2”, el sistema estará compuesto por línea de conducción, sarta, filtro presurizado rural, tanque de almacenamiento, red de distribución y conexiones domiciliarias.

Se realizaron encuestas casa a casa de cada familia beneficiada del proyecto, donde cada persona accedió a brindar información necesaria. Posteriormente recopilada cierta información se analizó de forma gráfica, haciendo uso del programa Microsoft Excel.

Se realizaron aforos para determinar la capacidad de agua que fluye, para satisfacer los requerimientos de la población proyectada y así mismo determinar la calidad de la misma, a través de análisis de laboratorio para realizar su respectivo tratamiento de desinfección.

La red de agua potable se diseñó utilizando el programa de Epanet, para determinar los cálculos hidráulicos, y el software de Civil3D para la elaboración de planos, cumpliendo con lo establecido según normas del ANA.

Contenido

Capítulo I. Aspectos generales	1
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
Capítulo II. Marco teórico	5
2.1 Estudio socioeconómico	5
2.2 Proyección de la población	5
2.2.1 Cálculo de población	5
2.3 Fuente de abastecimiento	5
2.3.1 Manantiales	5
2.3.2 Aguas superficiales	6
2.4 Aforo de la fuente	6
2.5 Calidad del agua	7
2.6 Tratamiento de agua	7
2.7 Estudio topográfico	8
2.7.1 Planimetría	8
2.7.2 Altimetría	8
2.8 Elementos de diseño de acueductos	9
2.8.1 Líneas de conducción	9

2.8.2 Línea de conducción por gravedad.....	9
2.8.3 Conducción por bombeo-gravedad.....	9
2.9 Estación bombeo.....	10
2.10.1 Casa control.....	10
2.10.2 Golpe ariete.....	10
2.11 Sistema de filtración presurizado rural	11
2.11.1 Desinfección.....	11
2.12. Dotación.....	12
2.12.1 Proyección de población	12
2.12.2 Tomas domiciliar	12
2.12.3 Periodo de diseño	12
2.12.4 Consumo de agua.....	13
2.13 Presiones.....	13
2.14 Altura dinámica.....	13
2.14.1 Carga dinámica o altura manométrica total.....	13
2.14.2 Carga de succiones (Hs).....	13
2.14.3 Descarga.....	14
2.14.4 Velocidad.....	14
2.15 Tanque de almacenamiento.....	14
2.16 Tanques sobre el suelo.....	15
2.17 Red de distribución	16
2.18 Simulación en Epanet.....	16
Capitulo III. Diseño metodológico	17
3.1 Recolección de información	17

3.2 Encuesta socioeconómica	17
3.2.1 Procesamiento del material encuestado.....	18
3.3 Criterios de diseño	18
3.3.1 Estimación de la población.....	18
3.3.2 Cálculo de la población.....	19
3.3.3 Razón de crecimiento.....	19
3.3.4 tasa de crecimiento.....	20
3.4 Parámetros de calidad	20
3.4.1 Análisis de calidad de agua de la fuente de abastecimiento	20
3.5 Fuentes de abastecimiento	23
3.5.1 Aforo de la fuente	23
3.5.2 Descripción del sistema de abastecimiento de agua existente	25
3.6 Estudio topográfico realizada por la alcaldía de las Sabanas.....	26
3.6.1 procesamiento de datos topográficos.....	26
3.7 Parámetros de diseño	27
3.7.1 Periodo de diseño	27
3.7.2 Variación de consumo.....	28
3.7.3 Presiones máximas y mínimas.....	28
3.7.4 Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams	28
3.7.5 Velocidades en las tuberías	29
3.7.6 Cobertura y localización de las tuberías.....	30
3.7.7 Pérdidas de agua en el sistema	30
3.7.8 Línea de conducción.....	30
3.7.9 Golpe de ariete.....	32

3.8	Diseño de los componentes del sistema	35
3.8.1	Fuente de abastecimiento.....	35
3.8.2	De acuerdo a la norma técnica NTON 09 007-19 en el inciso 6.6.1.4, criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son:	35
3.9	Estación de Bombeo.....	36
3.9.1	Caseta de control	36
3.9.2	Funciones del equipo de bombeo	36
3.9.3	Potencia de motor.....	36
3.9.4	Equipo de bombeo y motor	37
3.9.5	Motores eléctricos	38
3.9.6	Energía	39
3.10	Línea de conducción por Bombeo Eléctrico	40
3.10.1	Caudal de Diseño.....	40
3.10.2	Selección de Diámetros	41
3.10.3	Pérdidas por fricción	41
3.10.4	Pérdidas locales en Accesorios.....	42
3.11	Tanque de Almacenamiento	43
3.11.1	Localización	44
3.11.2	Tanques sobre el suelo (Superficiales)	44
3.12	Diseño de la Red de Distribución.....	44
3.12.1	Demandas Nodales	44
3.12.2	Introducción y Procesamiento de datos.....	45
3.12.3	Consideraciones de Diseño	45
3.12.4	Análisis Hidráulico	46

3.12.5 Selección de la clase de tubería a emplear.....	46
3.12.6 Diámetros.....	47
3.13 Tratamiento	47
3.13.1 Cloración	47
3.13.2 Volumen de Dosificador	48
3.14 Simulación del sistema.....	48
Capitulo IV. Descripción del área de estudio	49
4.1 Referencia y posición geográfica.....	49
4.2 Clima y precipitación	50
4.3 Relieve.....	51
4.4 Suelo	51
4.5 Población y su distribución en la comunidad	51
4.6 Demografía.....	51
4.7 Principales actividades económicas	52
4.8 Cuencas hidrográficas	52
4.9 Vías de acceso y transporte.....	52
Capitulo V. Cálculo y resultados	53
5.1 Conceptualización del proyecto	53
5.2 Estudio socioeconómico.....	53
5.3 Proyección de población	53
5.3.1 Cálculo de tasa de crecimiento	53
5.4 Estudio socioeconómico de la comunidad	54
5.4.1 Censo poblacional	54
5.4.2 Distribución de la población por edad.....	55

5.4.3 Distribución de la población por sexo	56
5.5 Educación.....	58
5.5.1 Distribución nivel de escolaridad	58
5.6 Situación socioeconómica de las comunidades.....	59
5.6.1 Actividades económicas	59
5.6.2 Ingresos económicos.....	60
5.7 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda	62
5.7.1 Situación de la disposición de excretas	62
5.7.2 Estado de las letrinas.....	63
5.8 Agua potable	63
5.8.1 Nivel de servicio	63
5.8.2 Acceso al agua potable de las viviendas.....	63
5.8.3 Frecuencia y duración del servicio	64
5.9 Criterios de diseño	66
5.9.1 Proyección de población y consumo	66
5.9.2 Dotación	66
5.9.3 Proyección de población	66
5.9.4 Periodo de diseño.....	67
5.9.5 Factores de máxima demanda	68
5.10 Estudio de la fuente	70
5.10.1 Selección de la fuente de abastecimiento	70
5.10.2 Aforo por velocidades y área transversal	70
5.10.3 Calidad de agua	71
5.10.4 Tratamiento de agua	72

5.10.5 Levantamiento topográfico	74
5.11 Línea de conducción.....	74
5.11.1 Caudal de bombeo	74
5.11.2 Selección del diámetro de la tubería	75
5.11.3 Golpe de ariete.....	76
5.11.3.1 Cálculo de celeridad	76
5.11.4 Dimensionamiento de tubería y cálculo de pérdidas de carga.....	79
5.11.4.1 Cálculo de pérdidas por fricción en línea de conducción	79
5.11.4.2 Cálculo pérdidas locales en la sarta de bombeo.....	81
5.12 Determinación de las características del equipo de bombeo.....	82
5.12.1 Cálculo de carga total Dinámica.	82
5.12.2 Selección del equipo de bombeo	83
5.12.2.1 Potencia hidráulica de la bomba	83
5.12.2.2 Característica de la bomba.....	87
5.13 Tanque de almacenamiento.....	87
5.13.1 Red distribución	89
5.13.2 Esquema de la red de distribución	90
5.13.3 Análisis hidráulico de la red.....	91
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones	98
6.1 Conclusión.....	98
6.2 Recomendaciones	100
Anexo.....	103

Índice de tablas

Tabla 1 - Parámetros bacteriológicos	21
Tabla 2 - Parámetros Organolépticos.....	22
Tabla 3 - Parámetros Físicos-Químicos	22
Tabla 4 - Parámetros para sustancias no deseadas	23
Tabla 5 - Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la.....	23
Tabla 6 - Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.....	27
Tabla 7 - Coeficiente de rugosidad (C) de Hazen - Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.	29
Tabla 8 - Velocidades máximas de diseño	29
Tabla 9 - Modulo de elasticidad.....	33
Tabla 10 - Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal	37
Tabla 11 - Diámetro de Sarta en Relación a un Rango de Caudales	38
Tabla 12 - Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga.	38
Tabla 13 - Tabla de accesorios	42
Tabla 14 - Clases de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC.....	46
Tabla 15 - Censo Poblacional.....	54
Tabla 16 - Distribución por Edad	55
Tabla 17 - Distribución de nivel de escolaridad.....	58
Tabla 18 - Datos de Población	66
Tabla 19 - Población futura método geométrico.....	67
Tabla 20 - Proyección de población y consumo.....	69
Tabla 21 - Resultados de aforo de la fuente	70
Tabla 22 - de Dosificación de cloro	73
Tabla 23 - Pérdidas localizadas en la línea conducción.	80
Tabla 24 - Sumatoria de pérdidas	80
Tabla 25 - Pérdidas de accesorio	81
Tabla 26 - de potencia de la bomba	87
Tabla 27 - De dimensionamiento del tanque.....	88

Tabla 28 - Ramales de la red de distribución	89
Tabla 29 - Resultados de la tubería en la simulación.	94
Tabla 30 - Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo.	92
Tabla 31 - Presiones resultantes de la simulación del tanque 1/3 de su capacidad.	96
Tabla 32 - Resultados de velocidades en tubería con tanque 1/3 de su capacidad.	96

Índice de figura

Figura 1. Fuente existente.....	25
Figura 2. Línea de conducción por bombeo Eléctrico.....	40
Figura 3. Macro localización.....	49
Figura 4. Micro localización	50
Figura 5. Distribución por rango de edades	55
Figura 6. Distribución de la población comunidad Villa el Carmen.....	56
Figura 7. Distribución de población por sexo	57
Figura 8. Distribución de Población por Sexo	57
Figura 9. Nivel escolaridad	59
Figura 10. Actividad económica	60
Figura 11. Ingresos económicos	61
Figura 12. Ingresos económicos	61
Figura 13. Saneamiento	62
Figura 14. Estado de las Letrinas.....	63
Figura 15. Acceso al agua potable.....	64
Figura 16. Frecuencia del servicio - Cipian.....	65
Figura 17. Frecuencia del servicio –Villa el Carmen.....	65

Figura 18. Carga total dinámica	82
Figura 19. Esquema de la red de distribución.....	90
Figura 20. Tanque lleno y consumo máximo horario (CMH)	93
Figura 21. Simulación con consumo cero	91
Figura 22. Simulación consumo cero con válvulas reductoras.....	92
Figura 23. Simulación de tanque 1/3 tercio de su capacidad con consumo máximo horario en circulación.....	96

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Calculo de la población	19
Ecuación 2. Razón de crecimiento	19
Ecuación 3. Area de seccion transnsversal.....	24
Ecuación 4. Coeficiente de rugosidad de hazen williams.....	29
Ecuación 5. Hazen williams	31
Ecuación 6. Diametro economico Bresse	32
Ecuación 7. Potencia de la bomba	32
Ecuación 8. Allieve	33
Ecuación 9. Tiempo de cierre de la valvula	34
Ecuación 10. Sobrepresion maxima	34
Ecuación 11. Maniobra lenta.....	34
Ecuación 12. Sobrepresion	34
Ecuación 13. Caudal de diseño	40
Ecuación 14. Consumo maximo diario	41
Ecuación 15. Perdidas por friccion	41
Ecuación 16. Perdidas locales Accesorios	42
Ecuación 17. Consumo horas maxima	45
Ecuación 18. Concentracion del dosificador.....	48
Ecuación 19. Volumen dosicante.....	48

Índice de anexo

Anexos N°. 1 - Encuesta socioeconómico	103
Anexos N°. 2 - Memoria fotográfica	107
Anexos N°. 3 - Análisis de calidad de agua	110
Anexos N°. 4 - Datos técnicos de la bomba Grundfos	112
Anexo N°. 5 – Resultados de análisis hidráulico de la red.	114
Anexo N°. 6 – Ficha técnica FPR.....	153
Anexo N°. 7 – Planos	155



Capítulo I

Aspectos generales

"El agua es el elemento y principio de las cosas."

Tales de Mileto

Capítulo I. Aspectos generales

1.1 Introducción

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo humano.

En este proyecto se pretende realizar la propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Cipian y Villa el Carmen, del municipio de las Sabanas, departamento de Madriz y garantizar que cumpla con las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), como un aporte para mejorar la calidad de vida de los habitantes y poder dar respuesta a la demanda planteada por los pobladores, garantizando agua potable en cantidad y calidad óptima, mejorando además la capacidad de administración del sistema existente, que coadyuve a la sostenibilidad del mismo a través del Comité de agua Potable y Saneamiento de la Comunidad (CAPS).

La población de las comunidades carece del servicio de agua potable, es abastecido actualmente mini acueducto por gravedad (MAG), del manantial El Torreón, esta produce solo un 50% de la demanda requerida por la población por lo que es necesario reforzar el sistema con una nueva fuente de abastecimiento.

Se realizaron visitas de campo en las comunidades en las cuales se pudo observar en conjunto con la población la situación actual del servicio de agua potable. Actualmente las comunidades El Cipian y Villa el Carmen cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable deficiente, brindando entre 5 - 2 horas de servicio a la población.

1.2 Antecedentes

Las comunidades El Cipian y Villa El Carmen son abastecidas actualmente por un mini acueducto por gravedad (MAG). La configuración del sistema es: Captación – PRC (2)-tanque de almacenamiento y red de distribución, El servicio de agua es deficiente, sobre todo en época de verano en el cual brindan un servicio de 5 - 2 horas al día.

El sistema fue construido por PRONORTE en el año 1990, mediante el uso de 5 puestos públicos. En 1995 con fondos de la Unión Europea (UE) se construyó la red de distribución y en el año 2016-2017 con financiamiento de la Cruz Roja (CR) se completaron las conexiones domiciliarias y mejoras en la red de distribución. Las conexiones domiciliarias carecen medidores medición lo que influye en mal uso del agua afectando la calidad del servicio.

La fuente de abastecimiento del sistema es un manantial llamado El Torreón, ubicado en un área que forma parte de la reserva natural Tepesomoto - La Patasta, que se encuentra ubicada a 20 km hacia el noreste de la comunidad El Cipian, actualmente presenta buena vegetación de bosques ríos y mixtos, pero con riesgo por la expansión agrícola y ganadera.

En el país hay registrados 5,200 CAPS de los cuales 780 son mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).

1.3 Justificación

Para dar respuesta a estos problemas, se propone llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad “El Cipian y Villa El Carmen” el cual deberá cumplir con las normas establecidas. La Autoridad Nacional del Agua ANA. Con este proyecto se espera mejorar las condiciones de vida de la población, de sus actividades domésticas, de higiene personal y protección al medio ambiente.

El proyecto propuesto consiste en la construcción de un (MABE) con línea de impulsión desde la fuente superficial llamada poza La Ahogada, localizada en la comunidad de quebrada onda hasta el tanque de almacenamiento y complementarlo con la construcción de un (MAG) con conexiones domiciliarias.

Este método será el mejor ejecutado dado que el análisis de la demanda cumple con base a la proyección a 2042. Por medio de aforos realizados en la fuente se llegó a la conclusión que esta cumple con la necesidad de todo el periodo de diseño del proyecto.

Por los elementos antes descritos, se considera de gran importancia y se justifica el diseño del sistema para el abastecimiento de agua potable de la comunidad “El Cipian y Villa El Carmen”, que garantice calidad y cantidad para los habitantes de esta comunidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Cipian y Villa el Carmen del municipio de las Sabanas, departamento de Madriz.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de la comunidad a través de una encuesta socioeconómica.
2. Determinar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento mediante un análisis físico-químico y bacteriológico.
3. Cuantificar el caudal de agua disponible en la fuente de abastecimiento mediante aforos de la fuente.
4. Dimensionar los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable con base en la topografía del terreno.
5. Proponer los planos constructivos del sistema hidráulico propuesto.
6. Simular el funcionamiento hidráulico del sistema a través del software Epanet 2.0.



Capítulo II

Marco teórico.

“Olvidamos que el ciclo del agua y la vida son uno.”

Jacques Cousteau.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Estudio socioeconómico

La caracterización de la situación económica de la población será realizada mediante la aplicación de la encuesta socioeconómica. Se deben tomar en cuenta factores monetarios y económicos para priorizar y gestionar los recursos que se vayan a utilizar ingreso total o mensual de las familias. (Tobar, 2013)

2.2 Proyección de la población

2.2.1 Cálculo de población

La población, es objetivo del parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, ANA (2021) 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.

2.3 Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo. (Pittman, 1997, p. 27)

2.3.1 Manantiales

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los

casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

- a) Los datos de aforo, deben corresponder al final del período de estiaje y se tomará como base para el diseño el mínimo valor obtenido menos el caudal ecológico.
- b) El caudal crítico de producción de la fuente menos el caudal ecológico, debe ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible. (ANA, 1999, p. 5)

2.3.2 Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc., que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permite visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. (Pittman, 1997, p. 31)

2.4 Aforo de la fuente

La aceptación de un manantial como fuente de suministro de agua potable se realiza en base a su dato o datos de aforo, que deberá corresponder al final del periodo seco de la zona y se tomará como mínimo el valor obtenido para el diseño.

El ANA establece, que el caudal crítico de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del periodo de diseño, de lo

contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.(ANA, 1999, sec. 6.2)

2.5 Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua se deben utilizar Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, mediante Acuerdo Ministerial No. 65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, "Normas de Calidad del Agua para el consumo humano"; en su versión vigente.

El Agua procedente de cualquier fuente, que presente características no aptas para el consumo humano, requiere de procesos con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas referidas en el párrafo anterior. Estos procesos se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y desinfección.

Las tomas de las muestras para determinar la calidad del agua deben cumplir con lo establecido en la ISO 5667-3 "Calidad del agua" Preservación y manipulación de muestras de agua, estas deben ser remitidas a laboratorios acreditados para sus respectivos análisis fisicoquímico, microbiológico, sustancias inorgánicas y orgánicas, plaguicidas, metales pesados y pesticidas. (ANA, 2021, p. 6.4)

2.6 Tratamiento de agua

El agua químicamente pura, no existe en la naturaleza, debido a que ella, en su ciclo hidrológico, absorbe, arrastra y disuelve gases, minerales, compuestos vegetales y aún microorganismos, que le comunican características muy particulares.

La calidad de las aguas naturales depende, directamente de la mayor o menor concentración y variedad de esas sustancias extrañas presentes en su composición.

La presencia, en mayor o menor proporción, de las sustancias antes mencionadas le comunican propiedades que pueden hacerla desechar como fuente de abastecimiento o por lo menos obligan a aplicarle una serie de procesos correctivos para que cumpla con los requisitos de calidad para el consumo humano o de composición química para otros usos. Estos procesos se clasifican en: pre tratamiento, tratamiento y desinfección. (ANA, 2021, p. 61)

2.7 Estudio topográfico

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y las longitudes de los diferentes tramos de la tubería. (Márquez, 2017, p. 1)

2.7.1 Planimetría

Estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la exacta posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo. (Márquez, 2017, p. 3)

2.7.2 Altimetría

Determina las alturas de los diferentes puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia; generalmente correspondiente al nivel medio del mar. (Márquez, 2017, p. 3)

2.8 Elementos de diseño de acueductos

2.8.1 Líneas de conducción

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

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.(ANA, 2021)

2.8.2 Línea de conducción por gravedad

Es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción de agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Se debe utilizar la energía máxima disponible para conducir el gasto deseado. (Pittman, 1997, p. 53)

2.8.3 Conducción por bombeo-gravedad

Si la topografía del terreno del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regulación, conviene analizar la colocación. La instalación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.(ANA, 2021)

2.9 Estación bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civil, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución. (ANA, 1999, sec. 6.1)

2.10.1 Casa control

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos. (ANA, 1999, sec. 6.2)

2.10.2 Golpe ariete

Se denomina golpe de ariete el efecto de choque violento o sobrepresión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al modificarse de manera instantánea el movimiento del fluido, como puede ocurrir en caso del cierre. Repentino de una válvula. (López Cualla, 2003)

Para evitar el golpe de ariete pueden tomarse varios tipos de medidas, entre las cuales las más indicadas son las que no requieren de equipos especializados, ya que en el caso de acueductos rurales no es fácil la labor de mantenimiento de estos equipos:

- Limitación de la velocidad (0.6 m/s a 3.0 m/s)
- Cierre lento de las válvulas mediante la colocación de un volante de gran diámetro.
- Empleo de válvulas especiales contra el golpe de ariete
- Aumentar el espesor de la pared de la tubería

Construcción de tanques de oscilación o cámaras de aire comprimido. (López Cualla, 2003)

2.11 Sistema de filtración presurizado rural

Empleamos filtros metálicos con diferentes medias, con válvulas manuales para filtrar y retro-lavar. Las medias filtrantes se seleccionan en función de los elementos contaminantes que queremos eliminar y la desinfección se realiza de forma controlada con dosificadores en línea.

Nuestra tecnología permite el crecimiento modular tanto en función del incremento en la demanda como también en la incorporación de equipos para condiciones de operación más duras, como podría ser la instalación de un dosificador de sulfato de aluminio para hacer frente a niveles de turbidez y color que por mera filtración no se podrían tratar. (Pérez, 2021)

2.11.1 Desinfección

De acuerdo a la Norma Técnica NTON 09 007-19, (2019) en el inciso 6.11. La Calidad del agua destinada para consumo humano se establece en la normativa N° 066-232-2011, "MINSA", "Manual para la vigilancia sanitaria del agua para el consumo humano", del Ministerio de Salud, encargado de la regulación sanitaria en Nicaragua.

Debe cumplir con los valores recomendados y máximos permisibles, establecidos en el Acuerdo Ministerial N° 65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE 2000, "Normas de Calidad del Agua para el consumo"; en su versión vigente.

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal.

En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA.

2.12. Dotación

De acuerdo a la Norma Técnica NTON 09 007-19, (2019) en el inciso 6.2.1.4 establece. La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, sanitarios se asignará un caudal de 30 a 50 lppd.
- b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 80 lppd.

2.12.1 Proyección de población

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, 2021, p. 6)

2.12.2 Tomas domiciliar

Según la cartilla operación y mantenimiento de mini acueductos por gravedad que son elementos de servicios del sistema para ser utilizada por los usuarios para el consumo o suministro de agua. (FISE, 2000, p. 7)

2.12.3 Periodo de diseño

Según la Norma Técnica NTON 09 007-19, (2019) inciso 5.1 establece:

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 que 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.

2.12.4 Consumo de agua

Se entiende por consumo a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias (Aseo, higiene personal, beber, cocinar, limpieza del hogar, etc.). Generalmente se cree que el consumo está dado por el crecimiento poblacional; sin embargo, existen otros parámetros con los que este consumo puede variar, entre ellos el clima, nivel económico, densidad poblacional, costo de tuberías, etc. (ANA, 1999)

2.13 Presiones

En la línea de conducción las presiones representan la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. En un tramo de tubería que está Operando a tubo lleno. (Pittman, 1997, p. 61)

2.14 Altura dinámica

2.14.1 Carga dinámica o altura manométrica total

De acuerdo a la (OPS/CEPIS, 2005, p. 6) La altura dinámica puede ser definida como como incremento total de la cargar del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulso.

2.14.2 Carga de succiones (Hs)

Según la Norma Técnica NTON 09 007-19, 2019 inciso 6.7.7.1 establece:

- a) Debe utilizar tuberías de diámetros iguales o mayores a los diámetros de descarga de la bomba.

- b) En el extremo de la tubería de succión de debe instalar una válvula de pie con coladera. El área libre de las aberturas de la coladera deberá ser de 2 a 4 veces de la tubería de succión.
- c) La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible, deben evitarse los cambios de dirección especialmente cerca de la bomba.
- d) La línea de succión debe llegar hasta succión de la bomba evitando codos o tees horizontales en casos de instalar codo en la tubería de succión esta debe ser de radio largo.
- e) Si el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de la admisión de la bomba, debe conectarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal.

2.14.3 Descarga

Está dada por la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el Sitio de llegada y el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión. (OPS/CEPIS, 2005, p. 8)

2.14.4 Velocidad

- Para líneas por bombeo, se procura que las velocidades no excedan de 1.50 m/s. Se determina el diámetro más conveniente de la tubería mediante un análisis económico correspondiente.
- Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizar las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión.
- La velocidad mínima debe ser de 0.60 m/s.(ANA, 2021, p. 6.8)

2.15 Tanque de almacenamiento

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

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

De tal manera que en los periodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada inicialmente. (López Cualla, 1995, pág. 23)

Según López Cualla, el tanque de almacenamiento tiene los siguientes propósitos:

- Compensar las variaciones en el consumo de agua durante el día.
- Tener una reserva de agua para atender los casos de incendio.
- Disponer de un volumen adicional para caso de emergencias (Accidentes, reparaciones o cortes de energía).
- Dar una presión adecuada a la red de distribución en la población.

2.16 Tanques sobre el suelo

Según la Norma Técnica NTON 09 007-19, 2019 inciso 6.10.4. Establece:

- a) Se debe considerar este tipo de tanques cuando lo permita la topografía del terreno. En el diseño de los tanques debe tenerse en cuenta lo siguiente:
- b) Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitir la circulación del agua;
- c) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, sistema de boya, indicador de niveles, acceso con su tapadera y dispositivo de resguardo. (ANA, 2021)

2.17 Red de distribución

De acuerdo a la Norma Técnica NTON 09 007-19, 2019 inciso 6.9. Establece:

En el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Plan regulador del municipio o comunidad, si es que existe, en el que se establece los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población
- b) Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad.
- c) Servicios públicos existentes y proyectados
- d) Estado actual de la red de agua potable existen (diámetros, clases de tubería, edad de las misma etc., ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose determinar los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque.

2.18 Simulación en Epanet

Epanet es un software libre que permite la simulación del comportamiento hidráulico y la calidad del agua en las redes de la tubería a presión. Una red de distribución del agua, además de las propias tuberías de conducción, pueden aparecer elementos como nodos, bombas, válvulas y dispositivos de almacenamiento, con Epanet. A través de la introducción de datos para cada uno de los elementos, podremos seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías.



Capítulo III

Diseño metodológico.

“Si hay magia en este planeta, está
contenida en el agua.”

Loran Eisely.

Capítulo III. Diseño metodológico

3.1 Recolección de información

La visita de campo, tiene como objetivo recabar información, principalmente visual, que permita conocer el modo de vida de la población y las principales problemáticas que presenta. Sin ser excluyentes, la visita tendrá como objetivo realizar las siguientes actividades de reconocimiento:

- a) Observación general de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
- b) Observación del mecanismo actual para el abastecimiento de agua.
- c) Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial.
- d) Reconocimiento de la fuente de abastecimiento y el estado de esta.
- e) Reconocimiento general de las características ambientales de la zona.

En esta investigación se hará uso de métodos para obtener la información necesaria, dentro de los que están:

- Revisión Bibliográfica con el fin de obtener la legalidad de la información presentada en el documento de investigación.
- Encuesta socioeconómica, con el fin de identificar la problemática y necesidad de las personas en la comunidad con respecto al servicio de agua potable.
- Utilización de la metodología de referencia para el diseño del sistema basada en las Norma técnica NTON 09 007-19, 2019

3.2 Encuesta socioeconómica

La encuesta a implementarse es un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recabar información sobre la capacidad económica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, la situación económica de la familia y la

situación del agua. Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia.

Se realizarán visitas de campo al sitio, así como una recopilación de información secundaria de registros de datos económicos, salud e higiene y características topográficas de la misma para proponer la ubicación idónea del sistema de agua. La muestra representativa poblacional a estudiar será al 100% de las viviendas a servir, y se efectuará a través de una encuesta socioeconómica de agua potable.

3.2.1 Procesamiento del material encuestado

El procesamiento del material encuestado se llevará a cabo en el programa Microsoft Excel. El principal objetivo de este será representar en forma práctica, por medios gráficos, los resultados obtenidos de las encuestas. Del análisis del material dependerá en parte la selección de la dotación y el nivel de servicio para el sistema propuesto.

3.3 Criterios de diseño

El diseño de los componentes del sistema estará basado a la normativa Normas técnicas de abastecimiento NTON 09003-99 y NTON 09001-99. Implementada por la principalmente con las Norma técnica NTON 09 007-19, (2019)

La configuración del sistema de abastecimiento propuesto para la comunidad El Cipian – Villa El Carmen, será del tipo: Fuente-Tanque-Red, por lo que se hará de acuerdo a este orden la descripción de los criterios de diseño.

3.3.1 Estimación de la población

La comunidad El Cipian tiene 78 viviendas incluyendo una escuela, con una población de 290 habitantes.

Villa El Carmen tiene 94 viviendas incluyendo un puesto de salud y una iglesia evangélica con una población de 379 habitantes

La población total de ambas comunidades es de 669 habitantes y 172 viviendas.

3.3.2 Cálculo de la población

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es mayor uso en Nicaragua. (ANA, 2021)

Ecuación 1

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

Dónde:

P_n : Población proyectada al año "n" (hab.)

P_o : Población inicial (hab.)

R: Tasa de crecimiento (notación decimal)

N: Intervalos de tiempos en años

3.3.3 Razón de crecimiento.

Para el planteamiento de alternativas se efectuará las proyecciones de población, para lo cual se requiere estudiar el comportamiento del crecimiento de la población.

Ecuación 2

$$R: \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

R: Taza de crecimiento

P_n : Población al final del periodo de diseño

P_o : Población al inicio del periodo de diseño

N: Número de años que comprende el periodo de diseño

3.3.4 tasa de crecimiento.

De acuerdo con lo establecido por la Norma técnica NTON 09 007-19, 2019, en el inciso 6.1.2. La tasa de crecimiento aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos procedentes y censos actualizado de la localidad de estudios: en ningún caso será menor a 2.5%.

3.4 Parámetros de calidad

El objetivo de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación del sistema, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones. (CAPRE, 1993)

3.4.1 Análisis de calidad de agua de la fuente de abastecimiento

Para esto se tomará muestras en recipientes adecuados y posteriormente se llevará al laboratorio donde se determinarán algunos parámetros como:

Organoléptico: Color verdadero, sabor.

Parámetros Fisicoquímicos: Turbiedad, temperatura, concentración iones de Hidrógenos, sulfato, magnesio, calcio, solidos totales disueltos.

Parámetros bacteriológicos: Coliformes fecales.

Todos estos parámetros serán evaluados de acuerdo a las normas CAPRE 2000 comprobando que estuvieran dentro de los límites máximos permisibles de calidad de agua para el consumo humano. Normas técnicas de abastecimiento NTON 09003-99.

Tabla 1 - Parámetros bacteriológicos

Origen	Parámetros (b)	Valor recomendado	Valor Max. Admisible	Observaciones
A- Todo tipo de Agua de bebida	Coliformes fecal	Negativo	Negativo	
B- Agua que entra al sistema de Distribución	Coliformes fecal	Negativo	Negativo	
	Coliformes total	Negativo	≤ 4	En muestras consecutivas.
C- Agua en el sistema de distribución detectado	Coliformes total	Negativo	≤ 4	En muestras puntuales. No debe de ser.
		Negativo	Negativo	En el 95% de las muestras anuales (c)

Fuente: NTON 09003-99

Tabla 2- Parámetros Organolépticos

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor Max. Admisible
Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad		1	5

Fuente: NTON 09 003-99

Tabla 3- Parámetros Físicos-Químicos

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	Us/cm	400	
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol.Tot. Disueltos	mg/l		1000
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50

Fuente: NTON 09003-99

Tabla 4 - Parámetros para sustancias no deseadas

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitrato-NO ⁻¹ ₃	mg/l	25	45
Nitroso-NO ⁻¹ ₂	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5
Fluoruro	mg/l		0.05

Fuente: NTON 09003-99

Tabla 5- Parámetros para sustancias inorgánicas

Parámetros	Unidad	Valor Máx. Admisible
Arsénico	mg/l	0.01

Fuente: NTON 09003-99

3.5 Fuentes de abastecimiento

3.5.1 Aforo de la fuente

El método a utilizar para el cálculo del caudal, es llamado “método área velocidad” expresan el caudal como un producto del área transversal de la corriente, multiplicando por velocidad promedio. El área perpendicular al flujo, se obtiene

midiendo la geometría de la sección transversal y la velocidad del caudal se puede determinar mediante flotadores.

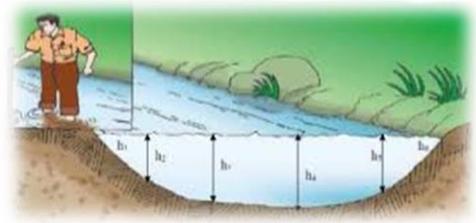
- **Aforo de la fuente**

Se comprobarán los caudales generados por la fuente de estudio en invierno y verano, mediante un aforo en el lugar destinado para la captación donde se dará:

- ✓ El canal debe tener un tramo lo más largo y recto posible
- ✓ El canal debe estar libre de perturbación u obstrucción
- ✓ Flujo libre de remolinos, remansos, retorno del flujo o zonas muertas (ICC, 2017, sec. 3.4.4)

Ecuación 3

$$A_1 = \frac{(h_o + h_1)}{2} \cdot T_1$$



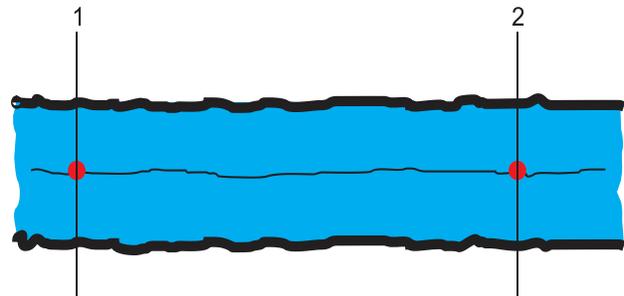
Donde:

A= área sección transversal (m²)

T= ancho sección (m)

Ho, h1= profundidad del agua en diferentes puntos de la sección (m)

$$V_{sup} = \frac{L}{t}$$



Donde:

V_{sup}: velocidad superficial del flujo (m/s)

L: distancia recorrida por el flotador entre el punto 1 y 2

T: tiempo recorrido del flotador entre el punto 1 y 2

$$V_m = V_{sup} \cdot C$$

Donde:

V_m : velocidad media (m/s)

V_{sup} : velocidad superf. (m/s)

C: factor de corrección

Q: $V_m \cdot A$

$$Q = V_m * A_T$$

Donde:

Q: caudal (m³/s)

A: Área= ancho. Largo = (m²)

V_m : velocidad media (m/s)

3.5.2 Descripción del sistema de abastecimiento de agua existente

El 100% de la población de ambas comunidades se abastecen de agua por medio de un Mini acueducto por gravedad (MAG). La configuración del sistema es: Captación – PRC (2)-tanque de almacenamiento y red de distribución, El servicio de agua es deficiente, sobre todo en época de verano en el cual brindan un servicio de 1-5 hora al día.

Figura 1. Fuente existente



Fuente: Elaboración propia.

3.6 Estudio topográfico realizada por la alcaldía de las Sabanas

El levantamiento topográfico de la zona en estudio juega un papel fundamental para poder determinar la ubicación óptima de las tuberías, accesorios, válvulas, tanque, etc.

En este levantamiento se aborda en dos etapas; primeramente se realiza una exploración inicial con GPS para definir la ruta que atravesaran las redes y posteriormente se hace un levantamiento de alta precisión con Estación Total; en este punto se requiere tomar en cuenta las recomendaciones proporcionadas por el nuevo FISE tales como la georreferenciación de levantamientos, como la representación de las vías de acceso, levantamientos de los predios para las obras de captación, potabilización y almacenamiento del agua.

El levantamiento topográfico Planímetro se determinó la ubicación de las vías de acceso, así como de las viviendas, escuela, iglesia, ríos y otros puntos de referencia importantes de interés público. En lo que refiere a viviendas, se registraron la ubicación de las mismas en la comunidad mediante el levantamiento.

Para el levantamiento Altimétrico en cada PI se cuenta con la elevación información fundamental para el dimensionamiento del sistema y garantizar que el agua llegue a cada vivienda.

3.6.1 procesamiento de datos topográficos

La información planimetría y altimétrica producto del levantamiento de puntos fue facilitada por la alcaldía municipal de las Sabanas y será procesada en el programa AUTOCAD, programa que se utilizará para las siguientes actividades:

- a) Construcción de planos de detalle en planta.
- b) Construcción de planos topográficos.
- c) Construcción de perfiles longitudinales.

3.7 Parámetros de diseño

3.7.1 Período de diseño

Según la norma técnica NTON 09 007-19, (2019), en el inciso 6.5. En proyectos de abastecimientos de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes de sistema.

Tabla 6 - Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Tipos de Componentes	Periodo de diseño años
Presas, diques	50
Pozo, perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de bombeo	10
Captación superficiales y manantiales	20
Captaciones de agua de lluvia	10
Desarenado	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	20
Filtro Grueso Dinámico (FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Fuente: NTON 09 007-19

3.7.2 Variación de consumo

De acuerdo a la norma técnica NTON 09 007-19, (2019), en el inciso 6.2.5. Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución

- Consumo Máximo Día (CMD): 1.5 CPD (consumo promedio diario) + pérdidas utilizando para la Línea de conducción por Bombeo Eléctrico
- Consumo Máximo horas (CMH): 2.5 CPD (consumo promedio diario) + pérdidas utilizando para Red de Distribución por Gravedad.
- P: pérdidas en el sistema= 15 o 20% del CPD
- CMH (1.5 o 2.5 CPD) + P donde son factores de variación de consumo horario

3.7.3 Presiones máximas y mínimas

De acuerdo a los criterios de la norma técnica NTON 09 007-19, (2019) en el inciso 6.9.1.1 establece lo siguiente:

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

Presión mínima: 5.0 metros

Presión máxima: 50.0 metros

3.7.4 Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

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

Ecuación 4

$$H: \frac{10,679 * L * Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} * D^{(4.87)}}$$

Tabla 7 - Coeficiente de rugosidad (C) de Hazen - Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Material del conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Cloruro de polivinilo (PVC)	150
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente)	130
Hierro Galvanizado	130

Fuente: NTON 09 007-19

3.7.5 Velocidades en las tuberías

Estas estarán dadas según la norma técnica NTON 09 007-19, (2019), para tomar en cuenta el flujo en las tuberías con el fin de evitar sedimentos en la misma, los valores permisibles son los siguientes.

Se permitirán velocidades de flujo de 0,60m/s a 5,00m/s, de ser necesario se deben instalar válvulas de limpieza

Tabla 8 - Velocidades máximas de diseño

Tipo de Tubería	Velocidad Máxima [m/s]
De concreto simple hasta 457.2 mm de diámetro	3
De concreto reforzado	3
De acero con y sin revestimiento	5

Tipo de Tubería	Velocidad Máxima [m/s]
De polietileno de alta densidad	5
De P.V.C	5
Túneles sin revestimiento	2

Fuente: NTON 09 007-19

3.7.6 Cobertura y localización de las tuberías

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre las coronas de las tuberías. En andenes esta cobertura mínima será 0,70 m.(ANA, 2021, sec. 6.9.1.1)

3.7.7 Pérdidas de agua en el sistema

Según la norma técnica NTON 09 007-19, (2019), en el inciso 6.3. Para el diseño de este acueducto se consideró un 15% del consumo promedio diario.

3.7.8 Línea de conducción

Citando la norma técnica NTON 09 007-19: Se definirá como “Línea de conducción” a la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de almacenamiento, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el caudal del gasto máximo diario 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.

La línea de conducción traslada el caudal extraído de fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

a) Fuente-tanque: la línea de conducción va directamente de la estación de bombeo al tanque de almacenamiento; esta deberá ser suficiente para transportar el consumo máximo del día.

El empleo de tuberías en conducciones (caso más común), permite hacer el análisis hidráulico de los conductos a presión, dependiendo de las características topográficas que se tengan. Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistió en utilizar la energía disponible para vencer las pérdidas por

Para el caso del dimensionamiento de la línea de conducción se aplicará la fórmula de Hazen-Williams. norma técnica NTON 09 007-19. En el inciso 6.8.5.2

Ecuación 5

$$H: \frac{10,679 * L * Q^{(1.85)}}{C^{(1.85)} * D^{(4.87)}}$$

Dónde:

Q: caudal metros cúbicos por segundo (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad (c)

D: diámetros internos de las tuberías en metros. (mm)

L: longitud de la tubería en metros (m)

C: pérdidas de carga en metros

a) Diámetro económico

Para determinar el diámetro económico en la línea de impulsión se aplicó la fórmula de Bresse. (ANA, 2021, sec. 6.8.7)

Ecuación 6

$$D: 1.3 * x \frac{1}{4} \sqrt{Q}$$

Donde:

D: Diámetro (m)

Q: Caudal (m³/s)

b) Potencia requerida de la bomba Para el caculo de la potencia requerida de la bomba (PRB) se aplicó la formula siguiente:

Ecuación 7

$$P_A: \frac{\gamma Q h_A}{\eta}$$

Donde:

P_A: Potencia en kilowatts

γ: Peso especifico

Q: Caudal m³/s

h_A: Carga total dinámica

η: Eficiencia

En el perfil de la conducción, se hará el trazo de la línea Piezométrica que corresponde a los diámetros que satisfagan la condición de que la carga disponible sea igual a la pérdida de carga por fricción.

3.7.9 Golpe de ariete

El valor de la celeridad o velocidad de propagación de la onda se aplicará mediante la fórmula de Allievi:

Ecuación 8

$$C: \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

En donde:

C: celeridad de la onda (m/s)

D: diámetro del tubo (m)

E: espesor de la pared del tubo (m)

K: relación entre el módulo de elasticidad del agua y del material de la tubería.

K: $10^{10}/E_{\text{tubería}}$

Tabla 9 - Modulo de elasticidad

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1
Concreto	5
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18

Fuente: López Cualla, 1995

Tiempo de cierre de la válvula (cierre rápido y cierre lento)

El tiempo en que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

Ecuación 9

$$T: \frac{2L}{c}$$

Dónde:

L: Longitud hasta el depósito (m)

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s)

T: Fase o período de la tubería (s)

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de que la onda de depresión comience a actuar:

Ecuación 10

$$T < \frac{2L}{c} \text{ Sobrepresión máxima}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegará a la válvula antes de que se halle ésta completamente cerrada:

Ecuación 11

$$T > \frac{2L}{c} \text{ Maniobra lenta}$$

En caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$) la sobrepresión máxima será:

Ecuación 12

$$h_a: \frac{CV}{g}$$

Donde:

H_a : sobrepresión (m de agua)

C: celeridad

V: velocidad media del agua (m/s)

G: aceleración de la gravedad (m/s^2)

3.8 Diseño de los componentes del sistema

3.8.1 Fuente de abastecimiento

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

- El caudal de las fuentes superficiales y subterráneas debe ser capaz de aportar la demanda de máximo día. Para el caso de las fuentes superficiales debe aportar además de la demanda de máximo día, el caudal ecológico. Ver Anexo B. Guía Técnica de Estudios Hidrológicos. (ANA, 2021, sec. 6.6)

3.8.2 De acuerdo a la norma técnica NTON 09 007-19 en el inciso 6.6.1.4, criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son:

- a) Los datos de aforo, deben corresponder al final del período de estiaje y se tomará como base para el diseño el mínimo valor obtenido menos el caudal ecológico.

b) El caudal crítico de producción de la fuente menos el caudal ecológico, debe ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible

3.9 Estación de Bombeo

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

3.9.1 Caseta de control

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos. (ANA, 1999, sec. 6.3)

3.9.2 Funciones del equipo de bombeo

La fundación de equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 228 días.

3.9.3 Potencia de motor

Se considera un factor de 1.15 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia por la Bomba, Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.(ANA, 2021, p. 6.7.7.4)

3.9.4 Equipo de bombeo y motor

- Altura máxima de succión según. La carga neta positiva de succión disponible (N.P.S.H) de la bomba.
- Golpe de ariete.
- Curvas características de las bombas
- Tuberías en succión y descarga de equipo de bombeo, el diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas.
- La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando éstas trabajen en serie se dividirá en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el fin de normalizar los tipos de equipos a instalar.
- La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indica en él.
- Posibles variaciones de la altura de succión según norma técnica NTON 09 007-19

Tabla 10 - Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal

Velocidad	Diámetro	caudal
Metros por segundo	mm	Litros por segundo
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: NTON 09-007-19

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico y comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención para selección del diámetro en el siguiente.

Tabla 11 - Diámetro de Sarta en Relación a un Rango de Caudales

Diámetro de Sarta mm	Rango de Caudales L/s	
50	5,05	-
75	5,05	12,6
100	12,6	25,2
150	25,2	56,8
200	56,8	75,7
250	75,7	101

Fuente: NTON 09-007-19

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y válvula de compuerta se deberá considerar una válvula de alivio para proteger l instalación del golpe de ariete recomendándose los siguientes diámetros de acuerdo al cuadro.

Tabla 12 - Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga.

Diámetro de Válvula mm	Rango de Caudales L/s	
150	63	126
100	31,5	63
75	15,8	31,5
50	3,8	15,8
25		3,8

Fuente: NTON 09-007-19

3.9.5 Motores eléctricos

Según lo establecido por norma técnica NTON 09 007-19, en el inciso 6.7.7.4. El Diseñador de las instalaciones eléctricas debe tener en cuenta lo siguiente: Determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia. (Exceptuando la bomba de reserva).

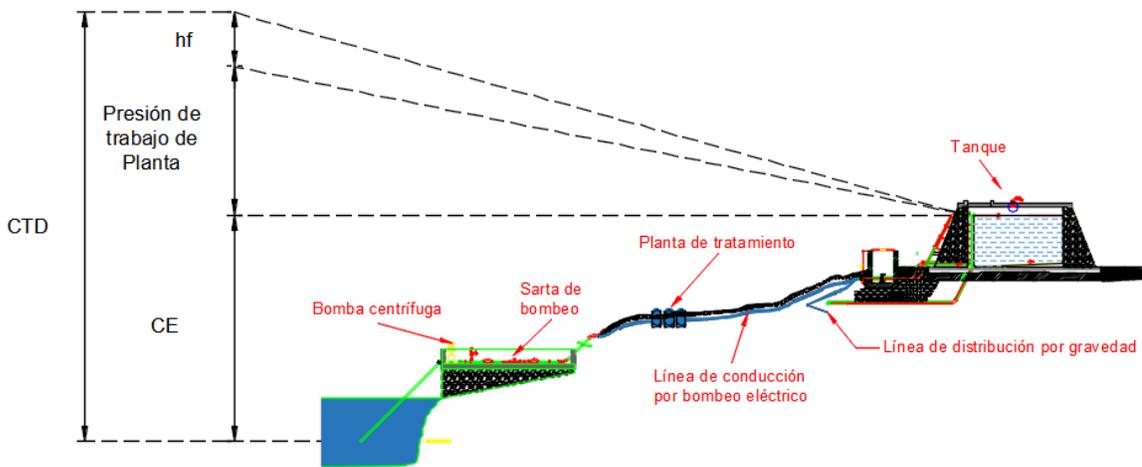
Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, de eje hueco o sólido y las capacidades de uso standard elaborados por los fabricantes son: 3, 5, 7.5 10 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 y 200 HP., Usar un factor de 1,15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

3.9.6 Energía

De acuerdo a la capacidad de los motores debe utilizarse el siguiente tipo de energía:

- En presencia solo de red media tensión monofásica debe utilizarse el siguiente tipo de energía:
 - Para motores de (1 a 2) HP usar 1/60/110, energía monofásica.
 - Para motores de (3 a 10) HP usar 1/60/230, energía monofásica.
- En presencia solo de red media tensión trifásica debe utilizarse el siguiente tipo de energía:
 - Para motores de (5 a 30) HP usar 3/60/230/460.
 - Para motores mayores de 30 HP, usar 3/60/460.

Figura 2. Línea de conducción por bombeo Eléctrico



Fuente: Gráfico de elaboración propia

3.10 Línea de conducción por Bombeo Eléctrico

3.10.1 Caudal de Diseño

Se dimensiona para la condición de consumo máximo día al final del periodo de diseño tomando el tiempo de bombeo mínimo de 12 horas

Ecuación 13

$$Q_D: C.M.D * \frac{24}{HB}$$

Donde:

QD: Caudal de diseño para determinar la capacidad del equipo de bombeo

C.M.D: Caudal máximo día

HB: Horas de bombeo

En el diseño de la línea de conducción por bombeo eléctrico se dispone, para transportar el caudal requerido aguas arriba, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario

Ecuación 14

$$(CMD = 1.5 CPD + Q \text{ pérdidas})$$

- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- c) La presión de estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m.

3.10.2 Selección de Diámetros

De acuerdo a la norma técnica NTON 09 007-19, en el inciso 6.8.7. Para el pre dimensionamiento en base a la Formula de Bresse, con $k=0.9$ y $n=0.45$

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

D: metros

Q: m³/seg

n: factor potencial

3.10.3 Pérdidas por fricción

Se utilizará la fórmula de Hazen – Williams para el análisis hidráulico para conocer las pérdidas a lo largo del todo el sistema, utilizando el coeficiente de 150 y 130 para ductos de HG y PVC.(ANA, 1999, sec. 7.4.2)

Ecuación 15

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Dónde:

H: Pérdida de carga en metros.

L: Longitud en metros.

S: Pérdida de carga en m/m.

Q: Gasto en m³/s.

D: Diámetro en metros.

C: Coeficiente de Hazen-Williams, el valor depende del tipo de tubería.

3.10.4 Pérdidas locales en Accesorios

Para calcular las pérdidas de carga generada en los accesorios de la Sarta de bombeo y la entrada al tanque de almacenamiento se utilizará la siguiente formula.

Ecuación 16

$$h_l: K * \frac{V^2}{2G}$$

Donde:

H_l: Perdida local (m)

K: coeficiente de descarga para accesorio

V: velocidad en tubería de conducción (m/s)

G: 9.8 m/s²

Tabla 13 - Tabla de accesorios

Accesorio	K
Uniones maleables Dresser	0

Accesorio	K
Válvula de retención	2
Válvula de Aire y Vacío	2.5
Válvula de Alivio	2.5
Válvula de Compuerta	0.25
Medidor maestro	2.5
Manómetro	2.5
Codos de 45 grados	0.4
Tee	0.9
Válvula de limpieza	2.1

Fuente: Guías para el diseño de estación de bombeo de agua potable, 2005.

3.11 Tanque de Almacenamiento

De acuerdo a la norma NTON-09 007-19 en el inciso 6.10 establece:

El tanque de almacenamiento será diseñado basado a los parámetros siguientes:

- a) Poblaciones menores de 20,000 habitantes el 25% del consumo promedio diario (CPD).
- b) Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- c) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obra de captación, se estimará igual al 15% del consumo promedio diario.

3.11.1 Localización

Están dadas según norma técnica NTON 09 007-19, en el inciso 6.10.2. Los tanques deben estar ubicados lo más cercanos posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y a que garantice las presiones uniformes en todas y cada una de las casas tributarias a cada nodo, componente de dicha red.

3.11.2 Tanques sobre el suelo (Superficiales)

De acuerdo con lo establecido por la norma técnica NTON 09 007-19, en el inciso 6.10.4.1. Se debe considerar este tipo de tanques cuando lo permita la topografía del terreno. En el diseño de los tanques debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuesto a fin de permitir la circulación del agua
- b) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, sistema de boya, indicador de niveles, acceso con su tapadera y dispositivo de resguardo.

3.12 Diseño de la Red de Distribución

El diseño Hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y modelación Hidráulica Epanet.

3.12.1 Demandas Nodales

Las demandas nodales se calcularon en dependencia de la calidad de viviendas que va abastecer dicho tramo, en el cual se consideraron datos como el hacinamiento actual de personas en cada casa, la dotación, la tasa de crecimiento adoptada y el factor de consumo; el caudal total debe ser igual al consumo promedio horario calculado.

3.12.2 Introducción y Procesamiento de datos

Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son los siguientes:

- En los nodos: Cota de Elevación y Demanda Nodal.
- En los tramos: Diámetro, longitud, Coeficiente de Rugosidad.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se puede proponer otros diámetros y así sucesivamente hasta obtener resultados aceptables.

En el análisis de la red de distribución presenta velocidades aceptables en los tramos aun con diámetros bien pequeños, pero garantiza un buen funcionamiento del todo el sistema.

3.12.3 Consideraciones de Diseño

Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario.

Ecuación 17

$$(CHM: 2.5CPD + \text{pérdidas})$$

- a) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- b) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y las obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- c) Para el análisis de la red deberán considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

3.12.4 Análisis Hidráulico

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarían problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías. (ANA, 1999, sec. 7.4.1.)

3.12.5 Selección de la clase de tubería a emplear

La selección de la clase de la tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía.

Tabla 14 - Clases de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC

SDR	Presión de Trabajo (kg/cm ²)	(psi)	(m.c.a)
11	28	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	176
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7	100	70
50	5.6	80	56

Fuente: Presiones de Trabajo para Tubería de PVC

Mediante los estudios de campo se pueden elaborar los planos necesarios para la realización del proyecto, ya sean de planta, del perfil longitudinal de la línea de conducción, terreno natural, detalles especiales, etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

3.12.6 Diámetros

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Determinadas las clases de tubería y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones de que obliguen a la utilización de dispositivos como reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea por efectos de diseño.

En toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, será la selección de diámetros más convenientes para aprovechar al máximo el desnivel.

3.13 Tratamiento

En el caso de acueductos rurales se utiliza para desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuara mediante el hipo clorador de carga constante o bien con una bomba dosificadora.(ANA, 1999, sec. 9.4)

3.13.1 Cloración

Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que se va a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

3.13.2 Volumen de Dosificador

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer.

Ecuación 18

$$A: \frac{B*Q}{c*10}$$

Donde:

A: Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

B: Dotación de Cloro igual a 1.5 mg/lit.

Q: Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el período de diseño (CMD) en litros/minutos

C: Concentración de la solución (1 %)

Con los datos obtenidos para un volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero se deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

Ecuación 19

$$V_{\text{dia}}: \text{Volumen Dosificador} * \frac{1440 \text{ min}}{\text{dia}} * \frac{1\text{lt}}{1000 \text{ ml}}$$

3.14 Simulación del sistema

La simulación se realizará en el software Epanet una vez que se tiene el perfil del terreno tomando en consideración los puntos más críticos del sistema, para conocer presiones y velocidades que estarán ligadas al funcionamiento del mismo. Esto se comparará de acuerdo a la norma de abastecimiento rural NTON 09 007-19.



Capítulo IV

Descripción de la comunidad

"Miles de personas han sobrevivido sin
amor, ninguna sin agua"

W.H Auden.

Capítulo IV. Descripción del área de estudio

4.1 Referencia y posición geográfica

La comunidad “El Cipian” pertenecen al municipio de La Sabana, departamento de Madriz, está ubicada en las coordenadas 86°37’35” W, 13°19’50” N, a 2 km al sur de la cabecera municipal de Las Sabanas y 262 km de la capital de (Managua). Su extensión territorial es de 5 km².

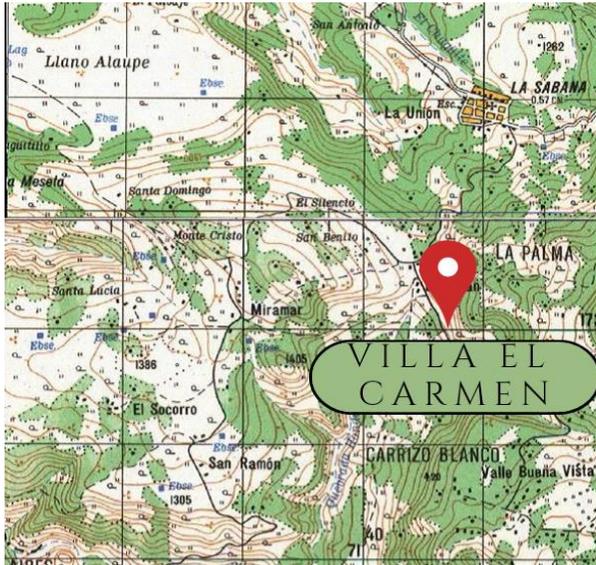
Figura 3. Macro localización



Sus límites son:

- Al Norte: Limita con la cabecera Municipal de La Sabana
- Al Sur Limita con la comunidad de Miramar
- Al Este: Limita con la Comunidad de Quebrada Honda
- Al Oeste: Limita con la Finca La Unión

Figura 4. Micro localización



La comunidad **“Villa El Carmen”** pertenecen al municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz, está ubicada en las coordenadas UTM 600189 E, 1310205 N, a 2 km al sur de la cabecera municipal de Las Sabanas contiguo a la comunidad de El Cipian y 262 km de la ciudad de Managua. Su extensión territorial es de unos 34 km²; sus límites son los siguientes:

- Al Norte: Limita con la comunidad El Cipian.
- Al Sur: Limita con la comunidad Carrizo Blanco.
- Al Este: Limita con la comunidad de Quebrada Honda
- Al Oeste: Limita con la comunidad de Miramar

4.2 Clima y precipitación

Las comunidades "El Cipian y Villa El Carmen" se caracterizan por tener un clima tipo Tropical semi-húmedo influenciado en algunos meses por las partes altas y montañosas. La temperatura media alcanza los 26 -27° C. La precipitación oscila

entre los 1,200 y 1,400 mm, caracterizándose por una buena distribución durante todo el año.

4.3 Relieve

La comunidad cuenta con vegetación variada por las condiciones semi-húmedas que prevalecen en todo el territorio, lográndose encontrar árboles de: roble, pino, carboncillo, etc.

4.4 Suelo

Se estima que el 73.13% de los suelos del municipio tienen vocación forestal, sin embargo, sólo el 37.02% de los mismo son utilizado con este fin, incluye dentro de ellos las plantaciones de café bajo sombra

4.5 Población y su distribución en la comunidad

La población total de las Comunidades de 669 habitantes.

Distribución según las comunidades:

- Comunidad el Cipian: 290 Habitantes equivalentes al 43.35% del total de la población.
- Comunidad villa del Carmen: 379 Habitantes equivalentes al 56.65% del total de la población.

4.6 Demografía

Su Población actual de la comunidad El Cipian tiene 78 viviendas incluyendo una escuela, con una población de 290 habitantes. Villa El Carmen tiene 94 viviendas incluyendo un puesto de salud y una iglesia evangélica con una población de 379, La población total de ambas comunidades es de 669 habitantes y 172 viviendas

4.7 Principales actividades económicas

De acuerdo a los datos obtenidos la mayoría (70%) de los jefes de familia de la población de la comunidad son pequeños agricultores que trabajan sus parcelas en las que cultivan mayormente algunos granos básicos (frijol, maíz y sorgo), otra parte (15 %) se dedica a la ganadería, otra parte (10 %) venden su fuerza de trabajo a los propietarios de fincas de dentro y fuera de la comunidad, con un salario de C\$ 150.00-C\$200.00 al día y el 5 % restante se dedican a otras actividades, como comercio (pulperías) y otros que trabajan en el estado (maestros).

4.8 Cuencas hidrográficas

La fuente de abastecimiento del sistema es un manantial llamado El Torreón, ubicado en un área que forma parte de la reserva natural Tepesomoto - La Patasta, que se encuentra ubicada a 20 km hacia el noreste de la comunidad El Cipian.

4.9 Vías de acceso y transporte

La vía que comunica la comunidad de El Cipian y Villa El Carmen con la cabecera municipal de Las Sabanas es carretera adoquinada con acceso para todo tipo de vehículo y de todo tiempo y se encuentra en buen estado, transitado en mayor número por vehículos privados, buses y motocicleta.

La comunidad El Cipian y Villa El Carmen cuenta con servicio de transporte colectivo que enlaza las cabeceras municipales de Las Sabanas con San José de Cusmapa, los cuales circulan 3 veces al día y tiene un costo de C\$10.00. También existen otras 2 rutas que cubren desde Somoto hasta la comunidad de El Cipian. Otra parte de la población se moviliza en motocicletas privadas. La comunidad de Villa El Carmen por estar contiguo al Cipian utiliza el mismo transporte.



Capítulo V

Cálculos y resultados

"Nunca reconoceremos el valor del agua,
hasta que el pozo este seco"

Thomas Fuller.

Capítulo V. Cálculo y resultados

5.1 Conceptualización del proyecto

Para la solución de la problemática del abastecimiento de agua potable en las comunidades Cipian y Villa en Carmen se propone la construcción del sistema Estación de bombeo -Línea de impulsión-Planta de tratamiento-Tanque de almacenamiento y red de distribución.

5.2 Estudio socioeconómico

El proceso encuestado se desarrolló atendiendo las recomendaciones del nuevo FISE, las encuestas fueron aplicadas indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia y cuando la ocasión lo permitió fue contestada por el jefe de familia.

El procesamiento del material encuestado se realizó con la ayuda del programa Microsoft Excel, para lograr presentar los resultados obtenidos de la encuesta de forma gráfica para su debido análisis.

5.3 Proyección de población

5.3.1 Cálculo de tasa de crecimiento

Al no disponer de un registro histórico del crecimiento poblacional de las comunidades: El Cipian y Villa El Carmen, se cuenta con el censo realizado en 2022 que indica que existen 669 habitantes, distribuidos en 172 viviendas, por lo que para estimar la población esperada del año 2042 se procedió al análisis del comportamiento del crecimiento de la población en los últimos períodos intercensales Departamental y Municipal de Las Sabanas, todo con el fin de conocer las tasas reales de crecimiento y visualizar tendencias que sean compatibles con la Norma correspondiente o que aporten elementos de juicio que permitan asumir valores congruentes con los de la norma rural, que establece tasas de crecimiento en el rango del 2.5% al 4.0%.

Tabla 15 - Censo poblacional

Cálculo de tasa de crecimiento						
Descripción	Censo poblacional rural			Tasa de crecimiento		
	Año 1971	Año 1995	Año 2005	TC-1971/1995	TC-1995/2005	TC-1971/2005
Departamento	41,871	80,156	91,778	2.73	1.36	3.33
Municipio	1,445	3,232	3,232	3.40	0.01	2.4

Esta información de los censos INIDE/INEC se utilizó para estudiar el comportamiento general de la población a nivel departamental y municipal, partiendo del análisis de las tasas de crecimiento poblacional que tuvieron lugar en los períodos inter-censales: 1971-1995 (24 años), 1995-2005 (10 años) y 2005-2022 (17 años).

La tendencia observada nos indica en general, la población rural del Departamento de Madriz crecerá a una tasa menor del 2.5% y que la del municipio de Las Sabanas es mucho menor y que puede permanecer baja a lo largo del tiempo, por esta razón se decidió adoptar, para fines de proyección de la población una tasa de crecimiento constante del 2.5% a lo largo del período de diseño. Esta tasa corresponde al valor mínimo que establece la Norma NTON 09 007-19.

5.4 Estudio socioeconómico de la comunidad

5.4.1 Censo poblacional

Las comunidades el Cipian y Villa el Carmen se encuentran ubicadas en el municipio de las Sabanas con el objetivo de conocer la población actual y la situación socioeconómica de las comunidades se realizó una encuesta en cada hogar de la comunidad, los días 15 y 16 del mes de febrero del año 2022. Durante las visitas de campo se pudo constatar que la población se compone principalmente por jóvenes y adultos, Ver tabla 16.

5.4.2 Distribución de la población por edad

Tabla 16 - Distribución por edad

Nº	Comunidad	Población (Hbts.)	Rango de edades						
			Menos de 1 año	1-3 años	3 -6 años	6 – 12 años	12- 18 años	18- 60 años	Mayor de 60 años
01	El Cipian	290	5	8	20	32	37	173	15
02	Villa el Carmen	379	6	13	25	39	51	222	23

Fuente: Elaboración propia.

- Distribución por edad comunidad El Cipian

En la figura 5 se puede observar la distribución de la población de la comunidad por edades, en la que los pobladores de edad adulta representan un 61% del total y un 13% corresponde a la población joven, así mismo, un 21% es representado por los menores de edad. Teniendo en cuenta que, un 5% es población de la tercera edad, ver figura 5 y 6.

Figura 5. Distribución por rango de edades El Cipian

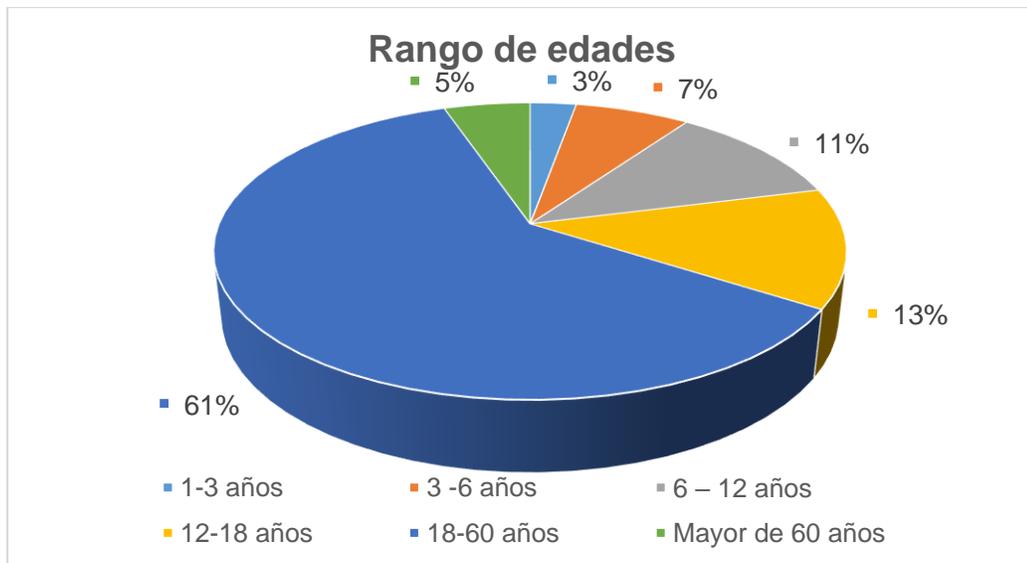
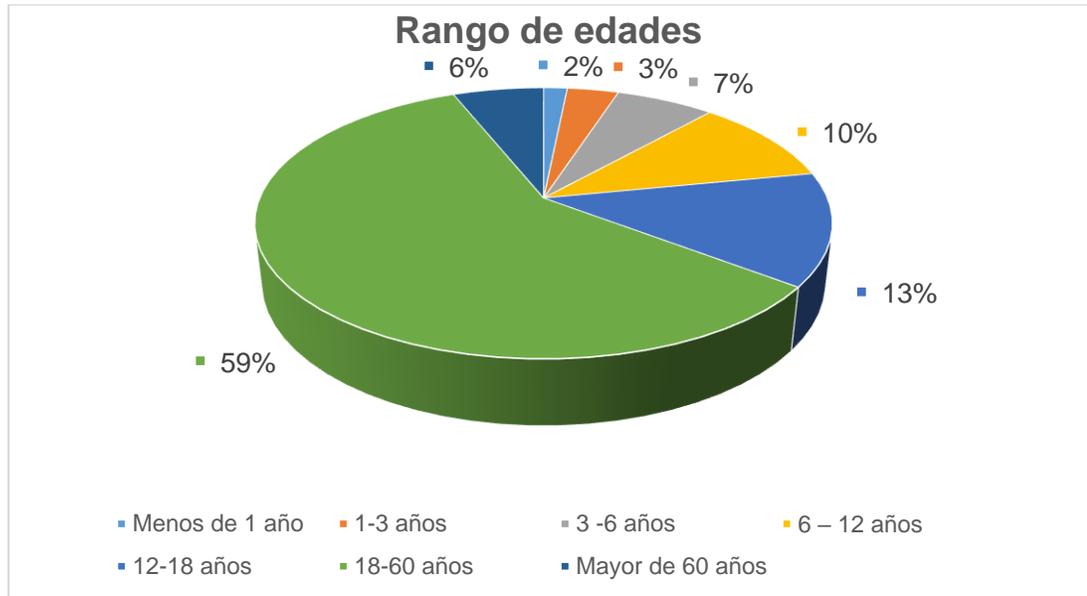


Figura 6. Distribución de la población comunidad Villa el Carmen



En la figura 6 se puede observar la distribución de la población de la comunidad por edades, en la que los pobladores de edad adulta representan un 59% del total y un 13% corresponde a la población joven, así mismo un 22% es representado por los menores de edad. Teniendo en cuenta que un 6% es población de la tercera edad.

5.4.3 Distribución de la población por sexo

- Cipian

En la figura 7 podemos observar que la mayoría de pobladores son del sexo femenino.

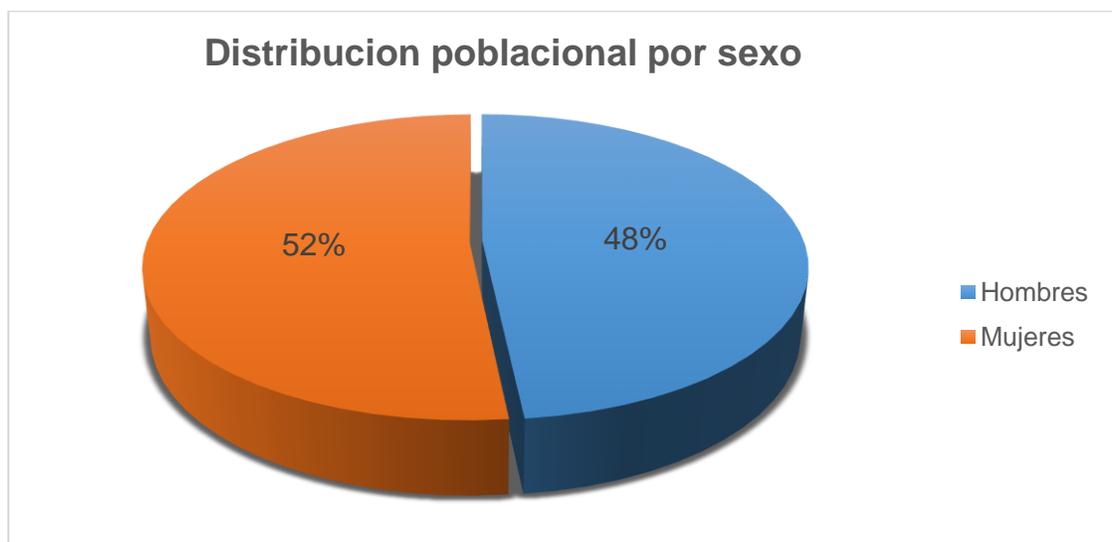
Figura 7. Distribución de población por sexo El Cipian



- Villa el Carmen

En la figura 8 puede observar que la mayoría de los pobladores de la comunidad Villa el Carmen son mujeres ya que representan un 52% del total de los habitantes.

Figura 8. Distribución de Población por Sexo Villa el Carmen



5.5 Educación.

De acuerdo a las encuestas socioeconómicas realizadas, las comunidades cuentan solo con una escuela pública destinada a brindar educación primaria por lo que al terminar este nivel tiene que viajar hasta el instituto público que se encuentra ubicado en el municipio de las Sabanas, así mismo si deciden optar por estudios superiores, deben viajar a la cabecera departamental, Somoto/ Madriz, siendo este el lugar con atención universitaria más cercano.

5.5.1 Distribución nivel de escolaridad

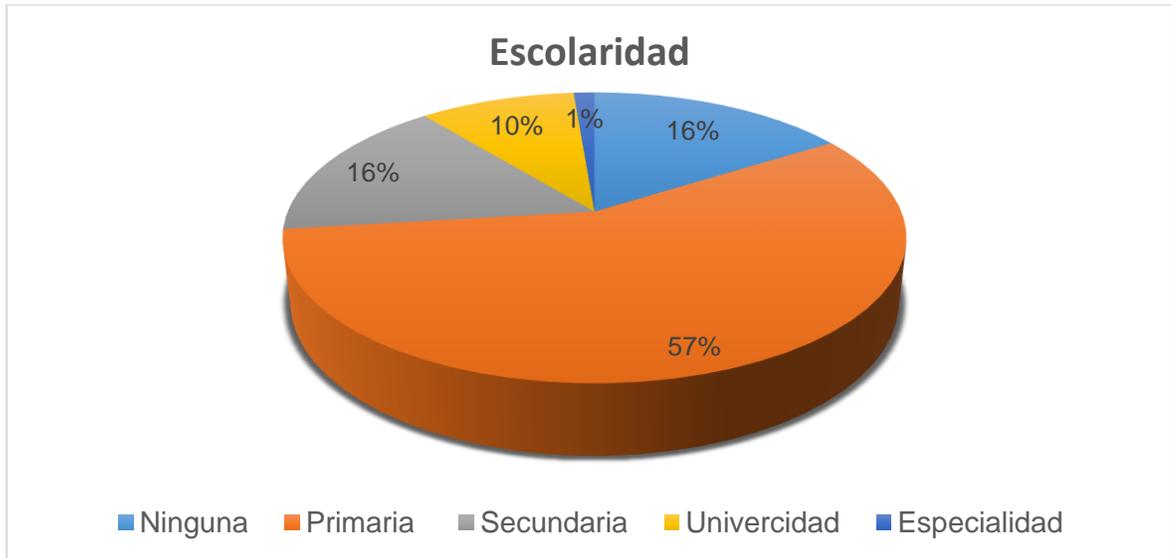
Tabla 17- Distribución de nivel de escolaridad

Escolaridad del jefe de familia					
	Ninguna	Primaria	Secundaria	Universidad	Especialidad
Cipian	5	39	13	8	1
Villa el Carmen	20	51	12	7	1
Total	25	90	25	15	2

Fuente: Elaboración propia.

La población perteneciente a las comunidades del Cipian y Villa el Carmen, se encuentran en la siguiente situación en base al nivel de escolaridad, ver figura 9.

Figura 9. Nivel escolaridad



La siguiente grafica está enfocada en el nivel de escolaridad del jefe de familia de ambas comunidades tiendo como resultado, que el 57% de los encuestados cuenta con escolaridad primaria. El 16% con nivel secundario o no continuaron estudiando, apenas un 10% llegaron a un nivel universitario, un 1% cuenta con una especialidad y el 16% no fueron aun centro escolar.

5.6 Situación socioeconómica de las comunidades

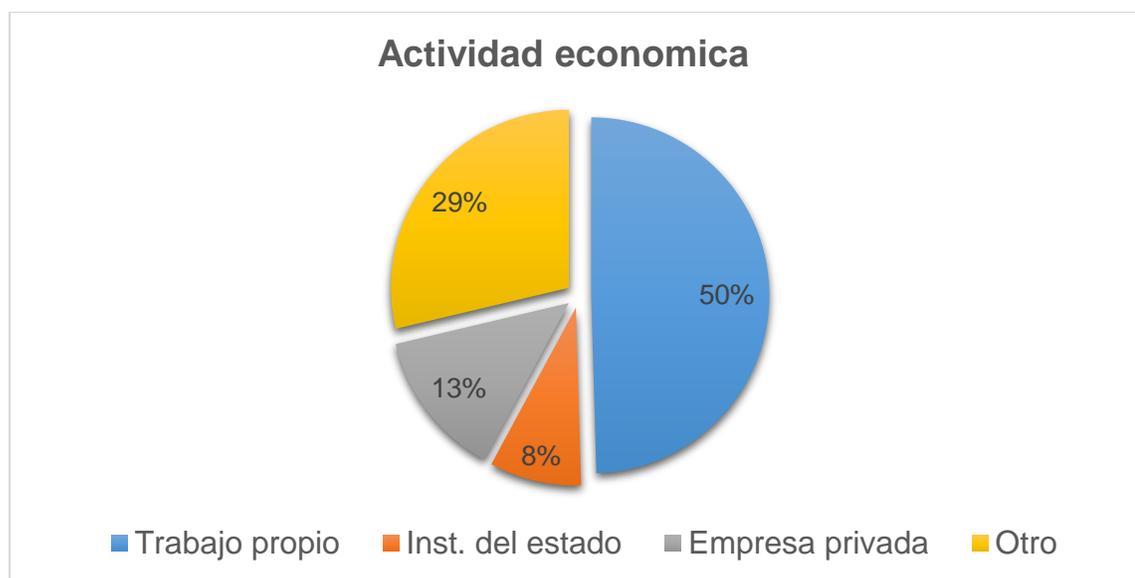
A través de la encuesta, se puedo obtener el dato de las personas que trabajan. Por lo que, se tuvo como resultado que un total de 216 personas son las que generan ingresos familiares ya que trabajan dentro y fuera de la comunidad en diferentes sectores.

5.6.1 Actividades económicas

Teniendo en cuenta la cantidad de personas que trabajan, se puede observar las diferentes actividades económicas a las que se dedican dentro y fuera de la comunidad, en las que tenemos: Trabajo propio, institución del estado, empresa privada y otras actividades fuera de la comunidad.

En la siguiente figura se puede observar la distribución de las diferentes actividades, reflejando que el mayor porcentaje corresponde a las personas que cuentan con un trabajo propio con el 50%, seguido los que laboran en otros sectores representan un 29%, así mismo, los que laboran en empresa privada con el 13% y de ultimo están los trabajan en instituciones del estado con el 8%.

Figura 10. Actividad económica



5.6.2 Ingresos económicos

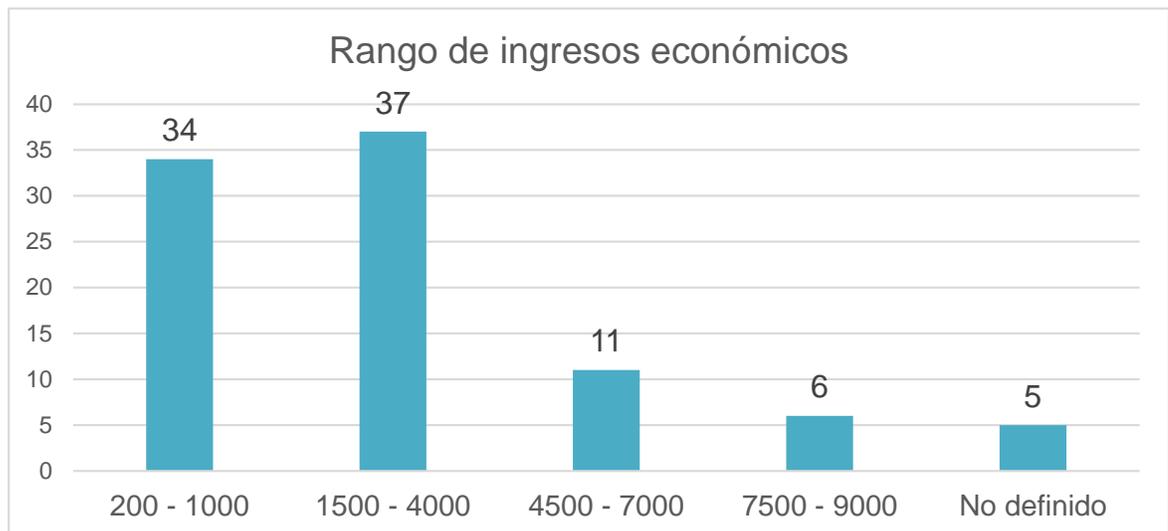
- Cipian: En este gráfico se puede observar los ingresos económicos de las familias de esta comunidad, están en diferentes rangos y enumeradas por la cantidad de familias que ganan estas cantidades mensuales.

Figura 11. Ingresos económicos El Cipian



- Villa el Carmen: En esta figura se puede observar los ingresos económicos de las familias de esta comunidad, están en diferentes rangos y enumeradas por la cantidad de familias que ganan estas cantidades mensuales.

Figura 12. Ingresos económicos Villa el Carmen



5.7 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

Durante las visitas a la comunidad y de acuerdo a las encuestas que se realizaron se observó lo siguiente:

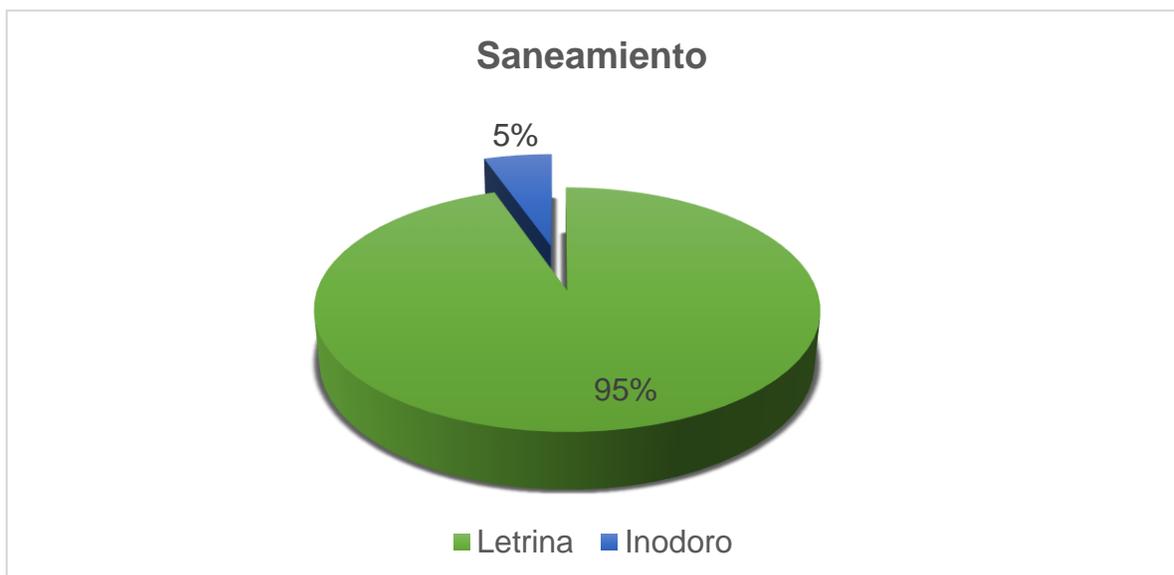
- No tienen un servicio de agua potable adecuado.
- No se cuenta con alcantarillado sanitario.

Un 95% de la población no cuenta con sumidero para descarga de aguas servidas de la casa, debido a que es limitada el agua potable en estas comunidades, lo poco que recogen de esta la riegan en las plantas del patio.

5.7.1 Situación de la disposición de excretas

La mayoría de las familias cuentan con letrinas siendo un 95% de la población y una minoría de 5% tienen inodoro para lo cual tuvieron que construir una fosa séptica en el patio de sus casas.

Figura 13. Saneamiento



5.7.2 Estado de las letrinas

Para la obtención de los resultados, se hizo la encuesta a 172 casas, encontrándose el siguiente orden del uso de letrinas: 12 que se encuentran en buen estado, 67 en estado regular y 64 en mal estado.

Figura 14. Estado de las Letrinas



5.8 Agua potable

5.8.1 Nivel de servicio

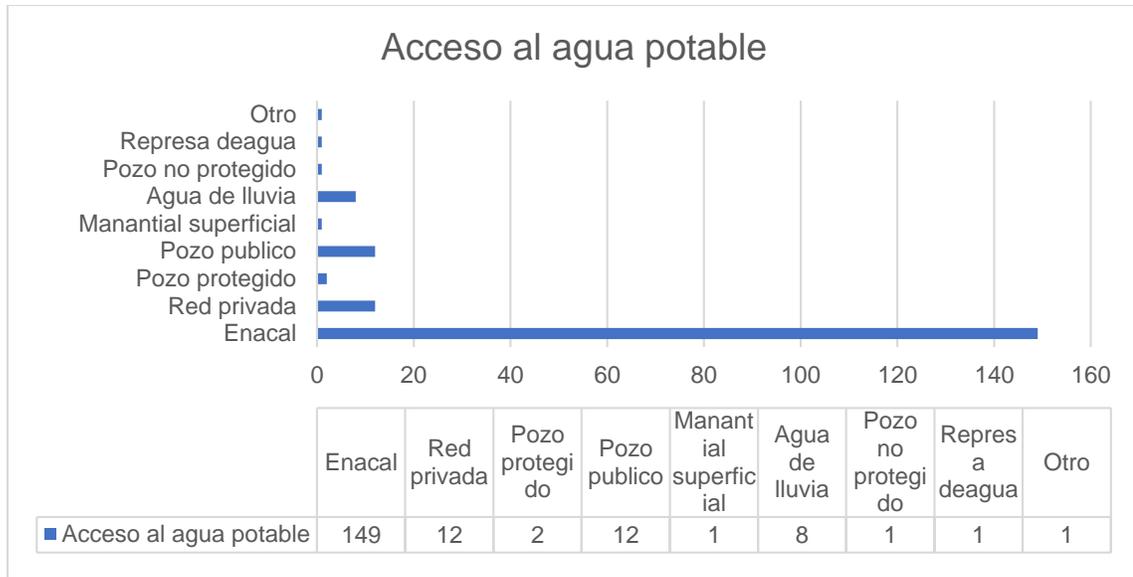
Actualmente las comunidades el Cipian y Villa el Carmen son abastecidas de un manantial llamado el Torreón por medio de un Mini acueducto por gravedad (MAG) el cual es deficiente y no cuenta con la capacidad suficiente para brindarle el agua a ambas comunidades.

5.8.2 Acceso al agua potable de las viviendas

En la siguiente figura se puede observar los tipos de acceso que tienen los habitantes de estas dos comunidades al agua potable para poder suplir la

necesidad del vital líquido, un 79% cuenta con conexión domiciliar (Enacal), 6% hacen uso de una red privada, 6% de un pozo público, 4% recogen agua de lluvia, 1% de pozo protegido, 1% de pozo no protegido, 1% manantial superficial, 1% represa de agua, 1% de otro tipo de fuente no dicha.

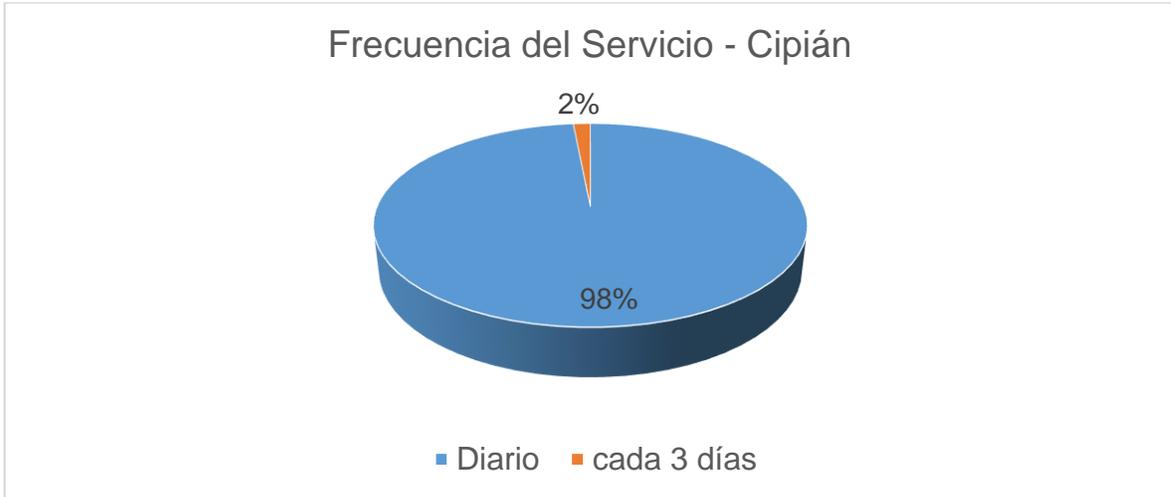
Figura 15. Acceso al agua potable



5.8.3 Frecuencia y duración del servicio

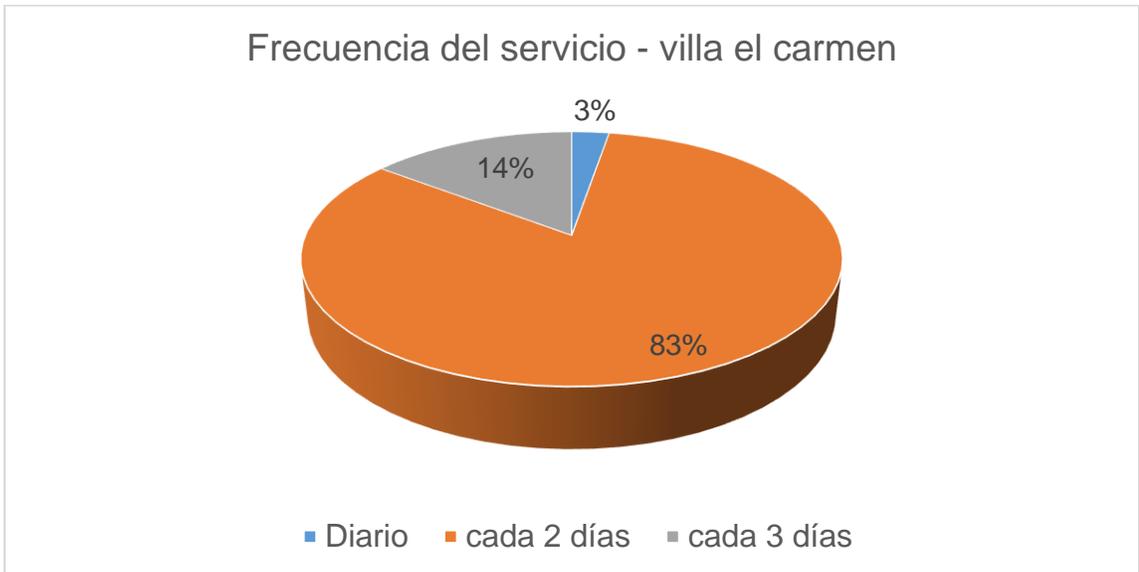
En la comunidad Cipian el 98% de la población recibe el servicio diario y un 2% solo recibe el servicio cada 3 días. Con una duración de 0.25 horas - 3 horas esto varía en cada casa debido a su ubicación. **Ver figura 16 y 17**

Figura 16. Frecuencia del servicio - Cipian



- Villa el Carmen: Un 83% de su población recibe el servicio cada 2 días, el 14% solo cuenta con agua cada 3 días y solo un 3% lo recibe diario Con una duración de 0.25 - 3 horas esto varía en cada casa debido a su ubicación.

Figura 17. Frecuencia del servicio – Villa el Carmen



5.9 Criterios de diseño

5.9.1 Proyección de población y consumo

Para obtener el consumo de agua potable de las comunidades del Cipian y Villa el Carmen, está establecido en la metodología de la norma nicaragüense para el abastecimiento rural NTON 09002-99.

5.9.2 Dotación

La dotación que se asigno es de 80 lppd acorde a la norma, inciso 6.2.1.4 que establece para población rural dispersa con conexión domiciliar tendrá una dotación de 80 lppd.

Tomando en cuenta lo anterior, se presenta la donde se reflejan las consideraciones para el establecimiento de dotaciones y la población a servir

Tabla 18 - Datos de población

Datos de la población a servir	
Nombre de las comunidades	Cipian y Villa el Carmen
Numero de las comunidades	2
Número de habitantes	669
Número de casas	172
Centro de salud	1
Escuela	1
Iglesia	1
Índice habitacional	3.89 hab. /vivienda.

Fuente: Elaboración propia

5.9.3 Proyección de población

El sistema de abastecimiento de agua potable tendrá una vida útil de 20 años, a partir del año 2022, la población para el periodo de diseño se realizó utilizando el método geométrico que está establecido en la metodología de la norma nicaragüense para el abastecimiento rural NTON 09 007-19. El cual nos indica

que en ningún caso debe ser menor al 2.5% ni mayor al 4%, si no cumple con esto se tomará estos porcentajes como criterios mínimos y máximos, respectivamente.

La población de la comunidad a servir es de 669 habitantes distribuidos en 172 viviendas con un índice habitacional de 3.89 hab. /vivienda.

5.9.4 Periodo de diseño

Se realizó el cálculo de la población futura utilizando el método geométrico para un horizonte de 20 años, de acuerdo a los últimos datos censales brindados del año 2019 y los obtenidos mediante las encuestas realizadas por el equipo de trabajo en el año 2022, el crecimiento anual en la población para el periodo 2019-2022 es de 0.61%, por lo que se procede a utilizar el mínimo establecido por la norma NTON 09 007-19 en el inciso 6.1.2. Obteniendo una población de 1096 personas en la comunidad para el último año.

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

Donde:

P_n = población proyectada del año “n” (hab.).

P_o = población inicial (hab.).

r = tasa de crecimiento (notación decimal).

n = intervalo tiempo en años.

Tabla 19 - Población futura método geométrico

PERÍODO		TASA DE CRECIMIENTO	
POBLACION 2022	669	r	2.50%

AÑO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
HAB.	669	686	703	720	738	757	776	795	815	835	856	878	900	922	945	969	993	1018	1043	1069	1096

Fuente: Elaboración propia.

5.9.5 Factores de máxima demanda

De acuerdo a la norma NTON 09 007-19 inciso 6.2.5 establece los siguientes criterios de diseño:

Consumo máximo del día será 1.5 veces el consumo promedio diario más perdidas.

Consumo máximo horario será 2.5 veces el consumo promedio diario más perdidas.

Pérdidas de agua correspondiente al 15% del consumo promedio diario.

Para el CMD y CMH se obtienen los valores de 1.91 L/s y 3.07 L/s.

Respectivamente, ver **Tabla 20**

$$CMD = (1.5 * CPD) + \text{pérdidas}$$

$$CMD = (1.5 * 1.16 \text{ L/s}) + 0.17 \text{ L/s} = \mathbf{1.91 \text{ L/s}}$$

$$CMH = (2.5 * CPD) + \text{pérdidas}$$

$$CMH = (2.5 * 1.16 \text{ L/s}) + 0.17 \text{ L/s} = \mathbf{3.07 \text{ L/s}}$$

Tabla 20 - Proyección de población y consumo

COMUNIDAD "EL CIPIAN - VILLA EL CARMEN" - MUNICIPIO DE LA SABANA -DPTO DE MADRIZ

n	AÑO	Proyección de Población	TIPOS DE USUARIOS			CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)				Consumo Máximo Día (CMD)				Consumo Máxima Hora (CMH)			ALMACENAMIENTO DEMANDADO	
			DOMESTICO (L/S)	Comercial (L/S) consumos del 7%	Publico (L/S) consumos del 7%	CPD: CD+CPI+C C	15% x CPD Pérdidas por Fugas (Gl/día)	CPDT Consumo Promedio Diario Total (Gl/día)	CPDT (LPS)	Gl/día	GPM	m ³ /día	LPS	Gl/día	GPM	LPS	Galones	M ³
0	2022	669	0,62	0,04	0,04	0,71	0,11	0,81	0,00004	1,17	0,0008	0,004	0,0001	1,87	0,0014	0,00009	0,32	0,0012
1	2023	686	0,63	0,04	0,04	0,72	0,11	0,83	0,00004	1,19	0,0008	0,005	0,0001	1,92	0,0014	0,00009	0,33	0,0013
2	2024	703	0,65	0,05	0,05	0,74	0,11	0,85	0,00004	1,22	0,0009	0,005	0,0001	1,97	0,0015	0,00009	0,34	0,0013
3	2025	720	0,67	0,05	0,05	0,76	0,11	0,87	0,00004	1,25	0,0009	0,005	0,0001	2,02	0,0015	0,00010	0,35	0,0013
4	2026	738	0,68	0,05	0,05	0,78	0,12	0,90	0,00004	1,29	0,0009	0,005	0,0001	2,07	0,0016	0,00010	0,36	0,0014
5	2027	757	0,70	0,05	0,05	0,80	0,12	0,92	0,00004	1,32	0,0009	0,005	0,0001	2,12	0,0016	0,00010	0,37	0,0014
6	2028	776	0,72	0,05	0,05	0,82	0,12	0,94	0,00004	1,35	0,0009	0,005	0,0001	2,17	0,0016	0,00010	0,38	0,0014
7	2029	795	0,74	0,05	0,05	0,84	0,13	0,97	0,00004	1,39	0,0010	0,005	0,0001	2,22	0,0017	0,00011	0,39	0,0015
8	2030	815	0,75	0,05	0,05	0,86	0,13	0,99	0,00004	1,42	0,0010	0,005	0,0001	2,28	0,0017	0,00011	0,40	0,0015
9	2031	835	0,77	0,05	0,05	0,88	0,13	1,01	0,00004	1,46	0,0010	0,006	0,0001	2,34	0,0018	0,00011	0,41	0,0015
10	2032	856	0,79	0,06	0,06	0,90	0,14	1,04	0,00005	1,49	0,0010	0,006	0,0001	2,40	0,0018	0,00011	0,42	0,0016
11	2033	878	0,81	0,06	0,06	0,93	0,14	1,07	0,00005	1,53	0,0011	0,006	0,0001	2,46	0,0018	0,00012	0,43	0,0016
12	2034	900	0,83	0,06	0,06	0,95	0,14	1,09	0,00005	1,57	0,0011	0,006	0,0001	2,52	0,0019	0,00012	0,44	0,0017
13	2035	922	0,85	0,06	0,06	0,97	0,15	1,12	0,00005	1,61	0,0011	0,006	0,0001	2,58	0,0019	0,00012	0,45	0,0017
14	2036	945	0,88	0,06	0,06	1,00	0,15	1,15	0,00005	1,65	0,0011	0,006	0,0001	2,64	0,0020	0,00013	0,46	0,0017
15	2037	969	0,90	0,06	0,06	1,02	0,15	1,18	0,00005	1,69	0,0012	0,006	0,0001	2,71	0,0020	0,00013	0,47	0,0018
16	2038	993	0,92	0,06	0,06	1,05	0,16	1,21	0,00005	1,73	0,0012	0,007	0,0001	2,78	0,0021	0,00013	0,48	0,0018
17	2039	1.018	0,94	0,07	0,07	1,07	0,16	1,24	0,00005	1,77	0,0012	0,007	0,0001	2,85	0,0021	0,00014	0,49	0,0019
18	2040	1.043	0,97	0,07	0,07	1,10	0,17	1,27	0,00006	1,82	0,0013	0,007	0,0001	2,92	0,0022	0,00014	0,51	0,0019
19	2041	1.069	0,99	0,07	0,07	1,13	0,17	1,30	0,00006	1,86	0,0013	0,007	0,0001	2,99	0,0023	0,00014	0,52	0,0020
20	2042	1.096	1,02	0,07	0,07	1,16	0,17	1,33	0,00006	1,91	0,0013	0,007	0,0001	3,07	0,0023	0,00015	0,53	0,0020

5.10 Estudio de la fuente

5.10.1 Selección de la fuente de abastecimiento

La fuente de agua superficial seleccionada para el estudio fue la poza La Ahogada ubicada en la comunidad de Quebrada onda, localizada a 2km al noroeste de la comunidad El Cipian, en las coordenadas N-599823, W-1308925 con una cota de 1,312.2 msnm. En el punto de retención de la fuente, mediante el método de aforo área-velocidad se obtuvo un rendimiento de 114.122 gpm, ver tabla 21.

5.10.2 Aforo por velocidades y área transversal

El aforo se realizó en un canal formado contiguo al vertedero natural de la poza, el ancho del mismo se dividió en secciones de 0.20 m en las que se midió la profundidad mediante el uso de una cinta, encontrando como valor un tirante promedio que es utilizado para el cálculo del área de la sección transversal de la poza. Las velocidades se determinaron tomando el tiempo que tardaba un flotador en recorrer desde un punto "A" hasta un punto "B" del canal. Los aforos se realizaron de acuerdo al método antes mencionado, donde se hicieron cuatro repeticiones en cada aforo para obtener un caudal promedio.

A través, de los datos recopilados en la fuente, destinada para el abastecimiento, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 21 - Resultados de aforo de la fuente

Fecha de aforo	Vsup (m/s)	Vm (m/s)	Q (m3/s)	Q (gpm)
04/04/2022	0.148	0.118	0.01062	168.33
10/04/2022	0.116	0.093	0.00837	132.667
17/04/2022	0.1	0.08	0.0072	114.122
23/04/2022	0.401	0.321	0.02889	457.916
26/04/2022	0.129	0.103	0.00927	146.932
30/04/2022	0.435	0.348	0.03132	496.432

Fuente: Elaboración propia.

Como el rendimiento mínimo de la fuente (114.122 gpm) > CMD (30.3 gpm), la fuente considerada es suficiente para abastecer el sistema.

El consumo máximo horario para el periodo de diseño es de 3.07 L/s = 48.66 gpm, lo que aún es muy inferior al rendimiento de la fuente.

Los resultados indican que el grado de explotación de la fuente será mínima, por lo tanto, se conservará su caudal ecológico, lo que garantiza su durabilidad y un suministro de agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer la demanda de la población hasta el final del periodo de diseño.

5.10.3 Calidad de agua

Con el objetivo de saber si el agua de la fuente seleccionada es apta para consumo se realizó una serie de estudios por el laboratorio laquisa. A continuación, se muestran los análisis de resultados:

- Resultados de parámetros físico-químico:

La fuente presenta un valor de turbidez de 9.31 UNT, la norma CAPRE establece un valor de 5 UNT, por lo tanto, se requerirá un tratamiento físico de filtración.

- Parámetros de metales pesados MP1711-014:

Se analizaron los parámetros de mercurio y arsénico, los cuales no se detectan y por lo que el agua es apta para el consumo humano.

- Parámetros de pesticidas:

Se analizaron parámetros de órgano clorados y órgano fosforado. Los resultados indican que las aguas de la fuente están libres de este tipo de contaminación.

- Parámetros bacteriológicos

Los valores obtenidos de coliformes total es 33 NMP/100 ml (número más probable) y 5 NMP/100 ml de coliformes fecales. La norma indica que los resultados deben ser "0" o ausencia. Lo que significa hay contaminación fecal baja y un valor relativamente bajo de coliformes totales que tienen como origen de

contaminación el ambiente. Este grado de contaminación puede ser eliminado con la aplicación de cloro indicada por ENACAL de 1 a 2 PPM (partes por millón), dado que los parámetros de turbidez y PH se encuentran en el rango permitido y de esta manera el proceso de desinfección es efectivo

5.10.4 Tratamiento de agua

Al ser una fuente de agua superficial y la cual será captada directamente de la poza, por este motivo requerirá un tratamiento para disminuir la turbidez sobre todo en época de lluvia. El sistema de potabilización será un tren de tratamiento presurizado el cual trabaja de la siguiente manera.

- 1) Ingreso del agua cruda.
- 2) Coagulación/ floculación: Con una bomba dosificadora se inyectará sulfato de aluminio para provocar coagulación y floculación de esta manera se reducirá el parámetro de turbidez y color.
- 3) Filtros multimedia 3*24 MICROZ-Z más arena soporte: En esta etapa sucede la oxidación, retención de hierro, sólidos suspendidos y eliminación total de color y turbidez.
- 4) Pastilla de hipoclorito de calcio al 70% dosis: 2 ppm.

Realizados todos estos pasos el agua ya filtrada y clorada esta lista para su almacenamiento y consumo.

Tabla 22 - Dosificación de cloro

n	Año	CMD			Concentración solución 1% (L)	Hipoclorito de sodio en polvo 60% Lbs	Horas de bombeo diario	2.0 mg/lit
		m3/día	Gln/día	lt/día	2.0 mg/lit	2.0 mg/lit		
0	2022	100,7	26.594	100.671,12	20,13	0,74	4,88	4,12
5	2027	113,9	30.093	113.913,36	22,78	0,84	5,53	4,12
10	2032	128,8	34.028	128.810,88	25,76	0,94	6,25	4,12
15	2037	145,8	38.520	145.815,12	29,16	1,07	7,07	4,12
20	2042	164,9	43.569	164.926,08	32,99	1,21	8,00	4,12

Fuente: Elaboración propia.

5.10.5 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se lleva a cabo en dos etapas:

La primera etapa tiene como objetivo el reconocimiento de la infraestructura pública y privada, accidentes topográficos, puntos críticos. Esta información permite la elaboración de un bosquejo en planta de la comunidad, lo que facilita el trazado de la red de distribución. En esta etapa se toman secciones de 5m a cada 15 m en terreno relativamente plano y a cada 5m en tramos con pendientes considerables, para obtener una mejor descripción del terreno.

La segunda etapa, corresponde al replanteo de los nodos, pilas rompe presión, válvulas y líneas de la tubería de conducción, tomando en cuenta la planimetría y altimetría del diseño propuesto.

Una vez que se cuenta con la altiplanimetría de la zona en estudio, se realizó un análisis de los puntos más elevados cercanos a la obra de captación y a la comunidad, de los cuales se obtuvo la ubicación más apropiada para el tanque de almacenamiento a una cota del terreno de 1,470.447 msnm; Ubicándose a una diferencia de altura de 160.447m de donde será la obra de captación.

La longitud del sistema es de 899.55 m para la línea de conducción y 3,620.545 m para la red de distribución, con un total de 172 viviendas. El procesamiento de datos se realizó mediante el software AutoCAD Civil 3D. Delimitando el trazo horizontal y vertical de la línea de conducción y red de distribución.

De la topografía del terreno depende el diseño del sistema, la determinación de las velocidades y presiones de los respectivos nodos, siendo estos analizados de acuerdo a los parámetros de la norma correspondiente.

5.11 Línea de conducción

5.11.1 Caudal de bombeo

Para calcular el caudal de bombeo se toma en cuenta el tiempo de utilización de la bomba diaria y el CMD.

CMD = 0.001908867 l/s	Tiempo de bombeo (tb) = 13 horas
-----------------------	----------------------------------

$$\% \text{ utilización de la bomba } (X) = \frac{tb}{24 \text{ horas}} \times 100 = \frac{13 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} \times 100 = 54.17\%$$

$$Q = \frac{CMD}{\% \text{ utilización de la bomba}} = \frac{0.001908867 \text{ l/s}}{54.17\%} = 0.003524062 \text{ l/s}$$

5.11.2 Selección del diámetro de la tubería

$$\phi = 1.3 \times x_4^1 \times \sqrt{Q}$$

$$\phi = 1.3 * 0.5417^{1/4} * \sqrt{0.0035}$$

$$\phi = 0.0513 \text{ m} = 2.22 \text{ pulg.}$$

Tubería H.G.

Æ Nominal		Æ Externo	Espesor de pared	Æ Interior	Pérdidas (hf)	Velocidad
[pulg]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m/s]
2	50	60.3	3.91	52.48	23.50 m	1.6
2 1/2	65	73	5.16	62.68	9.90 m	1.1

Tubería P.V.C. SDR 17

Æ Nominal		Æ Externo	Espesor de pared	Æ Interior	Pérdidas (hf)	Velocidad
[pulg]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m/s]
2	50	60.32	3.56	53.2	14.05 m	1.5
2 1/2	62	73.02	4.29	64.44	5.52 m	1.08

Tubería P.V.C. SDR 26

Æ Nominal		Æ Externo	Espesor de pared	Æ Interior	Pérdidas (hf)	Velocidad
[pulg]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m/s]
1 1/2	38	48.26	1.85	44.56	22.58 m	2.2
2	50	60.32	2.31	55.7	7.62 m	1.4
2 1/2	62	73.02	2.79	67.44	3.00 m	0.9

Se utilizará un diámetro de 2 pulgadas Por ser el más eficiente para la línea de conducción

5.11.3 Golpe de ariete

5.11.3.1 Cálculo de celeridad

Debido a que la conducción cuenta con tres tipos de materiales distintos, se procederá a calcular la celeridad o velocidad de la onda de presión para los tres materiales tomando en cuenta sus distintos módulos de elasticidad y espesores de pared, obteniendo luego una celeridad equivalente para toda la conducción.

- Celeridad de conducción

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

Tramo H.G.	
a:	1334.782287

Tramo SDR 17	
a:	423.5344878

Tramo SDR 26	
a:	339.1740984

- Celeridad equivalente

$$\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{C_i}}$$

Celebridad equivalente	
Ae:	381.1191151

➤ Cálculo del tiempo crítico

Para realizar el cálculo del tiempo que tarda la onda de sobrepresión en ir y regresar por toda la longitud de la conducción se hace uso de la siguiente fórmula:

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

$$t_c = \frac{2 (899.56 \text{ m})}{381.1191 \text{ m/s}} = 4.7206 \text{ s}$$

➤ Velocidad equivalente.

La velocidad del flujo en los más tramos de la conducción tiende a tener ligeras variaciones debido a su distinto diámetro interno en consecuencia de los diferentes espesores de pared y también debido a la rugosidad de los distintos materiales de la tubería. Para obtener la velocidad equivalente en toda la conducción se hizo uso de la siguiente fórmula.

$$V_e = \sqrt{\frac{Q \sum_{i=0}^n L_i V_i}{\sum_{i=0}^n L_i A_i}}$$

V:	1.5 m/s
----	---------

La velocidad se mantiene dentro del rango recomendado con 1.5 m/s.

➤ Tiempo de parada del agua

El siguiente paso en el cálculo, es evaluar el tiempo que dura la variación de la velocidad, es decir, el tiempo que transcurre desde el corte de energía hasta la

anulación total del caudal o el tiempo de parada del agua. Al ser el tiempo de parada del agua menor que el tiempo crítico, podemos deducir que se trata de un cierre rápido.

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot V}{G \cdot H_m}$$

$$T = 1.829340002 \text{ s}$$

➤ Longitud crítica

La longitud crítica permitirá conocer punto crítico hasta el cual se mantiene la sobrepresión máxima, este parámetro es clave ya que, al compararlo con la longitud de la línea de conducción, se puede determinar si se trata de una impulsión corta o una impulsión larga, siendo la impulsión larga el caso de la conducción en estudio ya que la longitud crítica es menor a longitud total de la conducción.

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

$$L_c = 348.5982213$$

$$\text{si } L < L_c \text{ (impulsión corta)} \Rightarrow T > \frac{2 \cdot L}{a} \Rightarrow \text{Michaud } \Delta H: \frac{2 \cdot L \cdot V}{G \cdot T}$$

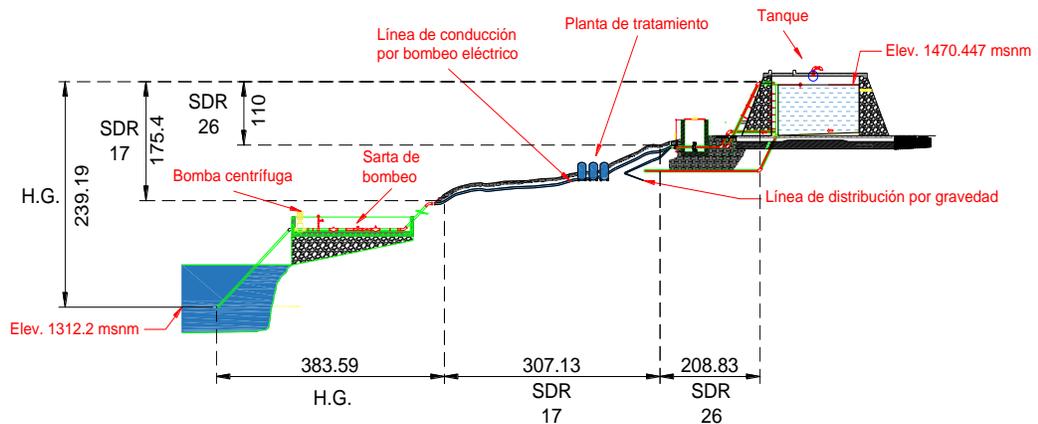
$$\text{si } L > L_c \text{ (impulsión larga)} \Rightarrow T < \frac{2 \cdot L}{a} \Rightarrow \text{Allievi } \Delta H: \frac{A \cdot V}{G}$$

Por tanto, para el cálculo de sobrepresión por golpe de ariete se hizo uso de la Fórmula de Allievi.

Sobrepresión por Golpe de Ariete	
$\Delta H =$	58.7488

5.11.4 Dimensionamiento de tubería y cálculo de pérdidas de carga

5.11.4.1 Cálculo de pérdidas por fricción en línea de conducción



Para calcular las pérdidas de la línea de conducción se usará un diámetro de 2 pulgadas (50 mm), el cual se trabajará por tramos, 383.59m serán de tubería HG, con un coeficiente de rugosidad de 130, 307.13 m de PVC SDR17 y 208.83 m de PVC SDR26 ambos con un coeficiente de rugosidad de 150. Esta tiene una longitud de 899.55 m, la línea de conducción transportara un caudal de diseño de 0.003 m³ /s dado por el CMD y las horas de bombeo diarias.

Tubería HG

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

$$HF = \frac{10.679 * 383.594 * 0.0035^{(1.85)}}{130^{(1.85)} * 0.05^{(4.87)}} = 1.37 \text{ m}$$

Tubería PVC SDR17

$$HF = \frac{10.679 * 307.13 * 0.0035^{(1.85)}}{150^{(1.85)} * 0.05^{(4.87)}} = 19.61 \text{ m}$$

Tubería PVC SDR26

$$HF = \frac{10.679 * 208.83 * 0.0035^{(1.85)}}{150^{(1.85)} * 0.05^{(4.87)}} = 17.68 \text{ m}$$

Tabla 23 - Pérdidas localizadas en la línea conducción.

Análisis			
Codos	Cantidad	K	Pérdidas
11.25°	47	0.07	0.445070484
25.50°	18	0.15	0.365255412
45°	5	0.30	0.202919674
90°	1	0.60	0.081167869
Total		∑ hm	1.094 m.c.a.

Tabla 24 - Sumatoria de pérdidas

Tubería $\text{AE} = 2''$	Longitud	HF
Longitud de succión (HG)	10.28 m	0.66 m
Sarta de bombeo (HG)	4.50 m	0.29 m
Línea de conducción (HG)	368.81 m	23.5 m
Línea de conducción (PVC) SDR 17	307.13 m	15.01 m
Línea de conducción (PVC) SDR 26	208.83 m	10.21 m
Total		49.66 m

Fuente: Elaboración propia

5.11.4.2 Cálculo pérdidas locales en la sarta de bombeo

Para calcular las pérdidas ocasionadas por los accesorios de la sarta de bombeo se utilizó la siguiente fórmula:

$$Hf = k * \frac{V^2}{2 * G}$$

Tabla 25 - Pérdidas de accesorio

Pérdidas localizadas en la sarta			
Cantidad	Accesorios	K	Pérdidas
2	Tee	0.9	0.243503608
1	Manómetro	2.5	0.338199456
1	Válvula de no retorno	2	0.270559565
1	Medidor maestro	2.5	0.338199456
1	Válvula de aire	2.5	0.338199456
1	Válvula de alivio	2.5	0.338199456
1	Válvula de compuerta	0.25	0.033819946
1	Válvula de limpieza	2.1	0.284087543
2	Codo de 45°	0.2	0.054111913
1	Unión Maleables	0.1	0.013527978
		∑ hm	2.252

Fuente: Elaboración propia.

El diámetro de la línea de conducción está diseñado para transportar el flujo desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento por bombeo eléctrico posteriormente este abastecerá a cada familia de la comunidad mediante la red de distribución que será por gravedad.

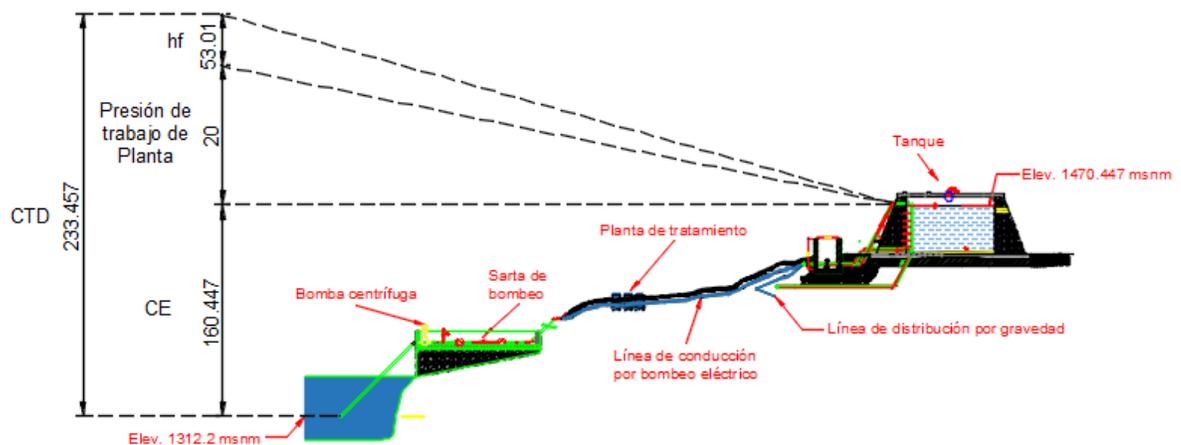
La línea de conducción transportará un caudal de diseño para este sistema está dado por el consumo máximo día (CMD) y el tiempo de bombeo, siendo de $0.003524062 \text{ m}^3/\text{s}$ para el año 20 del período de diseño del sistema con un tiempo de bombeo máximo de 13 horas diarias.

Para determinar el mejor diámetro, que económicamente y técnicamente cumpliera se realizó valoraciones entre diferentes diámetros siendo el de dos pulgadas el más óptimo y eficiente para el sistema.

5.12 Determinación de las características del equipo de bombeo

5.12.1 Cálculo de carga total Dinámica.

Figura 18. Carga total dinámica



Se determinó que el caudal máximo día es de $0.00191 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal de bombeo de $0.0035 \text{ m}^3/\text{s}$ para un tiempo de bombeo máximo de 13 horas, para el período de diseño escogido.

Datos generales para selección de equipo de bombeo:

1. Horas de bombeo: 13 horas
2. Caudal de bombeo: 0.003524062 m³/s
3. Nivel de succión: 1,312.2 msnm
4. Presión de trabajo de la planta de tratamiento: 20 m
5. Columna de succión: 5.8 m
6. Altura de descarga: 2.2m
7. Elevación del tanque de almacenamiento: 1,470.447 msnm
8. Longitud de línea de impulsión: 889.27 m
9. Longitud de línea succión: 10.28 m
10. Carga total dinámica CTD: 233.457 m

5.12.2 Selección del equipo de bombeo

5.12.2.1 Potencia hidráulica de la bomba

Para seleccionar el equipo de bombeo se consideraron las siguientes variables:

Caudal de bombeo	0.003524062 m ³ /s
CTD	233.457 m

Se consideró criterios establecidos por la norma nacional como se recomienda la eficiencia de operación de la bomba entre 70% y 80% y un factor por pérdidas mecánicas de 1.15, el peso específico del agua de 9810 N/m³. Con la ecuación 7 se obtuvo la potencia requerida de la bomba, y con este valor se determinó la potencia comercial del motor haciendo uso de la siguiente tabla:

Potencia de bomba necesaria hasta [kW]	Potencia del motor P2 [kW]
540	600
473	525
405	450
360	400
338	375
320	355
302	335
284	315
225	250
180	200
144	160
119	132
99	110
81	90
68	75
49	55
40	45
32,5	37
26	30
19	22
15,9	18,5
12,8	15
9,1	11
6,1	7,5
4,3	5,5
3,2	4
2,3	3
1,7	2,2
1,1	1,5

Fuente: Catálogo del fabricante Grundfos

Basado en el catálogo de bombas centrífugas, se seleccionó el modelo CR 20-17 A-P-A-E-HQQE, marca Grundfos que satisface las presiones y caudales en el punto de operación de la bomba (caudal y presión). La bomba centrífuga tiene las siguientes características:

Potencia	24 HP = 18.5 KW
Eficiencia	70%

Para calcular la altura máxima de succión tomó en cuenta el N.P.S.H. requerido por la bomba haciendo uso de la siguiente fórmula brindada por el fabricante:

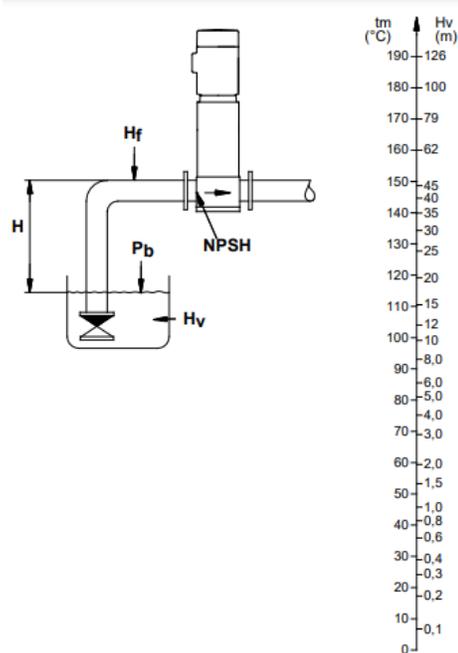
$$H = P_b \times 10.2 - NPSH - H_f - H_v - H_s$$

$$H = 1 \times 10.2 - 1.21 - 0.66 - 0.25 - 0.5 = 7.58$$

p_b	= Presión barométrica en bar. (La presión barométrica puede considerarse como 1 bar). En sistemas cerrados, p_b indica la presión del sistema en bar.
NPSH	= Net Positive Suction Head (Altura de aspiración neta positiva) en m.c.a. (Leída de la curva NPSH al caudal más alto que dará la bomba).
H_f	= Pérdida por fricción en la tubería de aspiración en m.c.a. (Al caudal más alto que dará la bomba.)
H_v	= Presión de vapor en m.c.a. (Debe leerse en la escala de la presión de vapor. "Hv" depende de la temperatura del líquido "Tm".)
H_s	= Margen seguridad = mín. 0,5 m.c.a.

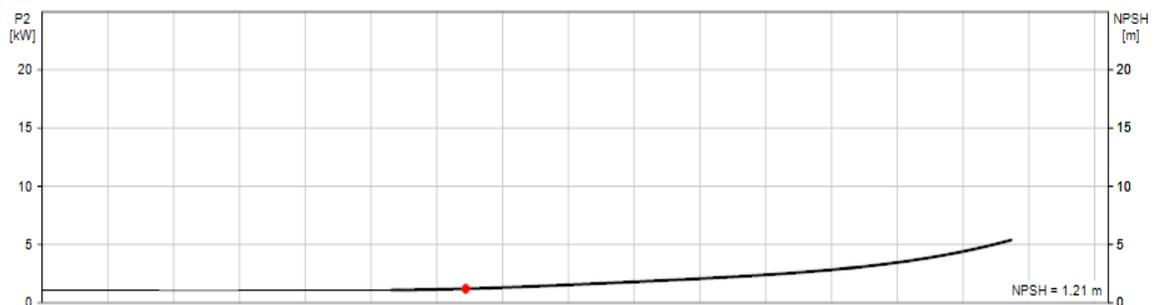
Si el valor de "H" calculado es positivo, la bomba puede funcionar con una altura de aspiración de "H" m.c.a. como máximo.

Si "H" calculado es negativo, se necesita una presión de entrada de "H" m.c.a. como mínimo.



Fuente: Catálogo de bombas.

Curva N.P.S.H. de la bomba seleccionada en condición del caudal más alto que se bombeará al final del periodo de diseño:



Fuente: Catálogo de bombas.

En la siguiente tabla se desglosan los datos que se tomaron en cuenta para la selección del equipo de bombeo.

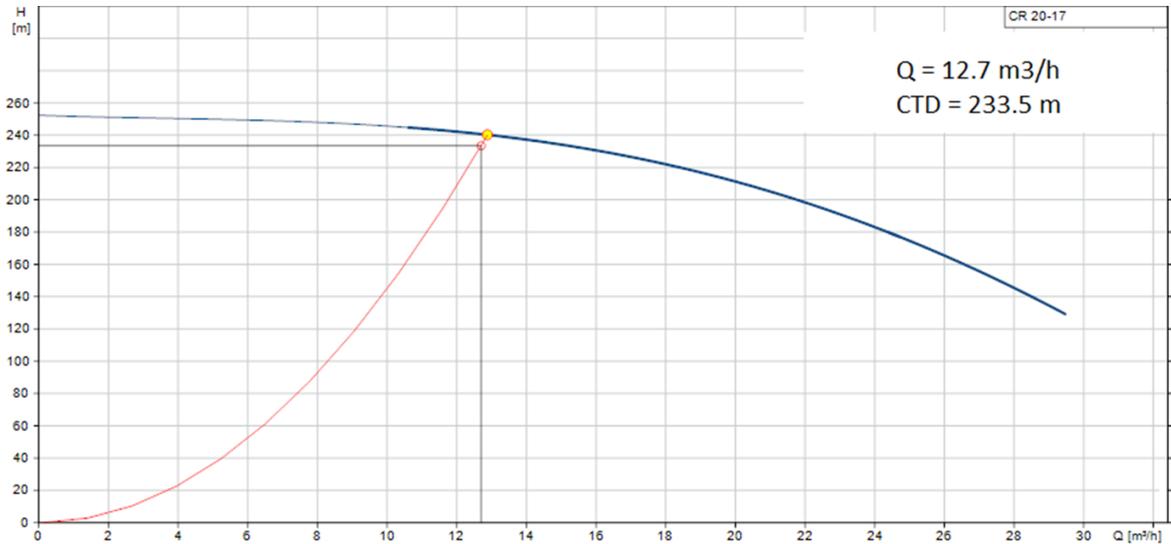
Horas de bombeo	13 horas
Presión de trabajo de planta de tratamiento	20 m
Diferencia Z – poza tanque	152.447 m
H. de succión máxima según N.P.S.H.	7.58 m
Columna de succión	5.8 m
Altura de descarga	2.2 m
Pérdidas totales	53.01 m
Factor por perdidas mecánicas (Fm)	1.15

Potencia de la bomba

Pb	17.78 hp = 13.077168 KW (potencia calculada)
	24 hp = 18.5 KW (potencia comercial recomendada por el fabricante Grundfos)

5.12.2.2 Característica de la bomba

Tabla 26 – Curva característica de la bomba



Fuente: Catálogo de bombas.

Como se puede observar en la curva característica, la bomba está capacitada para vencer la CTD del proyecto y además llegaría al tanque con una presión resultante de 6 m.c.a.

5.13 Tanque de almacenamiento

Para este sistema se propuso un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo sobre el suelo, diseñado de acuerdo a los parámetros que indica la norma NTON 09 007-19 en el capítulo referente a almacenamiento.

Según la proyección del consumo promedio diario (CPD) en el año 2042 es de 100.224 m³/día y de acuerdo a la norma rural de abastecimiento de agua se requiere el 40% del CPD, por lo que requerimos un tanque de almacenamiento con capacidad de 40.08 m³ equivalente a 10,588.04 galones. Con una elevación que permite presiones de servicio conforme a las normas del ANA, de 5 a 50 metros de columna de agua. El cual estará ubicado en el PI-73 con una elevación de 1,471.647 msnm.

A la entrada del tanque de almacenamiento se instalará un macro medidor de dos pulgadas según el diámetro de la tubería de entrada.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula

Tabla 27 - De dimensionamiento del tanque

Componentes	Resultado
CPD (gal/día)	26,476.38 Gal/día
CPD (m ³ /día)	100.224 m ³ /día
Factor de compensación (15% CPD)	0.15
Factor de capacidad del tanque (25% CPD)	0.25
Capacidad de almacenamiento	40.08 m ³
Largo	4.3 m
Ancho	4.3 m
Alto	2.34 m
Borde libre	0.20m
Altura del nivel de rebose	2.14
Diámetro de tubería entrada y salida	2 pulg
Altura de tubería de entrada	2.20 m
Altura de tubería de salida	0.20

Fuente: Elaboración propia.

5.13.1 Red distribución

El sistema se diseñó mediante el caudal de diseño correspondiente al consumo máximo horario (CMH), como lo indica la norma NTON 09 007- 19, el cuál para este sistema es de 3.07 L/s al final del periodo de diseño.

Modelado en Epanet, ya que se analizaron los puntos o nodos más críticos dentro de todas las conexiones correspondientes a las de mayor longitud y que se encuentran en alturas críticas. Se verifican presiones y velocidades establecidas en la norma determinando si todas cumplen.

La red de distribución, estará conformada por tubería PVC SDR-26 con una longitud de 3,620.545 metros.

Debido a las características topográficas que presenta el terreno, el sistema total de la red, se dividió en 13 tramos:

Tabla 28 - Ramales de la red de distribución

Tramo		Longitud M	C	Diámetro mm	Caudal L/s
PI	PF				
73	159	1,496.613 m	150	50 mm	0.96
89	185	452.107 m	150	50 mm	0.24954
175	206	322.904 m	150	38 mm	0.14259
119	214	92.142 m	150	38 mm	0.14259
128	224	185.78 m	150	38 mm	0.10694
127	185	67.264 m	150	50 mm	0.03565
185	196	134.857 m	150	38 mm	0.08912
201	240	77.737 m	150	38 mm	0.16042
148	248	131.819 m	150	38 mm	0.05347
156	136	301.983 m	150	50 mm	0.44560
152	258	140.440 m	150	50 mm	0.30301
150	143	119.07 m	150	50 mm	0.17824
262	273	97.829 m	150	50 mm	0.19607

Fuente: Simulación Epanet.

Con los datos mostrados en la tabla anterior se realizó el diseño del esquema de la red.

5.13.2 Esquema de la red de distribución

Figura 19. Esquema de la red de distribución



A cada uno de los elementos (nodos y tubería) se les asignó sus datos específicos (elevación y caudal a los nodos, longitud de las tuberías) para generar la simulación de todo el sistema para verificar presiones y velocidades.

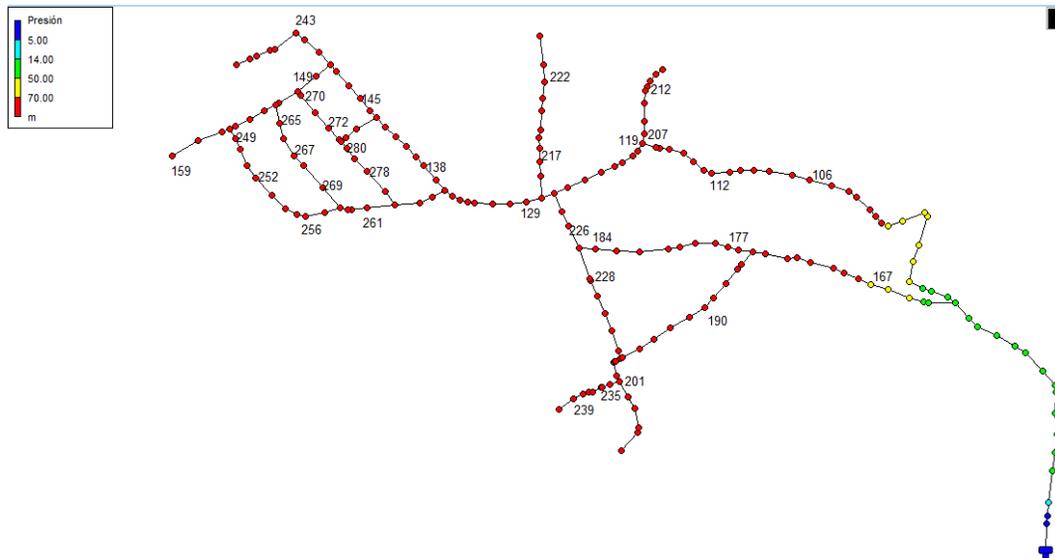
5.13.3 Análisis hidráulico de la red

La simulación se realizó con tres escenarios:

Tanque lleno con consumo cero

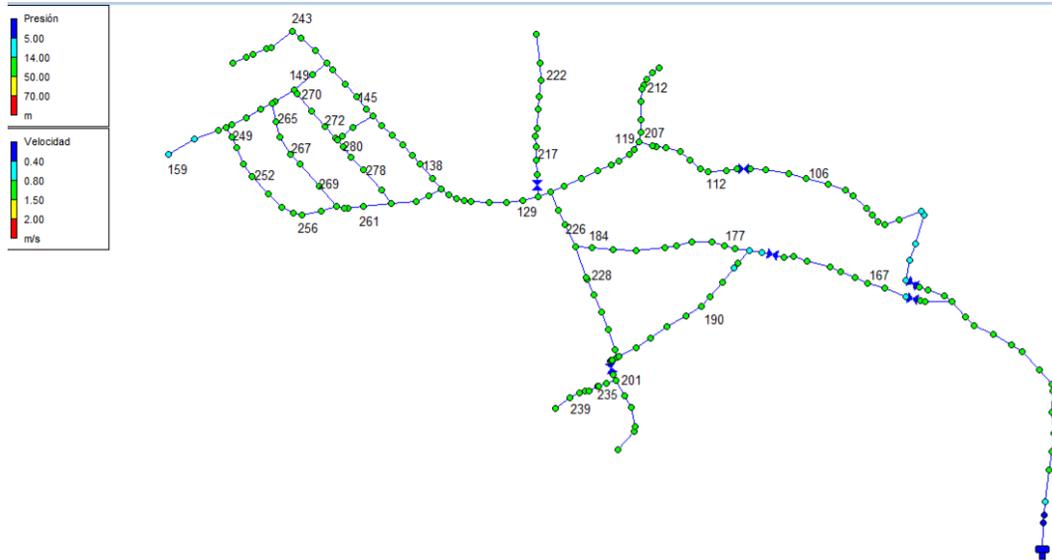
Para este escenario se estableció la demanda bajo las condiciones de consumo cero en la red para simular las presiones más altas en horas de la madrugada y los momentos en el que casi no hay consumo, debido a esto, las velocidades en los tramos equivalen a cero.

Figura 20. Simulación con consumo cero



Debido a las presiones elevadas se hace la propuesta de 6 válvulas reductoras, las cuales se encuentran 2 en el ramal 1, con una consignación de 5 y 14 m.c.a, 2 en el ramal 2, de 5 y 10 m.c.a, 1 en el ramal 3, de 15 m.c.a y 1 en el ramal 5, de 20 m.c.a. Con estos accesorios, las presiones en este escenario serían las siguientes:

Figura 21. Simulación consumo cero con válvulas reductoras



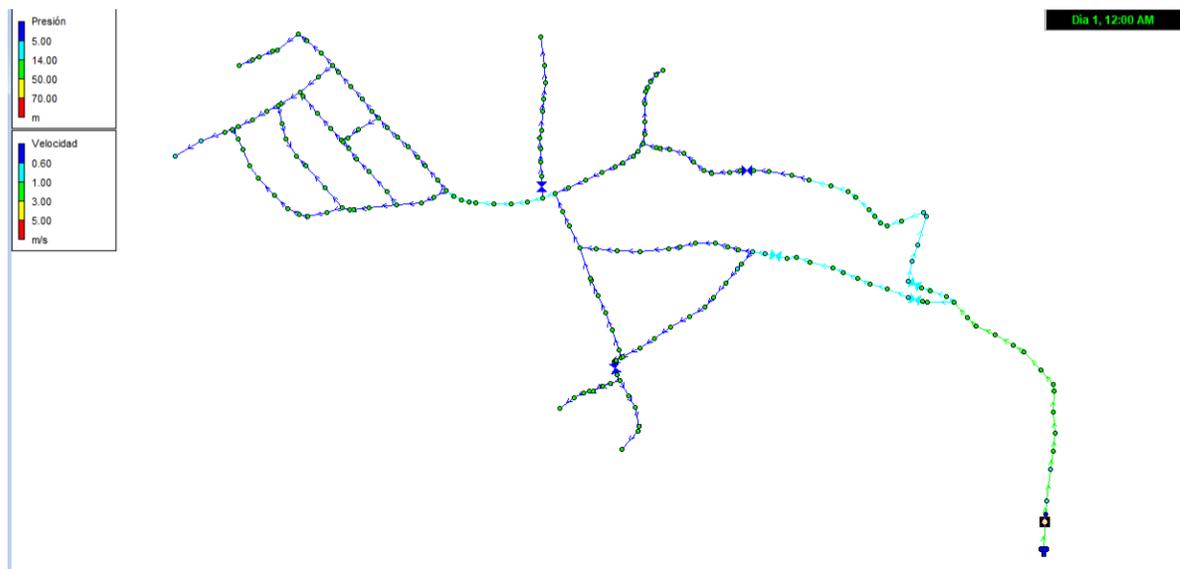
En la siguiente tabla, se muestran los nodos con las mayores presiones en el sistema estando en el rango de 45 m.c.a. a 49.83 m.c.a.

Tabla 29 - Resultados de mayores presiones en nodos para condición de tanque lleno sin consumo

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n37	0	1421.28	49.83
Conexión n20	0	1472.59	49.4
Conexión n111	0	1472.59	49.19
Conexión n161	0	1382.65	49.16
Conexión n160	0	1382.65	49.11
Conexión n113	0	1472.59	48.81
Conexión n112	0	1472.59	48.79
Conexión n90	0	1382.65	47.92
Conexión n159	0	1382.65	47.91
Conexión n59	0	1382.65	46.85
Conexión n154	0	1382.65	46.85
Conexión n58	0	1382.65	46.83
Conexión n19	0	1472.59	46.82
Conexión n60	0	1382.65	46.52

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n36	0	1421.28	46.49
Conexión n91	0	1382.65	46.07
Conexión n57	0	1382.65	45.94
Conexión n158	0	1382.65	45.88
Conexión n153	0	1382.65	45.85
Conexión n61	0	1382.65	45.85
Conexión n62	0	1382.65	45.84
Conexión n56	0	1382.65	45.78
Conexión n63	0	1382.65	45.23

Figura 22. Tanque lleno y consumo máximo horario (CMH)



La imagen anterior muestra la simulación de velocidades en las tuberías y de presiones en los nodos con el tanque en su máxima capacidad y el consumo máximo de circulación, así mismo, muestra una escala de colores que define los niveles de velocidades y presiones que contiene cada elemento (azul para los valores debajo de lo establecido y rojo para los valores que están por encima de lo permisible), estos niveles están conforme a los criterios de la norma NTON 09 007- 19.

En ninguno de los tramos se supera la velocidad máxima, pero debido a que se encuentran tramos muy cortos con baja demanda se redujo el diámetro de la tubería y se propuso la instalación de válvulas de limpieza para evitar la acumulación de sedimentos en la tubería.

- ✓ Presiones: Mínimo 5 metros y como máximo 50 metros.
- ✓ Velocidades: Mínimo 0.60 m/s y máximo 5 m/s.

Se puede observar que las presiones cumplen en todos los nodos, ya que se encuentran dentro del rango permisible y está por encima del valor mínimo permitido. La mayor presión en los nodos es de 48.32 metros en el nodo (161) y la menor presión es de 5 metros en el nodo (110).

Tabla 30 - Resultados de análisis a tanque lleno con CMH para nodos con demanda.

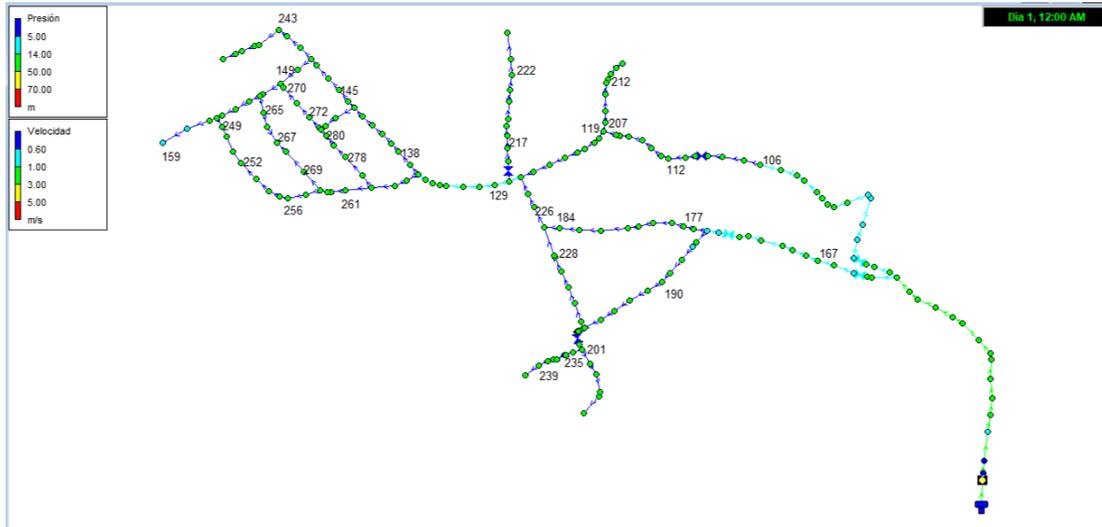
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n34	0.09	1419.48	35.69
Conexión n40	0.2	1382.43	18.85
Conexión n47	0.16	1381.97	30.7
Conexión n57	0.12	1381.29	44.57
Conexión n66	0.12	1380.42	40.9
Conexión n73	0.05	1380.31	35.6
Conexión n77	0.14	1380.28	32.02
Conexión n87	0.07	1380.26	5.48
Conexión n91	0.09	1381.85	45.26
Conexión n98	0.12	1382.29	18.83
Conexión n108	0.04	1422.83	18.45
Conexión n110	0	1423.22	5
Conexión n114	0.07	1354.23	24.26
Conexión n130	0.07	1382.14	17.39
Conexión n135	0.05	1381.97	34.16
Conexión n142	0.09	1381.97	30.17
Conexión n143	0.05	1355.79	27.4
Conexión n150	0.05	1355.79	21.03

	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión n154	0.04	1381.73	45.92
Conexión n160	0.09	1381.82	48.27
Conexión n161	0	1381.82	48.32
Conexión n162	0.05	1354.23	30.52
Conexión n167	0.11	1354.23	19.47
Conexión n170	0.05	1380.28	23.65
Conexión n181	0.09	1380.3	31.73
Conexión n186	0.12	1380.27	23.54
Conexión n190	0.12	1380.26	17.79
Conexión n193	0.11	1380.26	16.85
Conexión n194	0.11	1380.27	26.12
Conexión n196	0.11	1380.27	24.23
Conexión n198	0.09	1380.27	26.59
Conexión n203	0.07	1380.3	31.1
Conexión n205	0.11	1380.28	30
Conexión n207	0.11	1380.32	33.39
Conexión n209	0.09	1380.31	31.19

✓ **Tanque 1/3 tercio de su capacidad con consumo máximo horario (CMH)**

Para este escenario se hizo la simulación con el tanque 1/3 tercio de su capacidad para verificar que las presiones y velocidades aún cumplan con las condiciones de la norma NTON 09 007-19, **ver figura 23**.

Figura 23. Simulación de tanque 1/3 tercio de su capacidad con CMH



En la imagen anterior se muestra las velocidades y presiones generadas en el sistema cuando el tanque se encuentra 1/3 tercio de su capacidad. Se puede observar que las velocidades no sufren cambios, es decir, se mantienen las mismas que en la simulación con tanque lleno, por otra parte, las presiones sí varían, ya que bajan con respecto al primer escenario de simulación, sin embargo, todavía se encuentran dentro del rango permisible, siendo la más alta de 48.23 m en el nodo 161 (PI 227) y la más baja de 5 m en el nodo 110 (PI 165). A continuación, en la tabla 31 se muestran los resultados de las presiones y velocidades de la simulación con estas condiciones:

Tabla 31 - Presiones resultantes en nodos con demanda en la simulación de tanque a 1/3 de su capacidad.

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n108	0.04	1422.83	18.45
Conexión n110	0	1423.22	5
Conexión n114	0.07	1354.23	24.26
Conexión n130	0.07	1382.14	17.39

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n135	0.05	1381.97	34.16
Conexión n142	0.09	1381.97	30.17
Conexión n143	0.05	1355.79	27.4
Conexión n150	0.05	1355.79	21.03
Conexión n154	0.04	1381.73	45.92
Conexión n160	0.09	1381.82	48.27
Conexión n161	0	1381.82	48.32
Conexión n162	0.05	1354.23	30.52
Conexión n167	0.11	1354.23	19.47
Conexión n170	0.05	1380.28	23.65
Conexión n181	0.09	1380.3	31.73
Conexión n186	0.12	1380.27	23.54
Conexión n190	0.12	1380.26	17.79
Conexión n193	0.11	1380.26	16.85
Conexión n194	0.11	1380.27	26.12
Conexión n196	0.11	1380.27	24.23
Conexión n198	0.09	1380.27	26.59
Conexión n203	0.07	1380.3	31.1
Conexión n205	0.11	1380.28	30
Conexión n207	0.11	1380.32	33.39
Conexión n209	0.09	1380.31	31.19
Conexión n34	0.09	1419.48	35.69
Conexión n40	0.2	1382.43	18.85
Conexión n47	0.16	1381.97	30.7
Conexión n57	0.12	1381.29	44.57
Conexión n66	0.12	1380.42	40.9
Conexión n73	0.05	1380.31	35.6
Conexión n77	0.14	1380.28	32.02
Conexión n87	0.07	1380.26	5.48
Conexión n91	0.09	1381.85	45.26
Conexión n98	0.12	1382.29	18.83

Capítulo VI

**Conclusiones y
recomendaciones**

“Cuando protegemos nuestros océanos
protegemos nuestro futuro”

Bill Clinton.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusión

El estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de las comunidades del Cipian y Villa el Carmen, del municipio de las Sabanas, departamento de Madriz, se realizó siguiendo cada una de las normas técnicas de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable NTON 09 007-19, por lo que con respecto a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- Mediante los resultados obtenidos del estudio socioeconómico, se determinaron las necesidades del abastecimiento de agua potable que tienen las habitantes, por lo que socialmente el proyecto es viable, ya que mejorará la calidad de vida de los pobladores. Las comunidades cuentan en la actualidad (año 2022) con una población base de 669 habitantes, considerando que el periodo de diseño es de 20 años para el final del mismo se adoptó un crecimiento de población de 2.5% para un total de beneficiarios al final del año 2042 correspondiente a 1096 habitantes, así mismo se determinó la capacidad económica, higiene y abastecimiento actual de las comunidades, por lo que el proyecto les permitirá tener mejores condiciones de vida.
- Al analizar la fuente, se determinó que esta es adecuada para ser potabilizada, ya que, mediante los análisis físicos, químico y bacteriológico los resultados se encuentran dentro del rango permitido, para el consumo humano y pueden eliminarse mediante procesos de filtración y desinfección.
- Se concluyó que el caudal mínimo aforado de la fuente, en período seco, equivalente a 7.2 L/s, es capaz de abastecer la demanda de las comunidades, durante la vida útil del proyecto y aun así mantener su caudal ecológico. Los consumos proyectados para el final del periodo de diseño son: CPD: 1.16 L/s, CMD: 1.91 L/s, CMH: 3.07L/s.

- Se realizó el diseño de la línea de conducción donde se obtuvo las características de cada uno de los componentes, así también se realizó el diseño de la red de distribución donde se obtuvo las presiones en los nodos cumpliendo con las normas establecidas, tomando en cuenta el levantamiento topográfico en cual determino que el sistema de abastecimiento sea por bombeo (MABE)-gravedad (MAG), que estará estructurado como: Fuente-FPR-Tanque-Red.

Los diámetros, presiones y velocidades resultado de la simulación hidráulica en Epanet cumplen con los parámetros establecidos en la norma NTON 09 007-19, por lo que teniendo en cuenta el dimensionamiento de los componentes, se puede decir que el sistema cumplirá con sus objetivos en cuanto a cantidad y calidad del agua.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar monitoreo constante para verificar el grado de contaminación de las aguas, para regular la dosificación de cloro a utilizar. Esto debe ser realizado en coordinación con el departamento de higiene y epidemiología del MINSA. La empresa de acueductos y alcantarillados (ENACAL) será la responsable de designar a los encargados de las labores de operación y mantenimiento del sistema.
- Se recomienda mantener un stock de herramientas y accesorios para realizar reparaciones a lo inmediato.
- Se recomienda la instalación de válvulas de alivio o válvulas check posteriores al FPR para protegerlo de la sobrepresión generada por el golpe de ariete.
- Se recomienda realizar limpieza frecuente del predio del tanque de almacenamiento y el predio de la fuente de abastecimiento.
- Hacer conciencia sobre la importancia de la reforestación en los lugares aledaños a la fuente de abastecimiento de agua y la conservación de la misma para garantizar la disponibilidad del vital líquido por un período más largo.
- Las personas de la comunidad en general y principalmente sus líderes deben apropiarse del proyecto y tomar compromisos para lograr que el sistema funcione de la mejor manera; se recomienda realizar concientización y capacitaciones sobre el correcto uso y cuidado del sistema.
- Dar capacitación al personal encargado de la operación de la planta sobre la instalación, calibración, puesta en marcha, reparaciones menores, desinfección y mantenimiento básico de la misma.
- En tiempo de invierno, el operador de la bomba no deberá ponerla en funcionamiento a menos que haya pasado un mínimo de tiempo de 4 a 5 horas después de una precipitación, para evitar la colmatación temprana de los filtros y con ello mal funcionamiento de la planta.



Capítulo VII

Bibliografía

“No hay vida sin agua”

Albert szentgyorgi.

Bibliografía

ANA. (1999). Normativas relativas al Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural. NTON 09 001-99. Autoridad Nacional del Agua (ANA). <http://www.inaa.gob.ni/node/213>

ANA, A. N. del A. (2021). Diseño de Sistemas de Abastecimiento Agua Potable Norma Técnica NTON 09 007-19. Autoridad Nacional del Agua (ANA). <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/0baccc4bfecb704006258789006aef8a?OpenDocument>

CAPRE. (1993). Normas de Calidad del Agua para el Consumo Humano, Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE). 27.

FISE. (2000). Fondo de Inversión Social Emergencia, Cartilla de Operación y Mantenimiento de Mini Acueducto por Gravedad (MAG). <https://1library.co/document/oz13l6vq-operacion-mantenimiento-mini-acueducto-gravedad-mag-fise.html>

ICC. (2017). Manual de Medición de Caudales. 24.

López Cualla, R. A. (2003). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados_Ing_Ricardo_Alfredo_L%C3%B3pez_Cualla

—

Márquez, F. G. (2017). Curso Básico de Topografía: Planimetría, Agrimensura, Altimetría. Editorial Pax México.

OPS/CEPIS. (2005). Organización Panamericana de la Salud OPS, El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, (Guías para el diseño de estación de bombeo de agua potable, 2005. <https://1library.co/document/myj9mr6z-guias-diseno-estaciones-bombeo-agua-potable.html>

Pérez, R. (2021). Sistemas De Filtración Presurizada Rural | VF Hidráulica. <https://www.vfhidraulica.com/articulos/sistemas-de-filtracion-presurizada-rural/>

Pittman, R. A. (1997). Agua potable para Población Rurales: Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento. SER.

Tobar, G. B. (2013). La Importancia del Estudio Socioeconómico de la Comunidad. <https://roblemultimediaclub.wordpress.com/2013/02/17/estudio-socioeconomico/>



Capítulo VIII

Anexos

"Una gota de agua vale más que un
saco de oro para un hombre
sediento"

Píndaro

II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

9. ¿Cuántas Personas de la vivienda trabajan?

Dentro de la Comunidad: H ____ M ____ Total ____

Fuera de la Comunidad: H ____ M ____ Total ____

10. ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en esta vivienda? C\$ _____

11. ¿En que trabajan las personas de esta vivienda?

a) Ganadería ____ b) Agricultura ____ c) Jornaleros ____

d) Comercio ____ e) Otros ____ ¿Cuál? _____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA

12. ¿Tienen Letrina? a) Si ____ Tipo de Letrina ____ Años de construida ____

b) No ____

13. ¿En qué estado se encuentra? a) Buena ____ b) Mala ____

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

a) La riegan ____ b) La dejan correr ____ c) Tienen zanja de drenaje ____

d) Tiene filtro para drenaje ____

Otros _____

15. tipos de letrinas

9. Tradicional

10. Mejorada ventilada vip

16. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar del recibo de agua: (ENACAL cobra 30% de la factura)

30% ____ 35% ____ 40% ____ 45% ____

17. Uso de la letrina

1. Privada

2. Compartido con el vecino

18. Localización

- A. Dentro del inmueble
- B. Adyacente al inmueble
- C. Menos de 10 m
- D. Entre 10 a 20 m
- E. Entre 20 a 30 m
- F. Mas 30 m

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

¿Cuentan con servicio de Agua?

- a) Sí____ Que tipo: _____
- b) No____ Como se abastecen: _____
- c) Pagan por el servicio de agua a) Si_____ b) No _____
- d) ¿Cuánto pagan de agua al mes?_____
- e) Cantidad que consumen al mes: _____m³

19. ¿Quién busca o acarrea el agua?

- a) La mujer _____ b) El hombre _____

20. Calidad de servicio

- 1. Diario
- 2. Cada 2 días
- 3. Cada 3 días
- 4. Cada 4 días
- 5. Cada 5 días
- 6. Nunca

21. Cada cuanto acarrear el agua

- 1. Diario
- 2. Cada 2 días
- 3. Cada 3 días
- 4. Cada 4 días
- 5. Cada 5 días
- 6. Nunca

22. ¿Cuánto tiempo en el día invierten en el acarreo del agua?_____

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

- a) Buena_____ b) Regular_____ c) Mala_____

GRACIAS

Nombre del Encuestador(a)

Firma del Encuestador (a)

Anexos N°. 2 - Memoria fotográfica

Fotografías 1. Poza La Ahogada



Fotografía 2. Predio de planta de tratamiento



Fotografía 3. Aforo de la Fuente



Fotografía 4. Aforo y medición de la fuente



Fotografía 5. Levantamiento de encuestas socioeconómicas



Anexos N°. 3 - Análisis de calidad de agua

RESULTADOS DE ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA



A continuación, se detalla los puntos de Muestreo según el alcance del servicio ofrecido por LAQUISA

• INFORMACIÓN GENERAL DEL PLAN DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Nº	X	Y	Municipio	Localidad	Nombre de la Fuente	Fecha/Hora
30	540694	1472607	Las Sabanas	Quebrada Honda	Poza Las Ahogadas	30/10/2021 4:05 pm.

• TABLA DE RESULTADOS

A continuación, se evidencian los puntos en los cuales se le solicito al laboratorio los ensayos de Coliformes Fecales y Totales

Código del Laboratorio	Identificación de los Puntos de Muestreo	Lugar de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
MC-2033-20	Poza Las Ahogadas	Localidad Quebrada Honda	33	5

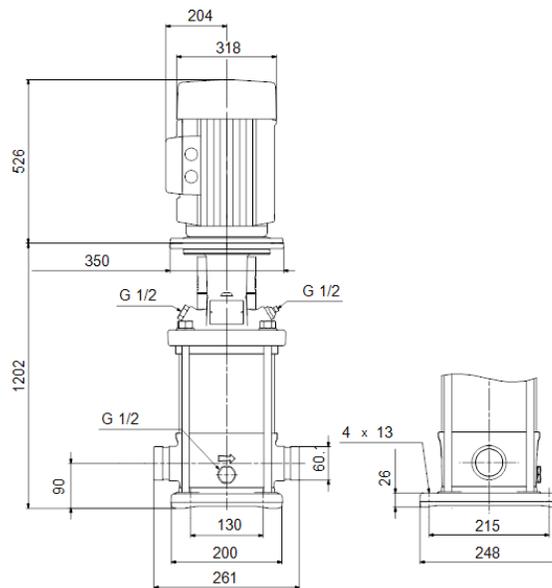
COMENTARIOS: Las muestras que evidencian concentraciones de ND (<2) tanto en coliformes fecales como coliformes totales evidencian inocuidad, por lo que desde el punto de vista Bacteriológico no ofrece ningún problema independientemente del uso que se estime conveniente. Con relación a los resultados que evidencian contaminación no se puede determinar si estas concentraciones son aceptables porque se requiere determinar para que es su finalidad. Pero en dependencia del uso deben de tomarse medidas de sanidad.

Parámetros	U/M	Poza las Ahogadas Ag-1326-20	
pH	-	7,8	6.5 – 8.5**
Temperatura	°C	21,3	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	105,6	400
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	80,3	
Turbidez	UNT	9,31	5
Salinidad	‰	0,0563	
Alcalinidad	mg/l	45,79	NE
Dureza Total	mg/l	38,15	400**
Potasio	mg/l	1,47	10
Sodio	mg/l	4,95	200
Magnesio	mg/l	3,55	50
Calcio	mg/l	9,42	100**
Hierro	mg/l	0,15	0.3
Carbonatos	mg/l	ND (<2,4)	NE
Bicarbonatos	mg/l	55,86	NE
Cloruros	mg/l	5,83	250
Sulfatos	mg/l	5,36	250
Nitratos	mg/l	ND (<0,9)	50
Nitritos	mg/l	0,03	0.1
Flúor	mg/l	ND (<0,1)	0.7
Amonio	mg/l	ND (<0,002)	0.5
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	ND (<0,05)	
Arsénico	mg/l	ND (<0,003)	0.01
Mercurio	mg/l	ND (<0,001)	0.001
Aldrin	µg/l	ND (<0,03)	0.03
DDT	µg/l	ND (<0,03)	2
Endrin	µg/l	ND (<0,03)	0.6

Parámetros	U/M	Poza las Ahogadas Ag-1326-20	
Endosulfan	µg/l	ND (<0,03)	NE
Clorpirifos	µg/l	ND (<0,03)	30
Diazinon	µg/l	ND (<0,03)	
Dimetoato	µg/l	ND (<0,03)	
Metil paratión	µg/l	ND (<0,03)	
Malathion	µg/l	ND (<0,03)	
Monocrotophos	µg/l	ND (<0,03)	
Profenofos	µg/l	ND (<0,03)	
Terbufos	µg/l	ND (<0,03)	

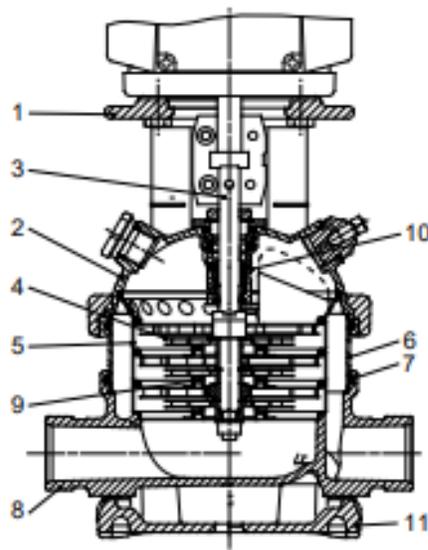
Anexos N°. 4 - Datos técnicos de la bomba Grundfos

CRN 20-17 A-P-A-E-HQCE		Tamaño de la conexión de salida:	DN 50
<p>Bomba centrífuga multietapa para instalación vertical con puertos de aspiración y de descarga al mismo nivel (en línea). Las piezas de la bomba destinadas al contacto con el líquido son de acero inoxidable de alta calidad. Un cierre mecánico de cartucho garantiza la máxima fiabilidad, permite llevar a cabo la manipulación de forma segura y facilita el acceso y el mantenimiento. La transmisión de potencia tiene lugar por medio de un acoplamiento dividido. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de acoplamientos PJE (Victaulic®). La bomba está equipada con un motor asincrónico de 3 fases, refrigerado por ventilador y montado sobre soportes.</p>		Presión nominal para la conexión:	PN 50
		Tamaño de la brida del motor:	FF300
		DATOS ELÉCTRICOS:	
		Normativa de motor:	IEC
		Tipo de motor:	160LB
<p>LIQUIDO:</p>		Clase eficiencia IE:	IE3
		Potencia nominal - P2:	18.5 kW
Líquido bombeado:	Agua	Potencia (P2) requerida por la bomba:	18.5 kW
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C	Frecuencia de red:	50 Hz
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C	Tensión nominal:	3 x 380-415D/660-690V V
Densidad:	998.2 kg/m ³	Intensidad nominal:	34,5-32,5/20,0-18,8 A
<p>TÉCNICO:</p>		Intensidad de arranque:	830-980 %
		Cos phi - factor de potencia:	0.89-0.85
Velocidad predeterminada:	2934 rpm	Velocidad nominal:	2940-2950 rpm
Caudal nominal:	21 m ³ /h		
Altura nominal:	202.9 m		



OTROS:

Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.70
Peso neto:	178 kg
Peso bruto:	218 kg
Volumen de transporte:	0.805 m ³
VVS danés n.º:	385915170
País de origen.:	HU
Tarifa personalizada n.º:	84137075



TM02 1195 1403



Materiales, CRI(E) y CRN(E)

Pos.	Denominación	Materiales	EN/DIN	AISI/ASTM
1	Cabezal de bomba	Fundición EN-GJL-200 ¹⁾	EN-JL1030	ASTM 25B
2	Cubierta cabezal de bomba	Acero inoxidable	1.4408	CF 8M igual a AISI 316
3	Eje	Acero inoxidable	1.4401 ²⁾ 1.4460 ³⁾	AISI 316 AISI 329
8	Base	Acero inoxidable	1.4408	CF 8M igual a AISI 316
9	Anillo cierre	PTFE		
10	Cierre mecánico	Tipo cartucho		
11	Soporte	Fundición EN-GJL-200 ¹⁾	EN-JL1030	ASTM 25B
	Piezas de goma	EPDM o FKM		
CRI(E)				
4	Impulsor	Acero inoxidable	1.4301	AISI 304
5	Cámara	Acero inoxidable	1.4301	AISI 304
6	Camisa	Acero inoxidable	1.4301	AISI 304
7	Junta tórica para camisa	EPDM o FKM		
CRN(E)				
4	Impulsor	Acero inoxidable	1.4401	AISI 316
5	Cámara	Acero inoxidable	1.4401	AISI 316
6	Camisa	Acero inoxidable	1.4401	AISI 316
7	Junta tórica para camisa	EPDM o FKM		

Anexo N°. 5 – Resultados de análisis hidráulico de la red.

Resultado de análisis para condición de tanque lleno con consumo.

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión n2	0	1471.63	2.83
Conexión n3	0	1471.37	3.73
Conexión n4	0	1470.96	5.3
Conexión n5	0	1469.89	13.02
Conexión n6	0	1469.29	17.4
Conexión n7	0	1468.68	21.83
Conexión n8	0	1467.98	25.19
Conexión n9	0	1467.3	25.51
Conexión n10	0	1467.08	25.07
Conexión n11	0	1466.48	26.05
Conexión n12	0	1465.63	33.36
Conexión n13	0	1465.23	31.5
Conexión n14	0	1464.55	29.8
Conexión n15	0	1463.88	25.69
Conexión n16	0	1463.48	24.68
Conexión n17	0	1462.79	32
Conexión n18	0	1462.7	35.1
Conexión n19	0	1462.55	36.78
Conexión n20	0	1462.48	39.29
Conexión n21	0	1421.28	5
Conexión n22	0	1421.1	7.74
Conexión n23	0	1420.95	9.84
Conexión n24	0	1420.69	10.03
Conexión n25	0	1420.65	10.85
Conexión n26	0	1420.43	14.12
Conexión n27	0	1420.3	17.02
Conexión n28	0	1420.24	18.44
Conexión n29	0	1420.17	19.56
Conexión n30	0	1420.09	20.35
Conexión n31	0	1419.93	24.03
Conexión n32	0	1419.84	25.06
Conexión n33	0	1419.69	29.19
Conexión n34	0.09	1419.48	35.69

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n35	0	1419.34	39.95
Conexión n36	0	1419.16	44.37
Conexión n37	0	1419.03	47.59
Conexión n38	0	1382.65	14
Conexión n39	0	1382.58	15.48
Conexión n40	0.2	1382.43	18.85
Conexión n41	0	1382.38	20.59
Conexión n42	0	1382.3	22.75
Conexión n43	0	1382.23	25.43
Conexión n44	0	1382.13	27.67
Conexión n45	0	1382.08	28.96
Conexión n46	0	1382.05	29.44
Conexión n47	0.16	1381.97	30.7
Conexión n48	0	1381.94	31.15
Conexión n49	0	1381.92	31.96
Conexión n50	0	1381.88	33.52
Conexión n51	0	1381.85	35.04
Conexión n52	0	1381.79	37.54
Conexión n53	0	1381.73	40.2
Conexión n54	0	1381.66	42.86
Conexión n55	0	1381.61	43.88
Conexión n56	0	1381.45	44.58
Conexión n57	0.12	1381.29	44.57
Conexión n58	0	1381.13	45.31
Conexión n59	0	1380.97	45.17
Conexión n60	0	1380.8	44.67
Conexión n61	0	1380.74	43.94
Conexión n62	0	1380.66	43.85
Conexión n63	0	1380.58	43.16
Conexión n64	0	1380.5	42.63
Conexión n65	0	1380.47	42.6
Conexión n66	0.12	1380.42	40.9
Conexión n67	0	1380.41	39.93
Conexión n68	0	1380.38	38.84
Conexión n69	0	1380.36	37.62
Conexión n70	0	1380.34	36.77
Conexión n71	0	1380.32	36.07

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n72	0	1380.32	35.84
Conexión n73	0.05	1380.31	35.6
Conexión n74	0	1380.3	35.06
Conexión n75	0	1380.29	34.5
Conexión n76	0	1380.29	33.91
Conexión n77	0.14	1380.28	32.02
Conexión n78	0	1380.28	29.81
Conexión n79	0	1380.27	28.27
Conexión n80	0	1380.27	27.67
Conexión n81	0	1380.27	24.59
Conexión n82	0	1380.26	21.46
Conexión n83	0	1380.26	17.65
Conexión n84	0	1380.26	16.67
Conexión n85	0	1380.26	15.44
Conexión n86	0	1380.26	11.39
Conexión n87	0.07	1380.26	5.48
Conexión n90	0	1381.81	47.07
Conexión n91	0.09	1381.85	45.26
Conexión n92	0	1381.92	42.42
Conexión n93	0	1381.99	39.76
Conexión n94	0	1382.09	31.59
Conexión n95	0	1382.13	28.26
Conexión n96	0	1382.18	24.98
Conexión n97	0	1382.25	21.68
Conexión n98	0.12	1382.29	18.83
Conexión n99	0	1382.34	16.11
Conexión n100	0	1382.4	12.48
Conexión n101	0	1382.51	10
Conexión n102	0	1422.03	42.32
Conexión n103	0	1422.11	40.38
Conexión n104	0	1422.24	36.74
Conexión n105	0	1422.46	26.7
Conexión n106	0	1422.57	26
Conexión n107	0	1422.71	24.25
Conexión n108	0.04	1422.83	18.45
Conexión n109	0	1423	14.68
Conexión n110	0	1423.22	5

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n111	0	1462.49	39.09
Conexión n112	0	1462.53	38.73
Conexión n113	0	1462.54	38.76
Conexión n114	0.07	1354.23	24.26
Conexión n115	0	1354.23	18.01
Conexión n116	0	1354.23	17.44
Conexión n117	0	1354.24	21.86
Conexión n118	0	1354.24	21.62
Conexión n119	0	1354.24	16.5
Conexión n120	0	1354.24	15
Conexión n121	0	1381.87	42.06
Conexión n122	0	1381.87	42.07
Conexión n123	0	1381.87	42.09
Conexión n124	0	1381.87	42.08
Conexión n125	0	1381.88	41.1
Conexión n126	0	1381.93	36.49
Conexión n127	0	1381.98	31.91
Conexión n128	0	1382.03	27.08
Conexión n129	0	1382.09	22.46
Conexión n130	0.07	1382.14	17.39
Conexión n131	0	1382.18	16.66
Conexión n132	0	1382.25	15.78
Conexión n133	0	1382.31	13.5
Conexión n134	0	1382.34	14.2
Conexión n135	0.05	1381.97	34.16
Conexión n136	0	1381.97	33.52
Conexión n137	0	1381.97	33.17
Conexión n138	0	1381.97	33.16
Conexión n139	0	1381.97	32.9
Conexión n140	0	1381.97	31.78
Conexión n141	0	1381.97	30.44
Conexión n142	0.09	1381.97	30.17
Conexión n143	0.05	1355.79	27.4
Conexión n144	0	1355.79	25.82
Conexión n145	0	1355.79	24.07
Conexión n146	0	1355.79	22.31
Conexión n147	0	1355.79	22

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n148	0	1355.79	21.34
Conexión n149	0	1355.79	21.05
Conexión n150	0.05	1355.79	21.03
Conexión n151	0	1355.8	20.81
Conexión n152	0	1355.8	20
Conexión n153	0	1381.67	44.87
Conexión n154	0.04	1381.73	45.92
Conexión n156	0	1381.87	42.22
Conexión n157	0	1381.85	43.68
Conexión n158	0	1381.84	45.06
Conexión n159	0	1381.83	47.09
Conexión n160	0.09	1381.82	48.27
Conexión n161	0	1381.82	48.32
Conexión n162	0.05	1354.23	30.52
Conexión n163	0	1354.23	26.43
Conexión n164	0	1354.23	23.73
Conexión n165	0	1354.23	22.2
Conexión n166	0	1354.23	21.4
Conexión n167	0.11	1354.23	19.47
Conexión n168	0	1354.23	19.09
Conexión n169	0	1354.23	17.45
Conexión n170	0.05	1380.28	23.65
Conexión n171	0	1380.28	26.71
Conexión n172	0	1380.28	28.06
Conexión n173	0	1380.28	29.89
Conexión n174	0	1380.28	30.32
Conexión n175	0	1380.28	34.33
Conexión n176	0	1380.29	34.38
Conexión n177	0	1380.29	33.89
Conexión n178	0	1380.45	41.65
Conexión n179	0	1380.41	39.89
Conexión n180	0	1380.34	36.32
Conexión n181	0.09	1380.3	31.73
Conexión n182	0	1380.29	29.66
Conexión n183	0	1380.28	29.03
Conexión n184	0	1380.28	27.97
Conexión n185	0	1380.27	25.47

Resultado de presiones a tanque lleno con CMH			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n186	0.12	1380.27	23.54
Conexión n187	0	1380.26	22.57
Conexión n188	0	1380.26	20.49
Conexión n189	0	1380.26	19.46
Conexión n190	0.12	1380.26	17.79
Conexión n191	0	1380.26	16.53
Conexión n192	0	1380.26	16.86
Conexión n193	0.11	1380.26	16.85
Conexión n194	0.11	1380.27	26.12
Conexión n195	0	1380.27	24.81
Conexión n196	0.11	1380.27	24.23
Conexión n197	0	1380.27	25.69
Conexión n198	0.09	1380.27	26.59
Conexión n200	0	1380.31	33.76
Conexión n201	0	1380.31	32.21
Conexión n202	0	1380.31	31.58
Conexión n203	0.07	1380.3	31.1
Conexión n204	0	1380.29	30.49
Conexión n205	0.11	1380.28	30
Conexión n206	0	1380.33	35.53
Conexión n207	0.11	1380.32	33.39
Conexión n208	0	1380.31	31.38
Conexión n209	0.09	1380.31	31.19
Conexión n210	0	1380.31	31.56
Depósito DEP1	-3.07	1472.59	2.14

Fuente: Simulación de Epanet

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
ID Línea	mm	LPS	m/s	m/km		
Tubería p2	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p3	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p4	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p5	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p6	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p7	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p8	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p9	55.7	3.07	1.26	28.3	0.02	Abierto
Tubería p10	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p11	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p12	55.7	3.07	1.26	28.3	0.02	Abierto
Tubería p13	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p14	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p15	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p16	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p17	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p18	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p19	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p21	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p22	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p23	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p24	55.7	1.51	0.62	7.59	0.022	Abierto
Tubería p25	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p26	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p27	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p28	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p29	55.7	1.51	0.62	7.6	0.022	Abierto
Tubería p30	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p31	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p32	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p33	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p34	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p35	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p36	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p39	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p40	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p41	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p42	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p43	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p44	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p45	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p46	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p47	55.7	0.92	0.38	3.06	0.023	Abierto
Tubería p48	55.7	0.92	0.38	3.04	0.023	Abierto
Tubería p49	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p50	55.7	0.92	0.38	3.06	0.023	Abierto
Tubería p51	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p52	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p53	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p54	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p55	55.7	1.8	0.74	10.56	0.021	Abierto
Tubería p56	55.7	1.69	0.69	9.43	0.021	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p57	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p58	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p59	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p60	55.7	1.57	0.64	8.17	0.022	Abierto
Tubería p61	55.7	1.57	0.64	8.19	0.022	Abierto
Tubería p62	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p63	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p64	55.7	0.72	0.29	1.93	0.024	Abierto
Tubería p65	55.7	0.72	0.29	1.92	0.024	Abierto
Tubería p66	55.7	0.59	0.24	1.36	0.025	Abierto
Tubería p67	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p68	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p69	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p70	55.7	0.59	0.24	1.34	0.025	Abierto
Tubería p71	55.7	0.35	0.14	0.51	0.027	Abierto
Tubería p72	55.7	0.35	0.14	0.51	0.027	Abierto
Tubería p73	55.7	0.3	0.12	0.38	0.028	Abierto
Tubería p74	55.7	0.3	0.12	0.37	0.027	Abierto
Tubería p75	55.7	0.3	0.12	0.39	0.028	Abierto
Tubería p76	55.7	0.24	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p77	55.7	0.1	0.04	0.06	0.034	Abierto
Tubería p78	55.7	0.28	0.12	0.35	0.028	Abierto
Tubería p79	55.7	0.28	0.12	0.36	0.029	Abierto
Tubería p80	55.7	0.18	0.07	0.15	0.029	Abierto
Tubería p81	55.7	0.18	0.07	0.15	0.03	Abierto
Tubería p82	55.7	0.18	0.07	0.15	0.029	Abierto
Tubería p83	55.7	0.18	0.07	0.15	0.03	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p84	55.7	0.07	0.03	0.03	0.039	Abierto
Tubería p85	55.7	0.07	0.03	0.03	0.033	Abierto
Tubería p86	55.7	0.07	0.03	0.03	0.033	Abierto
Tubería p89	55.7	-0.79	0.33	2.32	0.024	Abierto
Tubería p90	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p91	55.7	-0.88	0.36	2.82	0.023	Abierto
Tubería p92	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p93	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p94	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p95	55.7	-0.88	0.36	2.82	0.023	Abierto
Tubería p96	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p97	55.7	-1.01	0.41	3.61	0.023	Abierto
Tubería p98	55.7	-1.01	0.41	3.62	0.023	Abierto
Tubería p101	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p102	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p103	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p104	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p105	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p106	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p107	55.7	-1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería p110	55.7	-1.56	0.64	8.05	0.022	Abierto
Tubería p111	55.7	-1.56	0.64	8.16	0.022	Abierto
Tubería p112	55.7	-1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería p113	44.56	-0.07	0.05	0.07	0.031	Abierto
Tubería p114	44.56	-0.07	0.05	0.09	0.036	Abierto
Tubería p115	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.033	Abierto
Tubería p116	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.034	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p117	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.034	Abierto
Tubería p118	44.56	-0.23	0.15	0.71	0.028	Abierto
Tubería p120	44.56	-0.23	0.15	0.63	0.025	Abierto
Tubería p121	44.56	-0.23	0.15	0.73	0.029	Abierto
Tubería p122	44.56	-0.23	0.15	0.72	0.028	Abierto
Tubería p123	44.56	-0.44	0.28	2.29	0.025	Abierto
Tubería p124	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p125	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p126	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p127	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p128	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p129	44.56	-0.51	0.33	3.05	0.025	Abierto
Tubería p130	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p131	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p132	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p133	44.56	-0.51	0.33	3.07	0.025	Abierto
Tubería p134	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p135	44.56	-0.05	0.03	0.06	0.045	Abierto
Tubería p136	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.029	Abierto
Tubería p137	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.028	Abierto
Tubería p138	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.037	Abierto
Tubería p139	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p140	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.039	Abierto
Tubería p141	44.56	-0.14	0.09	0.28	0.029	Abierto
Tubería p142	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p143	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.04	Abierto
Tubería p144	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.035	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p145	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.031	Abierto
Tubería p146	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p147	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p148	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.027	Abierto
Tubería p149	44.56	-0.11	0.07	0.17	0.032	Abierto
Tubería p150	44.56	-0.11	0.07	0.17	0.031	Abierto
Tubería p152	55.7	-0.88	0.36	2.8	0.023	Abierto
Tubería p153	55.7	-0.88	0.36	2.81	0.024	Abierto
Tubería p154	55.7	-0.92	0.38	3.02	0.023	Abierto
Tubería p156	44.56	0.21	0.13	0.58	0.028	Abierto
Tubería p157	44.56	0.21	0.13	0.58	0.028	Abierto
Tubería p158	44.56	0.21	0.13	0.59	0.028	Abierto
Tubería p159	44.56	0.21	0.13	0.59	0.028	Abierto
Tubería p160	44.56	0.12	0.08	0.21	0.031	Abierto
Tubería p161	44.56	0.12	0.08	0.21	0.03	Abierto
Tubería p162	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p163	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p164	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.032	Abierto
Tubería p165	44.56	-0.05	0.03	0.03	0.025	Abierto
Tubería p166	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.038	Abierto
Tubería p167	44.56	-0.16	0.1	0.42	0.035	Abierto
Tubería p168	44.56	-0.16	0.1	0.35	0.029	Abierto
Tubería p169	44.56	-0.16	0.1	0.35	0.029	Abierto
Tubería p170	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p171	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.038	Abierto
Tubería p172	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p173	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p174	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p175	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p176	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.037	Abierto
Tubería p177	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p178	55.7	0.85	0.35	2.64	0.024	Abierto
Tubería p179	55.7	0.85	0.35	2.63	0.024	Abierto
Tubería p180	55.7	0.85	0.35	2.64	0.024	Abierto
Tubería p181	55.7	0.53	0.22	1.12	0.025	Abierto
Tubería p182	55.7	0.45	0.18	0.8	0.026	Abierto
Tubería p183	55.7	0.45	0.18	0.79	0.026	Abierto
Tubería p184	55.7	0.45	0.18	0.79	0.026	Abierto
Tubería p185	55.7	0.25	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p186	55.7	0.25	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p187	55.7	0.12	0.05	0.07	0.033	Abierto
Tubería p188	55.7	0.12	0.05	0.07	0.03	Abierto
Tubería p189	55.7	0.12	0.05	0.07	0.031	Abierto
Tubería p190	55.7	0.12	0.05	0.07	0.032	Abierto
Tubería p191	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p192	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p193	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p194	55.7	-0.11	0.05	0.06	0.031	Abierto
Tubería p195	55.7	0.2	0.08	0.18	0.029	Abierto
Tubería p196	55.7	0.09	0.04	0.04	0.034	Abierto
Tubería p197	55.7	0.09	0.04	0.04	0.03	Abierto
Tubería p198	55.7	-0.01	0.01	0	0	Abierto
Tubería p199	55.7	-0.01	0.01	0	0	Abierto
Tubería p200	55.7	-0.1	0.04	0.05	0.03	Abierto

Resultado de velocidades para condición de tanque lleno con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p202	55.7	0.24	0.1	0.26	0.029	Abierto
Tubería p203	55.7	0.24	0.1	0.25	0.028	Abierto
Tubería p204	55.7	0.36	0.15	0.54	0.027	Abierto
Tubería p205	55.7	0.29	0.12	0.35	0.027	Abierto
Tubería p206	55.7	0.29	0.12	0.36	0.028	Abierto
Tubería p207	55.7	0.18	0.07	0.16	0.032	Abierto
Tubería p208	55.7	0.32	0.13	0.41	0.027	Abierto
Tubería p209	55.7	0.32	0.13	0.42	0.027	Abierto
Tubería p210	55.7	0.21	0.09	0.19	0.029	Abierto
Tubería p211	55.7	0.21	0.09	0.19	0.029	Abierto
Tubería p212	55.7	0.12	0.05	0.08	0.035	Abierto
Tubería p213	55.7	0.12	0.05	0.08	0.036	Abierto
Tubería P1	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería P201	55.7	-0.24	0.1	0.26	0.029	Abierto
Tubería P108	55.7	1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería P109	44.56	0.21	0.13	0.59	0.029	Abierto
Tubería P119	55.7	1.42	0.58	6.81	0.022	Abierto
Tubería P20	55.7	1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Válvula V1	55.7	1.56	0.64	40.27	0	Activo
Válvula V2	55.7	1.51	0.62	41.2	0	Activo
Válvula V5	55.7	0.23	0.1	33.62	0	Activo
Válvula V6	55.7	0.11	0.04	31.65	0	Activo
Válvula V7	55.7	1.42	0.58	30.38	0	Activo
Válvula V3	55.7	1.52	0.62	32.52	0	Activo

Fuente: Simulación de Epanet.

Resultados de simulación a tanque lleno sin consumo.

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión n2	0	1472.59	3.79
Conexión n3	0	1472.59	4.95
Conexión n4	0	1472.59	6.93
Conexión n5	0	1472.59	15.72
Conexión n6	0	1472.59	20.69
Conexión n7	0	1472.59	25.75
Conexión n8	0	1472.59	29.8
Conexión n9	0	1472.59	30.8
Conexión n10	0	1472.59	30.57
Conexión n11	0	1472.59	32.16
Conexión n12	0	1472.59	40.32
Conexión n13	0	1472.59	38.87
Conexión n14	0	1472.59	37.84
Conexión n15	0	1472.59	34.39
Conexión n16	0	1472.59	33.79
Conexión n17	0	1472.59	41.8
Conexión n18	0	1472.59	44.99
Conexión n19	0	1472.59	46.82
Conexión n20	0	1472.59	49.4
Conexión n21	0	1421.28	5
Conexión n22	0	1421.28	7.92
Conexión n23	0	1421.28	10.17
Conexión n24	0	1421.28	10.62
Conexión n25	0	1421.28	11.48
Conexión n26	0	1421.28	14.96

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n27	0	1421.28	18
Conexión n28	0	1421.28	19.48
Conexión n29	0	1421.28	20.68
Conexión n30	0	1421.28	21.54
Conexión n31	0	1421.28	25.39
Conexión n32	0	1421.28	26.5
Conexión n33	0	1421.28	30.78
Conexión n34	0	1421.28	37.49
Conexión n35	0	1421.28	41.89
Conexión n36	0	1421.28	46.49
Conexión n37	0	1421.28	49.83
Conexión n38	0	1382.65	14
Conexión n39	0	1382.65	15.56
Conexión n40	0	1382.65	19.07
Conexión n41	0	1382.65	20.87
Conexión n42	0	1382.65	23.1
Conexión n43	0	1382.65	25.86
Conexión n44	0	1382.65	28.19
Conexión n45	0	1382.65	29.53
Conexión n46	0	1382.65	30.04
Conexión n47	0	1382.65	31.39
Conexión n48	0	1382.65	31.86
Conexión n49	0	1382.65	32.69
Conexión n50	0	1382.65	34.3
Conexión n51	0	1382.65	35.85
Conexión n52	0	1382.65	38.4
Conexión n53	0	1382.65	41.12

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n54	0	1382.65	43.85
Conexión n55	0	1382.65	44.92
Conexión n56	0	1382.65	45.78
Conexión n57	0	1382.65	45.94
Conexión n58	0	1382.65	46.83
Conexión n59	0	1382.65	46.85
Conexión n60	0	1382.65	46.52
Conexión n61	0	1382.65	45.85
Conexión n62	0	1382.65	45.84
Conexión n63	0	1382.65	45.23
Conexión n64	0	1382.65	44.79
Conexión n65	0	1382.65	44.79
Conexión n66	0	1382.65	43.13
Conexión n67	0	1382.65	42.18
Conexión n68	0	1382.65	41.11
Conexión n69	0	1382.65	39.91
Conexión n70	0	1382.65	39.08
Conexión n71	0	1382.65	38.41
Conexión n72	0	1382.65	38.18
Conexión n73	0	1382.65	37.95
Conexión n74	0	1382.65	37.41
Conexión n75	0	1382.65	36.87
Conexión n76	0	1382.65	36.28
Conexión n77	0	1382.65	34.39
Conexión n78	0	1382.65	32.18
Conexión n79	0	1382.65	30.66
Conexión n80	0	1382.65	30.05

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n81	0	1382.65	26.98
Conexión n82	0	1382.65	23.85
Conexión n83	0	1382.65	20.04
Conexión n84	0	1382.65	19.07
Conexión n85	0	1382.65	17.83
Conexión n86	0	1382.65	13.79
Conexión n87	0	1382.65	7.87
Conexión n90	0	1382.65	47.92
Conexión n91	0	1382.65	46.07
Conexión n92	0	1382.65	43.15
Conexión n93	0	1382.65	40.42
Conexión n94	0	1382.65	32.15
Conexión n95	0	1382.65	28.79
Conexión n96	0	1382.65	25.45
Conexión n97	0	1382.65	22.09
Conexión n98	0	1382.65	19.19
Conexión n99	0	1382.65	16.42
Conexión n100	0	1382.65	12.74
Conexión n101	0	1382.65	10.14
Conexión n102	0	1423.22	43.52
Conexión n103	0	1423.22	41.49
Conexión n104	0	1423.22	37.72
Conexión n105	0	1423.22	27.46
Conexión n106	0	1423.22	26.66
Conexión n107	0	1423.22	24.77
Conexión n108	0	1423.22	18.84
Conexión n109	0	1423.22	14.9

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n110	0	1423.22	5
Conexión n111	0	1472.59	49.19
Conexión n112	0	1472.59	48.79
Conexión n113	0	1472.59	48.81
Conexión n114	0	1354.24	24.27
Conexión n115	0	1354.24	18.02
Conexión n116	0	1354.24	17.45
Conexión n117	0	1354.24	21.87
Conexión n118	0	1354.24	21.63
Conexión n119	0	1354.24	16.51
Conexión n120	0	1354.24	15
Conexión n121	0	1382.65	42.85
Conexión n122	0	1382.65	42.85
Conexión n123	0	1382.65	42.87
Conexión n124	0	1382.65	42.86
Conexión n125	0	1382.65	41.88
Conexión n126	0	1382.65	37.22
Conexión n127	0	1382.65	32.59
Conexión n128	0	1382.65	27.7
Conexión n129	0	1382.65	23.03
Conexión n130	0	1382.65	17.91
Conexión n131	0	1382.65	17.13
Conexión n132	0	1382.65	16.18
Conexión n133	0	1382.65	13.84
Conexión n134	0	1382.65	14.52
Conexión n135	0	1382.65	34.85
Conexión n136	0	1382.65	34.21

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n137	0	1382.65	33.86
Conexión n138	0	1382.65	33.85
Conexión n139	0	1382.65	33.59
Conexión n140	0	1382.65	32.47
Conexión n141	0	1382.65	31.12
Conexión n142	0	1382.65	30.86
Conexión n143	0	1355.8	27.41
Conexión n144	0	1355.8	25.83
Conexión n145	0	1355.8	24.08
Conexión n146	0	1355.8	22.32
Conexión n147	0	1355.8	22.01
Conexión n148	0	1355.8	21.34
Conexión n149	0	1355.8	21.05
Conexión n150	0	1355.8	21.04
Conexión n151	0	1355.8	20.81
Conexión n152	0	1355.8	20
Conexión n153	0	1382.65	45.85
Conexión n154	0	1382.65	46.85
Conexión n156	0	1382.65	43.01
Conexión n157	0	1382.65	44.48
Conexión n158	0	1382.65	45.88
Conexión n159	0	1382.65	47.91
Conexión n160	0	1382.65	49.11
Conexión n161	0	1382.65	49.16
Conexión n162	0	1354.24	30.53
Conexión n163	0	1354.24	26.44
Conexión n164	0	1354.24	23.75

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n165	0	1354.24	22.22
Conexión n166	0	1354.24	21.41
Conexión n167	0	1354.24	19.49
Conexión n168	0	1354.24	19.11
Conexión n169	0	1354.24	17.46
Conexión n170	0	1382.65	26.02
Conexión n171	0	1382.65	29.09
Conexión n172	0	1382.65	30.43
Conexión n173	0	1382.65	32.26
Conexión n174	0	1382.65	32.69
Conexión n175	0	1382.65	36.7
Conexión n176	0	1382.65	36.75
Conexión n177	0	1382.65	36.26
Conexión n178	0	1382.65	43.85
Conexión n179	0	1382.65	42.14
Conexión n180	0	1382.65	38.64
Conexión n181	0	1382.65	34.08
Conexión n182	0	1382.65	32.03
Conexión n183	0	1382.65	31.4
Conexión n184	0	1382.65	30.35
Conexión n185	0	1382.65	27.85
Conexión n186	0	1382.65	25.93
Conexión n187	0	1382.65	24.96
Conexión n188	0	1382.65	22.88
Conexión n189	0	1382.65	21.85
Conexión n190	0	1382.65	20.19
Conexión n191	0	1382.65	18.92

Resultados de presiones para condición de tanque lleno sin consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n192	0	1382.65	19.25
Conexión n193	0	1382.65	19.24
Conexión n194	0	1382.65	28.5
Conexión n195	0	1382.65	27.2
Conexión n196	0	1382.65	26.62
Conexión n197	0	1382.65	28.07
Conexión n198	0	1382.65	28.98
Conexión n200	0	1382.65	36.1
Conexión n201	0	1382.65	34.56
Conexión n202	0	1382.65	33.93
Conexión n203	0	1382.65	33.45
Conexión n204	0	1382.65	32.86
Conexión n205	0	1382.65	32.37
Conexión n206	0	1382.65	37.85
Conexión n207	0	1382.65	35.73
Conexión n208	0	1382.65	33.72
Conexión n209	0	1382.65	33.54
Conexión n210	0	1382.65	33.91
Depósito DEP1	0	1472.59	2.14

Fuente: Simulación de Epanet.

Presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión n2	0	1470.19	1.39
Conexión n3	0	1469.93	2.29
Conexión n4	0	1469.52	3.86
Conexión n5	0	1468.45	11.58
Conexión n6	0	1467.85	15.96
Conexión n7	0	1467.24	20.39
Conexión n8	0	1466.54	23.75
Conexión n9	0	1465.86	24.07
Conexión n10	0	1465.64	23.63
Conexión n11	0	1465.04	24.61
Conexión n12	0	1464.19	31.92
Conexión n13	0	1463.79	30.06
Conexión n14	0	1463.11	28.36
Conexión n15	0	1462.44	24.25
Conexión n16	0	1462.04	23.24
Conexión n17	0	1461.35	30.56
Conexión n18	0	1461.26	33.66
Conexión n19	0	1461.11	35.34
Conexión n20	0	1461.04	37.85
Conexión n21	0	1421.28	5
Conexión n22	0	1421.1	7.74
Conexión n23	0	1420.95	9.84
Conexión n24	0	1420.69	10.03
Conexión n25	0	1420.65	10.85
Conexión n26	0	1420.43	14.12

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n27	0	1420.3	17.02
Conexión n28	0	1420.24	18.44
Conexión n29	0	1420.17	19.56
Conexión n30	0	1420.09	20.35
Conexión n31	0	1419.93	24.03
Conexión n32	0	1419.84	25.06
Conexión n33	0	1419.69	29.19
Conexión n34	0.09	1419.48	35.69
Conexión n35	0	1419.34	39.95
Conexión n36	0	1419.16	44.37
Conexión n37	0	1419.03	47.59
Conexión n38	0	1382.65	14
Conexión n39	0	1382.58	15.48
Conexión n40	0.2	1382.43	18.85
Conexión n41	0	1382.38	20.59
Conexión n42	0	1382.3	22.75
Conexión n43	0	1382.23	25.43
Conexión n44	0	1382.13	27.67
Conexión n45	0	1382.08	28.96
Conexión n46	0	1382.05	29.44
Conexión n47	0.16	1381.97	30.7
Conexión n48	0	1381.94	31.15
Conexión n49	0	1381.92	31.96
Conexión n50	0	1381.88	33.52
Conexión n51	0	1381.85	35.04
Conexión n52	0	1381.79	37.54
Conexión n53	0	1381.73	40.2

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n54	0	1381.66	42.86
Conexión n55	0	1381.61	43.88
Conexión n56	0	1381.45	44.58
Conexión n57	0.12	1381.29	44.57
Conexión n58	0	1381.13	45.31
Conexión n59	0	1380.97	45.17
Conexión n60	0	1380.8	44.67
Conexión n61	0	1380.74	43.94
Conexión n62	0	1380.66	43.85
Conexión n63	0	1380.58	43.16
Conexión n64	0	1380.5	42.63
Conexión n65	0	1380.47	42.6
Conexión n66	0.12	1380.42	40.9
Conexión n67	0	1380.41	39.93
Conexión n68	0	1380.38	38.84
Conexión n69	0	1380.36	37.62
Conexión n70	0	1380.34	36.77
Conexión n71	0	1380.32	36.07
Conexión n72	0	1380.32	35.84
Conexión n73	0.05	1380.31	35.6
Conexión n74	0	1380.3	35.06
Conexión n75	0	1380.29	34.5
Conexión n76	0	1380.29	33.91
Conexión n77	0.14	1380.28	32.02
Conexión n78	0	1380.28	29.81
Conexión n79	0	1380.27	28.27
Conexión n80	0	1380.27	27.67

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n81	0	1380.27	24.59
Conexión n82	0	1380.26	21.46
Conexión n83	0	1380.26	17.65
Conexión n84	0	1380.26	16.67
Conexión n85	0	1380.26	15.44
Conexión n86	0	1380.26	11.39
Conexión n87	0.07	1380.26	5.48
Conexión n90	0	1381.81	47.07
Conexión n91	0.09	1381.85	45.26
Conexión n92	0	1381.92	42.42
Conexión n93	0	1381.99	39.76
Conexión n94	0	1382.09	31.59
Conexión n95	0	1382.13	28.26
Conexión n96	0	1382.18	24.98
Conexión n97	0	1382.25	21.68
Conexión n98	0.12	1382.29	18.83
Conexión n99	0	1382.34	16.11
Conexión n100	0	1382.4	12.48
Conexión n101	0	1382.51	10
Conexión n102	0	1422.03	42.32
Conexión n103	0	1422.11	40.38
Conexión n104	0	1422.24	36.74
Conexión n105	0	1422.46	26.7
Conexión n106	0	1422.57	26
Conexión n107	0	1422.71	24.25
Conexión n108	0.04	1422.83	18.45
Conexión n109	0	1423	14.68

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n110	0	1423.22	5
Conexión n111	0	1461.05	37.65
Conexión n112	0	1461.09	37.29
Conexión n113	0	1461.1	37.32
Conexión n114	0.07	1354.23	24.26
Conexión n115	0	1354.23	18.01
Conexión n116	0	1354.23	17.44
Conexión n117	0	1354.24	21.86
Conexión n118	0	1354.24	21.62
Conexión n119	0	1354.24	16.5
Conexión n120	0	1354.24	15
Conexión n121	0	1381.87	42.06
Conexión n122	0	1381.87	42.07
Conexión n123	0	1381.87	42.09
Conexión n124	0	1381.87	42.08
Conexión n125	0	1381.88	41.1
Conexión n126	0	1381.93	36.49
Conexión n127	0	1381.98	31.91
Conexión n128	0	1382.03	27.08
Conexión n129	0	1382.09	22.46
Conexión n130	0.07	1382.14	17.39
Conexión n131	0	1382.18	16.66
Conexión n132	0	1382.25	15.78
Conexión n133	0	1382.31	13.5
Conexión n134	0	1382.34	14.2
Conexión n135	0.05	1381.97	34.16
Conexión n136	0	1381.97	33.52

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n137	0	1381.97	33.17
Conexión n138	0	1381.97	33.16
Conexión n139	0	1381.97	32.9
Conexión n140	0	1381.97	31.78
Conexión n141	0	1381.97	30.44
Conexión n142	0.09	1381.97	30.17
Conexión n143	0.05	1355.79	27.4
Conexión n144	0	1355.79	25.82
Conexión n145	0	1355.79	24.07
Conexión n146	0	1355.79	22.31
Conexión n147	0	1355.79	22
Conexión n148	0	1355.79	21.34
Conexión n149	0	1355.79	21.05
Conexión n150	0.05	1355.79	21.03
Conexión n151	0	1355.8	20.81
Conexión n152	0	1355.8	20
Conexión n153	0	1381.67	44.87
Conexión n154	0.04	1381.73	45.92
Conexión n156	0	1381.87	42.22
Conexión n157	0	1381.85	43.68
Conexión n158	0	1381.84	45.06
Conexión n159	0	1381.83	47.09
Conexión n160	0.09	1381.82	48.27
Conexión n161	0	1381.82	48.32
Conexión n162	0.05	1354.23	30.52
Conexión n163	0	1354.23	26.43
Conexión n164	0	1354.23	23.73

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n165	0	1354.23	22.2
Conexión n166	0	1354.23	21.4
Conexión n167	0.11	1354.23	19.47
Conexión n168	0	1354.23	19.09
Conexión n169	0	1354.23	17.45
Conexión n170	0.05	1380.28	23.65
Conexión n171	0	1380.28	26.71
Conexión n172	0	1380.28	28.06
Conexión n173	0	1380.28	29.89
Conexión n174	0	1380.28	30.32
Conexión n175	0	1380.28	34.33
Conexión n176	0	1380.29	34.38
Conexión n177	0	1380.29	33.89
Conexión n178	0	1380.45	41.65
Conexión n179	0	1380.41	39.89
Conexión n180	0	1380.34	36.32
Conexión n181	0.09	1380.3	31.73
Conexión n182	0	1380.29	29.66
Conexión n183	0	1380.28	29.03
Conexión n184	0	1380.28	27.97
Conexión n185	0	1380.27	25.47
Conexión n186	0.12	1380.27	23.54
Conexión n187	0	1380.26	22.57
Conexión n188	0	1380.26	20.49
Conexión n189	0	1380.26	19.46
Conexión n190	0.12	1380.26	17.79
Conexión n191	0	1380.26	16.53

Resultados de presiones a condición de tanque a 1/3 con consumo			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión n192	0	1380.26	16.86
Conexión n193	0.11	1380.26	16.85
Conexión n194	0.11	1380.27	26.12
Conexión n195	0	1380.27	24.81
Conexión n196	0.11	1380.27	24.23
Conexión n197	0	1380.27	25.69
Conexión n198	0.09	1380.27	26.59
Conexión n200	0	1380.31	33.76
Conexión n201	0	1380.31	32.21
Conexión n202	0	1380.31	31.58
Conexión n203	0.07	1380.3	31.1
Conexión n204	0	1380.29	30.49
Conexión n205	0.11	1380.28	30
Conexión n206	0	1380.33	35.53
Conexión n207	0.11	1380.32	33.39
Conexión n208	0	1380.31	31.38
Conexión n209	0.09	1380.31	31.19
Conexión n210	0	1380.31	31.56
Depósito DEP1	-3.07	1471.15	0.7

Fuente: Simulación EPANET.

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
ID Línea	mm	LPS	m/s	m/km		
Tubería p2	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p3	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p4	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p5	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p6	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p7	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p8	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p9	55.7	3.07	1.26	28.32	0.02	Abierto
Tubería p10	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p11	55.7	3.07	1.26	28.3	0.02	Abierto
Tubería p12	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p13	55.7	3.07	1.26	28.3	0.02	Abierto
Tubería p14	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p15	55.7	3.07	1.26	28.3	0.02	Abierto
Tubería p16	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería p17	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p18	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p19	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p21	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p22	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p23	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p24	55.7	1.51	0.62	7.59	0.022	Abierto
Tubería p25	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p26	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p27	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p28	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p29	55.7	1.51	0.62	7.6	0.022	Abierto
Tubería p30	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p31	55.7	1.51	0.62	7.62	0.022	Abierto
Tubería p32	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p33	55.7	1.51	0.62	7.61	0.022	Abierto
Tubería p34	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p35	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p36	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p39	55.7	1.42	0.58	6.8	0.022	Abierto
Tubería p40	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p41	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p42	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p43	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p44	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p45	55.7	1.22	0.5	5.17	0.022	Abierto
Tubería p46	55.7	1.22	0.5	5.16	0.022	Abierto
Tubería p47	55.7	0.92	0.38	3.06	0.023	Abierto
Tubería p48	55.7	0.92	0.38	3.04	0.023	Abierto
Tubería p49	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p50	55.7	0.92	0.38	3.06	0.023	Abierto
Tubería p51	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p52	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p53	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p54	55.7	0.92	0.38	3.05	0.023	Abierto
Tubería p55	55.7	1.8	0.74	10.56	0.021	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p56	55.7	1.69	0.69	9.43	0.021	Abierto
Tubería p57	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p58	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p59	55.7	1.57	0.64	8.19	0.022	Abierto
Tubería p60	55.7	1.57	0.64	8.17	0.022	Abierto
Tubería p61	55.7	1.57	0.64	8.19	0.022	Abierto
Tubería p62	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p63	55.7	1.57	0.64	8.18	0.022	Abierto
Tubería p64	55.7	0.72	0.29	1.93	0.024	Abierto
Tubería p65	55.7	0.72	0.29	1.92	0.024	Abierto
Tubería p66	55.7	0.59	0.24	1.36	0.025	Abierto
Tubería p67	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p68	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p69	55.7	0.59	0.24	1.35	0.025	Abierto
Tubería p70	55.7	0.59	0.24	1.34	0.025	Abierto
Tubería p71	55.7	0.35	0.14	0.51	0.027	Abierto
Tubería p72	55.7	0.35	0.14	0.51	0.027	Abierto
Tubería p73	55.7	0.3	0.12	0.38	0.028	Abierto
Tubería p74	55.7	0.3	0.12	0.37	0.027	Abierto
Tubería p75	55.7	0.3	0.12	0.39	0.028	Abierto
Tubería p76	55.7	0.24	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p77	55.7	0.1	0.04	0.06	0.034	Abierto
Tubería p78	55.7	0.28	0.12	0.35	0.028	Abierto
Tubería p79	55.7	0.28	0.12	0.36	0.029	Abierto
Tubería p80	55.7	0.18	0.07	0.15	0.029	Abierto
Tubería p81	55.7	0.18	0.07	0.15	0.03	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p82	55.7	0.18	0.07	0.15	0.029	Abierto
Tubería p83	55.7	0.18	0.07	0.15	0.03	Abierto
Tubería p84	55.7	0.07	0.03	0.03	0.039	Abierto
Tubería p85	55.7	0.07	0.03	0.03	0.033	Abierto
Tubería p86	55.7	0.07	0.03	0.03	0.033	Abierto
Tubería p89	55.7	-0.79	0.33	2.32	0.024	Abierto
Tubería p90	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.023	Abierto
Tubería p91	55.7	-0.88	0.36	2.82	0.023	Abierto
Tubería p92	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p93	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p94	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p95	55.7	-0.88	0.36	2.82	0.023	Abierto
Tubería p96	55.7	-0.88	0.36	2.83	0.024	Abierto
Tubería p97	55.7	-1.01	0.41	3.61	0.023	Abierto
Tubería p98	55.7	-1.01	0.41	3.62	0.023	Abierto
Tubería p101	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p102	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p103	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p104	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p105	55.7	-1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Tubería p106	55.7	-1.52	0.62	7.74	0.022	Abierto
Tubería p107	55.7	-1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería p110	55.7	-1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería p111	55.7	-1.56	0.64	8.16	0.022	Abierto
Tubería p112	55.7	-1.56	0.64	8.07	0.022	Abierto
Tubería p113	44.56	-0.07	0.05	0.07	0.031	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p114	44.56	-0.07	0.05	0.09	0.036	Abierto
Tubería p115	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.033	Abierto
Tubería p116	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.034	Abierto
Tubería p117	44.56	-0.07	0.05	0.08	0.034	Abierto
Tubería p118	44.56	-0.23	0.15	0.71	0.028	Abierto
Tubería p120	44.56	-0.23	0.15	0.63	0.025	Abierto
Tubería p121	44.56	-0.23	0.15	0.73	0.029	Abierto
Tubería p122	44.56	-0.23	0.15	0.72	0.028	Abierto
Tubería p123	44.56	-0.44	0.28	2.29	0.025	Abierto
Tubería p124	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p125	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p126	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p127	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p128	44.56	-0.44	0.28	2.32	0.025	Abierto
Tubería p129	44.56	-0.51	0.33	3.05	0.025	Abierto
Tubería p130	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p131	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p132	44.56	-0.51	0.33	3.06	0.025	Abierto
Tubería p133	44.56	-0.51	0.33	3.07	0.025	Abierto
Tubería p134	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p135	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p136	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.029	Abierto
Tubería p137	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.028	Abierto
Tubería p138	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.037	Abierto
Tubería p139	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p140	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.039	Abierto

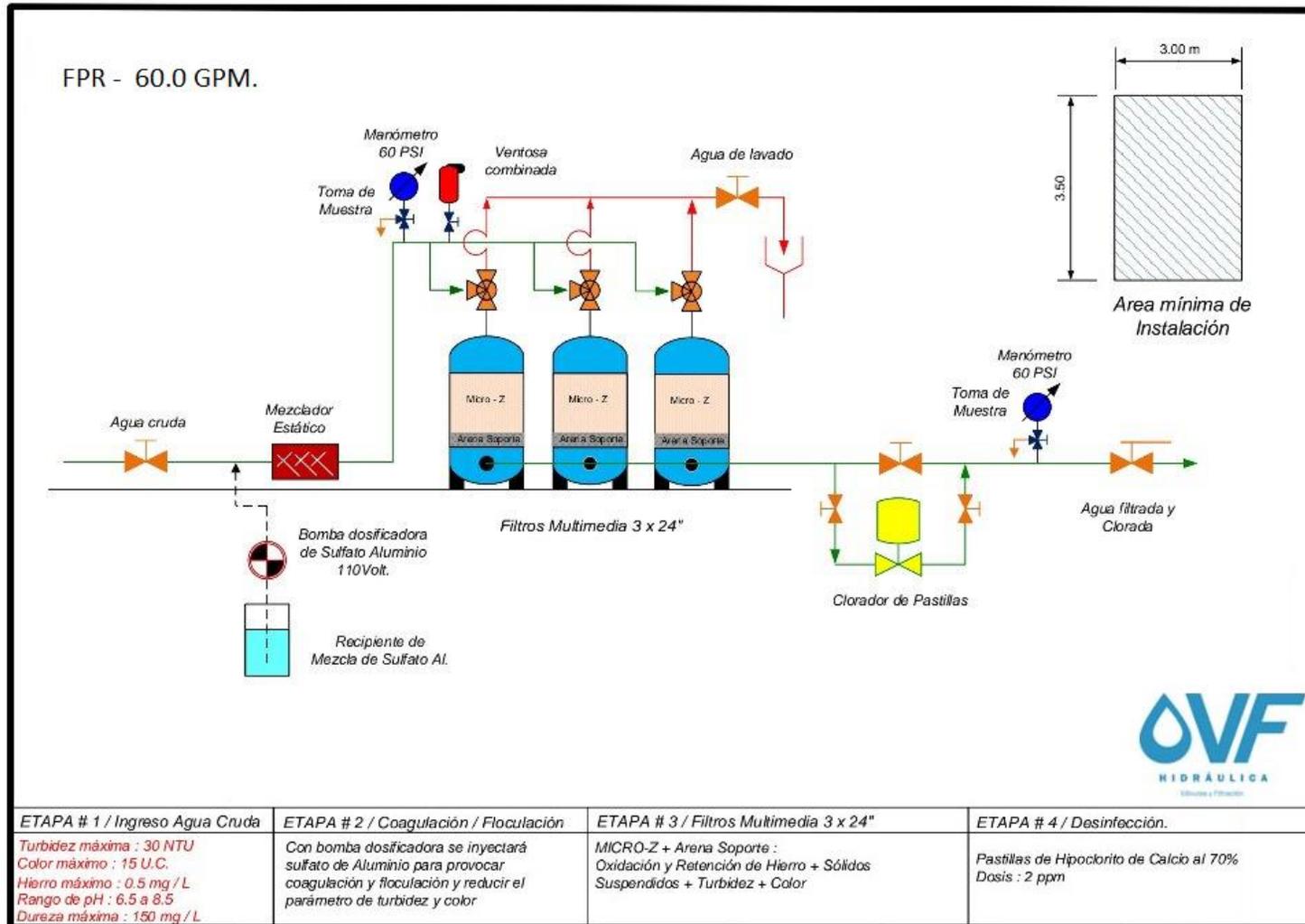
Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p141	44.56	-0.14	0.09	0.28	0.029	Abierto
Tubería p142	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p143	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.04	Abierto
Tubería p144	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.035	Abierto
Tubería p145	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.031	Abierto
Tubería p146	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p147	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p148	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.027	Abierto
Tubería p149	44.56	-0.11	0.07	0.17	0.032	Abierto
Tubería p150	44.56	-0.11	0.07	0.17	0.031	Abierto
Tubería p152	55.7	-0.88	0.36	2.8	0.023	Abierto
Tubería p153	55.7	-0.88	0.36	2.81	0.024	Abierto
Tubería p154	55.7	-0.92	0.38	3.02	0.023	Abierto
Tubería p156	44.56	0.21	0.13	0.58	0.028	Abierto
Tubería p157	44.56	0.21	0.13	0.58	0.028	Abierto
Tubería p158	44.56	0.21	0.13	0.59	0.028	Abierto
Tubería p159	44.56	0.21	0.13	0.59	0.028	Abierto
Tubería p160	44.56	0.12	0.08	0.21	0.031	Abierto
Tubería p161	44.56	0.12	0.08	0.21	0.03	Abierto
Tubería p162	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p163	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p164	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.032	Abierto
Tubería p165	44.56	-0.05	0.03	0.03	0.025	Abierto
Tubería p166	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.038	Abierto
Tubería p167	44.56	-0.16	0.1	0.42	0.035	Abierto
Tubería p168	44.56	-0.16	0.1	0.35	0.029	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p169	44.56	-0.16	0.1	0.35	0.029	Abierto
Tubería p170	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p171	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.038	Abierto
Tubería p172	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.034	Abierto
Tubería p173	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p174	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p175	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.036	Abierto
Tubería p176	44.56	-0.05	0.03	0.05	0.037	Abierto
Tubería p177	44.56	-0.05	0.03	0.04	0.033	Abierto
Tubería p178	55.7	0.85	0.35	2.64	0.024	Abierto
Tubería p179	55.7	0.85	0.35	2.63	0.024	Abierto
Tubería p180	55.7	0.85	0.35	2.64	0.024	Abierto
Tubería p181	55.7	0.53	0.22	1.12	0.025	Abierto
Tubería p182	55.7	0.45	0.18	0.8	0.026	Abierto
Tubería p183	55.7	0.45	0.18	0.79	0.026	Abierto
Tubería p184	55.7	0.45	0.18	0.79	0.026	Abierto
Tubería p185	55.7	0.25	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p186	55.7	0.25	0.1	0.26	0.028	Abierto
Tubería p187	55.7	0.12	0.05	0.07	0.033	Abierto
Tubería p188	55.7	0.12	0.05	0.07	0.03	Abierto
Tubería p189	55.7	0.12	0.05	0.07	0.031	Abierto
Tubería p190	55.7	0.12	0.05	0.07	0.032	Abierto
Tubería p191	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p192	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p193	55.7	0	0	0	0	Abierto
Tubería p194	55.7	-0.11	0.05	0.06	0.031	Abierto

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Tubería p195	55.7	0.2	0.08	0.18	0.029	Abierto
Tubería p196	55.7	0.09	0.04	0.04	0.034	Abierto
Tubería p197	55.7	0.09	0.04	0.04	0.03	Abierto
Tubería p198	55.7	-0.01	0.01	0	0	Abierto
Tubería p199	55.7	-0.01	0.01	0	0	Abierto
Tubería p200	55.7	-0.1	0.04	0.05	0.03	Abierto
Tubería p202	55.7	0.24	0.1	0.26	0.029	Abierto
Tubería p203	55.7	0.24	0.1	0.25	0.028	Abierto
Tubería p204	55.7	0.36	0.15	0.54	0.027	Abierto
Tubería p205	55.7	0.29	0.12	0.35	0.027	Abierto
Tubería p206	55.7	0.29	0.12	0.36	0.028	Abierto
Tubería p207	55.7	0.18	0.07	0.16	0.032	Abierto
Tubería p208	55.7	0.32	0.13	0.41	0.027	Abierto
Tubería p209	55.7	0.32	0.13	0.42	0.027	Abierto
Tubería p210	55.7	0.21	0.09	0.19	0.029	Abierto
Tubería p211	55.7	0.21	0.09	0.19	0.029	Abierto
Tubería p212	55.7	0.12	0.05	0.08	0.035	Abierto
Tubería p213	55.7	0.12	0.05	0.08	0.036	Abierto
Tubería P1	55.7	3.07	1.26	28.31	0.02	Abierto
Tubería P201	55.7	-0.24	0.1	0.26	0.029	Abierto
Tubería P108	55.7	1.56	0.64	8.08	0.022	Abierto
Tubería P109	44.56	0.21	0.13	0.59	0.029	Abierto
Tubería P119	55.7	1.42	0.58	6.81	0.022	Abierto
Tubería P20	55.7	1.52	0.62	7.73	0.022	Abierto
Válvula V1	55.7	1.56	0.64	37.83	0	Activo
Válvula V2	55.7	1.51	0.62	39.76	0	Activo

Resultados de velocidades para condición de tanque a 1/3 con consumo						
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de fricción	Estado
Válvula V5	55.7	0.23	0.1	27.62	0	Activo
Válvula V6	55.7	0.11	0.04	25.65	0	Activo
Válvula V7	55.7	1.42	0.58	36.38	0	Activo
Válvula V3	55.7	1.52	0.62	39.52	0	Activo

Anexo N°. 6 – Ficha técnica FPR



No.	Cant.	Descripción	Codigo	Marca	Modelo	Diámetro Pulg.	Rango (mm)
1		Sistema - Filtro Presurizado Rural / FPR - 03 X 24"	FPR-003-024				
		<p>PROYECTO : FPR Comunidad El Cipián, Las Sábanas. Madriz / 60.0 GPM (13.6 m3ph)</p> <p>CONCEPTO : Coagulación-Floculación / Filtración Multi-Media : MICRO-Z™ + Arena Soporte a baja velocidad + Desinfección con Hipoclorito de Calcio 70%</p> <p>TRATAMIENTO : Reducción de Hierro + Turbidez + Color + Sólidos Suspendidos + Desinfección Final.</p> <p>DISEÑO : Caudal 13.6 m3ph (60.0 GPM) / Velocidad Filtración : 15.92 m/hora / Caudal de Retrolavado : 13.6 m3ph (60.0 GPM)</p> <p>NO CONTEMPLA : No eliminación de metales pesados - No Reducción de SALES - No modificación de PH.</p>					
1	1	<p>EQUIPOS INCLUIDOS: (3) Filtros de Media Ø 20" + Clorador en Línea (pastillas de hipoclorito de calcio) + Válvulas de 3 vías Ø 2" + Lote de accesorios PVC. Media Filtrante - MICRO-Z™ + Arena Soporte + Manómetros Entrada/Salida + Ventosa + Niplería PVC SDR 17 + 10 kilogramos de hipoclorito de calcio 70% en Pastillas Bomba dosificador de Sulfato de Aluminio + tanque plástico 250 litros para mezcla + 20 kg sulfato de aluminio.</p>					
2		<p>SERVICIOS INCLUIDOS:</p>					
*		Traslado de los Equipos Managua - El Sitio					
*		Instalación - Calibración y Puesta en Marcha del Sistema FPR					
*		<u>Capacitación al Personal en :</u> Instalación - Calibración - Puesta en Marcha - Reparaciones Menores - Desinfección - Mantenimiento Básico					
*		<u>Se entregará (1) ANALISIS FISICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO AL FINALIZAR EL PROYECTO.</u>					

Anexo N°. 7 – Planos