



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LA LOTIFICACIÓN BISMARCK MARTINEZ DEL CASCO URBANO DE LA  
CIUDAD DE SOMOTO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ, 2020”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Eduardo José Pérez Olivas

Br. Francisco Antonio Suarez Olivas

**Tutor**

Ing. Juan Leonardo Chow Zúniga

**Asesor**

Ing. Víctor Ernesto Alfaro Carrasco

Managua, Marzo 2022

## **Resumen ejecutivo**

El propósito de este documento monográfico fue realizar el diseño de un sistema de agua potable, que prestará servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, para abastecer a 738 habitantes en el año 2041, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los futuros pobladores. El sistema de abastecimiento de agua potable seleccionado es del tipo FUENTE-TANQUE-RED, con una longitud total de tubería de 990.91 m para la lotificación Bismarck Martínez ubicada en la ciudad de Somoto departamento de Madriz compuesta por tuberías PVC SDR 26 de 2" y 1 ½".

Se aplicaron encuestas a los propietarios de los lotes para identificar a cada familia a beneficiar del proyecto. Posteriormente, se recopiló y procesó la información haciendo uso de los gráficos de Excel. El levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, se realizó con una estación total, para determinar curvas de nivel y relieves de la zona. Además, se obtuvieron las distancias y elevaciones de la superficie del terreno por donde se conducirá la tubería, se ubicará el tanque y el pozo que abastecerá de agua a la lotificación. Se realizó un estudio hidrogeológico del pozo ubicado en la lotificación Bismarck Martínez, en el cual se realizaron pruebas de bombeo, para determinar la capacidad de agua y 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 EPANET, para determinar los cálculos hidráulicos, y el software de AUTOCAD para la elaboración de planos. Posteriormente, se realizó la evaluación del impacto ambiental del proyecto, para evaluar las actividades positivas y negativas, tanto en la etapa de construcción, como en la de operación. Luego se propuso las medidas de mitigación para reducir los efectos que puedan causar los impactos negativos al medio ambiente.

El costo total de inversión, asciende a C\$6,861,989.42 equivalentes a US\$195,082.10 que beneficiará a las familias que habitaran dicha lotificación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiar y permitir cada uno de nuestros pasos hasta la meta para lograr convertirnos en profesionales, por darnos fortaleza, motivación, empeño y sabiduría para alcanzar este importante logro de nuestras vidas.

A Nuestras Familias, por brindarnos su apoyo económico y moral para culminar con éxito esta etapa, por brindarnos educación y crear en nosotros el deseo de superación.

A nuestros compañeros por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

Un cordial agradecimiento a nuestro tutor, Ing. Juan Leonardo Chow Zuniga y a nuestro asesor Ing. Víctor Ernesto Alfaro Carrasco, por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento; a todos los docentes que nos impartieron con paciencia y dedicación, sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera. A todas las personas que de una u otra manera han colaborado para que esta meta sea cumplida.

A la Alcaldía Municipal de Somoto por brindarnos su apoyo y proveernos la información necesaria.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera influyeron en la ejecución de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

A Dios Nuestro Señor, por darnos la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndonos su mano.

A mi madre Laura Fabiola Olivas Gaitán por darme el más grande ejemplo de lucha y superación, por su sacrificio que me ha permitido llegar hasta aquí, por hacer que su orgullo hacia mí me impulsara para llegar hasta el final de esta maravillosa carrera.

A mi tía Heilyng, tía Eimar y demás familiares, por inculcarme buenos valores, haberme guiado cuando lo necesitaba, cuidarme con amor, paciencia y dedicación; por habernos brindado su apoyo y confianza, sin ellos no hubiese sido posible el recorrer este camino tan largo.

A la memoria de mis difuntos abuelo Hermes Olivas, Ada Gaitán y mi tía Esperanza que pese a sus partidas me dejaron grandes enseñanzas tanto para los estudios como para la vida.

A mi padre Eduardo José Pérez Canales que pese a todas las dificultades me ha apoyado para poder culminar mis estudios.

A mis amigos Mariela, Juan, Odalys y pareja Sophia por apoyarnos y compartir sus conocimientos con paciencia durante la elaboración de este trabajo.

Br. Eduardo José Pérez Olivas.

## **DEDICATORIA**

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A Dios nuestro señor, por darme la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante; por cuidar en todo momento de mi familia y de mí, por estar siempre conmigo en mis momentos más felices y en los más oscuros e inciertos de mi vida, gracias por no desampararme.

A mi madre, Say del Socorro Olivas Cruz a estado incondicionalmente apoyándome y motivándome a seguir, gracias por ser esa persona que me inspira seguir cada día.

A mi padre, Gregorio de Jesús Suárez Sevilla, por darme sus consejos para poder afrontar cada obstáculo y momentos difíciles que se me presentan en el día a día.

A mi abuela Juana Francisca Cruz Martines quien me enseñó el buen camino el respeto hacia los demás, inculcándome los valores que hoy en día me tiene en este momento tan importante en mi vida, una excelente persona y una madre incondicional.

En especial dedico esta monografía a la memoria de mis queridos abuelos Filomena Sevilla Espinoza y Leoncio Olivas Matute quien fue la persona que me inspiro a estudiar la maravillosa carrera de ingeniería civil una persona sin igual con un amor incomparable. quien le tenía un gran amor a su trabajo el cual siempre me contó sobre su trabajo y del cual yo también fui adquiriendo esa pasión por lo que hacia él fue la razón por la cual yo estoy acá y no tengo como agradecerle por tanto mis logros y triunfos siempre estarán dedicado hacia él.

Br. Francisco Antonio Suarez Olivas.

## **INDICE**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| I. GENERALIDADES..... | 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  |
| II.    | DESCRIPCIÓN DEL AREA EN ESTUDIO.....       | 5  |
| 2.1.   | Localización .....                         | 5  |
| 2.1.1. | Macro localización .....                   | 5  |
| 2.1.2. | Micro localización .....                   | 6  |
| 2.2.   | Socio-economía de la ciudad de Somoto..... | 6  |
| III.   | MARCO TEÓRICO.....                         | 7  |
| 3.1.   | Estudio socio-económico .....              | 7  |
| 3.2.   | Estudio topográfico.....                   | 7  |
| 3.4.1. | Fuente de abastecimiento .....             | 8  |
| 3.4.2. | Proyección de población.....               | 9  |
| 3.4.3. | Proyección de consumo .....                | 9  |
| 3.5.   | Niveles de servicio .....                  | 9  |
| 3.5.1. | Estación de bombeo .....                   | 10 |
| 3.5.2. | Hidráulica del acueducto .....             | 10 |
| 3.5.3. | Línea de conducción.....                   | 11 |
| 3.5.4. | Almacenamiento .....                       | 11 |

|         |                                                  |    |
|---------|--------------------------------------------------|----|
| 3.5.5.  | Red de distribución .....                        | 12 |
| 3.5.6.  | Resistencia de la tubería y su material .....    | 13 |
| 3.5.7.  | Golpe de ariete .....                            | 13 |
| 3.5.8.  | Selección de la clase de tubería a emplear ..... | 13 |
| 3.5.9.  | Cobertura de tuberías .....                      | 14 |
| 3.5.10. | Tratamiento de clorado.....                      | 15 |
| IV.     | DISEÑO METODOLÓGICO .....                        | 16 |
| 4.1.    | Tipo de investigación.....                       | 16 |
| 4.2.    | Recopilación de datos .....                      | 16 |
| 4.3.    | Visita al sitio .....                            | 16 |
| 4.4.    | Estudio socioeconómico.....                      | 16 |
| 4.5.    | Levantamiento topográfico .....                  | 17 |
| 4.5.1.  | Consideraciones generales.....                   | 17 |
| 4.5.2.  | Método utilizado .....                           | 17 |
| 4.6.    | Población de diseño .....                        | 18 |
| 4.6.1.  | Periodo de diseño .....                          | 18 |
| 4.6.2.  | Selección de la dotación.....                    | 18 |
| 4.7.    | Análisis y cálculo hidráulico del sistema.....   | 19 |
| 4.7.1.  | Consumo doméstico (CD) .....                     | 19 |
| 4.7.2.  | Consumo promedio diario (CPD).....               | 19 |
| 4.7.3.  | Variaciones de consumo .....                     | 20 |
| 4.7.4.  | Diseño de la estación de bombeo.....             | 20 |

|          |                                                     |    |
|----------|-----------------------------------------------------|----|
| 4.7.5.   | Potencia hidráulica de la bomba .....               | 23 |
| 4.7.6.   | Cálculo del golpe de ariete .....                   | 24 |
| 4.7.7.   | Red de distribución .....                           | 25 |
| 4.7.8.   | Dimensionamiento del tanque de almacenamiento ..... | 28 |
| 4.7.9.   | Tratamiento de clorado.....                         | 28 |
| 4.8.     | Impacto ambiental .....                             | 30 |
| 4.9.     | Elaboración de planos constructivos .....           | 30 |
| 4.10.    | Presupuesto para la obra.....                       | 30 |
| V.       | ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....         | 31 |
| 5.1.     | Conceptualización del proyecto .....                | 31 |
| 5.2.     | Estudio socio-económico .....                       | 31 |
| 5.2.1.   | Características demográficas de la población .....  | 31 |
| 5.2.1.1. | Población por sexo.....                             | 32 |
| 5.2.1.2. | Población por grupo de edad .....                   | 32 |
| 5.2.2.   | Características económicas.....                     | 33 |
| 5.2.2.1. | Tipo de actividad económica .....                   | 33 |
| 5.2.2.2. | Ingresos mensuales por hogar .....                  | 34 |
| 5.2.2.3. | Adquisición del lote .....                          | 35 |
| 5.2.2.4. | Nivel académico .....                               | 36 |
| 5.3.     | Levantamiento topográfico .....                     | 37 |
| 5.4.     | Características hidrogeológicas del sitio .....     | 39 |
| 5.4.1.   | Prueba de bombeo .....                              | 40 |

|          |                                                  |    |
|----------|--------------------------------------------------|----|
| 5.4.2.   | Nivel dinámico de la fuente.....                 | 41 |
| 5.4.3.   | Análisis bacteriológico .....                    | 42 |
| 5.4.4.   | Análisis físico-químico .....                    | 43 |
| 5.4.5.   | Actividades de construcción .....                | 44 |
| 5.4.6.   | Características del pozo .....                   | 44 |
| 5.5.     | Diseño de los componentes del sistema MABE.....  | 45 |
| 5.5.1.   | Proyección de la población.....                  | 45 |
| 5.5.2.   | Proyección del consumo.....                      | 46 |
| 5.5.3.   | Pérdidas en el sistema .....                     | 47 |
| 5.5.4.   | Consumo máximo día (CMD) .....                   | 47 |
| 5.5.5.   | Consumo máximo horario (CMH) .....               | 48 |
| 5.5.6.   | Dimensionamiento de la estación de bombeo .....  | 48 |
| 5.5.7.   | Línea de conducción.....                         | 51 |
| 5.5.7.1. | Línea de conducción .....                        | 51 |
| 5.5.8.   | Desinfección .....                               | 57 |
| 5.5.9.   | Diseño del tanque.....                           | 58 |
| 5.5.10.  | Simulación hidráulica del sistema .....          | 60 |
| 5.6.     | Impacto ambiental.....                           | 77 |
| 5.6.1.   | Valoración ambiental del proyecto.....           | 77 |
| 5.6.2.   | Línea base ambiental .....                       | 78 |
| 5.6.3.   | Identificación de actividades del proyecto ..... | 78 |
| 5.6.4.   | Identificación de impactos ambientales .....     | 81 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 5.6.5. Valoración de impacto .....             | 83 |
| 5.6.6. Importancia del impacto ambiental ..... | 87 |
| 5.6.7. Medidas de mitigación .....             | 89 |
| 5.7. Costo de la obra .....                    | 89 |
| Conclusiones .....                             | 91 |
| Recomendaciones .....                          | 93 |
| Bibliografía .....                             | 94 |
| Anexos .....                                   | 96 |

## **INDICE DE TABLAS**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Clase de tubería y presiones de trabajo para tubería PVC ..... | 14 |
| Tabla 2: Resumen poblacional .....                                      | 32 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 3: Rango de edad poblacional.....                                | 33 |
| Tabla 4: Oficios con más incidencia en la población .....              | 34 |
| Tabla 5: Ingresos mensual de los hogares.....                          | 35 |
| Tabla 6: Tipo de adquisición de los lotes .....                        | 36 |
| Tabla 7: Nivel académico .....                                         | 36 |
| Tabla 8: Planos topográficos .....                                     | 38 |
| Tabla 9: Prueba de bombeo .....                                        | 40 |
| Tabla 11: Análisis bacteriológico del pozo .....                       | 43 |
| Tabla 12: Análisis físico-químico del pozo. ....                       | 43 |
| Tabla 10: Características del pozo .....                               | 45 |
| Tabla 13: Proyección de consumo .....                                  | 48 |
| Tabla 14: Pérdida de carga en los elementos de la sarta. ....          | 50 |
| Tabla 15: Dosificación requeridas para la mezcla del clorador .....    | 57 |
| Tabla 16: Especificaciones del tanque .....                            | 59 |
| Tabla 17: Presiones en la línea de conducción .....                    | 60 |
| Tabla 18: Velocidades en la línea de conducción .....                  | 61 |
| Tabla 19: Resultado en escenario de consumo máximo hora.....           | 63 |
| Tabla 20: Presiones para las condiciones consumo máxima hora.....      | 66 |
| Tabla 21: Velocidades para las condiciones consumo máxima hora .....   | 68 |
| Tabla 22: Presiones para las condiciones demanda cero. ....            | 71 |
| Tabla 23: Descripción de indicadores ambientales .....                 | 78 |
| Tabla 24: Resumen de actividades del proyecto en la construcción ..... | 79 |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 25: Matriz de identificación de impactos ambientales en la construcción del proyecto .....  | 82 |
| Tabla 26: Matriz de valoración de impactos ambientales en la construcción del proyecto .....      | 86 |
| Tabla 27: Matriz de importancia de los impactos ambientales en la construcción del proyecto ..... | 88 |
| Tabla 28: Medidas de mitigación por el impacto ambiental en la construcción del proyecto .....    | 89 |
| Tabla 29: Resumen del costo de la obra .....                                                      | 90 |

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Macro localización.....                                               | 5  |
| Ilustración 2: Micro localización.....                                               | 6  |
| Ilustración 3: Mapa geológico del departamento de Madriz. ....                       | 39 |
| Ilustración 4: Perfil del pozo .....                                                 | 42 |
| Ilustración 5: Línea de conducción .....                                             | 53 |
| Ilustración 6: Elevaciones de la línea de conducción .....                           | 55 |
| Ilustración 7: Detalle de la bomba seleccionada .....                                | 56 |
| Ilustración 8: Curva de rendimiento de la bomba .....                                | 56 |
| Ilustración 9: Perfil piezométrico en la línea de conducción .....                   | 57 |
| Ilustración 10: Detalle de tanque de almacenamiento.....                             | 59 |
| Ilustración 11: Perfil longitudinal de las presiones en la línea de conducción ..... | 61 |
| Ilustración 12: Perfil natural del terreno en la línea de conducción .....           | 62 |
| Ilustración 13: Perfil piezométrico en la línea de conducción .....                  | 62 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 14: Red de distribución de lotificación Bismarck Martínez .....                    | 65 |
| Ilustración 15: Análisis de las presiones con consumo máximas hora .....                       | 66 |
| Ilustración 16: Análisis de velocidad con consumo máximo hora.....                             | 68 |
| Ilustración 17: Perfil longitudinal de la red.....                                             | 69 |
| Ilustración 18: Perfil piezométrico de la red.....                                             | 69 |
| Ilustración 19: Perfil longitudinal de presión en la red .....                                 | 70 |
| Ilustración 20: Análisis de presiones con demanda cero.....                                    | 71 |
| Ilustración 21: Análisis de cloro residual pasando la primera hora.....                        | 73 |
| Ilustración 22: Análisis de cloro residual a las 6 horas de la aplicación de cloro.            | 74 |
| Ilustración 23: Análisis de cloro residual 12 horas después de la aplicación de cloro<br>..... | 75 |
| Ilustración 24: Análisis de cloro residual 16 horas después de la aplicación de cloro<br>..... | 76 |
| Ilustración 25: Análisis de cloro residual 24 horas después de la aplicación de cloro<br>..... | 77 |

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1. Introducción**

En la ciudad de Somoto departamento de Madriz, ha tenido un crecimiento del casco urbano exponencial en relación a su crecimiento poblacional, el cual según INIDE en el 2005 fue de 1.2%, esto ocasiona la aparición de nuevas lotificaciones para así satisfacer la necesidad de un hogar presente en la población; la lotificación Bismarck Martínez es una de ellas, se encuentra en gestiones para poder ser habitada y se espera que en el futuro tenga un total de (700 personas) aproximadamente.

El clima en el municipio de Somoto durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 34 °C. La precipitación total anual registrada en Somoto desde el período de 1962 hasta la fecha ha sido en promedio de 889 mm/año. (INETER; MARENA, 2013)

La agricultura es la principal actividad económica del municipio de Somoto, existiendo cultivos esenciales con fines de exportación como son: El tabaco, el cultivo del henequén. Los cultivos de granos básicos son destinados en su mayoría al auto consumo. La economía de la ciudad se basa en la venta de productos de alimentos y bebidas, así como elaboración de productos alimenticios, lo que incluye servicios de restaurantes y productos de panadería. Además, destaca la actividad de servicios de venta al por menor de prendas de vestir, calzado y artículos de cuero en comercios. (Banco Central de Nicaragua., 2017)

En este contexto, el principal problema que enfrenta el desarrollo de la lotificación Bismarck Martínez es la falta de agua, la cual es la mayor dificultad por superar para impulsar la construcción de viviendas y ser habitada por los beneficiarios, las autoridades de la alcaldía por su parte, están realizando los estudios necesarios para ayudar a la población que desea adquirir su inmueble en esta lotificación. Es por ello, que para facilitar el avance de lotificación se propone realizar el diseño

de un MABE, dicho diseño se registrará por las normas establecidas por el país por el ente regulador (INAA, 1999), garantizando de esta manera, que el agua este a disposición de las familias.

## **1.2. Antecedentes**

Según información brindada por autoridades locales en el año 2019, por orientaciones del Gobierno Central, se realizó el lanzamiento de la lotificación Luis Montano Aroca, la cual se encuentra ubicada en el costado sur del casco urbano de la ciudad de Somoto sobre la carretera hacia la localidad de San Lucas, dicha lotificación cuenta con 123 lotes que ya fueron entregados. Debido a que los lotes se agotaron rápidamente, las autoridades impulsaron una nueva lotificación, llamada Bismarck Martínez, la cual se ubicará en la salida norte del municipio del Somoto.

Mediante los estudios realizados en diferentes sitios se optó por la compra de un terreno ubicada al norte de la ciudad de la Asociación de Productores del Campo (APC) 300 metros al oeste, sobre la carretera panamericana hacia El Espino y 80 metros hacia el norte, con un área de 5 manzanas. El 15 de marzo del presente año se realizó el levantamiento topográfico por el equipo técnico de topografía de la alcaldía municipal de Somoto, definiendo el perímetro del área a lotificar. Con la información obtenida en campo se realizó el diseño que fue aprobado el 15 de abril por concejales de la municipalidad de Somoto. Esta lotificación cuenta con 120 lotes, fue presentada a la población el 19 de agosto del año 2020, con la finalidad de ayudar a muchas familias de escasos recursos y para familias que vivían cerca de áreas vulnerables. Actualmente la construcción de vivienda se ve limitada debido a la falta de agua.

En el marco de la restitución de derechos a una vivienda digna, las entidades de gobierno, Alcaldía Municipal e Instituto Nacional de la Vivienda Urbana y Rural (INVHUR), unieron esfuerzos para crear un proyecto de viviendas de interés social, destinado a personas que trabajan para el estado, ya que en su mayoría estas personas no tienen una vivienda propia.

### **1.3. Justificación**

El agua para el consumo humano representa uno de los factores más importante para determinar el bienestar social y económico de las personas, no obstante, la disponibilidad de agua potable es cada día menor.

El consumo de agua sin tratamiento de desinfección puede causar graves enfermedades como cólera, fiebre tifoidea, disentería, giardiasis, hepatitis, etc. La OMS cifra en 9 millones las personas que mueren anualmente debido a problemas ocasionados por agua contaminada. (Fernandez Miguelez, 2014)

Tomando en cuenta que el servicio de agua potable es uno de los más importantes para el desarrollo es fundamental que cada asentamiento cuente con este servicio.

El diseño y posterior construcción de un MABE tiene como finalidad que los pobladores cuenten con una mejor calidad de vida ya que está dirigido para personas de escasos recursos que no cuentan con servicio o vivienda digna, lo cual se verá reflejado principalmente en la salud, la educación y economía. Una vez que se instale el sistema de abastecimiento de agua, se espera contar con los beneficios siguientes:

- Menor costo al momento de adquirir el servicio de agua potable.
- Se disminuirá la necesidad de los pobladores de la movilizarse a largas distancias para adquirir agua ya que contarán con un sistema de abastecimiento que cubrirá todas las demandas que pueda existir en dicha lotificación.
- Se propiciará la higiene en los futuros hogares.

El barrio Bismarck Martínez es de origen nuevo en su localidad lo cual es de suma importancia contar con una propuesta que ayude a mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante la adquisición del servicio básico de agua potable.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable mediante un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para el barrio Bismarck Martínez del casco urbano del municipio de Somoto, departamento de Madriz.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir la situación actual de los pobladores mediante un estudio socio-económico con la finalidad de conocer el entorno y alcance económico de las familias.
- Realizar un levantamiento topográfico que genere los niveles y distancias del terreno, para la planificación y ejecución de la obra en el sitio del proyecto.
- Realizar una evaluación de la fuente seleccionada por la alcaldía Municipal de Somoto a través de estudios que comprueben que cumple con los requisitos establecidos por la norma NTON 09-003-99.
- Dimensionar cada uno de los elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua potable basado en la NTON 09-003-99 y el INAA.
- Determinar el impacto ambiental que tendrá el proyecto durante su ejecución y funcionamiento.
- Estimar costos de construcción de las obras propuestas aplicando la guía de costos FISE.

## II. DESCRIPCIÓN DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1. Localización

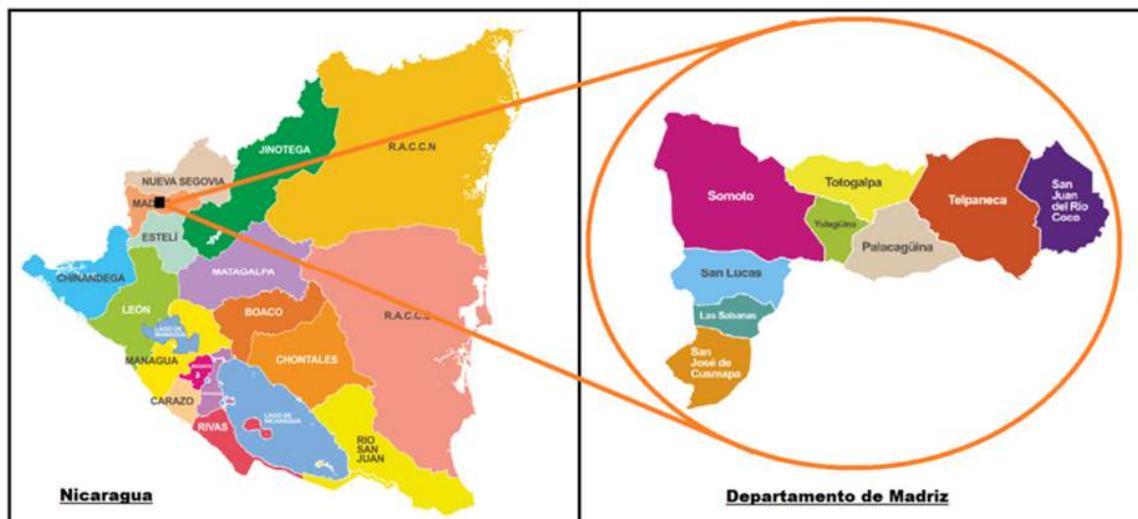
#### 2.1.1. Macro localización

El Municipio de Somoto se ubica en el departamento de Madriz, en el noreste de la República de Nicaragua, se localiza a 216 Km de la capital Managua, ubicado en las coordenadas, 13° 25 latitud norte y 86° 35 longitud oeste. Somoto pertenece al departamento de Madriz y es la cabecera departamental, cuenta con una superficie de 455km<sup>2</sup> y se localiza a una elevación de 700 msnm.

El municipio limita:

- Norte: Con los municipios de Santa María y Macuelizo en el departamento de Nueva Segovia.
- Sur: Con el municipio de San Lucas en el Departamento de Madriz y Pueblo Nuevo en el Departamento de Estelí.
- Este: Con los municipios de Yalaguina y Totogalpa del Departamento de Madriz.
- Oeste: Con la república de Honduras.

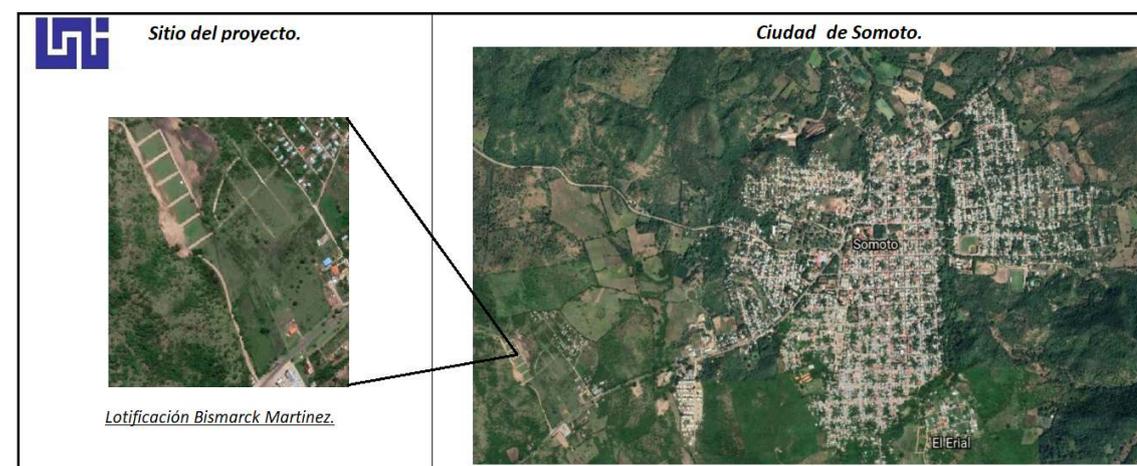
*Ilustración 1: Macro localización.*



*Fuente: Alcaldía municipal de Somoto.*

### 2.1.2. Micro localización

La lotificación Bismarck Martínez se ubicada de la Asociación de Productores del Campo (APC) 300 metros al oeste, sobre la carretera panamericana hacia la Aduana El Espino y 80 metros hacia el norte, con un área de 5 manzanas de superficie.



Fuente: Propia (2021).

### 2.2. Socio-economía de la ciudad de Somoto

La ciudad de Somoto, cuenta con una población estimada para el año 2018 de 39,311 habitantes, con una densidad poblacional de 84.3 habitantes por  $km^2$ . El 51.2% de la población es femenina y el 38.7% es menor de 20 años. (Ministerio de salud., 2018)

Según la cantidad de habitantes por vivienda, el 37.2 por ciento de las viviendas tienen de 1 a 3 habitantes (1,750 viviendas), el 38.4 por ciento de 4 a 5 habitantes (1,806 viviendas) y el 19.5 por ciento de 6 a más habitantes (920 viviendas). El promedio general es de 4.0 habitantes por vivienda.

El Directorio Económico de la ciudad está compuesto por 2,089 establecimientos, donde 1,355 están ubicados en viviendas (64.9%), 509 en local independiente (24.4%), 145 en mercados (6.9%), 69 en otras edificaciones (3.3%), 10 en bancos y otras instituciones financieras (0.5%) y 1 supermercado (0.05%).

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Estudio socio-económico**

El estudio socio-económico se describe como un documento que permite conocer el entorno económico y social de una persona en particular, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios de una persona investigada, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno familiar y social. (Corporativo Serca, 2013)

#### **3.2. Estudio topográfico**

##### **3.2.1. Levantamiento topográfico**

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario determinar su ubicación mediante tres coordenadas que son latitud, longitud y elevación o cota.

Para realizar levantamientos topográficos se necesitan varios instrumentos, como el nivel y la estación total. El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, amojonamientos y demás. (Tecnológico Nacional, 2015)

Según Josep María Franquet Bernis y Antonio Querol Gómez existen dos grandes modalidades:

- Levantamiento topográfico planimétrico: Es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.

- Levantamiento topográfico altimétrico: Es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación. (Franquet Bernis & Querol Gómez, 2010)

### **3.3. Estudio hidrogeológico**

Con el fin de evaluar el potencial de las fuentes existentes dentro de la comunidad, se realizan observaciones detalladas de las fuentes con mayores posibilidades, mediante la realización de pruebas para evaluar su calidad y rendimiento potencial. El estudio hidrológico conlleva un diagnóstico complejo de los acuíferos explotables para el proyecto, estudio que por lo general se realiza conjuntamente con la caracterización geología de la zona, para establecer un estudio denominado hidrogeológico, con el que se puede definir la extensión y capacidad de recuperación de los acuíferos. El estudio hidrológico comprenderá los siguientes parámetros: Calidad del agua de la fuente, rendimiento y el análisis de las precipitaciones en la zona a través del balance hídrico. (Guzman Milaños, Rodríguez García, & Salmerón Altamirano, 2015)

### **3.4. Diseño del MABE**

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. Un correcto diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento, de acuerdo a Cardenas Jaramillo, 2010.

#### **3.4.1. Fuente de abastecimiento**

Las fuentes de abastecimiento por lo general deben ser permanentes y suficientes, cuando no son suficientes se busca la combinación de otras fuentes de abastecimiento para suplir la demanda o es necesario su regulación. Es así

que según el ente regulador (INAA, 1999), para poder realizar un correcto abastecimiento de agua potable debemos contar con las fuentes correspondientes, de las que se deben considerar dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Capacidad de suministro
- Condiciones de sanidad o calidad del agua

### **3.4.2. Proyección de población**

El (INAA, 1999, pág. 9) sugiere se proyecte la población futura utilizando el de saturación, por tratarse de una urbanización en desarrollo a completarse en los próximos 20 años.

### **3.4.3. Proyección de consumo**

La población a servir es el parámetro básico con el cual se diseñan los elementos de las obras de abastecimiento de agua, pudiéndose establecer diferentes criterios para la estimación de la misma, dependiendo de las características de la población objeto de estudio, el tipo y configuración de la localidad. (Montenegro & Latino, 2012)

### **3.5. Niveles de servicio**

Con el objetivo de establecer un parámetro que garantice la integridad, vida útil y buen funcionamiento de todos los componentes del sistema (especialmente la fuente), se determina el nivel de servicio óptimo, contrastando las características y condiciones particulares de la población a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio ( Suce Aguirre, Quezada Gutiérrez, & García Rocha, 2015, pág. 22).

Niveles de servicio del (INAA, 1999):

- Conexión domiciliar.

Teniendo el usuario la oportunidad de ampliar el sistema dentro de su propiedad y alimentar varios artefactos sanitarios. Dotación mínima: 80-100 lppd (21.1-26.4 gppd).

➤ Conexión domiciliar de patio.

Consiste en una llave domiciliar única, colocada en el patio de la vivienda. Se utiliza cuando la dotación y el consumo previstos sean menores que la capacidad de la fuente. Dotación mínima: 50-60 lppd (13.2-15.9 gppd).

➤ Puesto público.

Es un punto de distribución en el que puede haber una o más llaves de chorro. Se utilizan puestos públicos en aquellos casos cuando las viviendas son pocas y dispersas y que estén dentro de un radio de 100 m. También se emplean para centros públicos. Dotación mínima: 30-40 lppd (7.9-10.6 gppd).

El nivel de servicio a brindar corresponde a una cobertura de 100% de conexiones domiciliarias, aclarando que a cada vivienda se hará una conexión única por vivienda y las ampliaciones internas le corresponde a cada familia (Montenegro & Latino, 2012).

### **3.5.1. 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. (Organización panamericana de la salud, 2005)

### **3.5.2. Hidráulica del acueducto**

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 provocarán 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 (INAA, 1999).

### **3.5.3. Línea de conducción**

Se denomina línea de conducción a la parte del sistema constitutivo por el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua desde donde se encuentra en estado natural hasta un punto que puede ser un tanque de almacenamiento o bien una planta potabilizadora; la capacidad de esta línea debe calcularse con el gasto máximo diario.

Según la empresa mexicana (SAGARPA, 2012), las líneas de conducción de agua se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga, se pueden obtener aplicando las ecuaciones de Darcy-Weisbach, Scobey, Manning o Hazen-Williams. Se pueden presentar dos condiciones de operación de la tubería, por bombeo o gravedad.

### **3.5.4. Almacenamiento**

En el proyecto de cualquier sistema de agua potable, deben diseñarse los tanques que sean necesario para el almacenamiento, de tal manera que estos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones y el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento (INAA, 1999, pág. 57).

El tanque deberá estar situado en el sitio lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red (INAA, 1999).

Según lo presente en el INAA del año 1999 la altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red, haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte

todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

En el diseño de los tanques superficiales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) 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.
- b) Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque.
- c) Siempre deben estar cubiertos.
- d) Las tuberías de rebose descargarán libremente, sobre obras especiales de concreto para evitar la erosión del suelo.
- e) Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y se prefiere que todos los accesorios de las tuberías sean tipo brida.
- f) Se recomienda una altura mínima de 3.00 metros, incluyendo un borde libre de 0.50 metros.
- g) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, marcador de niveles, etc.

### **3.5.5. Red de distribución**

Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes ( Suce Aguirre, Quezada Gutiérrez, & García Rocha, 2015, pág. 38):

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño ( $CMH=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

Tipos de redes:

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución:

- Redes abiertas: Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza.
- Red cerrada: Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

### **3.5.6. Resistencia de la tubería y su material**

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico la cual se podrá seleccionar de la tabla 1. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes (INAA, 1999, pág. 44).

### **3.5.7. Golpe de ariete**

Se denomina golpe de ariete al fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las conducciones, debido a la transformación de energía cinética en energía de presión y elástica. Si el Golpe de Ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación. (Ingeniería de Fluidos, 2016)

### **3.5.8. Selección de la clase de tubería a emplear**

La NTON 09 003 99 nos indica que la selección de la clase de la tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía (Ver tabla 1).

Tabla 1: Clase de tubería y presiones de trabajo para tubería PVC

| SDR  | Presión de trabajo    |       |         |
|------|-----------------------|-------|---------|
|      | (kg/cm <sup>2</sup> ) | (psi) | (m.c.a) |
| 11   | 28.8                  | 400   | 280     |
| 13.5 | 22.4                  | 320   | 224     |
| 17   | 17                    | 250   | 175     |
| 26   | 11.2                  | 160   | 112     |
| 32.5 | 8.8                   | 125   | 88      |
| 41   | 7                     | 100   | 70      |
| 50   | 5.6                   | 80    | 56      |

Donde:

$$SDR = \frac{\text{Diámetro nominal ext de la tubería}}{\text{Espesor nominal de la tubería}}$$

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitirá determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro Galvanizado).

### 3.5.9. Cobertura de tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m (INAA, 1999).

### **3.5.10. Tratamiento de clorado**

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que a recomendación del (INAA, 1999) debería estar entre 0.2 y 0.5 mg/lit después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5 mg/l de cloro libre residual. Concentraciones de cloro residual superiores causan mal sabor del agua y pueden provocar el rechazo por parte de los consumidores. ( Suce Aguirre, Quezada Gutiérrez, & García Rocha, 2015, pág. 43)

El tratamiento del agua por cloración permite eliminar de forma sencilla y poco costosa la mayor parte de los microbios, las bacterias, los virus y los gérmenes responsables de enfermedades como la disentería, las fiebres tifoideas y el cólera. No obstante, es incapaz de destruir ciertos microorganismos parásitos patógenos. La cloración, por tanto, desinfecta el agua, pero no la purifica por completo. (Zayas, 2018)

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo de investigación**

Es una investigación descriptiva que son las principales fuentes para proyectos en el ámbito rural ya que se busca especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga.

### **4.2. Recopilación de datos**

Se visitó las instituciones locales correspondientes (tales como Alcaldía Municipal de Somoto, ENACAL Somoto, entre otras entidades relacionadas), para adquirir la información necesaria del sitio de estudio, como documentos que caracterizan la zona y estudios realizados que aporten al diseño del sistema de agua potable.

### **4.3. Visita al sitio**

En esta fase se asistió a la zona de estudio, para poder señalar las diferentes variaciones topográficas, además se efectuar un recorrido en diferentes puntos que se consideran críticos para el sistema. También se realizaron bocetos a mano alzada de los barrios para marcar las posibles rutas para trazar la red de distribución.

### **4.4. Estudio socioeconómico**

Se llevó a cabo un estudio socioeconómico para identificar las condiciones de vida actual, el nivel económico, el grado de educación y el acceso al agua potable. Este estudio se ejecutará para elegir las técnicas y tecnologías constructivas más adecuadas para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

La evaluación socioeconómica se realizó mediante procesamiento de encuestas, haciendo uso del software Excel para digitar los datos recopilados y hacer una mejor evaluación mediante gráficos computacionales elaborados como

herramientas de análisis versátiles y que pueden ser aplicables a este tipo de análisis.

#### **4.5. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico fue indispensable para planear, diseñar y construir redes de servicios públicos y obras de urbanismo como edificaciones, vías, andenes, parques y otras que son realizadas por los ingenieros y arquitectos.

##### **4.5.1. Consideraciones generales**

El levantamiento topográfico se realizó con el propósito de determinar las posiciones referente entre varios puntos del terreno donde se ubica el proyecto; dicho levantamiento generó la información necesaria para seleccionar el método de cálculo más conveniente para adecuar el diseño de la red y línea de conducción a las diferentes limitaciones de la propiedad, evitando el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado, se usaron valores de coordenadas geodésicas para orientar el equipo con el que se realice dicho levantamiento.

##### **4.5.2. Método utilizado**

Para el levantamiento topográfico se realizaron las siguientes actividades:

- a) Se hizo un recorrido de campo en conjunto con los técnicos municipales con el propósito de identificar los lugares que limitan el proyecto.
- b) Se levantaron los datos necesarios (Coordenadas x, y, z) del terreno usando las siguientes herramientas y equipos: Cinta métrica, prisma, clavos y Estación Total Leica Ts 09 Plus con los cuales se obtuvo la precisión adecuada y necesaria para el diseño del sistema (Realizando las estaciones cada 10 metros).
- c) Se elaboraron planos indicando calles, cambios de pendiente, elevaciones, curvas de nivel, perfil de la línea de conducción, perfiles longitudinales usando el software AutoCAD Civil 3D.

#### **4.6. Población de diseño**

Para determinar la población de diseño al final del periodo se utilizó el método de saturación según el (INAA, 1999, pág. 9).

El 100% de la población total será servida mediante conexiones domiciliarias durante todo el periodo de diseño. Se tomará un número de habitantes promedio por lotes según el índice habitacional del municipio de acuerdo al número de población obtenida mediante encuestas del estudio socioeconómico.

La ecuación que se utilizará para determinar la población futura será:

$$Pd = \frac{hab}{lote} \times N^{\circ} Lotes \qquad \text{Ecuación N. 1}$$

Donde:

Pd= Población de diseño.

##### **4.6.1. Periodo de diseño**

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, según la tabla 2 para pozos perforados se recomienda usar un periodo de diseño de 15 años. (Ver en anexos VIII).

##### **4.6.2. Selección de la dotación**

El nivel de servicio a instalar en los barrios es tomas domiciliarias por lo cual se le asignara una dotación per cápita determinada según la tabla 3, en función de la población proyectada (Ver en anexos VIII).

#### **4.7. Análisis y cálculo hidráulico del sistema**

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de los barrios. El cálculo hidráulico se llevará a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por ente regulador (INAA, 1999, pág. 43).

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

##### **4.7.1. Consumo doméstico (CD)**

Depende de la cantidad de personas que se proyecten en la lotificación para el periodo de un pozo perforado, al cual se le asignó una dotación según anexos VIII. esta se calcula con la siguiente ecuación

$$CD = P_f(Dotacion)/86400 \qquad \text{Ecuación N. 2}$$

Donde:

CD: Consumo doméstico en Lps

Pf: Población futura

Dotación: Según la norma 70 lpd

##### **4.7.2. Consumo promedio diario (CPD)**

El consumo promedio diario (CPD), se estimará mediante la norma Nacional, Es la sumatoria de consumo doméstico (CD), consumo público (7% CP), Consumo Industrial (2% CI), Consumo Comercial (7% CC).

$$CPD = CD + CP + CI + CC \qquad \text{Ecuación N. 3}$$

#### 4.7.3. Variaciones de consumo

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

Las pérdidas por fuga según el INAA es el 20 por ciento del consumo promedio.

$$\textit{p}{\acute{e}}rdidas\ \textit{por}\ \textit{fugas} = 20\% \textit{CPD}$$

*Ecuación N. 4*

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)

$$\textit{CMD} = 1.5 \textit{CPD} + \textit{p}{\acute{e}}rdida\ \textit{por}\ \textit{fuga}$$

*Ecuación N. 5*

Consumo máximo hora (CMH)

$$\textit{CMH} = 2.5 \textit{CPD} + \textit{p}{\acute{e}}rdida\ \textit{por}\ \textit{fuga}$$

*Ecuación N. 6*

#### 4.7.4. Diseño de la estación de bombeo

- a) El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores. (Ver en anexos inciso I, cuadro 3).
- b) El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. Según especificaciones AWWA C-704. Para el diseño del diámetro se recomienda los valores mostrados en la tabla siguiente. (Ver en anexos inciso I, cuadro 4).

Una vez que conocemos las dimensiones de la sarta calculamos la velocidad de flujo que estará presente en ella por medio de la ecuación 9.

Haciendo uso de la ecuación de la ecuación 10 de Hazen-Williams se obtuvieron las pérdidas por fricción, también fue necesario conocer las pérdidas locales causadas por los elementos de la sarta, para eso se usó la siguiente ecuación

$$hl = \sum K \frac{V^2}{2g} \quad \text{Ecuación N. 7}$$

c) Diámetro económico

Se tomó como referencia principal la topografía teniendo presente cotas y longitudes fuente-tanque, también se consideró el consumo máximo diario CMD.

El diámetro de la tubería fue calculado a partir de la siguiente ecuación, similar a la de Bresse, pero que utiliza el caudal de diseño en lugar del caudal de bombeo:

$$D = 1.3 x X^{1/4} \sqrt{Q} \quad \text{Ecuación N. 8}$$

Dónde:

D: Diámetro interior aproximado (m)

Q: Caudal de diseño ( $m^3/s$ )

X: Utilización de la bomba. (%)

A partir del diámetro teórico busca diámetro comercial

d) La velocidad de flujo

La velocidad se calculó a partir de la ecuación de la continuidad que se expresa como la siguiente:

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

*Ecuación N. 9*

Donde:

Q: Caudal de bombeo ( $m^3/s$ )

D: Diámetro interno (m)

Según el (INAA, 1999, pág. 43), el rango permitido en conducción  $0.6m/s \leq v \leq 1.5m/s$ .

e) Pérdida de energía

El análisis de la pérdida de carga por fricción se realizó tomando la ecuación de Hazen-Williams, para el cálculo de las pérdidas a lo largo de toda la línea. Utilizando un coeficiente de Hazen-Williams de 150 para ductos de PVC (Ver en anexos VI).

$$h_f = 10.674 \frac{Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

*Ecuación N. 10*

Donde:

$h_f$ : Pérdida de carga (m)

Q: Caudal ( $m^3/s$ )

L: Longitud (m)

D: Diámetro (m)

C: Coeficiente de rugosidad

f) Carga dinámica total

El cálculo de la carga dinámica total se determina mediante la ecuación:

$$CDT = NB + CED + AR + Hfs + Hfc$$

*Ecuación N. 11*

Donde:

CDT: Carga dinámica total (m)

CED: Carga en diferencia de nivel de tanque (m) – nivel de pozo (m)

AR: Altura de rebose (m)

Hfs: Pérdida en la columna de bombeo y sarta (m)

Hfc: Pérdida en la conducción (m)

Nivel Bajo el Agua Se utilizó siguiente ecuación.

$$NB = ND + \textit{Sumergencia}$$

*Ecuación N. 12*

Dónde:

NB: Nivel bajo el agua (m)

ND: Nivel Dinámico (m)

#### **4.7.5. Potencia hidráulica de la bomba**

Para calcular la potencia teórica que deberá tener la bomba se obtuvo mediante la fórmula:

$$Pb = Q \times \gamma \times h_b$$

*Ecuación N. 13*

Donde:

Pb: es la potencia teórica de la bomba (hp)

Q: Caudal ( $\frac{m^3}{s}$ )

$\gamma$ : Peso específico del fluido

Una vez conocida la potencia teórica de la bomba se procedió a obtener la potencia real:

$$\eta = \frac{Pb}{P_{real}} \quad \text{Ecuación N. 14}$$

Donde:

$\eta$ : Es el rendimiento de la bomba

$Pb$ : Potencia teórica de la bomba

$P_{real}$ : Potencia de la bomba seleccionada

Por tanto, la potencia real de la bomba tendrá que ser mayor a la teórica calculada para poder satisfacer los requerimientos de caudal y altura necesarios, En función de la altura y el caudal se seleccionará la bomba comercial

#### **4.7.6. Cálculo del golpe de ariete**

Se procede a calcular la velocidad de la onda, utilizando la siguiente expresión:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right) (SDR - 2)}} \quad \text{Ecuación N. 15}$$

Donde:

$K$ : Módulo de compresión del agua

$E$ : Módulo de elasticidad de la tubería

$SDR$ : Razón dimensional estándar

Se calculó el tiempo de parada con la fórmula de Mendiluce. El valor de  $c$  se obtiene realizando una evaluación de la gradiente hidráulica que relaciona la carga dinámica total y la longitud de la tubería.

$$\frac{Hm}{L}$$

*Ecuación N. 16*

El tiempo de parada será:

$$T = c + \frac{(k)(L)(v)}{(g)(H_m)}$$

*Ecuación N. 17*

Entonces la longitud critica será:

$$L_c = \frac{(a)(T)}{2}$$

*Ecuación N. 18*

Se procede a calcular nuevamente el tiempo de onda aplicando la fórmula de Allievi.

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

*Ecuación N. 19*

Para el cálculo de la sobre presión se asume la fórmula de Allievi para cálculo de sobre presión

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

*Ecuación N. 20*

Para el cálculo de la presión total utilizamos:

$$PT = \text{Sobre presión} + \text{Diferencia de nivel}$$

*Ecuación N. 21*

#### **4.7.7. Red de distribución**

##### **4.7.7.1. Demandas nodales**

Las demandas nodales se calcularon en base a la cantidad de viviendas que se abastecerá en la red, concentrando en demandas base en nodos a distancias no mayores a los trescientos metros ni menores a los doscientos metros de acuerdo a lo establecido por la Norma Nacional (INAA, 1999, pág. 48), en el cual se

consideraron datos como el hacinamiento proyectado de personas en cada casa, la dotación per cápita y el factor de consumo humano; el caudal total debe ser igual a consumo máximo horario calculado.

#### **4.7.7.2. Pérdida de presión**

Para el análisis de la red se consideran los aspectos de red abierta y de malla cerrada. Utilizando la ecuación N.7 de Hazen-Williams, con un coeficiente de rugosidad de 150 para tubería PVC.

#### **4.7.7.3. Diámetros mínimos**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, el diámetro mínimo será de 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m (INAA, 1999, pág. 43).

#### **4.7.7.4. Velocidades permisibles en tuberías**

Se revisaron si las velocidades en cada una de los tramos de tubería de la red están entre los rangos permitidos de 0.6 m/s a 2.00 m/s (INAA, 1999, pág. 43).

#### **4.7.7.5. Presiones nodales**

Es uno de los aspectos de mayor importancia en el diseño de sistemas abastecimiento de agua potable, en el país las normas nacionales limitan la presión mínima residual en la red principal a 14.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m.

#### **4.7.7.6. Tipo de red**

Se propuso el tipo de red abierta el cual es el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y garantía del servicio.

#### **4.7.7.7. Diseño de la red de distribución**

Para la red de distribución se propuso el sistema más adecuado según las condiciones topográficas del sitio del proyecto en estudio.

El diseño hidráulico de la red de distribución se hizo para dos condiciones de operación:

a). Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución.

b). Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

#### **4.7.7.8. Procesamiento de datos para el análisis en EPANET**

Los pasos a seguir para modelizar un sistema de distribución de agua de EPANET son los siguientes:

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

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en los diferentes puntos de la red de distribución y línea de conducción, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se realizará un proceso iterativo, hasta obtener resultados adecuados.

Se hizo una simulación con consumo máximo horario para conocer si los equipos de bombeo están produciendo e impulsando el caudal máximo diario por medio de las líneas de conducción de la red y el tanque de almacenamiento al máximo horario.

Se hizo una simulación demanda cero con el propósito de determinar la carga total dinámica de las bombas y servirá para dimensionar la potencia de las mismas; aquí el agua va directamente al tanque sin ser consumida, dando las presiones máximas en la red.

#### **4.7.8. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento**

La capacidad mínima debe estar compuesta por:

- a) Volumen compensador

Fue necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar

- b) Reserva para eventualidades y/o emergencias.

Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

- c) Reserva para combatir incendios

La reserva para incendios se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

Se propuso un tanque que cumpla con las características necesarias para el correcto funcionamiento de la red de distribución.

#### **4.7.9. Tratamiento de clorado**

Para desinfectar el agua se determinó la cantidad de disolvente de cloro y a la vez se propuso un sistema de tratamiento que cumpla con las normativas técnicas INAA en base a los resultados obtenidos de los estudios físicos y bacteriológicos de las muestras de agua.

##### **Volumen del 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 a dosificar que se quiere establecer en la ecuación.

$$A = \frac{B \times Q}{C \times 10}$$

*Ecuación N. 22*

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 periodo de diseño (CMD) en lit/min.

C: Concentración de la disolución igual a 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).

$$V_{dia} = \text{Volumen dosificador} \times \frac{1440min}{dia} \times \frac{1lt}{1000ml} \quad \text{Ecuación N. 23}$$

Como en el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución al 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración que es la que permite calcular la dosificación del aparato clorinador. Se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{12\%} \times C_{12\%} = V_{1\%} \times C_{1\%} \quad \text{Ecuación N. 24}$$

Donde:

$V_{12\%}$ : Volumen de la solución al 12% (ml).

$V_{1\%}$ : Volumen de la solución al 1% (ml).

$C_{12\%}$ : Concentración de la solución al 12%.

$C_{1\%}$ : Concentración de la solución al 1%.

$$V_{12\%} = \frac{V_{1\%} \times C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} \frac{1}{12} \quad \text{Ecuación N. 25}$$

Para determinar la cantidad de dosificación de cloro, se emplean las ecuaciones antes descritas. Estas se calculan en base a la Proyección de Consumo Máximo Día (CMD) por año.

#### **4.8. Impacto ambiental**

En todo proyecto el medio ambiente se ve afectado por la ejecución de este, por lo tanto, se realizará un estudio ambiental para proponer medidas para minimizar los daños que pueda causar utilizando las siguientes herramientas y métodos:

- Realizar la matriz de Leopold para determinar el daño que tendrá el medio ambiente en esta lotificación y brindar soluciones a estos.

#### **4.9. Elaboración de planos constructivos**

Una vez realizado el análisis hidráulico de los componentes del sistema se procederá a la elaboración de los planos en el software AutoCAD con escalas 1:200; 1:1000; 1:2000 de acuerdo al diseño hidráulico previo realizado tomando en consideración las rutas de las tuberías, su ubicación y todas las obras adicionales.

#### **4.10. Presupuesto para la obra**

Se realizó un análisis minucioso de la información contenida en los planos previamente elaborados aplicando la guía de costos FISE, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle para así obtener el costo respectivo parcial y total.

## ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### **4.11. Conceptualización del proyecto**

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en la lotificación Bismarck Martínez del casco urbano del municipio de Somoto, se propone un sistema del tipo fuente-tanque-red.

### **4.12. Estudio socio-económico**

La información procesada en el estudio socio económico está basada en las encuestas (anexo a) realizadas a 30 propietarios de lotes, los cuales conforman el 24.4% de los beneficiarios, esta información generó datos básicos a partir de los cuales se pudieron desarrollar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de los componentes de la obra.

La encuesta socio-económica se encuentra dividida en los siguientes aspectos:

#### 1. Características de la población actual:

Este aspecto determina la población por grupos de edad y sexo.

#### 2. Características económicas:

Este ítem comprende los ingresos promedios mensuales de las familias, situación laboral y nivel de escolaridad de la población

#### 3. Escolaridad

#### **4.12.1. Características demográficas de la población**

La lotificación/barrio objeto de estudio tiene un total de 123 lotes. El índice habitacional fue de 6 habitantes por vivienda o lote, este fue adoptado así por parte de la alcaldía local y las autoridades correspondientes de ENACAL, con el propósito de evitar una saturación en el sistema de tuberías. Con estos resultados se concluye que las familias no se encuentran en un estado de hacinamiento ya que el índice encontrado y adoptado es menor a 7 habitante por vivienda o lote.

#### 4.12.1.1. Población por sexo

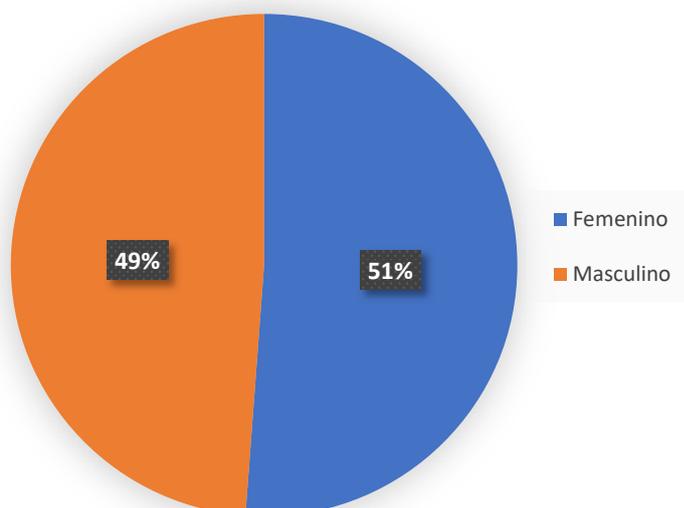
Según los resultados presentados en la tabla 2 y la gráfica 1 se encontró un 51% de mujeres y un 49% de hombres.

Tabla 2: Resumen poblacional

| N. de familias | Población |     |         |     |
|----------------|-----------|-----|---------|-----|
|                | Hombres   | %   | Mujeres | %   |
| 30             | 83        | 49% | 87      | 51% |

Fuente: Propia (2021)

Grafica 1: Genero de la población



Fuente: Propia (2021).

#### 4.12.1.2. Población por grupo de edad

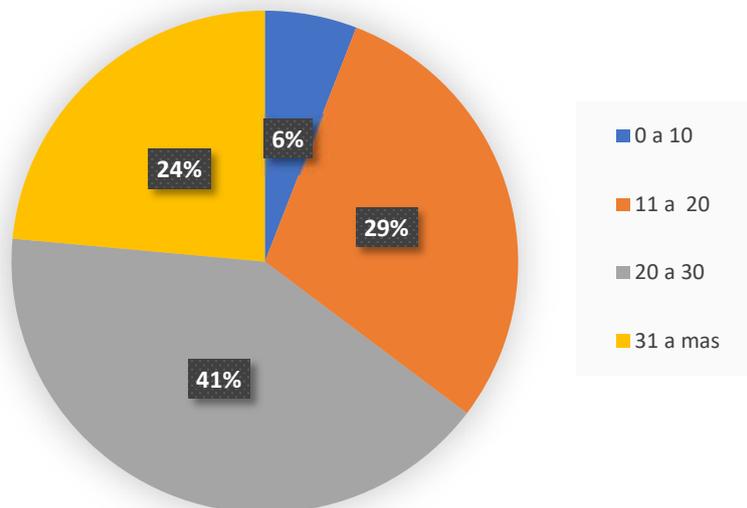
Las características de la población con relación a las edades, mostradas en la tabla 3 y el gráfico 2, indican que el grupo comprendido en el rango de adultez, con un 64.71% del total de la población, es el grupo dominante, seguido del grupo de adolescentes o jóvenes con 29.41% y un tercer grupo correspondiente de personas de 0 a 10 años lo cual corresponde a un 5.88%.

Tabla 3: Rango de edad poblacional

| Rango de edad | Población  | %              |
|---------------|------------|----------------|
| 0 a 10        | 10         | 5.88%          |
| 11 a 20       | 50         | 29.41%         |
| 20 a 30       | 70         | 41.18%         |
| 31 a mas      | 40         | 23.53%         |
| <b>Total</b>  | <b>170</b> | <b>100.00%</b> |

Fuente: Propia (2021)

Grafica 2: Población por grupo de edad



Fuente: Propia (2021)

#### 4.12.2. Características económicas

##### 4.12.2.1. Tipo de actividad económica

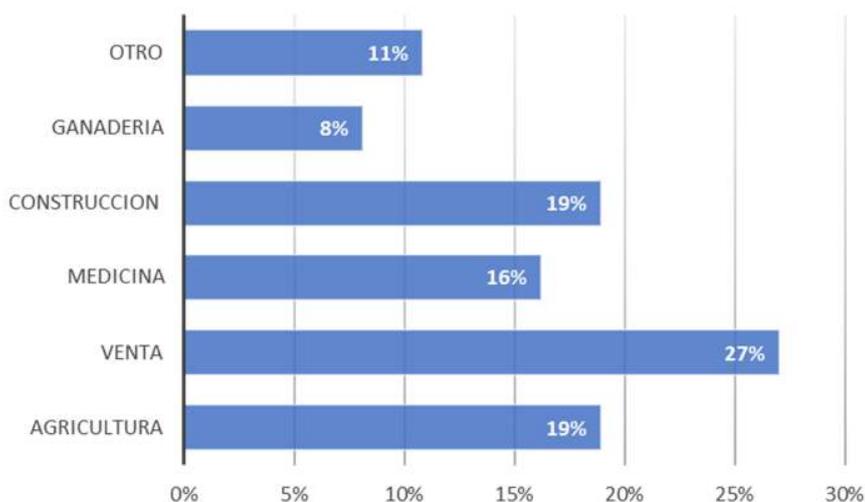
De acuerdo a la tabla 4 y la gráfica 3 se puede observar que el oficio con más frecuencia es el de ventas (ropa, alimentos, etc.) con un índice de 27%, seguido por los oficios de construcción y ganadería con un 19% cada uno coincidiendo con el censo socio-económico realizado por el Banco Central de Nicaragua (BCN) en el 2017. Siendo los de menos incidencia medicina, ganadería y otros con un valor de 16%, 8% y 12%.

Tabla 4: Oficios con más incidencia en la población

| Agricultura | Venta      | Medicina   | Construcción | Ganadería | Otro       | Total.      |
|-------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|-------------|
| 7           | 10         | 6          | 7            | 3         | 4          | 37          |
| <b>19%</b>  | <b>27%</b> | <b>16%</b> | <b>19%</b>   | <b>8%</b> | <b>11%</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Propia (2021)

Grafica 3: Oficios con más incidencia



Fuente: Propia (2021)

#### 4.12.2.2. Ingresos mensuales por hogar

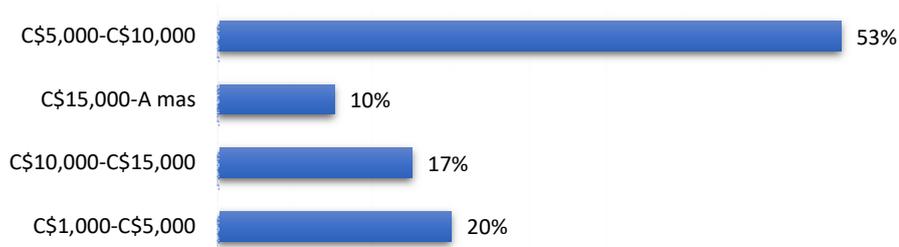
Según la tabla 5 y la gráfica 4 aplicada se encontró que el rango de ingresos mensual predominante en los hogares es de 5,000 a 10,000 córdobas y corresponde al 53% de la población, este rango salarial se encuentra en el salario mínimo del año 2021 de 8,800 córdobas. El segundo rango salarial con más incidencia es el mil a cinco mil córdobas correspondiente al 20% de la población encuestada y los dos menos frecuentes son los rangos de diez mil a quince mil y de quince mil a más, representado el 17% y 10% de la población en estudio.

Tabla 5: Ingresos mensual de los hogares

| Ingresos Económicos | Cuenta de Ingresos Económicos | %           |
|---------------------|-------------------------------|-------------|
| C\$1,000-C\$5,000   | 6                             | 20%         |
| C\$5,000-C\$10,000  | 16                            | 53%         |
| C\$10,000-C\$15,000 | 5                             | 17%         |
| C\$15,000-A mas     | 3                             | 10%         |
| <b>Total.</b>       | <b>30</b>                     | <b>100%</b> |

Fuente: Propia (2021)

Grafica 4: Ingresos mensuales del hogar



Fuente: Propia (2021)

#### 4.12.2.3. Adquisición del lote

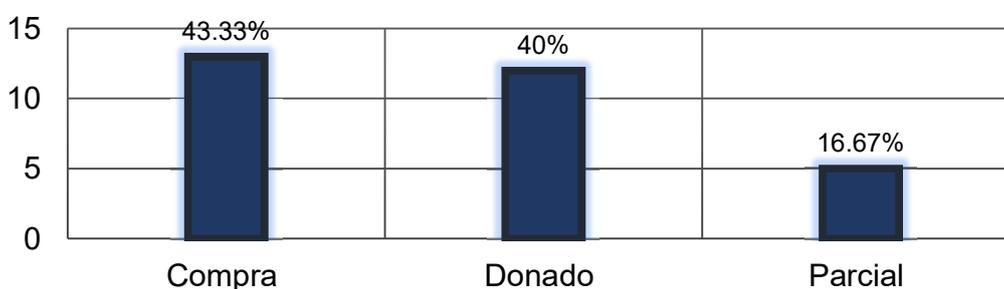
Gracias a las encuestas realizadas y la tabla 6 y la gráfica 5 se encontró que el principal medio de adquisición de los lotes fue la compra, comprendiendo el 43.33% de la población encuestada, representando el grupo con mayor incidencia, seguido por las beneficiarios quienes adquirieron el lote por medio de una donación de la alcaldía de Somoto, representando el 40%, también se encontró una minoría la cual está conformada por el 16.67% de la población a quienes se les donó un porcentaje del valor total de los lotes.

Tabla 6: Tipo de adquisición de los lotes

| Tipo de adquisición | Cuenta de tipo de adquisición | %           |
|---------------------|-------------------------------|-------------|
| Compra              | 13                            | 43.33%      |
| Donado              | 12                            | 40.00%      |
| Parcial             | 5                             | 16.67%      |
| <b>Total.</b>       | <b>30</b>                     | <b>100%</b> |

Fuente: Propia (2021)

Gráfica 5: Medio de adquisición



Fuente: Propia (2021)

#### 4.12.2.4. Nivel académico

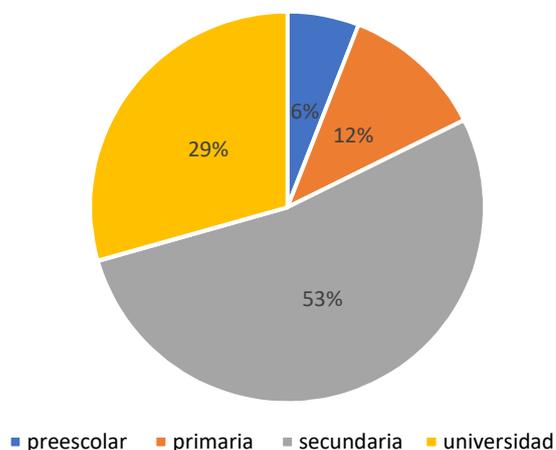
Según los resultados de la tabla 7 y de acuerdo al gráfico 6, se puede observar que un 53% tiene o cursa el nivel de educación secundaria, luego el 29% tiene un nivel académico universitario, el 12% posee educación primaria y un 6% cursa o aprobó el preescolar.

Tabla 7: Nivel académico

| Nivel académico | Población  | %           |
|-----------------|------------|-------------|
| preescolar      | 10         | 5.88%       |
| primaria        | 20         | 11.76%      |
| Secundaria      | 90         | 52.94%      |
| Universidad     | 50         | 29.41%      |
| <b>Total</b>    | <b>170</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Propia (2021)

Gráfica 6: Nivel académico



Fuente: Propia (2021)

#### 4.13. Levantamiento topográfico

El departamento de topografía de la alcaldía del municipio de Somoto proporcionó planos de la lotificación, el cual cuenta con la planimetría de la zona, siendo necesario la actualización que se hizo con acompañamiento de técnicos de la municipalidad obteniendo un estudio completo en el sitio del proyecto.

Para el levantamiento topográfico se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recorrido de campo donde se identificaron los puntos de cobertura del proyecto mediante la supervisión de técnicos de la municipalidad.
- b) Todo el trabajo de topografía se realizó por el método de alta precisión, (coordenadas x, y, z) usando herramientas y equipos: Cinta métrica, prisma, clavos y Estación Total LEICA TS 09 PLUS
- c) El levantamiento datos de campo lo realizó el ingeniero topógrafo Víctor Ernesto Alfaro Carrasco con Lic. Vac 101268, se inició con el trabajo partiendo de dos puntos geodésicos o Bench Mark (BM), el BM1 fue el

punto de estación de partida con las siguientes coordenada (x:543008.3285 y:1489684.4167 z:500 ) y se enraza al BM2 con coordenadas (x:542945.2560 y:1489779.4964 z:500.84), estos puntos fueron georeferenciados por el ingeniero Yarel Osmin Torrez técnico de INETER, utilizando un GPS,GNSS de alta precisión, .Estos BM se ubicaron en un lugar difícil de mover y deteriorar.

- d) Toda la información generada en el estudio contiene la información necesaria para realizar un replanteo de las poligonales del proyecto para la ejecución del mismo, también se entregó de forma digitalizada.

Fueron elaborados planos de calles, cambios de pendiente, elevaciones, curvas de nivel, perfiles de las posibles líneas de conducción y perfiles longitudinales de tuberías; usando el software AutoCAD Civil 3D. Los planos contienen siguientes consideraciones:

El formato de las láminas es un A3, lleva dibujada la dirección Este- Oeste. como resultado del estudio topográfico se realizaron los siguientes planos presentes en la tabla 8.

*Tabla 8: Planos topográficos*

| <b>Contenido</b>                    | <b>Escala</b> | <b>Lamina</b> |
|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Curva de Nivel                      | 1 :2000       | 2 /20         |
| Línea de conducción                 | 1 :1400       | 3 /20         |
| Red de distribución tramo 1-2-14-15 | 1 :1000       | 4 /20         |
| Red de distribución tramo 3-4-5-6   | 1 :1000       | 5 /20         |
| Red de distribución tramo 7-8-9-10  | 1 :1000       | 6 /20         |
| Red de distribución tramo 11-12-13  | 1 :1000       | 7 /20         |

*Fuente: Propia (2021)*

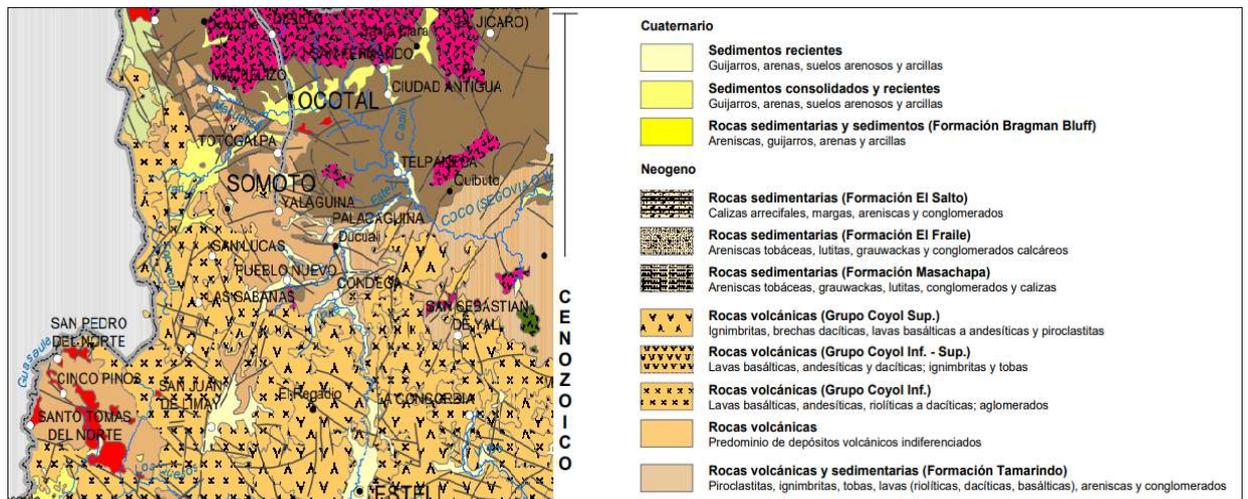
#### 4.14. Características hidrogeológicas del sitio

Se realizó la construcción de un pozo perforado dentro de la lotificación BISMARCK MARTINEZ con la intención de abastecer con agua potable a población de la lotificación y un barrio próximo a la misma. A continuación, se describe el proceso de la perforación del pozo a cargo de la empresa CONSPERSA contratada por la alcaldía de Somoto.

El sitio de perforación se ubica en la lotificación BISMARCK MARTINEZ, Municipio de Somoto, Departamento de Madriz, la localización se hizo con GPS Garmin, y las coordenadas UTM fueron (1489779.4964, 542945.2560) con altitud 500 msnm.

La información geológica indica que el sitio se encuentra sobre suelos arcilloso con subsuelo de andesitas de diferentes colores, producto del sistema de fallas que atraviesa la zona.

Ilustración 3: Mapa geológico del departamento de Madriz.



Fuente: Instituto Nicaragüense de estudio territorial (INETER), Mapa de geológico de Nicaragua.

De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa encargada del estudio, el acuífero local tiene una Transmisividad (T) de Clase III (Moderada), con valores que van de 40 a 250 m<sup>2</sup>/día. El rendimiento máximo de los pozos perforados, con un descenso de 5 m, puede alcanzar los 150 GPM o 11.36 l/s

#### 4.14.1. Prueba de bombeo

La empresa privada "CONSPERSA" realizó la prueba de bombeo del pozo perforado el día 6 de mayo del 2021 a las 9:30 am en la ciudad de Somoto departamento de Madriz (Anexo IX).

Dicha prueba duró 24 horas como lo establece la norma NTON 09-003-99, la cual fue realizada con una bomba de 3 pulgadas Sumergible de 25 HP 460 Voltios, de 6 etapas. Se obtuvo un caudal promedio de 100 GPM o 7.58 l/s con columna de bombeo de 240 x 3 pulgadas. La profundidad del pozo fue de 305 pies, con nivel estático de 45 pies, nivel dinámico de 72.91 pies, una altura piezométrica 18 pulgadas.

Resultados a detalles se presentan en la hoja de campo que se obtuvo del aforo realizado por la empresa CONSPERSA en colaboración con la empresa de acueductos y alcantarillados (ENACAL), a continuación, se muestran los resultados en la siguiente tabla 9.

Tabla 9: Prueba de bombeo

| Tiempo de bombeo |         | Descenso | Caudal |
|------------------|---------|----------|--------|
| Hora             | Minutos | Ft       | GPM    |
|                  | 5       | 7.58     | 8.33   |
|                  | 10      | 15.17    | 16.66  |
|                  | 30      | 45.5     | 50     |
| 1                | 60      | 91       | 100    |
| 2                | 120     | 93.39    | 98.66  |
| 3                | 180     | 95.78    | 97.33  |
| 4                | 240     | 98.18    | 96     |
| 5                | 300     | 100.57   | 94.66  |
| 6                | 360     | 102.96   | 93.33  |
| 7                | 420     | 105.36   | 92     |
| 8                | 480     | 107.75   | 90.66  |
| 10               | 600     | 112.54   | 88     |

|    |      |        |       |
|----|------|--------|-------|
| 12 | 720  | 117.33 | 85.33 |
| 14 | 840  | 122.12 | 82.66 |
| 16 | 960  | 126.9  | 80    |
| 18 | 1080 | 128.9  | 78.88 |
| 20 | 1200 | 130.2  | 78.16 |
| 22 | 1320 | 131.5  | 77.43 |
| 24 | 1440 | 132.5  | 76.88 |

Fuente: CONSPERSA y ENACAL

#### 4.14.2. Nivel dinámico de la fuente

Este es el nivel que tiene el manto acuífero luego de ser sometido por cierto tiempo al funcionamiento de un respectivo equipo de bombeo. Este se puede calcular en base al nivel estático de la fuente, el caudal de bombeo y la capacidad específica.

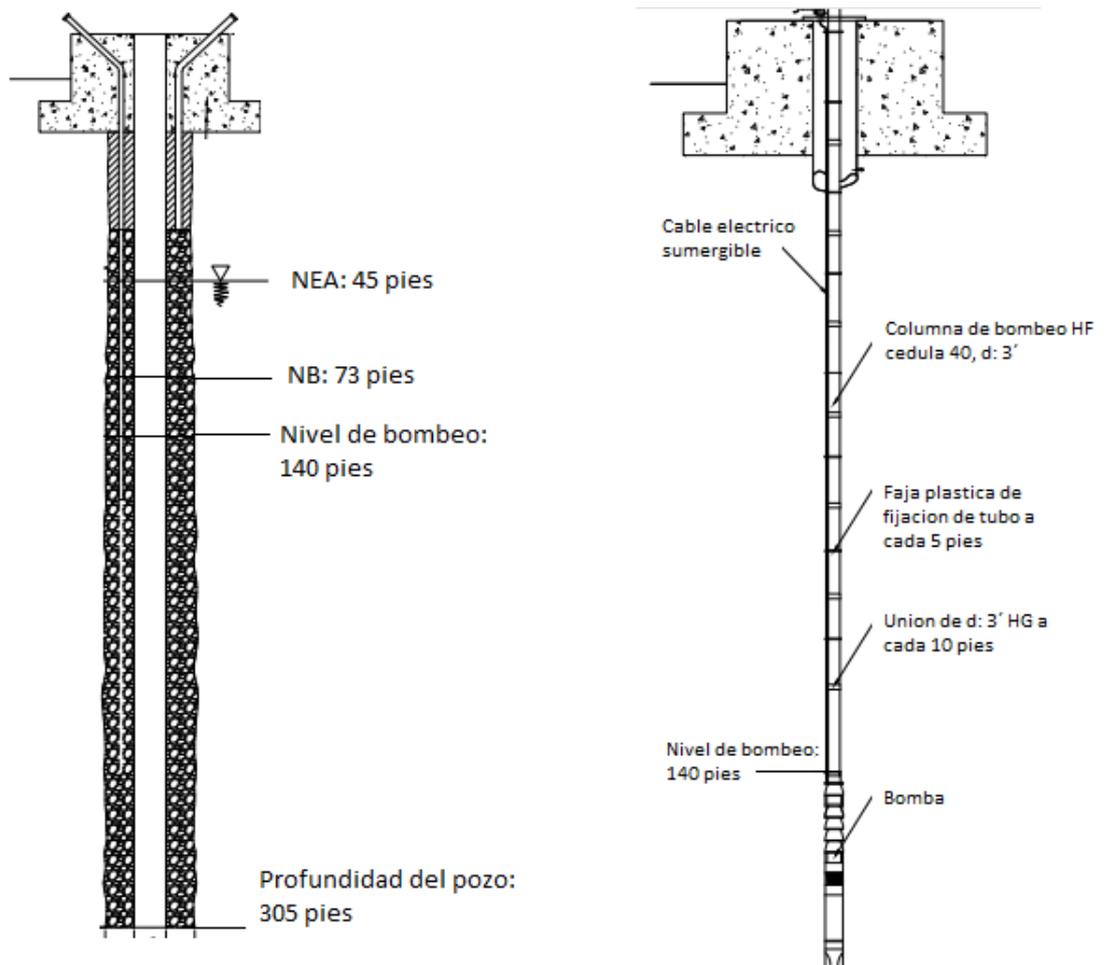
$$NB = NEA + \frac{Q_B}{CE}$$

La capacidad específica y el nivel estático del pozo fue proporcionada por la prueba de bombeo realizada por parte de la alcaldía municipal de Somoto el día 06 de mayo del año 2021, siendo la capacidad específica (CE) del pozo 0.94 GPM/pie  $\approx$  0.19 l/s metros y el nivel estático de la fuente (NEA) es de 45 pies  $\approx$  13.72 metros. Por lo tanto, el nivel de bombeo sería:

$$NB = 13.72 \text{ m} + \frac{1.64 \text{ l/s}}{0.19 \text{ l/s/m}}$$

$$NB = 22.23 \text{ m}$$

Ilustración 4: Perfil del pozo



Fuente: Propia (2021)

#### 4.14.3. Análisis bacteriológico

Los resultados realizados en el laboratorio químico LAQUISA se presentan en la tabla 11, y en ellos se encontró que el agua está libre de bacterias, por tanto, es apta para el consumo humano ya que esta libre coliformes fecales siendo suficiente desinfección preventiva con cloro. (Ver en anexos III)

Tabla 10: Análisis bacteriológico del pozo

| Parámetro          | Unidades  | Resultados | Valoración recomendada | Valor máximo admisible |
|--------------------|-----------|------------|------------------------|------------------------|
| Coliformes totales | NMP/100ml | 0          | Neg                    | Neg                    |
| Coliforme fecales  | NMP/100ml | 0          | Neg                    | Neg                    |
| Escherichia Coll   | NMP/100ml | 0          | Neg                    | Neg                    |

Fuente: LAQUISA.

#### 4.14.4. Análisis físico-químico

El análisis realizado por el laboratorio químico LAQUISA a la fuente incluyó todos los parámetros físicos químicos de interés, los parámetros medidos indican que el agua es adecuada para fines de consumo humano, pues las concentraciones se encuentran dentro de los límites permisibles por la norma (CAPRE, 1994, pág. 13), a continuación, se presentan los siguientes resultados en la tabla 12. (Ver en anexos III).

Tabla 11: Análisis físico-químico del pozo.

| Análisis            | UNIDAD    | Resultado | Valoración recomendada | Valor máximo admisible |
|---------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
| Turbidez            | UNT       | 1.6       | 1                      | 5                      |
| PH a 25, 0 °C       | UNIDAD    | 8.28      | Neg                    |                        |
| Temperatura         | °C        | NR        | 18 a 30                |                        |
| Iones de Hidrógenos | PH mg lts | NR        | 6.5 a 8.5              |                        |
| Cloro residual      | mg/l      |           | 0.5 a 1.0              |                        |
| Cloruros            | mg/l      | 13.5      | 25                     | 250                    |
| Conductividad       | Ms/cm     | 338       | 400                    |                        |
| Dureza              | mg/lCaCo3 | 74.6      | 400                    |                        |
| Sulfatos            | mg/l      | 4.1       | 25                     | 250                    |
| Aluminio            | mg/l      |           |                        | 0.2                    |
| Calcio              | mg/l      | 23.9      | 100                    |                        |

| Cobre            | mg/l      |       | 1   | 2    |
|------------------|-----------|-------|-----|------|
| Magnesio         | mg/lCaCo3 | 3.6   | 30  | 50   |
| Sodio            | mg/l      | 33.2  | 25  | 200  |
| Solidos totales  | mg/l      | 400   |     | 1000 |
| Zinc             | mg/l      |       |     | 3    |
| Alcalinidad      | mg/l      |       |     |      |
| Bicarbonatos     | mg/l      | 180.3 |     |      |
| Nitratos NO 30^1 | mg/l      | 0.9   | 25  | 45   |
| Nitritos NO 30^1 | mg/l      | 0.03  | 0.1 | 0.5  |

Fuente: LAQUISA

#### 4.14.5. Actividades de construcción

Comprende tres etapas principales: Perforación del agujero, que se inició el 15 de febrero, hasta el día 24 de febrero, revestimiento con tubería PVC de 8", filtro de grava, limpieza y desarrollo y la construcción del sello sanitario.

En la perforación se llevó registro tacto visual de la litología, captando muestras de las rocas perforadas cada cinco 5 pies (Ver en anexos V).

#### 4.14.6. Características del pozo

El pozo cuenta con un diámetro de perforación de 12 pulgadas, profundidad final de 305 pies, con un diámetro de revestimiento de 8 pulgadas con una tubería ciega o lisa de PVC SDR 26 con una abertura de 4 milímetros como filtro se colocaron 285 pies de grava de ¼ y ½ pulgadas con un sello sanitario de 20 pies de mortero.

El pozo fue limpiado y desarrollado mediante la inyección de aire con el compresor, este se realizó por tramos sobre la tubería ranurada, sellando el pozo con un tapón de 8 pulgadas de PVC SDR-26 detalles en la siguiente tabla N°10.

Tabla 12: Características del pozo

| Características del pozo                         | Unidades      |
|--------------------------------------------------|---------------|
| Diámetro de perforación en formaciones compacta  | 12 in         |
| Profundidad nominal                              | 305 ft        |
| Diámetro de revestimiento                        | 8 in          |
| Tubería ciega o liza PVC de 6" SDR-26            | 120 ft (máx.) |
| Tubería ranurada PVC de 6" SDR-26, abertura 4 mm | 185 ft máx.)  |
| Empaque de grava (preliminar)                    | 285 ft        |
| Sello sanitario                                  | 20 ft         |
| Tubería Piezométrica de 1" PVC SDR-26            | 290 ft        |
| Tubería de engrave de 2" PVC SDR-26              | 40 ft         |
| Tapón de 8" PVC SDR-26                           | 1 unidad      |
| Limpieza y desarrollo                            | 2 horas.      |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.15. Diseño de los componentes del sistema MABE

En este apartado se especifican los criterios de diseño de componentes del sistema MABE.

Para estimar la población futura se utilizó el método saturación que consistió en suponer que todos los lotes serán habitados por 6 persona por vivienda, dato que fue proporcionado por la alcaldía municipal y las autoridades de ENACAL. Una vez calculada la población futura se determinó la demanda que tiene que satisfacer dicho sistema.

En los sucesivo, todas fórmulas y normas que se citen en los cálculos para el diseño del MABE, están descritas en capítulo Diseño metodológico.

##### 4.15.1. Proyección de la población

Para determinar la demanda de agua potable y abastecer los próximos 20 años a la población de la lotificación Bismarck Martínez, se utilizó la **ecuación 1**, haciendo uso del método de saturación de donde resultó una población futura de 738

habitantes. El resultado sirvió para calcular la demanda, y a continuación se describe.

$$P_f = \text{habitantes} \times \#\text{Lotes}$$

Dónde:

habitantes: Promedio de habitantes por vivienda

#lotes: Cantidad total de lotes de la urbanización

$$Pd = 6 \text{ hab} \times 123 \text{ l}$$

$$Pd = 738 \text{ hab/lote}$$

#### **4.15.2. Proyección del consumo**

La lotificación en estudio tendrá una población de 738 habitantes, por lo anterior según (INAA, 1999, pág. 11), se adoptó una dotación de 70 lppd a lo largo del periodo de diseño. El consumo comercial e industrial no existe debido a que es una lotificación solo para viviendas. El consumo público será del 7% de consumo promedio diario (CPD) y pérdidas por fugas serán un 20% del consumo promedio diario (CPD).

#### **Consumo doméstico (CD)**

Se calculó el consumo doméstico según la **ecuación 2**, al aplicar la dotación de 70 lppd para la zona urbana a la población proyectada se obtuvo el siguiente resultado:

$$CD = P_f(\text{Dotación})/86400$$

$$CD = 738 \text{ hab} (70 \text{ lppd})/86400s$$

$$CD = 51660 \text{ l}/86400s$$

$$CD = 0.60 \text{ l/s}$$

### **Consumo Público (CP)**

Se determinó el consumo público según la norma (INAA, 1999, pág. 12), aplicando un 7% al consumo promedio diario lo que dio como resultado:

$$CP = CD \times 7\%$$

$$CP = 0.60 \text{ l/s} \times 0.07$$

$$CP = 0.04 \text{ l/s}$$

### **Consumo promedio diario (CPD)**

Para determinar el consumo promedio diario se utilizó la ecuación 3, descrita en la metodología, de donde se obtuvo un consumo promedio diario de 0.64 l/s, esto para de periodo de diseño del proyecto como se detalla a continuación:

$$CPD = CD + CP + CI + CC$$

$$CPD = 0.60 \text{ l/s} + 0 + 0.04 \text{ l/s} + 0$$

$$CPD = 0.64 \text{ l/s}$$

#### **4.15.3. Pérdidas en el sistema**

Mediante el uso de la **ecuación 4** se determinaron las pérdidas en el sistema según la norma (INAA pág. 14), aplicando un 20% al consumo promedio diario lo que dio como resultado:

$$Q_{fugas} = CPD(20/100)$$

$$Q_{fugas} = 0.64 \text{ l/s}(20/100)$$

$$Q_{fugas} = 0.13 \text{ l/s}$$

$$Q_{fugas} = 0.13 \text{ l/s}$$

#### **4.15.4. Consumo máximo día (CMD)**

El consumo del máximo día (CMD), se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD). De aquí resulto

utilizando la **ecuación 5** que el caudal de diseño de la línea de conducción para el periodo de diseño del proyecto es de 1.09 l/s.

$$CMD = 1.5 CPD + \text{pérdida por fuga}$$

$$CMD = 1.5 (0.64 \text{ l/s}) + 0.13 \text{ l/s}$$

$$CMD = 1.09 \text{ l/s}$$

#### 4.15.5. Consumo máximo horario (CMH)

Igualmente se calculó el consumo máxima hora (CMH), por ello utilizo el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al Consumo Promedio Diario (CPD). Con la aplicación de la **ecuación 6** se encontró el caudal de diseño de la red de distribución del periodo de diseño del proyecto es de 1.73 l/s

$$CMH = 2.5 CPD + \text{pérdida por fuga}$$

$$CMH = 2.5 (0.64 \text{ l/s}) + 0.13 \text{ l/s}$$

$$CMH = 1.73 \text{ l/s}$$

A continuación, se presenta en la tabla 13, los consumos promedio diario, los consumos máximos diarios y los máximos horarios que tendrá el sistema durante el primer año y el último año del periodo del proyecto.

Tabla 13: Proyección de consumo

| Año  | población | CPD (l/s) | CMD (l/s) | CMH (l/s) |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2041 | 738       | 0.64      | 1.09      | 1.73      |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.15.6. Dimensionamiento de la estación de bombeo

La columna de bombeo se diseñó con el fin de cumplir los criterios de la norma de INAA. La columna posee una longitud de 28.23 m, y su diámetro es de 3" según la norma (INAA, 1999, pág. 36). Se adoptó tubería PVC SDR 26.

➤ **Velocidad de flujo en la columna de bombeo**

Para conocer la velocidad de la columna de bombeo se realizó mediante la siguiente **ecuación 9**

$$V = \frac{4 \times 0.00109 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \times (0.082 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.2064 \text{ m/s}$$

➤ **Pérdidas de carga por fricción en la columna de bombeo**

Las pérdidas por fricción en la columna de bombeo no deben de ser mayor al 5% de la longitud de columna ( $L_c$ ), como lo establece la norma (INAA, 1999, pág. 36).

Por lo que se puede expresar como:

$$Hf_{columna} = 5\% L_c$$

$Hf_{columna}$  = Pérdidas por fricción en la columna, (m)

$L_c$  = Longitud de columna de bombeo, (m)

$$L_c = N_B + \text{sumergencia de la bomba}$$

$$L_c = 22.23 \text{ m} + 6 \text{ m} = 28.23 \text{ m}$$

Por lo tanto, las pérdidas de fricción en la columna no deben ser mayor a:

$$Hf_{columna} = 5\%(28.23 \text{ m}) = 1.41 \text{ m}$$

Se calcularon las pérdidas por fricción mediante la **ecuación 10** Hazen-Williams, donde resultó:

$$hf = 10.549 \frac{(0.00109 \text{ m/s})^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (0.082 \text{ m})^{4.87}} (28.23) = 0.0181 \text{ m}$$

Evaluado con relación a la norma resultó:

$$hf = 0.0181 \text{ m} < 1.41 \text{ m}, \text{ "Cumple con la norma".}$$

➤ **Pérdidas en la sarta**

La sarta está diseñada con tubería de 2" HG, ISO 9001:2000, con accesorios y válvulas la cual cumple con los parámetros indicados en la norma, (INAA, 1999, pág. 38).

La pérdida de carga en la sarta se estimó según (INAA, 1999, pág. 39) considerando las pérdidas locales causadas por los accesorios y válvulas y las causadas por la pérdida por fricción en una tubería de 2" de HG clase 40.

Se procedió a calcular la velocidad de flujo en las tuberías de la sarta con la **ecuación 9**:

$$V = \frac{4 \times 0.00109 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \times (0.0525 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.50 \text{ m/seg}$$

Las pérdidas por fricción en la sarta se calcularon según la **Ecuación 10** de Hazen-Williams (INAA, 1999, pág. 44):

$$hf = 10.549 \frac{(0.00109 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}}{(100)^{1.85} \times (0.0525\text{m})^{4.87}} (7.84)$$

$$hf = 0.0934 \text{ m}$$

Las pérdidas locales en los elementos de la sarta se calcularon mediante **ecuación 7**:

$$hl = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

Tabla 14: Pérdida de carga en los elementos de la sarta.

| Descripción                        | Cantidad | K   |
|------------------------------------|----------|-----|
| Reductor de 3" a 2" HG             | 1        | 0.5 |
| Válvula de compuerta abierta 2" HG | 2        | 0.2 |

|                                       |   |      |
|---------------------------------------|---|------|
| Válvula check 2" HG                   | 1 | 2.5  |
| Medidor volumétrico 2" HG             | 1 | 2.5  |
| Tee (válvula de derivación) 2" HG     | 1 | 0.1  |
| Tee (columna de bombeo y sarta) 2" HG | 1 | 1.8  |
| Unión Dresser 2" HG                   | 1 | 0.3  |
| Dos codos de 45° 2" HG                | 2 | 0.4  |
| Válvula de alivio 2" HG               | 1 | 2.5  |
| $\sum K$                              |   | 10.8 |

Fuente: Propia (2021).

$$hl = 10.8 \frac{(0.50 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.1376$$

Entonces, la pérdida total en la sarta será la suma de las pérdidas de los elementos de la sarta más las pérdidas por fricción:

$$h_{sarta} = 0.0934 \text{ m} + 0.1376 \text{ m} = 0.2310 \text{ m}$$

#### 4.15.7. Línea de conducción

##### 4.15.7.1. Línea de conducción

###### ➤ Diámetro

Se calcula con la **ecuación 8** de Bresse, resultando:

$$D = 0.9 \times Q^{0.45}$$

$$D = 0.90 (0.00109 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 41.79 \text{ mm} \approx 1.64 \text{ pulg}$$

Por lo que se selecciona un diámetro comercial de 2 pulgadas de tubería comercial de PVC SDR 26 ASTM 2241, debido a que la longitud es mayor a 100 m (INAA, 1999, pág. 43).

➤ **Velocidad en la línea de conducción**

Las velocidades en la línea de conducción se calculan mediante la **ecuación 9**:

$$V = \frac{Q_b}{A} \approx V = \frac{4Q_b}{\pi D^2}$$
$$V = \frac{4 \times 0.00109 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \times (0.0557 \text{ m})^2}$$
$$V = 0.4473 \text{ m/s}$$

La velocidad calculada para el caudal de diseño (CMD) y el diámetro seleccionado no se encuentran en el rango que recomienda (INAA, 1999, pág. 53), quién establece una velocidad entre 0.6 m/s y 1.5 m/s.

➤ **Pérdidas en la línea de conducción**

Las pérdidas de carga por fricción en la línea de conducción se calcularon de acuerdo a la **ecuación 10** de Hazen-Williams, para una longitud real de 466 m de tubería PVC SDR 26, a como se muestra a continuación:

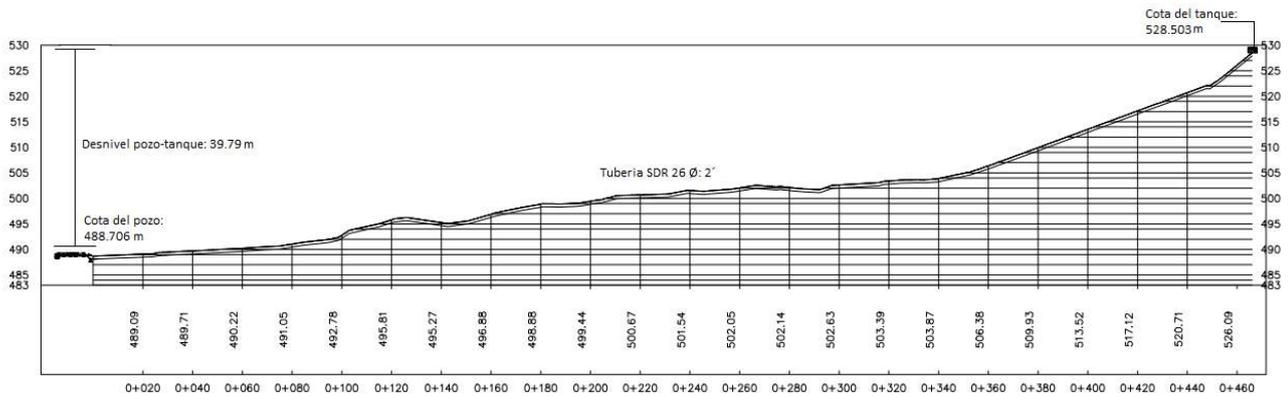
$$hf = 10.549 \frac{(0.00109 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (0.0557 \text{ m})^{4.87}} (466 \text{ m})$$
$$hf = 1.9622 \text{ m}$$

➤ **Carga dinámica total**

Para determinar la carga dinámica total se sumaron a la diferencia de altura que existe entre el nivel estático de la fuente y la altura de la tubería de rebose del tanque, todas las pérdidas de la columna de bombeo, de la sarta y de la línea de conducción. Para lo cual se usó la **ecuación 11**:

$$CDT = 62.23 \text{ m} + 0.428 \text{ m} + 0.4665 \text{ m} + 0.2491 \text{ m} + 1.9622 \text{ m}$$
$$CDT = 65.336 \text{ m}$$

Ilustración 5: Línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

#### 4.15.7.2. Golpe de ariete

Para la evaluación del golpe de ariete en el proceso de diseño se tomó en cuenta las características de la tubería anteriormente seleccionada (Tubería PVC SDR 26) y sus valores según manual técnico de tubería sistemas (AMANCO, 2006, pág. 28).

Se procede a calcular la velocidad de la onda, utilizando la **ecuación 15**:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{20600}{28100}\right) (26 - 2)}}$$

$$a = 329.30 \text{ m/s}$$

Se calculó el tiempo de parada con la fórmula de Mendiluce. El valor de c se obtuvo realizando una evaluación de la gradiente hidráulica que relaciona la carga dinámica total y la longitud de la tubería usando la **ecuación 16**.

$$\frac{59.34 \text{ m}}{466 \text{ m}} = 0.1273 < 0.20 \text{ por lo tanto se adopta un } C = 1$$

El tiempo de parada se obtiene con la **ecuación 17**:

$$T = 1 + \frac{(1)(466 \text{ m})(0.4473 \text{ m/s})}{(9.81 \text{ m/s}^2)(59.34 \text{ m})}$$

$$T = 1.36 \text{ s}$$

Se procede a calcular el tiempo de onda aplicando la **ecuación 19**:

$$t = \frac{2(466\text{m})}{329.30 \text{ m/s}}$$

$$t = 2.83 \text{ s}$$

Para la longitud critica se usa la **ecuación 18**:

$$L_c = \frac{(329.30 \text{ m/s})(1.36 \text{ s})}{2}$$

$$L_c = 223.92 \text{ m} < L_T = 466 \text{ m}$$

Dado que la longitud total es mayor que la longitud critica, se considera que es una impulsión larga.

Para el cálculo de la sobre presión se adoptó la **ecuación 20** de Allievi, esto debido a que el tiempo de parada es menor que el tiempo de ciclo de onda y es impulsión larga, por lo tanto:

$$\Delta H = \frac{(329.30 \text{ m/s})(0.4473 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 15.01 \text{ m}$$

La presión total se obtuvo con la **ecuación 21**:

$$\text{Presión total} = 15.01 + 65.336$$

$$\text{Presión total} = 80.346 \text{ m, equivalentes a } 114.25 \text{ PSI}$$

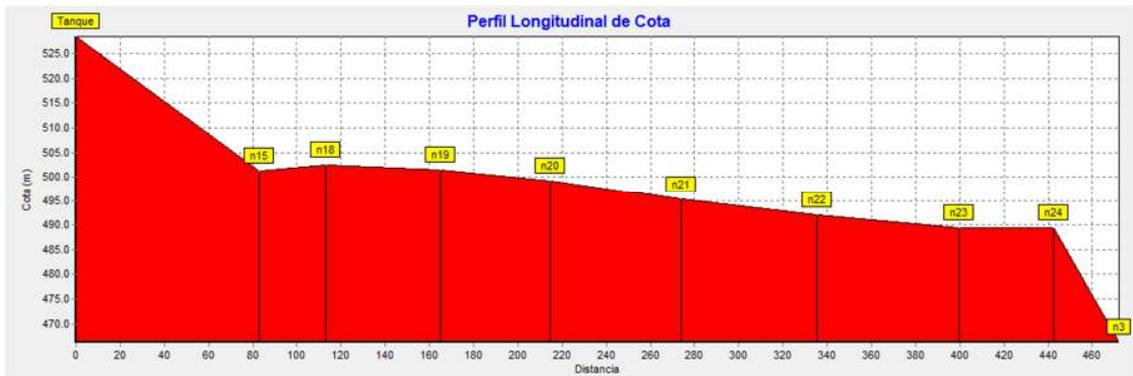
La tubería seleccionada (PVC SDR 26, Norma ASTM 2241) soporta 160 PSI, por lo que se considera adecuada para la línea de conducción.

#### 4.15.7.3. Selección de la bomba

## ➤ Potencia

El pozo de la lotificación/barrio posee una cota de 488.706 m y el tanque cuenta con una cota de 528.503 m, generado un desnivel de 39.79 m que tendrá que superar la bomba durante su periodo de trabajo para lograr el desplazamiento del agua hasta el tanque de almacenamiento.

Ilustración 6: Elevaciones de la línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

Para el cálculo de la potencia de la bomba necesaria para llevar el agua al tanque, también se tomó en cuenta una densidad de agua a 25 grados, se usó:

$$Pot = \frac{\gamma g H Q}{746 * 85\%}$$

$$Pot = \frac{(997.13) (9.81 \text{ m/s}^2) (65.33 \text{ m}) (0.00109 \text{ m}^3/\text{s})}{746 \text{ watt/HP} * 0.85}$$

$$Pot = 1 \text{ HP}$$

Proponiendo utilizar la bomba sumergible marca Franklin electric de alto empuje de 4 pulgadas (Franklin Motors) de diámetro, modelo **214 508 90--S**, de 1 HP para un periodo de vida útil de 10 años, posteriormente se seleccionará otra bomba que posea las mismas características para abastecer a la población por otro periodo de 10 años.

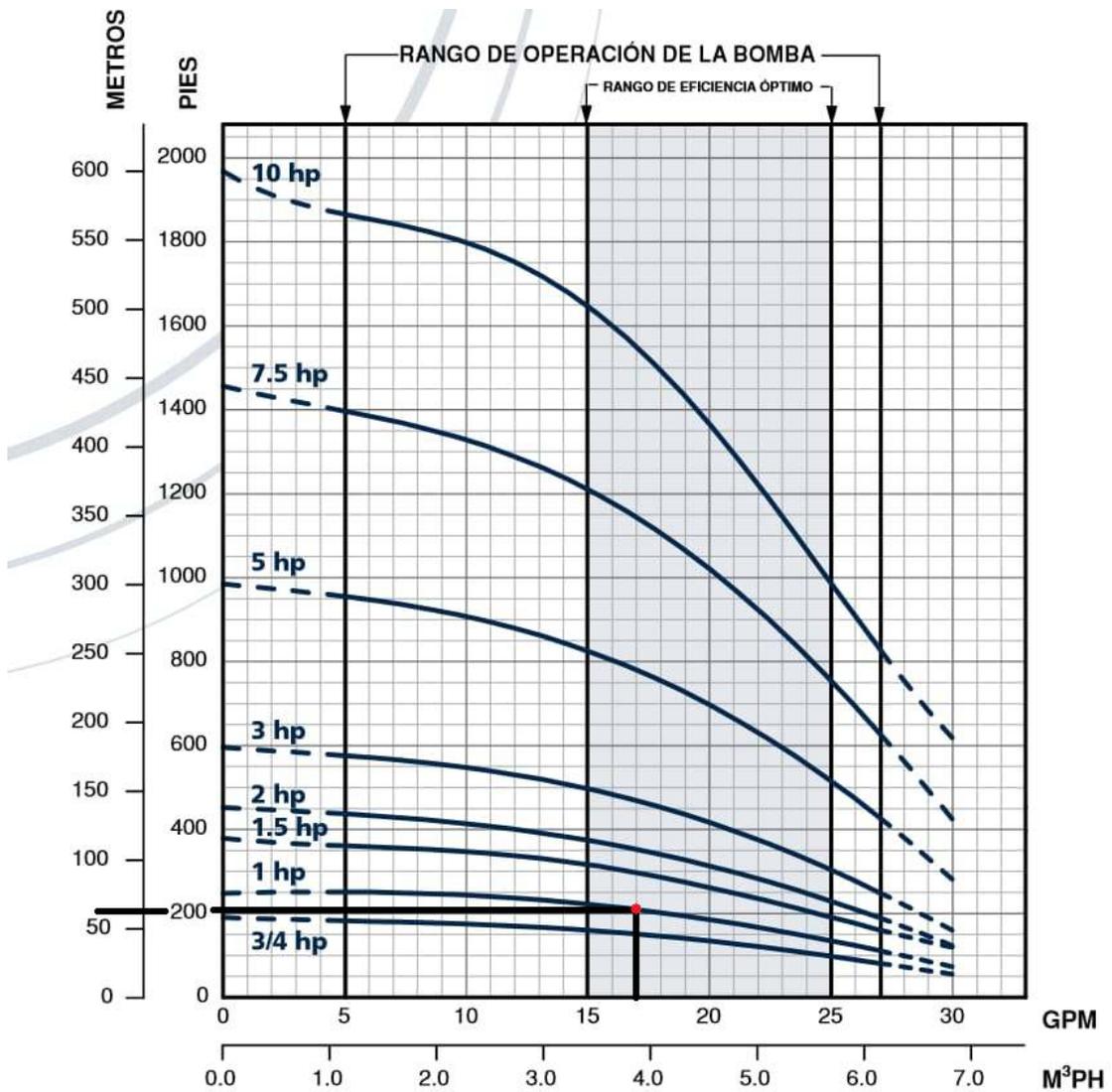
Ilustración 7: Detalle de la bomba seleccionada

**Modelos de 4 Pulgadas de 3-Hilos**

| HP (KW)                 | DESCRIPCIÓN |                               |       |    |      |                 | MODELO DEL MOTOR | MODELO DE LA CAJA DE CONTROL | EXISTENCIAS | EMPUJE DESCENDENTE  |
|-------------------------|-------------|-------------------------------|-------|----|------|-----------------|------------------|------------------------------|-------------|---------------------|
|                         | C/FASE      | CONSTRUCCIÓN                  | VOLTS | HZ | S.F. | CABLE EN METROS |                  |                              |             |                     |
| <b>1 hp<br/>0.75 kW</b> | 3-HILOS     | POZO DE AGUA                  | 220   | 50 | 1.00 |                 | 214 558 19--S    | 280 358 01                   | SÍ          | 650 LBS<br>(3000 N) |
|                         |             |                               | 230   | 60 | 1.40 |                 | 214 508 12--S    | 280 108 49                   |             |                     |
|                         |             | RECUPERACIÓN DE CONTAMINANTES | 230   | 60 | 1.40 |                 | 214 508 23--S    | 280 108 49                   | SÍ          |                     |
|                         |             | POZO DE AGUA                  | 230   | 60 | 1.40 | SÍ              | 214 508 0610     |                              | SÍ          |                     |

Fuente: Franklin Motors

Ilustración 8: Curva de rendimiento de la bomba



Fuente: Propia (2021)

Ilustración 9: Perfil piezométrico en la línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

#### 4.15.8. Desinfección

Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución (INAA, 1999, pág. 96).

De acuerdo con los métodos y medios empleados por ENACAL, el sistema de cloración consistirá en desinfección por inyección hidráulica de hipoclorito de calcio, usando la dosis de cloro a aplicar de 2 mg/l, ante la ausencia de coliformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua del microorganismo restante.

La aplicación al agua se hará en el tanque utilizando el método de desinfección por goteo, de acuerdo con el INAA (1999, pág. 98) para aguas limpias se recomienda una solución concentrada máxima del 1% al 3%, el hipoclorito de calcio se encuentra en una concentración comercial 65%, que se diluirá hasta alcanzar una solución concentrada del 1%, por la cual se optó debido a que la fuente no presenta coliformes fecales, en la siguiente tabla 15 se detalla la dosificación del cloro a suministrar.

Tabla 15: Dosificación requeridas para la mezcla del clorador

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| <b>Dosis:</b>                   | <b>2.00 mg/l</b> |
| <b>Concentración comercial:</b> | <b>65%</b>       |

| Concentración de la solución: |              |                                 |        | 1%                  |              |           |
|-------------------------------|--------------|---------------------------------|--------|---------------------|--------------|-----------|
| CMD                           | Cloro Activo | Ca (ClO) <sub>2</sub> Requerido |        | Vol. Solución al 1% | Dosificación |           |
| l/s                           | lb/día       | lb/día                          | gr/día | l/día               | ml/min       | gotas/min |
| 1.09                          | 0.292        | 0.44                            | 204    | 20.41               | 14.17        | 283       |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.15.9. Diseño del tanque

La capacidad del tanque está diseñada para el cálculo según la norma técnica INAA usando el 35%, que está determinado por el 20% del consumo promedio del volumen compensador diario y el 15% del consumo promedio diario de la reserva para eventualidades con la formula tal que se describe a continuación.

$$Volumen = CPD \left( \frac{35}{100} \right)$$

$$Volumen\ compensador/reserva = 0.64\ l/s \left( \frac{35}{100} \right)$$

$$Volumen\ compensador/reserva = 0.224\ l/s$$

El volumen de diseño del tanque de almacenamiento fue de:

$$Volumen\ de\ diseño = \frac{0.224\ lts/seg \times 86400\ s}{1000}$$

$$Volumen\ de\ diseño = 19.35\ m^3$$

Se propone utilizar un tanque de polietileno elaborados con resina 100% virgen, puesto que su instalación conlleva a la reducción de tiempo y mano de obra con respecto a los tanques convencionales de almacenamiento de agua potable, además cuenta con resistencia a la corrosión y a la intemperie, dichas características lo hacen la mejor opción.

El tanque tiene una capacidad de 22,000 litros de marca Plastitank con cinturones transversales de refuerzo en el cuerpo y hombros superiores, que garantizan que

el tanque no sufra deformaciones. La composición y grosor de paredes de tecnología tricapa garantizan la resistencia mecánica al impacto y capacidad para contener el volumen de agua acumulado, cuenta con una altura de 2.72 m, diámetro de 2.32 m y un peso de 200 kg su diseño estructural está hecho para una resistencia de hasta 50 años.

### Tanque Plastitank de 22,000 litros

Tabla 16: Especificaciones del tanque

| Especificaciones del tanque |            |
|-----------------------------|------------|
| Capacidad                   | 22,000 Lts |
| Altura                      | 2.72 m     |
| Diámetro                    | 2.32 m     |
| peso                        | 200 Kg     |

Fuente: Plastitank

Ilustración 10: Detalle de tanque de almacenamiento.



Fuente: Plastitank

#### 4.15.9.1. Losa de cimentación

Se propuso una losa de cimentación que soportara el tanque, la losa cuenta con las medidas de 5.5 metros de largo por 4.4 metros de ancho con un espesor de 10 pulgadas la cual tiene una estructura de armado de acero número 10 a cada

10 pulgadas que están en dirección longitudinal y transversal con un concreto de 3000 PSI.

Dicha losa de cimentación estará cubierta a su alrededor por una estructura compuesta de tubo galvanizado de 2 pulgadas forrada con maya ciclón.

#### **4.15.10. Simulación hidráulica del sistema**

##### **4.15.10.1. Línea de conducción**

Según las simulaciones echas en EPANET, la tabla 17 y la ilustración 7 se puede observar que los nodos en la línea de conducción cuentan con presiones no mayores a 70 m, siendo el nodo con mayor presión el 21 el cual cuenta con de 65.84 m, se puede observar que las presiones disminuyen gradualmente a medida que estas se acercan al depósito de agua o tanque.

*Tabla 17: Presiones en la línea de conducción*

| ID Nudos    | Cota   | Presión |
|-------------|--------|---------|
|             | M      | M       |
| Pozo        | 465.77 | 0       |
| Conexión 21 | 465.77 | 65.84   |
| Conexión 22 | 488    | 43.58   |
| Conexión 23 | 488    | 43.42   |
| Conexión 20 | 492.06 | 39.06   |
| Conexión 24 | 495.91 | 34.98   |
| Conexión 25 | 499.24 | 31.42   |
| Conexión 26 | 500.7  | 29.73   |
| Conexión 27 | 502.41 | 27.79   |
| Conexión 28 | 502.26 | 27.72   |
| Tanque      | 528.5  | 1       |

*Fuente: Propia (2021)*

Ilustración 11: Perfil longitudinal de las presiones en la línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

Se puede apreciar en la tabla 18 y las ilustraciones 8 y 9, que pese al desnivel existente entre el tanque y fuente (pozo) la línea de conducción presenta velocidades constantes siendo estas de 0.46 m/s.

Tabla 18: Velocidades en la línea de conducción

| ID Liena   | Longitud | Diámetro | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|------------|----------|----------|--------|-----------|-------------|
|            | m        | mm       | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería 21 | 7        | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 22.4        |
| Tubería 22 | 68.58    | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 23 | 52.3     | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 24 | 52.57    | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 25 | 51.7     | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 26 | 51.81    | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 27 | 50.3     | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |
| Tubería 28 | 108.9    | 55.7     | 1.12   | 0.46      | 4.4         |

Fuente: Propia (2021)

Ilustración 12: Perfil natural del terreno en la línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

Ilustración 13: Perfil piezométrico en la línea de conducción



Fuente: Propia (2021)

#### 4.15.10.2. Diseño de red de distribución

La lotificación cuenta con una topografía poco accidentado en la cual se diseñó una red de 990.90 m para abastecer a 738 habitantes.

Dicha red se diseñó con tubería PVC de 2" SDR 26 (INAA, 1999, pág. 39) para los tramos principales y para los tramos secundarios con menor demanda se utilizó tubería PVC de 1 1/2" SDR 26 (INAA, 1999, pág. 39). También se instalaron válvulas de compuertas en diferentes puntos de la red esto para controlar el paso del agua, así mismo válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la red y válvulas de aire en los puntos de inflexión.

La red de agua potable del MABE abastecerá 123 lotes con tomas domiciliarias, las cuales se harán conforme a lo establecido por la norma (INAA, 1999, pág. 33). Para que haya un uso adecuado del agua y se facilite el cobro del servicio se instalará un contador por lote.

#### 4.15.10.3. Análisis hidráulico de la red

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando la norma (INAA, 1999, pág. 43). El diseño de la red de distribución se hará para dos condiciones de operación:

- Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso: El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.
- Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

#### Demanda de los nodos concentrados

Con el total de lotes y del consumo máximo hora (CMH) se obtuvo un caudal por lote como se observa a continuación.

$$\frac{CMH}{\sum Lotes} = \frac{1.727 \text{ l/s}}{123 \text{ Lot}} = 0.0140 \text{ l/s/Lot}$$

Luego según la cantidad de lotes por nodos se obtuvo la demanda de cada nodo concentrado.

Tabla 19: Resultado en escenario de consumo máximo hora

| Nodo | N. lotes | Qnodos (l/s) |
|------|----------|--------------|
| 3    | 6        | 0.0842       |

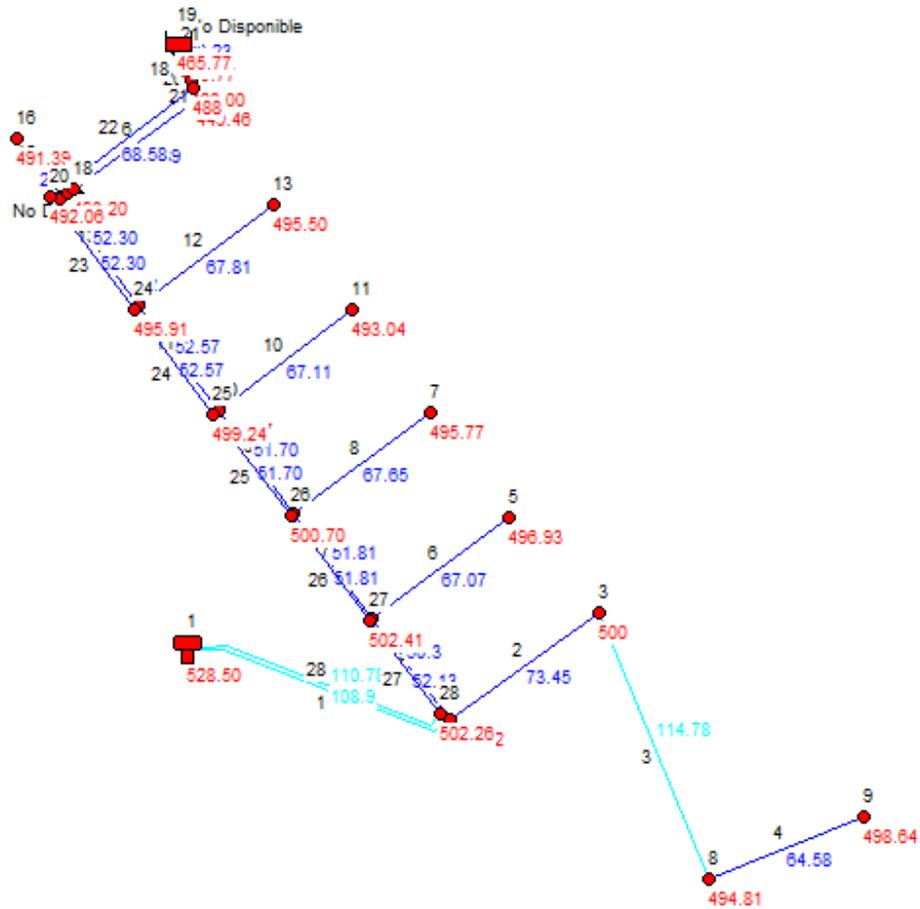
|             |            |              |
|-------------|------------|--------------|
| 4           | 7          | 0.0983       |
| 5           | 10         | 0.1404       |
| 6           | 10         | 0.1404       |
| 7           | 10         | 0.1404       |
| 8           | 14         | 0.1966       |
| 9           | 2          | 0.0281       |
| 10          | 10         | 0.1404       |
| 11          | 10         | 0.1404       |
| 12          | 9          | 0.1264       |
| 13          | 10         | 0.1404       |
| 14          | 10         | 0.1404       |
| 15          | 10         | 0.1404       |
| 16          | 5          | 0.0702       |
| <b>Suma</b> | <b>123</b> | <b>1.727</b> |

*Fuente: Propia (2021)*

### **Resultados de la modelación hidráulica**

A continuación, en la ilustración 10, se presenta el esquema del sistema en donde se representan las alturas en cada nodo y las longitudes de tuberías. El sistema es FUENTE-TANQUE-RED para prevenir que la lotificación se quede sin suministro de agua potable en caso de presentarse corto o apagones en los sistemas eléctricos.

Ilustración 14: Red de distribución de lotificación Bismarck Martínez

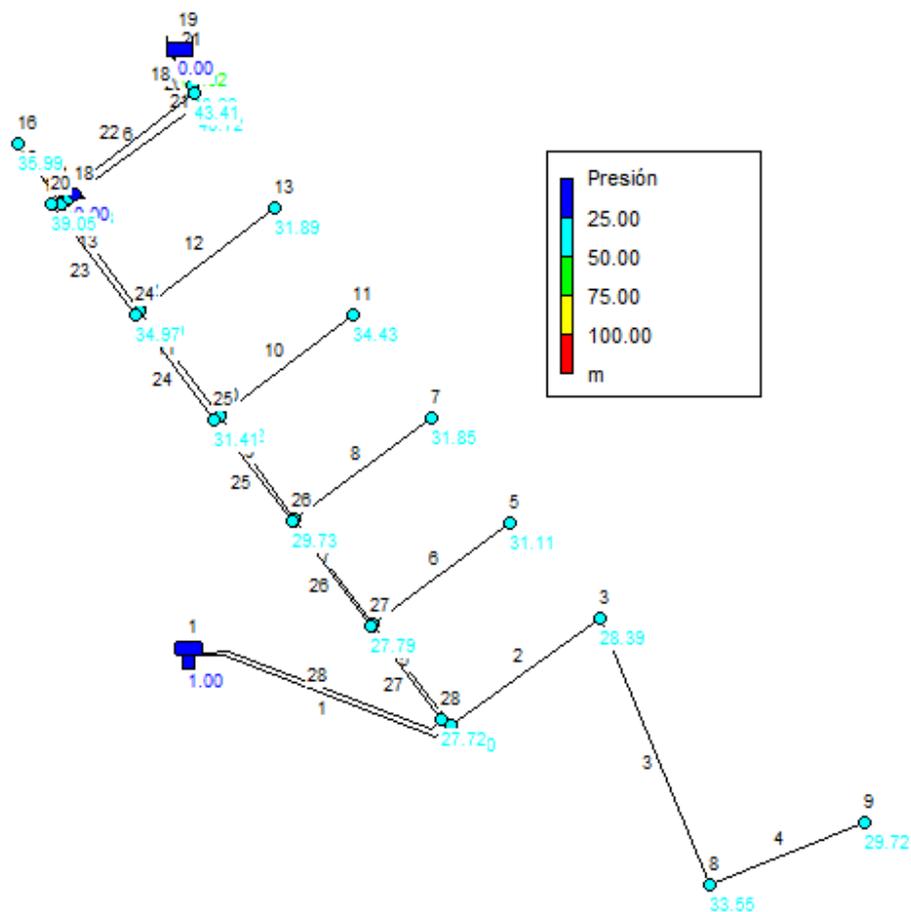


Fuente: Propia (2021)

➤ **Presiones con el consumo máxima hora**

Según los resultados presentes en la ilustración 11 y la tabla 20 proporcionados por el software EPANET, se determinó el buen funcionamiento de la red en cuanto a las presiones obtenidas ya que se encuentran en un rango aceptable según lo dice la norma (INAA, 1999, pág. 43), en donde las presiones deben encontrarse por encima de la mínima de 14 m y menor que la máxima permisible de 50 m; siendo los resultados de la simulación de 25.65 m para la menor presión y 40.72 m para la presión mayor.

Ilustración 15: Análisis de las presiones con consumo máximas hora



Fuente: Propia (2021)

Tabla 20: Presiones para las condiciones consumo máxima hora

| ID Nodo     | Cota   | Altura | Presión |
|-------------|--------|--------|---------|
|             | m      | m      | m       |
| Conexión 2  | 501.22 | 528.42 | 27.2    |
| Conexión 3  | 500    | 528.39 | 28.39   |
| Conexión 4  | 502.41 | 528.06 | 25.65   |
| Conexión 5  | 496.93 | 528.04 | 31.11   |
| Conexión 6  | 501.51 | 527.64 | 26.13   |
| Conexión 7  | 495.77 | 527.62 | 31.85   |
| Conexión 8  | 494.81 | 528.36 | 33.55   |
| Conexión 9  | 498.64 | 528.36 | 29.72   |
| Conexión 10 | 499.27 | 527.49 | 28.22   |

|             |        |        |       |
|-------------|--------|--------|-------|
| Conexión 11 | 493.04 | 527.47 | 34.43 |
| Conexión 12 | 495.41 | 527.41 | 32    |
| Conexión 13 | 495.5  | 527.39 | 31.89 |
| Conexión 14 | 492.06 | 527.39 | 35.33 |
| Conexión 15 | 449.46 | 490.18 | 40.72 |
| Conexión 16 | 491.39 | 527.38 | 35.99 |
| Conexión 17 | 490.2  | 527.38 | 37.18 |

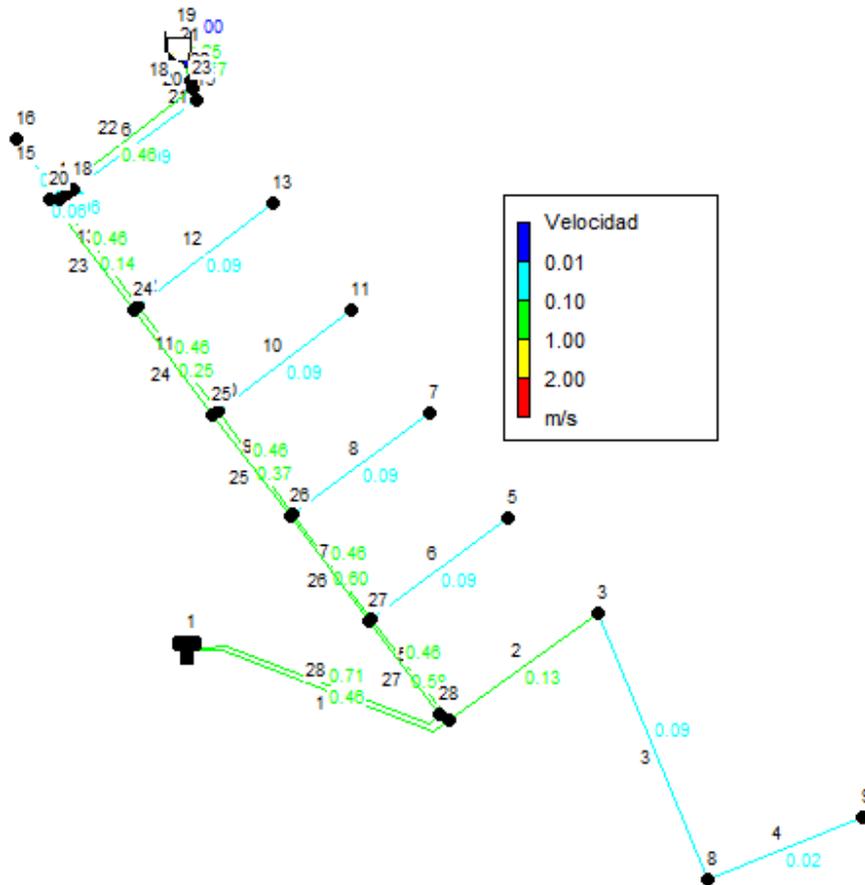
*Fuente: Propia (2021)*

➤ **Velocidades en las tuberías con el consumo máxima hora**

Debido a que el caudal es relativamente bajo se observa en la tabla N° 21 y en las la ilustración 12, 13, 14 y 15 las velocidades, que no cumplen con la norma ya que su mayoría se encuentran entre 0.04 m/s y menores a 0.50 m/s.

Debido a esto la red está dotada con válvulas de limpieza las cuales cumplirán la función de evitar el deterioro de las tuberías causado por el arrastre de sedimentos.

Ilustración 16: Análisis de velocidad con consumo máximo hora



Fuente: Propia (2021)

Tabla 21: Velocidades para las condiciones consumo máxima hora

| ID Línea   | Longitud | Diámetro | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|------------|----------|----------|--------|-----------|-------------|
|            | m        | mm       | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería 1  | 110.78   | 55.7     | 1.73   | 0.71      | 9.78        |
| Tubería 2  | 73.45    | 55.7     | 0.31   | 0.13      | 0.4         |
| Tubería 3  | 114.78   | 55.7     | 0.22   | 0.09      | 0.22        |
| Tubería 4  | 64.58    | 44.6     | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería 5  | 52.13    | 55.7     | 1.42   | 0.58      | 6.79        |
| Tubería 6  | 67.07    | 44.6     | 0.14   | 0.09      | 0.28        |
| Tubería 7  | 51.81    | 50       | 1.18   | 0.6       | 8.16        |
| Tubería 8  | 67.65    | 44.6     | 0.14   | 0.09      | 0.28        |
| Tubería 9  | 51.7     | 55.7     | 0.9    | 0.37      | 2.92        |
| Tubería 10 | 67.11    | 44.6     | 0.14   | 0.09      | 0.28        |
| Tubería 11 | 52.57    | 55.7     | 0.62   | 0.25      | 1.46        |
| Tubería 12 | 67.81    | 44.6     | 0.14   | 0.09      | 0.28        |
| Tubería 13 | 52.3     | 55.7     | 0.35   | 0.14      | 0.51        |

|            |       |      |      |      |      |
|------------|-------|------|------|------|------|
| Tubería 14 | 2.94  | 55.7 | 0.14 | 0.06 | 0.09 |
| Tubería 15 | 29.83 | 55.7 | 0.07 | 0.03 | 0.03 |
| Tubería 16 | 64.39 | 44.6 | 0.14 | 0.09 | 0.28 |

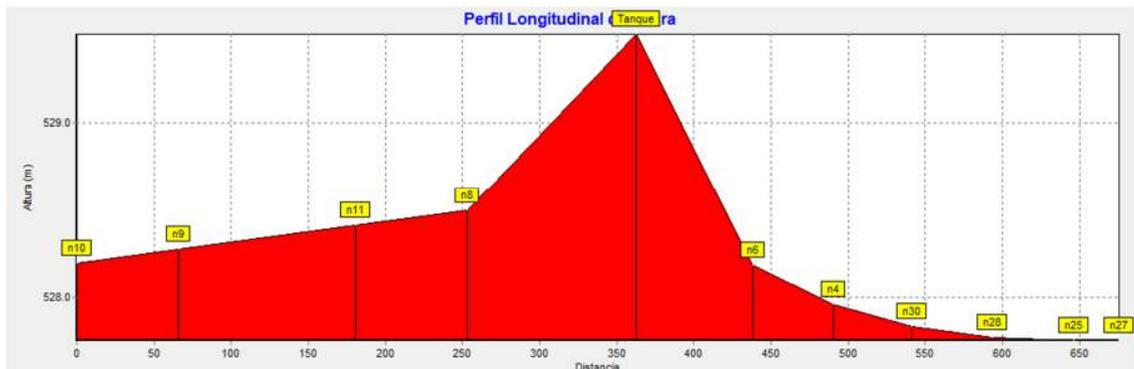
Fuente: Propia (2021)

Ilustración 17: Perfil longitudinal de la red



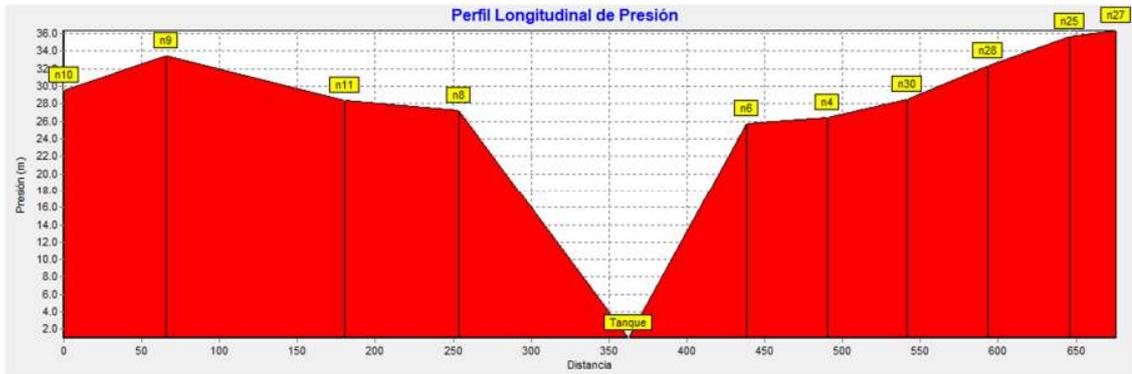
Fuente: Propia (2021)

Ilustración 18: Perfil piezométrico de la red



Fuente: Propia (2021)

Ilustración 19: Perfil longitudinal de presión en la red

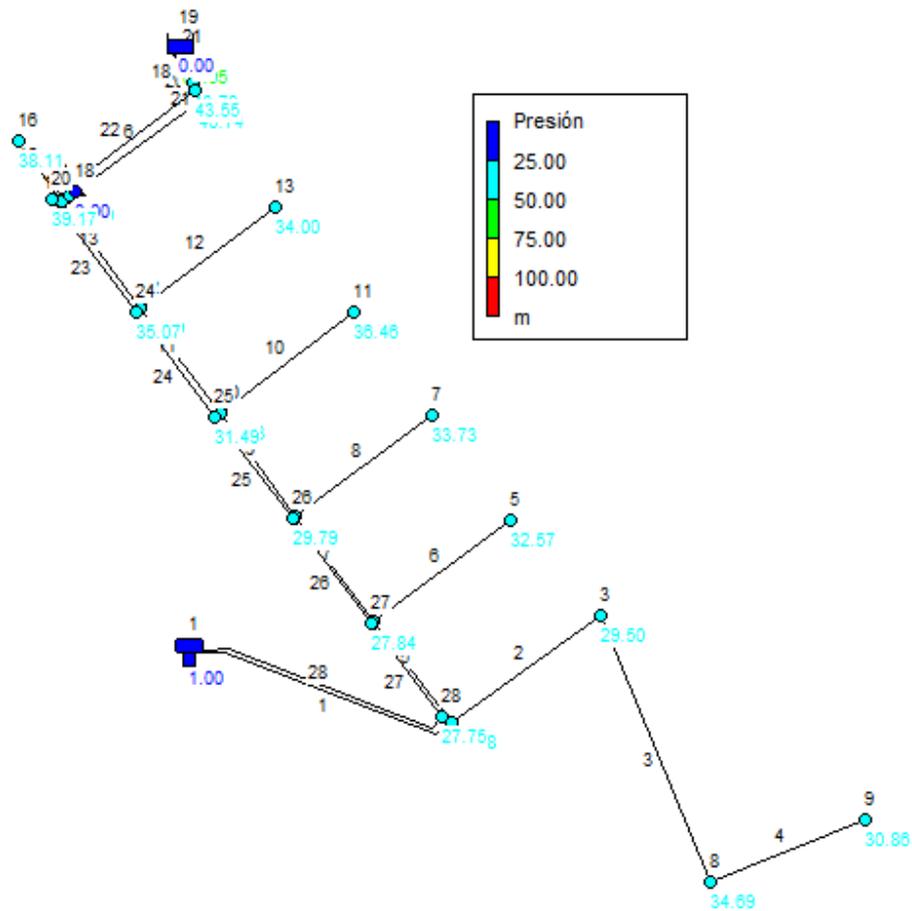


Fuente: Propia (2021)

### ➤ Demanda cero

Según la tabla 22 y la ilustración 16 proporcionadas por los análisis realizados por el software EPANET para la demanda cero, la presiones no exceden la norma nacional, (INAA, 1999, pág. 43), la cual estipula una presión máxima de 50 m, siendo en este caso, el nodo 15, el que presenta la mayor presión con un valor de 40.74 m y la presión menor se encuentra en el nodo 4 con una presión de 27.09 m la cual también se encuentra en el rango de presiones ya que la presión mínima es de 14 m.

Ilustración 20: Análisis de presiones con demanda cero



Fuente: Propia (2021).

Tabla 22: Presiones para las condiciones demanda cero.

| Nodo       | Cota   | Altura | Presión |
|------------|--------|--------|---------|
|            | m      | m      | m       |
| Conexión 2 | 501.22 | 529.5  | 28.28   |
| Conexión 3 | 500    | 529.5  | 29.5    |
| Conexión 4 | 502.41 | 529.5  | 27.09   |
| Conexión 5 | 496.93 | 529.5  | 32.57   |
| Conexión 6 | 501.51 | 529.5  | 27.99   |
| Conexión 7 | 495.77 | 529.5  | 33.73   |

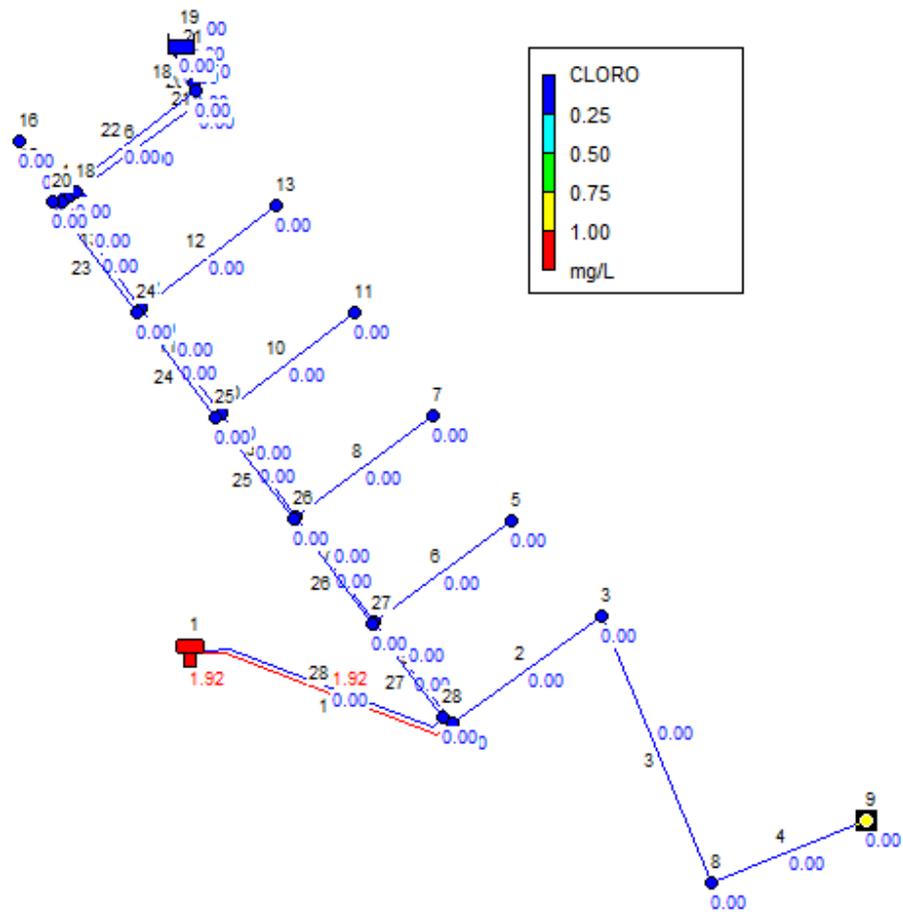
|             |        |       |       |
|-------------|--------|-------|-------|
| Conexión 8  | 494.81 | 529.5 | 34.69 |
| Conexión 9  | 498.64 | 529.5 | 30.86 |
| Conexión 10 | 499.27 | 529.5 | 30.23 |
| Conexión 11 | 493.04 | 529.5 | 36.46 |
| Conexión 12 | 495.41 | 529.5 | 34.09 |
| Conexión 13 | 495.5  | 529.5 | 34    |
| Conexión 14 | 492.06 | 529.5 | 37.44 |
| Conexión 15 | 449.46 | 490.2 | 40.74 |
| Conexión 16 | 491.39 | 529.5 | 38.11 |
| Conexión 17 | 490.2  | 529.5 | 39.3  |

*Fuente: Elaboración propia*

➤ **Análisis de cloro residual**

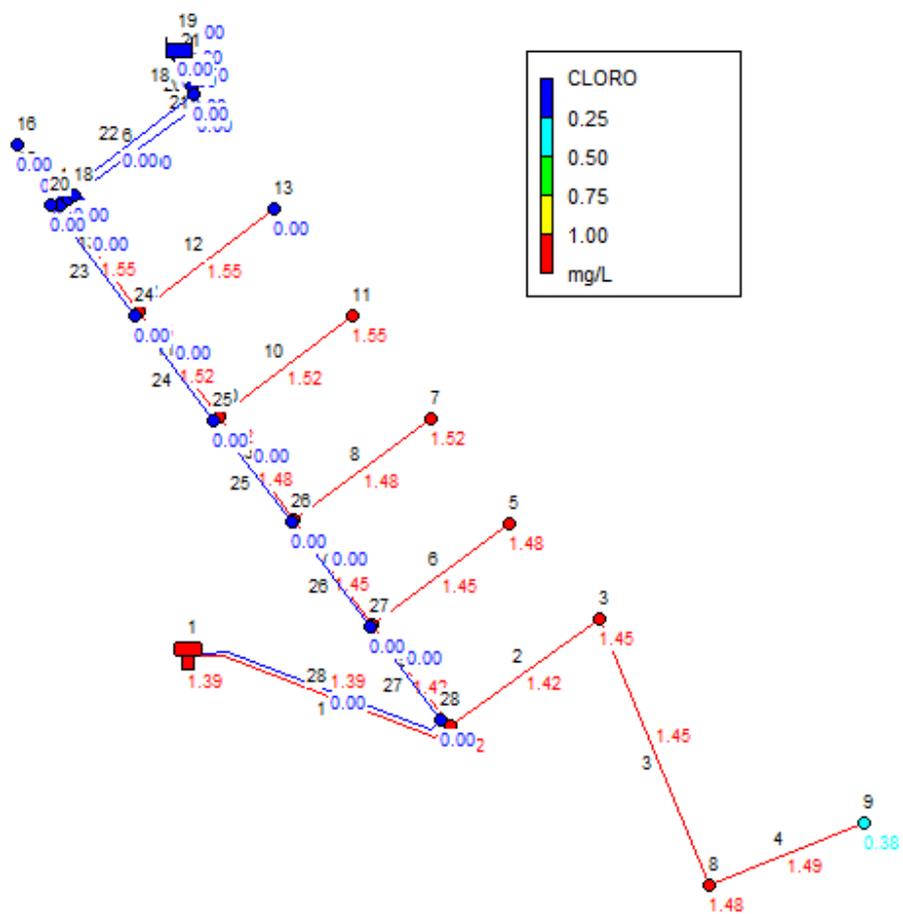
Mediante la implementación de cloro residual en la red de distribución del sistema del agua potable se indicó la cantidad de cloro en mg/l que distribuye el flujo del agua a cada nodo de consumo, en donde se observa la cantidad de cloro que contiene el líquido durante 1 hora de bombeo, la cantidad de cloro en 6 horas de bombeo, la cantidad de cloro en 12 horas, la cantidad de cloro en 16 horas de bombeo, siendo este el tiempo establecido para que el sistema trabaje en bombeo constante, por último se realizó una simulación de 24 horas después de que el sistema deje de funcionar por bombeo para conocer la cantidad de cloro residual que se mantiene fluyendo en la red de distribución.

Ilustración 21: Análisis de cloro residual pasando la primera hora



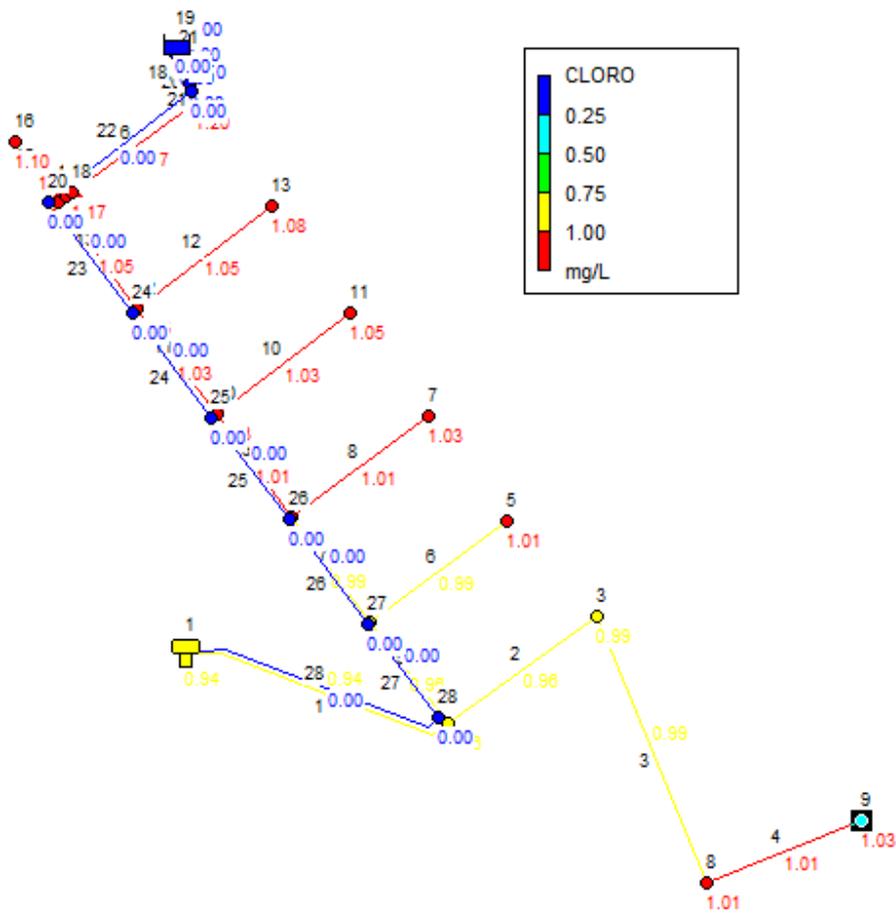
Fuente: Propia (2021)

Ilustración 22: Análisis de cloro residual a las 6 horas de la aplicación de cloro



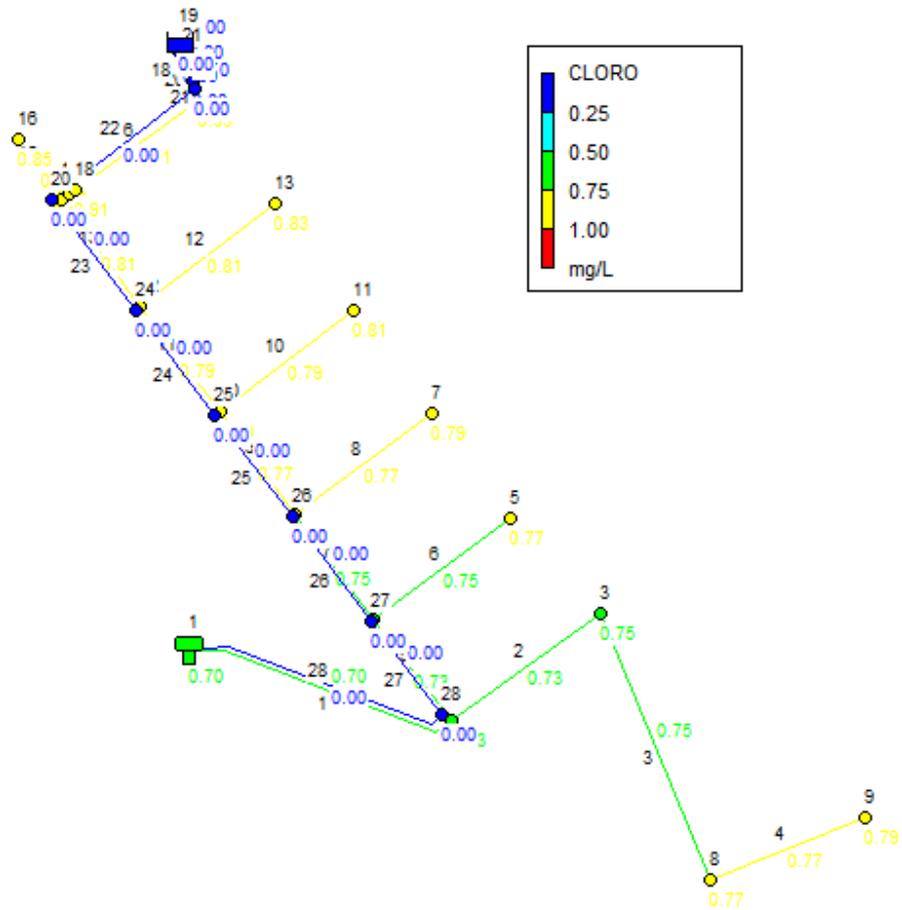
Fuente: Propia (2021)

Ilustración 23: Análisis de cloro residual 12 horas después de la aplicación de cloro



Fuente: Propia (2021)

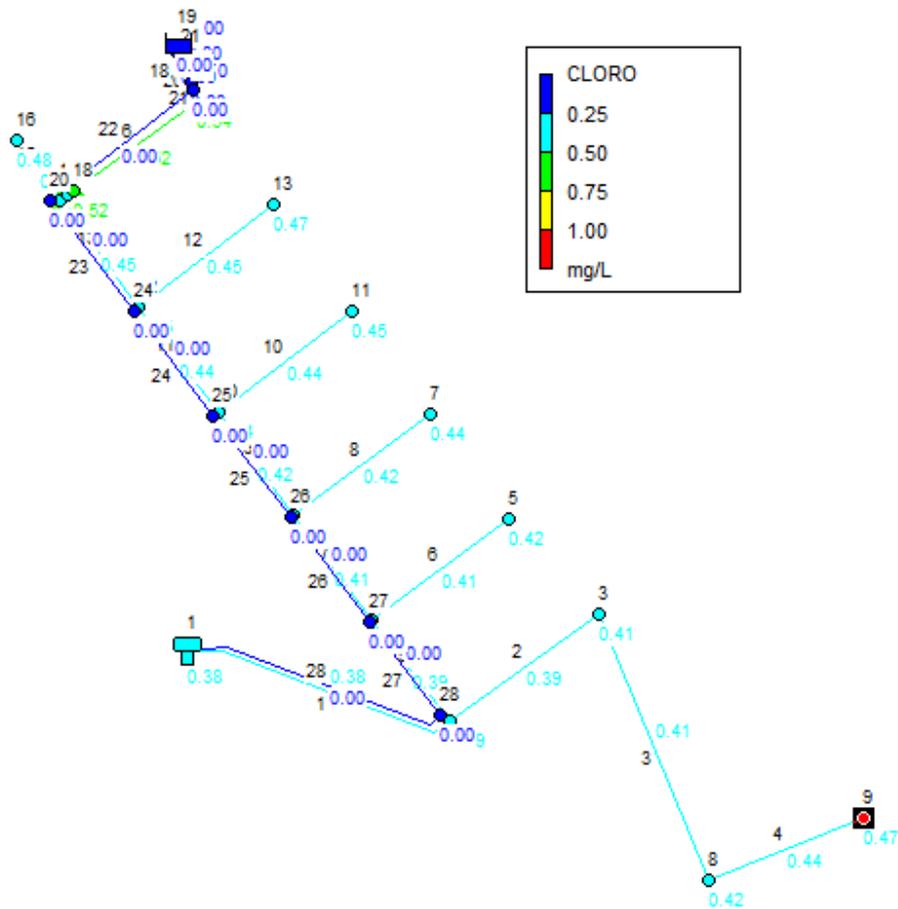
Ilustración 24: Análisis de cloro residual 16 horas después de la aplicación de cloro



Fuente: Propia (2021)

Los parámetros físico-químicos, establecidos por el (CAPRE, 1994, pág. 13) determinan que el valor de cloro residual recomendado en mg/l es de 0.5 a 1. En la simulación de cloro residual realizada mediante el uso del software EPANET el valor de cloro residual a las 16 horas de bombeo en los puntos más alejados de la red oscila entre de 0.65 - 0.68 mg/l el cual cumple con los parámetros requeridos.

Ilustración 25: Análisis de cloro residual 24 horas después de la aplicación de cloro



Fuente: Propia (2021)

#### 4.16. Impacto ambiental

Para la correcta realización de este estudio fue necesaria la acerería de la ingeniera ambiental Wendy Huete, quien realizo acompañamiento en las visitas de campo y supervisión en las valoraciones, métodos y medidas de mitigación aplicados.

##### 4.16.1. Valoración ambiental del proyecto

La valoración, consiste en determinar los elementos con impactos negativos y positivos generados por el proyecto, este análisis es realizado durante la etapa de construcción en las distintas actividades de ejecución. Luego, se consideran los

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

#### 4.16.2. Línea base ambiental

A continuación, se presenta la LBA, destacando las principales situaciones positivas y negativas detectadas en el área de proyecto durante la construcción.

#### Valoración ambiental del proyecto

Tabla 23: Descripción de indicadores ambientales

| MEDIO                 | COMPONENTES      | ELEMENTO                         |
|-----------------------|------------------|----------------------------------|
| <b>Físico</b>         | <b>Aire</b>      | Ruido y vibraciones              |
|                       | <b>Agua</b>      | Cambio en el drenaje superficial |
|                       |                  | Escorrentía interna              |
|                       | <b>Suelo</b>     | Contaminación del suelo          |
|                       |                  | Erosión del suelo                |
|                       |                  | Estabilidad mecánica del suelo   |
|                       | <b>Paisaje</b>   | Calidad del paisaje              |
| <b>Biológico</b>      | <b>Flora</b>     | Perdida de Flora local           |
|                       |                  | Despale                          |
|                       | <b>Fauna</b>     | Perdida de Fauna local           |
| <b>Socioeconómico</b> | <b>Social</b>    | Calidad de vida                  |
|                       |                  | Accidentes laborales             |
|                       | <b>Económico</b> | Comercio local                   |
|                       |                  | Generación de empleo             |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.16.3. Identificación de actividades del proyecto

Con el propósito de identificar los impactos ambientales negativos y positivos que se producirían por la construcción del proyecto del diseño de red de agua potable para la lotificación Bismarck Martines de la ciudad de Somoto, se procedió a diseñar una matriz de identificación de impactos ambientales, la cual consta de las siguientes etapas

- Actividades de construcción

➤ **Actividades de operación y mantenimiento**

Para la realización de la matriz de identificación de impacto ambiental, se considera adecuado realizar un agrupamiento por tipo de actividades del proyecto.

*Tabla 24: Resumen de actividades del proyecto en la construcción*

| <b>No.</b> | <b>ACTIVIDAD</b>                     |
|------------|--------------------------------------|
| 1          | Limpieza inicial                     |
| 2          | Trazo y nivelación                   |
| 3          | Descapote                            |
| 4          | Campamento                           |
| 6          | Excavaciones y zanjeo                |
| 7          | Operación de maquinarias             |
| 8          | Transporte de materiales             |
| 9          | Tubería y accesorios de agua potable |
| 10         | Relleno y compactación               |
| 11         | Limpieza final                       |

*Fuente: Propia (2021)*

A continuación, se efectúa una precisa descripción de cada una de las actividades que se ejecutan en el desarrollo del proyecto

➤ **Limpieza inicial**

Es el trabajo con el cual se inicia una obra, con el propósito de eliminar toda la basura del terreno como lo sería donde se ubicará la red de distribución, línea de conducción, la estación de bombeo, tanque de almacenamiento, pozo y campamento.

➤ **Trazo y nivelación**

Se comprende trazo y nivelación como la preliminar del terreno para dar inicio a la construcción dando los puntos de referencia por donde pasara nuestra red de distribución y línea de conducción.

➤ **Descapote**

Radica en la remoción de la capa superficial del terreno natural en un espesor suficiente para eliminar la tierra vegetal, material orgánico entre otros materiales innecesarios depositados en el suelo. Se operarán tractores backhoe para remover los pastos y arboles del terreno.

➤ **Campamento**

Se refiere a las instalaciones que son temporales tales como: bodega, oficinas, comedores, servicios sanitarios, zonas de parqueo.

Que luego de las misma se debe dismantelar para preparar el abandono de donde se encuentren.

➤ **Excavaciones y zanjeo**

La presente actividad consiste en la ejecución de extracción de suelo para llegar a la profundidad requerida para edificar la estructura y la colocación de tuberías que formaran parte de la red de agua potable de la lotificación Bismarck martines, las excavaciones serán ejecutadas con backhoe o manual (pico y pala), según sea el caso.

➤ **Operación de maquinaria**

La operación de las maquinarias es fundamental en dicho proyecto para la realización de diversas actividades del proceso constructivo, las cuales se emplearán retroexcavadoras, mixcers, tractores, generadores de energía y otros menores que se estarán chequeando frecuentemente para su buen funcionamiento y rendimiento en la obra.

➤ **Transporte de materiales**

Consiste en el traslado de los diferentes componentes desde los centros de abastecimiento de los productos hasta la obra estas cargas serán transportadas por camiones de diferentes especificaciones dependiendo del material que se vaya a transportar.

➤ **Tuberías y accesorios de agua potable:**

Esta actividad consiste en el conjunto de piezas que unidas mediante un procedimiento determinado forma las líneas de tuberías así creando las líneas de conducción y red de distribución las cuales están formadas por tres, uniones, codos, reducciones, tapones, válvulas rompe presión, válvulas de alivio entre otros.

➤ **Relleno y compactación**

Dicha actividad tiene como misiones rellenas las zanjas realizadas para la colocación de las tuberías luego de esto pasa a la compactación del terreno para darle firmeza y estabilidad que ayudara a que la red esté protegida y se pueda prevenir cualquier accidente por mal compactación.

➤ **Limpieza final**

Para finalizar el proyecto tenemos esta actividad la cual tiene como objetivo dejar el lugar donde se ejecutó el proyecto lo más limpio y ordenado posible retirando todo el material restante como tubos, madera, baños portátiles las bodegas provisionales entre otros

**4.16.4. Identificación de impactos ambientales**

Se presta a continuación una matriz de identificación de impacto ambiental en la que cada sitio de cruce entre una actividad de la obra y un indicador ambiental se analizó si existe relación causa – efecto o no. Se procedió a marcar con una “x” el respectivo punto de cruce entre la actividad e indicador ambiental, si se considera que existe relación causa -efecto.

Tabla 25: Matriz de identificación de impactos ambientales en la construcción del proyecto

| MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL |                                         |                  |                    |           |            |                       |                           |                          |                      |                        |                |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------|-----------|------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|----------------|
| Medio Ambiente                                | Indicador ambiental                     | Limpieza Inicial | Trazo y Nivelación | Descapote | Campamento | Excavaciones y zanjeo | Operaciones de maquinaria | Transporte de materiales | Tubería y accesorios | Relleno y Compactación | Limpieza Final |
| Aire                                          | Calidad del ruido y vibraciones         |                  | X                  |           | X          | X                     | X                         | X                        |                      | x                      |                |
| Agua                                          | cambio en las precipitaciones fluviales | X                |                    | X         | X          | X                     |                           |                          |                      | x                      |                |
|                                               | escorrentía interna                     |                  |                    |           |            | X                     |                           |                          | x                    | x                      |                |
| Suelo                                         | contaminación del suelo                 | X                |                    | X         | X          | X                     | X                         |                          |                      | x                      |                |
|                                               | Erosión del suelo                       | X                |                    |           | X          | X                     | X                         |                          | x                    |                        |                |
|                                               | Estabilidad mecánica del suelo          | X                |                    | X         |            | X                     | X                         | X                        |                      | x                      |                |
| Paisaje                                       | Calidad del paisaje                     |                  |                    | X         |            | X                     |                           |                          |                      |                        | X              |
| Flora                                         | perdida de Flora local                  | X                |                    | X         | X          | X                     | X                         |                          |                      |                        |                |
|                                               | Despale                                 | X                |                    | X         |            | X                     | X                         |                          |                      |                        |                |
| Fauna                                         | pérdida de Fauna local                  | X                | X                  | X         |            | X                     |                           |                          |                      |                        |                |
| Social                                        | calidad de vida                         |                  |                    |           |            |                       |                           |                          |                      |                        | X              |
|                                               | Accidentes                              |                  |                    |           |            |                       |                           |                          |                      | x                      | X              |
| Económico                                     | Comercio local                          |                  |                    |           |            |                       |                           |                          |                      |                        | X              |
|                                               | Generación de empleo                    | X                |                    | X         | X          | X                     |                           |                          |                      | x                      |                |

Fuente: Propia (2021)

#### **4.16.5. Valoración de impacto**

Luego de haber identificado los impactos ambientales se procede a la ejecución de la evaluación ambiental de las causas – efectos que podría ocurrir por la construcción de dicho proyecto

A continuación, se presenta cada uno de los atributos que conforman el elemento tipo de la matriz de importancia y se designa su valor de calificación.

##### ➤ Naturaleza

La naturaleza de un impacto se refiere a la determinación si el mismo es negativo o positivo, La forma de establecer la naturaleza de un impacto, es debida a la asignación de un símbolo: (+) en caso de que el impacto sea positivo o beneficioso (-) en caso de que el impacto sea negativo o perjudicial.

##### ➤ Intensidad

La intensidad tiene relación con el grado de afectación que puede producir la acción sobre el factor en consideración. La intensidad tomará valores que van entre 1 a 12 los cuales son: baja (1), media (2) alta (4), muy alta (8) y total (12)

##### ➤ Extensión

Se refiere al área de afectación en relación con el entorno del proyecto la cual se muestra como: puntual (1), Parcial (2), Extenso (4), Total (8) y Critica (12)

##### ➤ Momento

Se refiere al tiempo en que se manifestara el efecto luego de ejecución del proyecto, si el efecto se da a partir de su aparición es crítico o inmediato (4 a +4). Si dura menos de seis meses se considera como corto plazo (1); si dura entre seis meses y un 1 año, mediano plazo (2); si su duración es mayor a 1 año como Permanente (4).

➤ Persistencia

Se refiere al tiempo que se cree que permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de seis meses se considera como Fugaz (1); si dura entre seis meses y un (1) año, Temporal (2); si su duración es mayor a 1 año como Permanente (4).

➤ Reversibilidad

La reversibilidad se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales antes de la realización del proyecto, La valoración de la reversibilidad se da en función del tiempo que toma dicho retorno a las condiciones iniciales; reversibilidad corto plazo (1) se da en un tiempo menor a seis (6) meses, a mediano plazo (2) en un período entre seis (6) meses y cinco (5) años e irreversible luego de este límite de tiempo.

➤ Sinergia

Se estableció que un impacto es sinérgico, en la medida en que el mismo pueda generar otros impactos indirectos. La sinergia se considera simple cuando es inexistente, es decir, cuando no se derivan efectos colaterales, está dado por la siguiente escala: sin sinergia (1), sinérgico (2), Muy sinérgico (4)

➤ Acumulación

La acumulación trata de evaluar el hecho de que un impacto que se produce sobre el medio puede llegar a sumarse con la situación actualmente existente y por ende contribuir al aumento del mismo.

➤ Efecto

Es la relación causa – Efecto donde presentada el efecto directo con una valoración de 4 y el efecto indirecto con una valoración de 1.

➤ Periodicidad

Es el periodo en el que se muestran las manifestaciones a causa del proyecto estas pueden ser: regular (1), periódicas (2) y Continuas (4)

➤ Recuperabilidad

Tiene como propósito determinar el periodo en que se puede reparar los daños ocasionados por la realización del proyecto estos pueden ser: De manera inmediata (1), Recuperable a mediano plazo (2), Mitigable (4) o Irrecuperable (8).

➤ Importancia del impacto

La importancia del impacto puede tomar valores entre 10 y 92; el valor de cada uno de los impactos, se establece mediante la siguiente ecuación: Importancia (I) =

$$I = \pm(3(\text{Intensidad}) + 2(\text{Extensión}) + \text{Momento} + \text{Persistencia} \\ + \text{Reversibilidad} + \text{sinergia} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} \\ + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad})$$

Tabla 26: Matriz de valoración de impactos ambientales en la construcción del proyecto

| MEDIO          | COMPONENTES         | ELEMENTO                                                                          | observaciones                                                                                            | Signo | Intensidad (I) | Extensión (E) | Momento (MO) | Persistencia (PE) | Reversibilidad (Rv) | Sinergia (SI) | Acumulativo (AC) | Efecto (EF) | Periodicidad (PE) | Recuperabilidad (MC) | Importancia (I) |
|----------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Físico         | Aire                | ruido y vibraciones                                                               | debido a al sonido emitido por las bombas instalada en el sistema                                        | -1    | 4              | 2             | 1            | 4                 | 4                   | 4             | 4                | 4           | 2                 | 4                    | -43             |
|                | Agua                | cambio en el drenaje superficial                                                  | causado por la modificación del terreno natural.                                                         | -1    | 4              | 1             | 2            | 4                 | 4                   | 2             | 1                | 4           | 2                 | 4                    | -37             |
|                |                     | escorrentia interna                                                               | se vera modificado apartir del bombeo dentro del pozo                                                    | -1    | 2              | 2             | 2            | 1                 | 2                   | 2             | 1                | 4           | 2                 | 4                    | -28             |
|                | Suelo               | contaminacion del suelo                                                           | debido al derrames de combustibles utilizados durante la etapa de ejecucion.                             | -1    | 2              | 2             | 2            | 1                 | 2                   | 2             | 1                | 4           | 2                 | 4                    | -28             |
|                |                     | Erosión del suelo                                                                 | erosion del suelo por fugas en el sistema o en las valvulas de limpieza                                  | -1    | 2              | 1             | 2            | 2                 | 2                   | 2             | 4                | 1           | 1                 | 2                    | -24             |
|                |                     | estabilidad mecanica del suelo                                                    | esto es causado por las maquinarias que estaran pasando por la zona de ejecucion                         | -1    | 2              | 2             | 2            | 2                 | 2                   | 1             | 1                | 4           | 1                 | 2                    | -25             |
| Paisaje        | Calidad del paisaje | se vera afectada por la construcciones del tanque linea de conduccion entre otras | -1                                                                                                       | 4     | 2              | 2             | 4            | 2                 | 1                   | 4             | 1                | 1           | 2                 | -33                  |                 |
| Biológico      | Flora               | perdida de Flora local                                                            | a causa de las maquinas que operaran en la zona de ejecucion                                             | -1    | 4              | 4             | 2            | 4                 | 2                   | 2             | 4                | 4           | 1                 | 4                    | -43             |
|                |                     | Despale                                                                           | disminucion del area verdes                                                                              | -1    | 4              | 1             | 2            | 4                 | 2                   | 2             | 4                | 1           | 1                 | 2                    | -32             |
|                | Fauna               | perdida de Fauna local                                                            | las especies aledañas a la lotificacion emigraran debido al sonido emitido por las bombas                | -1    | 8              | 4             | 2            | 4                 | 2                   | 2             | 4                | 4           | 1                 | 4                    | -55             |
| socioeconomico | social              | calidad de vida                                                                   | consumo de agua apta para consumo humano                                                                 | 1     | 4              | 4             | 1            | 4                 | 4                   | 2             | 1                | 4           | 1                 | 4                    | 41              |
|                |                     | Accidentes laborales                                                              | al momento de la instalacion o ejecucion de una actividad                                                | -1    | 1              | 1             | 4            | 1                 | 1                   | 1             | 2                | 2           | 2                 | 2                    | -20             |
|                | Economico           | Comercio local                                                                    | debido al proyecto realizadado la poblacion podra generar diversas actividades que ayuden a su economia. | 1     | 2              | 4             | 1            | 4                 | 2                   | 2             | 2                | 2           | 2                 | 2                    | 31              |
|                |                     | Generación de empleo                                                              | generar empleo apartir de las nuevas contrucciones                                                       | 1     | 2              | 4             | 1            | 2                 | 2                   | 2             | 2                | 2           | 4                 | 2                    | 4               |

Fuente: Propia (2021)

#### **4.16.6. Importancia del impacto ambiental**

Conforme los datos obtenidos en la matriz de valoración de impacto, en la cual se valoró la importancia en el medio ambiente de la lotificación, la cual cuenta con las siguiente:

➤ Impactos positivos

Son los impactos beneficiosos, los cuales su valoración es mayor a cero. Su código de color es verde.

➤ Impactos compatibles

Son impactos negativos que no tiene un gran efecto en el medio ambiente, su importancia esta entre 0 y -25. Su código de color es azul.

➤ Impactos moderados

Estos son los que su rango de importancia de la matriz de valoración de impactos ambientales varía entre -25 y -50. Su código de color es amarillo.

➤ Impactos severos

Son los impactos negativos que son significativos para el medio ambiente de las comunidades, están en el rango de importancia entre -50 y -75. Su código de color es Naranja.

➤ Impactos críticos

Son los impactos negativos más bruscos y significativos que tendrá el medio ambiente, son los que su importancia está dentro del rango de -75 a -100. Su código de color es rojo.

Tabla 27: Matriz de importancia de los impactos ambientales en la construcción del proyecto

| MEDIO          | COMPONENTES | ELEMENTO                         | Importancia (I) | Código de color | Valor      |
|----------------|-------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|
| Físico         | Aire        | Ruido y vibraciones              | -43             |                 | Moderado   |
|                | Agua        | Cambio en el drenaje superficial | -37             |                 | Moderado   |
|                |             | Escorrentía interna              | -28             |                 | Moderado   |
|                | Suelo       | Contaminación del suelo          | -28             |                 | Moderado   |
|                |             | Erosión del suelo                | -24             |                 | Compatible |
|                |             | Estabilidad mecánica del suelo   | -25             |                 | Compatible |
|                | Paisaje     | Calidad del paisaje              | -33             |                 | Moderado   |
| Biológico      | Flora       | Perdida de Flora local           | -42             |                 | Moderado   |
|                |             | Despale                          | -32             |                 | Moderado   |
|                | Fauna       | Perdida de Fauna local           | -55             |                 | Severo     |
| Socioeconómico | Social      | Calidad de vida                  | 41              |                 | positivo   |
|                |             | Accidentes laborales             | -20             |                 | Compatible |
|                | Económico   | Comercio local                   | 31              |                 | positivo   |
|                |             | Generación de empleo             | 33              |                 | positivo   |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.16.7. Medidas de mitigación

Para reducir el efecto al mínimo se proponen las siguientes medidas de mitigación donde se pretende conservar los recursos de la lotificación Bismarck

Tabla 28: Medidas de mitigación por el impacto ambiental en la construcción del proyecto

| COMPONENTES     | AFECTACIONES                     | Medidas de mitigación                                                                                          |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aire            | ruido y vibraciones              | Utilizar maquinaria y equipo en buen estado y privilegiar los motores eléctricos                               |
|                 |                                  | Chequeo de los equipos y maquinarias para reducir los sonidos                                                  |
| Agua            | cambio en el drenaje superficial | Empalizadas para reducir la energía cinética de la escorrentía superficial de las aguas lluvias                |
|                 |                                  | Ejecutar obras para el manejo de la escorrentías superficialess                                                |
|                 | escorrentía interna              | Hidrosiembra o siembra<br>Mantener el debido control al momento de operar la estación de bombeo                |
| Suelo           | contaminación del suelo          | Manejo adecuado del combustible.<br>Controlar el estado de las maquinarias                                     |
|                 | Erosión                          | Cerrar sanjas<br>Crear obras de infiltración.                                                                  |
|                 |                                  | estabilidad mecánica del suelo                                                                                 |
|                 | Paisaje                          | Calidad del paisaje                                                                                            |
| Flora           |                                  |                                                                                                                |
|                 | Despale                          | Mantener un manejo forestal uniforme sin agotar los recursos forestales.<br>Reforestar las áreas más afectadas |
|                 | Fauna                            | perdida de Fauna local                                                                                         |
| socio economico |                                  |                                                                                                                |
|                 | Accidentes laborales             | Contratar personal competente.<br>Utilizar equipo de protección                                                |

Fuente: Propia (2021)

#### 4.17. Costo de la obra

Se estimaron las cantidades de obra a realizar, obteniendo la guía de costo y etapas y sub-etapas del FISE e igualmente cotizando los costos de los materiales y accesorios.

Se procesaron los costos unitarios de materiales, medidas de mitigación ambiental, prevención de accidentes y mano de obra para la elaboración del costo en el software de Excel, con un costo total de C\$6,153,847.98 (seis millones ciento cincuenta y tres mil ochocientos cuarenta y siete córdobas con noventa y ocho centavos). A continuación, se muestra el resumen de los costos tabla 29. (Para ver más a detalle en anexos VII)

Tabla 29: Resumen del costo de la obra

| <b>Código de etapas</b> | <b>Descripción</b>                               | <b>Costo</b>           |
|-------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|
| 310                     | PRELIMINARES                                     | C\$223,777.90          |
| 315                     | MOVIMIENTO DE TIERRA                             | C\$ -                  |
| 316                     | MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES                      | C\$ -                  |
| 320                     | LINEA DE CONDUCCIÓN                              | C\$ 92,920.42          |
| 325                     | PILAS ROMPE PRESIÓN                              | C\$ 4,750.00           |
| 330                     | LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN                            | C\$1,056,153.96        |
| 335                     | TANQUE DE ALMACENAMIENTO                         | C\$2,055,500.00        |
| 340                     | FUENTES Y OBRAS DE TOMA                          | C\$ 678,620.00         |
| 350                     | CONEXIONES                                       | C\$ 154,524.00         |
| 360                     | PLANTA DE PURIFICACIÓN                           | C\$ 16,300.00          |
| 362                     | OBRAS DE REPARACION                              | C\$ -                  |
| 365                     | MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES | C\$ 5,500.00           |
| 370                     | LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA                         | C\$ 30,700.00          |
| <b>Subtotal</b>         |                                                  | <b>C\$4,318,746.28</b> |

|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| COSTO INDIRECTO                    | C\$ 178,849.73          |
| SUBTOTAL                           | C\$ 4,318,746.28        |
| ADMINISTRACIÓN                     | C\$ 107,309.84          |
| UTILIDAD                           | C\$ 2,003,116.96        |
| SUBTOTAL                           | C\$ 6,250,323.35        |
| IMPUESTOS                          | C\$ 611,666.07          |
| <b>COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN</b> | <b>C\$ 6,861,989.42</b> |

Fuente: Propia (2021)

## **Conclusiones**

Se estima que la lotificación Bismarck Martínez para el año 2041 contara con una población de 738 habitantes, según el estudio socio económico gran parte de la población en estudio cuenta con el salario mínimo.

La lotificación cuenta con un terreno poco accidentado que está compuesta por suelos arcillosos y un sub suelo de andesita, con una diferencia de nivel entre la fuente y el tanque de 56.23 m.

El potencial hídrico del pozo cuenta con un caudal de 150 GPM o 11.36 l/s con capacidad de abastecer otras zonas y desde el punto de vista sanitario cumple con las normas del INAA 1999, según el análisis bacteriológico el acuífero no presenta coliformes fecales ni metales pesados siendo apta para consumo humano, siendo suficiente una desinfección preventiva con cloro.

Se diseñó un sistema de bombeo contra el tanque, en donde se seleccionó una bomba sumergible de alto empuje de 4" de diámetro y una potencia de 1 HP Franklin electric modelo 214 508 90--S.

La longitud de la línea de conducción es de 465.45 m, esta cuenta con tubería PVC de 2" SDR 26, la sarta cuenta con tuberías de 2" HG-40.

La red de distribución cuenta con tuberías PVC de 2" SDR 26 en sus principales tramos y donde la demanda de consumo era baja se optó por usar tuberías PVC de 1 1/2" SDR 26 la cual Cumplió con las presiones requeridas, pero no con las velocidades.

La red fue ubicada en las partes más favorables del relieve y da cobertura a todos los lotes de la zona, pero cuenta con velocidades baja respecto a la norma pudiendo causar obstrucción por sedimentación, sin embargo, las presiones están dentro del rango establecido en el INAA 1999.

Según el estudio de impacto ambiental el proyecto no presenta peligro alguno para fauna y la flora, mostrando un impacto moderado en su mayoría de actividades y llegando en algunos casos a ser compatible o positivo, se deberá cumplir con cada una de las recomendaciones y medidas de mitigación resultantes del estudio.

El monto total del proyecto asciende a los C\$6,861,989.42 (seis millones ochocientos sesenta y un mil novecientos ochenta córdobas y cuarenta y dos centavos) equivalente a \$195,082.10 a una tasa de cambio de \$ 1 equivalente a C\$ 35.17 córdobas al mes de octubre del 2021, con un costo per capital de C\$9,530.54.

## **Recomendaciones**

Llevar a cabo un registro mensual sobre el nivel del agua en el acuífero y realizar un análisis físico químico cada 6 meses, uno en época seca y otro en época lluviosa, para determinar qué cambios puedan ocurrir en el acuífero.

Realizar limpieza constante en el predio del tanque de almacenamiento y en el predio del pozo.

Si se desea utilizar el pozo de la lotificación Bismarck Martínez para abastecer una nueva lotificación/barrio la alcaldía y las autoridades de ENACAL deberá realizar los estudios, análisis y cambios pertinentes para no afectar el correcto funcionamiento del sistema de agua potable.

Debido a las velocidades bajas que se encuentran en la red de distribución se optó por dotarlas de válvulas de limpieza las cuales ayudaran a que la red mantenga su buen funcionamiento.

Debido a los efectos de la ejecución del proyecto se tomarán como medidas de mitigación la realización de limpiezas generales en la zona del proyecto, reforestas con plantas ornamentales, reforestar las áreas más afectadas y trasladar especies locales al área del proyecto.

La empresa ENACAL designara a los encargados de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema, a los cuales se les recomienda contar con experiencia laboral dentro del ámbito.

Los líderes de la lotificación deben apropiarse del proyecto y adquirir, compromisos a fin de lograr un beneficio pleno con el sistema, cumpliendo con las recomendaciones que emita la empresa ENACAL.

## **Bibliografía**

- Suce Aguirre, M. d., Quezada Gutiérrez, J. J., & García Rocha, Á. J. (2015). *Propuesta de diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por bombeo eléctrico para el Asentamiento 23 de Octubre de la comunidad limón #1 del municipio de Tola, Rivas período 2015-2034.* Managua-Nicaragua: Univercidad nacional autonoma de Nicaragua, Managua UNAN, RURD.
- AMANCO. (2006). *Manual tecnico de tuberias.* San Jose, Costa Rica: AMANCO.
- Banco Central de Nicaragua. (2017). *Censo de edificaciones de Somoto.* Somoto. : Banco Central de Nicaragua.
- CAPRE. (1994). *Norma de calidad de agua para consumo humano.* Managua: ENACAL.
- Corporativo Serca. (2013). *Tipos de estudio socio-económios.* Morelia-Mexico: Corporativo Serca.
- Fernandez Miguelez, M. J. (2014). *Problemas de calidad del agua potable producidos por los subproductos del proceso de tratamiento.* Managua.: Gestion de Aguas Potables.
- Franquet Bernis, J. M., & Querol Gómez, A. (2010). *Nivelacion de terreno por regresion tridimencional.* Tortosa: Eumend.
- Guzman Milaños, J. C., Rodríguez García, E. J., & Salmerón Altamirano, M. D. (2015). *Propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comarca Jicarito del municipio de Santo Tomas – Chontales, periodo 2015-2034.* Managua-Nicaragua: Univercidad nacional autonoma de Nicaragua, Facultad de ciencias e ingenieria, Departamento de construcción.
- INAA. (1999). *Norma obligatoria nicaraguense NTON 09 003 99.* Managua: INAA.
- INETER; MARENA. (2013). *Informe final de la consultoría: Elaboración de escenarios climáticos actuales y futuros del proyecto “Enfoque territorial*

*contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de la Vulnerabilidades en la Región de Las Segovias – Nicaragua.* Managua: INETER; MARENA.

Ingenieria de Fluidos. (11 de Enero de 2016). *Proteccion Anti Ariete.* Ingenieria de Fluidos.

Ministerio de salud. (2018). *Censo poblacional 2017-2018.* Somoto.: Ministerio de salud.

Montenegro, j., & Latino, j. (2012). *Diseño de Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).* Estelí.

Organización panamericana de la salud. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo.* Lima.

SAGARPA. (2012). *SAGARPA.* Ciudad de Mexico.: Gobierno de Mexico.  
Recuperado el 12 de Noviembre de 2017

Tecnológico Nacional. (2015). *Introducción a la topografía.*

Zayas, J. (20 de Marzo de 2018). *El tratamiento del agua por cloración.*

# **Anexos**

**I. Anexo: Encuesta para determinar la situación socio-económica de la población en el sitio de estudio**

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**UNI-RUACS**

**Encuesta de estudio Socioeconómico**

Por medio de esta encuesta se pretende obtener datos para realizar un estudio socioeconómico en la zona de "", por favor rellenas estos datos de forma ordenada.

Nombre de la persona encuestada: \_\_\_\_\_

Responsable del Hogar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Barrio o Sector: \_\_\_\_\_

Tipo de proyecto: \_\_\_\_\_

**Datos personales:**

(Realizar con el/la responsable del hogar)

| Nombre y Apellido | Parentesco | Sexo |   | Edad |      |       |       |     | Nivel de escolaridad | Ocupación |
|-------------------|------------|------|---|------|------|-------|-------|-----|----------------------|-----------|
|                   |            | F    | M | 1-5  | 6-15 | 16-25 | 26-35 | +36 |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |
|                   |            |      |   |      |      |       |       |     |                      |           |

**Datos sobre la lotificación alcanzada:**

(Favor llenar con una "X" en el espacio correspondiente, en caso de responder "Otro" favor especificar razones)

1) ¿Cómo fue adquirido el lote?

Donado por la alcaldía: \_\_\_\_\_ Adquirido personalmente (Comprado):  
\_\_\_\_\_

Otro: \_\_\_\_\_

2) ¿Cuántas personas en el hogar trabajan? (Decir si las personas que laboran son de sexo masculino o femenino; y si laboran dentro o fuera de la ciudad de Somoto)

Dentro de la ciudad M: \_\_\_\_\_ F: \_\_\_\_\_ Total: \_\_\_\_\_

3) ¿Cuál es el ingreso económico mensual del hogar?

C\$1,000-C\$5,000: \_\_\_\_ C\$5,000-C\$10,000: \_\_\_\_ C\$10,000-C\$15,000: \_\_\_\_  
C\$15,000-A más: \_\_\_\_

4) ¿En que trabajan las personas del hogar?

Ganadería: \_\_\_\_ Agricultura: \_\_\_\_ Medicina: \_\_\_\_ Construcción: \_\_\_\_ Venta: \_\_\_\_

Otro:  
\_\_\_\_\_

5) ¿Conoce usted el diseño de agua potable que se implementara en la lotificación?

Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ Poco: \_\_\_\_

¿Qué sabe?: \_\_\_\_\_

6) ¿Le gustaría tener servicio de agua potable en su hogar?

Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_

¿Por qué?: \_\_\_\_\_

"Muchas gracias por su tiempo y colaboración, esperamos tenga un buen día."

- II. **Anexo: Descripción del sitio.** (fotos del lugar del pozo, lugar del tanque y de lotificación.)

**Figura 1: Ubicación del Tanque**



**Fuente: Propia (2021)**

**Figura 2: Vista 1 de la lotificación**



**Fuente: Propia (2021)**

**Figura 3: Vista 2 de la lotificación**



**Fuente: Propia (2021)**

**Figura 4: Vista 3 de la lotificación**



Fuente: Propia (2021)

Figura 5: Vista de satelital de la lotificación



Fuente: Propia (2021)

### III. Anexo: Análisis Bacteriológico y Físico Químico del pozo Bismarck Martínez

Figura 6: Análisis Bacteriológico



**LABORATORIOS QUIMICOS S.A.**  
**LAQUISA**

---

|                             |                                                                                                                              |                           |                                         |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Cliente:</b>             | Alcaldía Municipal Somoto                                                                                                    | <b>Lugar muestreo:</b>    | Lotificación                            |
| <b>Dirección:</b>           | Frente a BDF                                                                                                                 | <b>Munic. /depto.</b>     | Bismarck Martínez, municipio de Somoto. |
| <b>Nombre muestra:</b>      | Pozo comunal perforado, Lotificación Bismarck Martínez, municipio de Somoto, a 350 pies de profundidad, para consumo humano. | <b>Fecha de muestreo:</b> | 12/05/21                                |
| <b>Descripción muestra:</b> | agua                                                                                                                         | <b>Fecha de informe:</b>  | 1/06/21                                 |
| <b>Fecha ingreso:</b>       | 13/05/21                                                                                                                     | <b>Muestreado por:</b>    | Cliente                                 |
| <b>Ref. laboratorio:</b>    | Ba-8624-18                                                                                                                   |                           |                                         |
| <b>Numero de muestreo:</b>  |                                                                                                                              |                           |                                         |

| Análisis           | Unidad          | Resultado |
|--------------------|-----------------|-----------|
| Coliformes Totales | NMP/100ml       | 0         |
| Coliformes fecales | NMP/100ml       | 0         |
| Eschericha Coli    | Factor dilución | 0         |

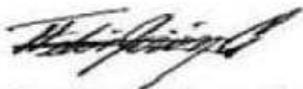
  

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.*



\_\_\_\_\_  
Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General





\_\_\_\_\_  
Lic. Félix Antonio Jurón Cantillo  
Responsable de Bacteriología

---

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@gmail.com

Fuente: LAQUISA (2021)

Figura 7: Análisis Físico Químico de la fuente



LAQUISA  
Teléfono: (505) (241) 411-1111  
Calle 14a. - 10500 Somoto  
C.R. (NICARAGUA)

**LABORATORIOS QUIMICOS S.A.**  
**LAQUISA**

---

**Cliente:** Alcaldía Municipal Somoto  
**Dirección:** Frente a BDF

**Lugar muestreo:** Lotificación Bismarck Martínez, municipio de Somoto.  
**Munic. /depto.**

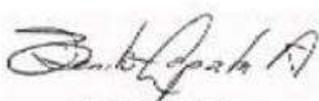
**Nombre muestra:** Pozo comunal perforado, Lotificación Bismarck Martínez, municipio de Somoto, a 350 pies de profundidad, para consumo humano.  
**Fecha de muestreo:** 12/05/21

**Descripción muestra:** agua  
**Fecha ingreso:** 13/05/21  
**Ref. laboratorio:** Ag-4624-18  
**Numero de muestreo:**

**Fecha de informe:** 1/06/21  
**Muestreado por:** Cliente

| Análisis                                 | Unidad                 | Resultado |
|------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Turbidez                                 | UNT                    | 1.60      |
| PH a 25, 0 °C                            | Unidad                 | 8.28      |
| Temperatura                              | °C                     | NR        |
| Concentración de Iones                   | PH mg lts              | NR        |
| Hidrógeno                                |                        |           |
| Cloro Residual                           | mg/l                   |           |
| Cloruros                                 | mg/L                   | 13.5      |
| Conductividad                            | Ms/cm                  | 338       |
| Dureza                                   | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 74.6      |
| Sulfatos                                 | mg/l                   | 4.1       |
| Aluminio                                 | mg/l                   |           |
| Calcio                                   | mg/l                   | 23.9      |
| Cobre                                    | mg/l                   |           |
| Magnesio                                 | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 3.6       |
| Sodio                                    | mg/l                   | 33.2      |
| Arsénico                                 | mg/l                   | 0.0068    |
| Sólidos Totales                          | mg/l                   | 400       |
| Zinc                                     | mg/l                   |           |
| Alcalinidad                              | mg/l                   | -         |
| Bicarbonatos                             | mg/l                   | 180.3     |
| Nitratos – NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> | mg/l                   | 0.9       |
| Nitritos – NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> | mg/l                   | 0.03      |

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.



Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General





Lic. Indiana Lucia Acosta López  
Responsable de Agua

---

Carretera León - Managua Km. 83  
Apartado 154 - León, Nicaragua  
laquisa@nmail.com

Fuente: LAQUISE (2021)

#### IV. Anexo: Fotos del levantamiento topográfico

Figura 8:



Fuente: Propia (2021)

**Figura 9:**



**Fuente: Propia (2021)**

**Figura 10:**



**Fuente: Propia (2021)**

## V. Anexo: Perfil estratigráfico del pozo

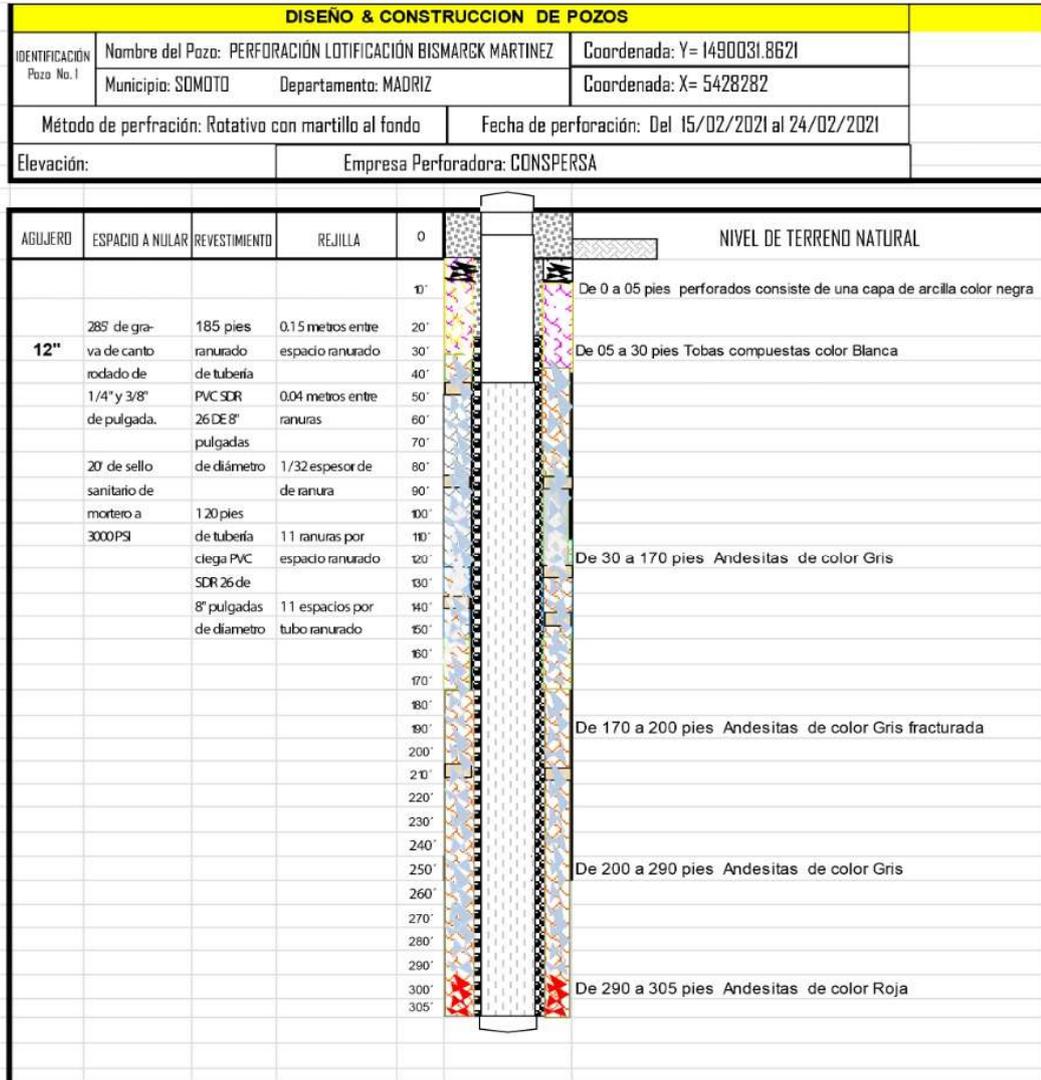
Figura 13:



**CONSTRUCCIONES Y PERFORACIONES SOCIEDAD ANONIMA**

**CONSPERSA**

**"NUEVA DIMENSIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN TU MEJOR ELECCIÓN"**



Dir.: Entrada Principal al Sector XIX 50 Vrs. Al Oeste, Bo. Los Maestro  
Somoto, Madriz  
Teléfonos: 27220279 Cel. 86029594  
Email: edgardo.2008@yahoo.com

Fuente: CONSPERSA

## VI. Anexo: Pérdidas de energía

| Diámetro nominal de los caños normales |       | Válvula esclusa totalmente abierta | Válvula globo totalmente abierta | Válvula ángulo totalmente abierta | Valvula de retención | Codo normal o Te de 6 mm de reducción | Codo 90° | Te   | Te con salida lateral | Codo 45° | Codo 180° | Ensachamiento brusco. | Contracción brusca. | Entrada de borda | Entrada ordinaria |
|----------------------------------------|-------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------|------|-----------------------|----------|-----------|-----------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| mm.                                    | Pulg. |                                    |                                  |                                   |                      |                                       |          |      |                       |          |           | d/D = 1/2             | d/D = 1/2           |                  |                   |
| 12                                     | ½     | 0.12                               | 5.18                             | 2.44                              | 1.22                 | 0.46                                  | 0.3      | 1    | 1                     | 0.24     | 1.09      | 0.3                   | 0.18                | 0.27             | 0.49              |
| 19                                     | ¾     | 0.15                               | 6.71                             | 3.36                              | 1.83                 | 0.61                                  | 0.45     | 1.37 | 1.37                  | 0.3      | 1.52      | 0.45                  | 0.24                | 0.4              | 0.61              |
| 25                                     | 1     | 0.18                               | 8.24                             | 4.27                              | 2.44                 | 0.82                                  | 0.52     | 1.74 | 1.74                  | 0.4      | 1.83      | 0.52                  | 0.3                 | 0.46             | 0.76              |
| 32                                     | 1 ¼   | 0.24                               | 11                               | 5.49                              | 3.66                 | 1.07                                  | 0.7      | 2.32 | 2.32                  | 0.51     | 2.53      | 0.7                   | 0.4                 | 0.61             | 1.04              |
| 38                                     | 1 ½   | 0.3                                | 13.12                            | 6.71                              | 4.27                 | 1.31                                  | 0.82     | 2.74 | 2.74                  | 0.61     | 3.05      | 0.82                  | 0.45                | 0.73             | 1.22              |
| 51                                     | 2     | 0.36                               | 16.78                            | 8.24                              | 5.8                  | 1.68                                  | 1.07     | 3.66 | 3.66                  | 0.76     | 3.96      | 1.07                  | 0.58                | 0.91             | 1.52              |
| 63                                     | 2 ½   | 0.43                               | 20.43                            | 10.06                             | 7.01                 | 1.98                                  | 1.28     | 4.27 | 4.27                  | 0.92     | 4.58      | 1.28                  | 0.67                | 1.1              | 1.83              |
| 76                                     | 3     | 0.52                               | 25.01                            | 12.5                              | 9.76                 | 2.44                                  | 1.59     | 5.18 | 5.18                  | 1.16     | 5.49      | 1.59                  | 0.85                | 1.37             | 2.38              |
| 102                                    | 4     | 0.7                                | 33.55                            | 16.16                             | 13.12                | 3.36                                  | 2.14     | 6.71 | 6.71                  | 1.52     | 7.32      | 2.14                  | 1.16                | 1.83             | 3.26              |
| 127                                    | 5     | 0.88                               | 42.7                             | 21.35                             | 17.69                | 4.27                                  | 2.74     | 8.24 | 8.24                  | 1.92     | 9.46      | 2.74                  | 1.43                | 2.29             | 4.12              |
| 152                                    | 6     | 1.07                               | 51.85                            | 24.4                              | 20.74                | 4.88                                  | 3.36     | 10   | 10                    | 2.29     | 11.28     | 3.36                  | 1.77                | 2.74             | 4.7               |

|            |           |      |        |      |  |       |      |       |       |      |       |      |      |      |       |
|------------|-----------|------|--------|------|--|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| <b>203</b> | <b>8</b>  | 1.37 | 68.02  | 36.6 |  | 6.1   | 4.27 | 13.12 | 13.12 | 3.05 | 15.55 | 4.27 | 2.29 | 3.96 | 6.07  |
| <b>254</b> | <b>10</b> | 1.77 | 85.4   | 42.7 |  | 7.93  | 5.18 | 16.16 | 16.16 | 3.96 | 18.6  | 5.18 | 3.05 | 4.58 | 7.47  |
| <b>305</b> | <b>12</b> | 2.07 | 100.65 | 48.8 |  | 9.76  | 6.1  | 20.74 | 20.74 | 4.58 | 22.57 | 6.1  | 3.66 | 5.49 | 9.09  |
| <b>356</b> | <b>14</b> | 2.44 | 115.9  | 58   |  | 11.28 | 7.32 | 23.79 | 23.79 | 5.18 | 25.92 | 7.32 | 3.96 | 6.1  | 10.64 |
| <b>406</b> | <b>16</b> | 2.74 | 134.2  | 67.1 |  | 12.81 | 8.24 | 26.84 | 26.84 | 5.8  | 30.5  | 8.24 | 4.58 | 7.02 | 12.2  |

**Fuente: AMANCO (2006)**

## VII. Anexos: Costo de la obra

|            |                                                     |                |                       |
|------------|-----------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
| <b>310</b> | <b>PRELIMINARES</b>                                 |                | <b>C\$ 223,777.90</b> |
| 31001      | Limpieza inicial                                    | 360.00         | M2                    |
|            | Área de tanque de almacenamiento y acceso           |                | U/M                   |
|            | Largo                                               | 80             | M                     |
|            | Ancho                                               | 6              | M                     |
|            | Total                                               | 480            | m2                    |
|            | MO                                                  |                |                       |
|            | Jornalero                                           | 1              | UN                    |
|            | Rendimiento                                         | 600            | m2/día                |
|            | Precio por día                                      | C\$ 250.00     | C\$/día               |
|            | Costo directo                                       | C\$ 200.00     |                       |
| 31002      | Trazo y nivelación                                  | 1,456.90       | MI                    |
|            | Red de distribución                                 | 990.90         | M                     |
|            | Línea de conducción                                 | 466.00         | M                     |
|            | Estacas                                             | C\$ 122.00     | C\$/m                 |
|            | Clavos                                              | C\$ 6.00       | C\$/m                 |
|            | Lienza                                              | C\$ 2.00       | C\$/m                 |
|            | MO                                                  | C\$ 10.42      | C\$/m                 |
|            | Total                                               | C\$ 140.42     | C\$/m                 |
|            | Costo directo                                       | C\$ 204,577.90 |                       |
| 31005      | Rótulo                                              | 2              | C/U                   |
|            | Rótulo de señalización inicio y fin de construcción | C\$ 300.00     |                       |
|            | Precio con instalación insitu                       | C\$ 9,200.00   |                       |
|            | Costo directo                                       | C\$ 19,000.00  |                       |

|            |                            |        |                      |
|------------|----------------------------|--------|----------------------|
| <b>320</b> | <b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b> |        | <b>C\$ 92,920.42</b> |
| 32001      | Excavación para tubería    | 372.80 | m3                   |
|            | Longitud                   | 466.00 | M                    |

|       |                            |               |        |
|-------|----------------------------|---------------|--------|
|       | Profundidad                | 1.00          | M      |
|       | Ancho                      | 0.80          | M      |
|       | Retroexcavadora            | 70            | C\$/m3 |
|       | Costo directo              | C\$ 26,096.00 |        |
| 32003 | Instalación de tubería     | 466.00        | MI     |
|       | metros lineales de tubería | 466.00        | MI     |
|       | Precio                     | 15            | C\$/ml |
|       | Costo directo              | C\$ 6,990.00  |        |
| 32004 | Relleno y compactación     | 372.80        | m3     |
|       | Volumen de relleno         | 372.80        | m3     |
|       | Material de relleno        | C\$ 12.50     | C\$/m3 |
|       | Acarreo                    | C\$ 20.83     | C\$/m3 |
|       | Compactación               | C\$ 75.00     | C\$/m3 |
|       | Costo directo              | C\$ 40,385.42 |        |
| 32008 | Tubería de 2" de diámetro  | 466.00        | MI     |
|       | Acarreo                    | 14            | C\$/ml |
|       | Costo                      | 25            | C\$/ml |
|       | Costo directo              | C\$ 18,174.00 |        |
| 32024 | Válvulas y accesorios      | 8.00          | C/U    |
|       | Válvulas                   | C\$ 350.00    | 3      |
|       | Accesorios                 | C\$ 45.00     | 5      |
|       | Costo directo              | C\$ 1,275.00  |        |

|            |                                 |              |                     |
|------------|---------------------------------|--------------|---------------------|
| <b>325</b> | <b>Pilas rompe presión</b>      |              | <b>C\$ 4,750.00</b> |
| 32505      | Tuberías, válvulas y accesorios | C\$ 1.00     | Glb                 |
|            | Válvulas                        | C\$ 4,500.00 |                     |
|            | Accesorios                      | C\$ 50.00    |                     |
|            | Costo directo                   | C\$ 4,750.00 |                     |

|            |                              |  |                         |
|------------|------------------------------|--|-------------------------|
| <b>330</b> | <b>Línea de distribución</b> |  | <b>C\$ 1,056,153.96</b> |
|------------|------------------------------|--|-------------------------|

|       |                               |                |        |
|-------|-------------------------------|----------------|--------|
| 33001 | Excavación para tubería       | 792.72         | m3     |
|       | Longitud                      | 990.90         | M      |
|       | Profundidad                   | 1.00           | M      |
|       | Ancho                         | 0.80           | M      |
|       | Retroexcavadora               | 70             | C\$/m3 |
|       | Costo directo                 | C\$ 55,490.40  |        |
| 33003 | Instalación de tubería 3"     | 792.72         | m3     |
|       | Excavación para tubería       | 792.72         | m3     |
|       | Precio                        | 30             | C\$/ml |
|       | Costo directo                 | C\$ 23,781.60  |        |
| 33004 | Relleno y compactación        | 792.72         | m3     |
|       | Volumen de relleno            | 792.72         | m3     |
|       | Material de relleno           | C\$ 12.50      | C\$/m3 |
|       | Compactación                  | C\$ 75.00      | C\$/m3 |
|       | Costo directo                 | C\$ 69,363.00  |        |
| 33006 | Acarreo de tierra             | 23,781.60      | m3     |
|       | Acarreo                       | 35.8           | C\$/m3 |
|       | Costo directo                 | C\$ 851,381.28 |        |
| 33007 | Prueba hidrostática           | 792.72         | MI     |
|       | Prueba                        | 30             | C\$/m  |
|       | Costo directo                 | C\$ 23,781.60  |        |
| 33009 | Tubería de 1 1/2" de diámetro | 64.58          | MI     |
|       | Acarreo                       | 14             | C\$/ml |
|       | Costo                         | 25             | C\$/ml |
|       | Costo directo                 | C\$ 2,518.62   |        |
| 33010 | Tubería de 2" de diámetro     | 728.14         | MI     |
|       | Acarreo                       | 14             | C\$/ml |
|       | Costo                         | 25             | C\$/ml |
|       | Costo directo                 | C\$ 28,397.46  |        |
| 33025 | Válvulas y accesorios         | 80.00          | C/U    |
|       | Puntos/accesorios             | 18             |        |
|       | Costo directo                 | C\$ 1,440.00   |        |

| <b>335</b> | <b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>    | <b>C\$2,055,500.00</b> |     |
|------------|------------------------------------|------------------------|-----|
| 33506      | Caseta de vigilancia               | 1                      | Glb |
|            | Precio unitario                    | C\$ 40,000.00          |     |
|            | Costo unitario                     | C\$ 40,000.00          |     |
| 33508      | Cercas perimetrales y portones     | 40                     | M   |
|            | Precio unitario                    | C\$ 46,000.00          | MI  |
|            | Costo unitario                     | C\$ 1,840,000.00       |     |
| 33511      | Tanque de almacenamiento para agua | 22                     | M3  |
|            | Precio unitario                    | C\$ 7,977.27           |     |
|            | Costo unitario                     | C\$ 175,500.00         |     |

| <b>340</b> | <b>FUENTES Y OBRAS DE TOMA</b> | <b>C\$ 408,060.00</b> |     |
|------------|--------------------------------|-----------------------|-----|
| 34001      | Obras de captación             | 1                     | C/U |
|            | Precio a todo costo            | C\$ 14,000.00         |     |
| 34002      | Estación de bombeo             | 1                     | C/U |
|            | Bombas                         | C\$ 270,560.00        |     |
|            | Traslado                       | C\$ 20,000.00         |     |
|            | Accesorios                     | C\$ 18,500.00         |     |
|            | Costo directo                  | C\$ 309,060.00        |     |
| 34003      | Caseta de control              | 1                     | C/U |
|            | Precio a todo costo            | C\$ 40,000.00         |     |
| 34005      | Instalaciones eléctricas       | 1                     | C/U |
|            | Precio a todo costo            | C\$ 30,000.00         |     |
| 34008      | Cercas perimetrales y portones | 0                     | M   |
|            | Precio a todo costo            | C\$ 10,000.00         |     |
| 34012      | Protección de fuente           | 1                     | GLB |
|            | Precio a todo costo            | C\$ 5,000.00          |     |

| <b>350</b> | <b>CONEXIONES</b>             |               | <b>C\$ 154,524.00</b> |
|------------|-------------------------------|---------------|-----------------------|
| 35001      | Conexiones intradomiciliarias | 123           | C/U                   |
|            | Precio unitario               | C\$ 780.00    | C/U                   |
|            | Costo directo                 | C\$ 95,940.00 |                       |
| 35003      | Instalación de válvulas       | 3             | C/U                   |
|            | Válvulas de limpieza unitario | C\$ 2,800.00  |                       |
|            | Válvulas de limpieza Directo  | C\$ 8,400.00  |                       |
| 35006      | Tubería de 1/2" de diámetro   | 123           | ML                    |
|            | Precio unitario               | C\$ 28.00     |                       |
|            | Costo directo                 | C\$ 3,444.00  | C\$/ML                |
| 35007      | Protectores de válvulas       | 123           | C/U                   |
|            | Precio unitario               | C\$ 120.00    |                       |
|            | Costo directo                 | C\$ 14,760.00 |                       |
| 35009      | Medidores de agua potable     | 123           | C/U                   |
|            | Precio unitario               | C\$ 260.00    |                       |
|            | Costo directo                 | C\$ 31,980.00 |                       |

| <b>360</b> | <b>PLANTA DE PURIFICACIÓN</b> |              | <b>C\$ 16,300.00</b> |
|------------|-------------------------------|--------------|----------------------|
| 36003      | Equipo de cloración           | 1            | C/U                  |
|            | Precio unitario               | C\$ 6,800.00 |                      |
| 36005      | Instalaciones eléctricas      | 1            | GLB                  |
|            | Precio unitario               | C\$ 9,500.00 |                      |

| <b>365</b> | <b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES</b> |              | <b>C\$ 5,500.00</b> |
|------------|---------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| 36501      | Medidas de mitigación y prevención de accidentes        | 1            | GLB                 |
|            | Precio unitario                                         | C\$ 5,500.00 |                     |

| <b>370</b> | <b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b> |  | <b>C\$ 30,700.00</b> |
|------------|---------------------------------|--|----------------------|
|------------|---------------------------------|--|----------------------|

|       |                     |     |           |     |
|-------|---------------------|-----|-----------|-----|
| 37001 | Limpieza final      |     | 1         | GLB |
|       | Precio unitario     | C\$ | 8,200.00  |     |
| 37002 | Entrega y detalles  |     | 2         | DÍA |
|       | Precio unitario     | C\$ | 12,500.00 |     |
| 37003 | Placa conmemorativa |     | 1         | C/U |
|       | Precio unitario     | C\$ | 10,000.00 |     |

|                                    |            |                     |
|------------------------------------|------------|---------------------|
| Subtotal                           | C\$        | 4,318,746.28        |
| COSTO INDIRECTO                    | C\$        | 178,849.73          |
| SUBTOTAL                           | C\$        | 4,318,746.28        |
| ADMINISTRACIÓN                     | C\$        | 107,309.84          |
| UTILIDAD                           | C\$        | 2,003,116.96        |
| SUBTOTAL                           | C\$        | 6,250,323.35        |
| IMPUESTOS                          | C\$        | 611,666.07          |
| <b>COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN</b> | <b>C\$</b> | <b>6,861,989.42</b> |

## VIII. Anexo: Parámetros de diseño

**Cuadro 1: Periodo de diseño**

| <b>Tipos de Componentes</b>             | <b>Periodo de Diseño</b> |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| Posos excavados.                        | 10 años                  |
| Pozas Perforados                        | 15 años                  |
| Captaciones superficiales y manantiales | 20 años                  |
| Desarenador                             | 20 años                  |
| Filtro Lento                            | 20 años                  |
| Líneas de Conducción                    | 15 años                  |
| Tanque de almacenamiento                | 20 años                  |
| Red de distribución                     | 15 años                  |

**Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA.**

**Cuadro 2: Dotación de agua**

| <b>Rango poblacional</b> | <b>Dotación g/hab/día</b> | <b>Dotación L/hab/día</b> |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0-5000                   | 20                        | 75                        |
| 5,000-10,000             | 25                        | 95                        |
| 10,000-15,000            | 30                        | 113                       |
| 15,000-20,000            | 35                        | 132                       |
| 20,000-30,000            | 40                        | 151                       |
| 30,000-50,000            | 45                        | 170                       |
| 50,000-100,000 y mas     | 50                        | 189                       |

**Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA.**

**Cuadro 3: Diámetro de la columna de bombeo**

| Diámetro de columna de bombeo |     | Caudal de bombeo |      |
|-------------------------------|-----|------------------|------|
| (pulgadas)                    | mm  | Gpm              | Lps  |
| 3                             | 70  | 50               | 3.15 |
| 4                             | 100 | 100              | 6.3  |
| 6                             | 150 | 600              | 37.8 |

Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA

**Cuadro 4: Diámetro de conexión de la sarta**

| Diámetro de Sarta. |             | Rango de Caudales. |             |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Pulgada            | (mm)        | Gpm                | L/s         |
| 2                  | 50 menor de | 80                 | 5           |
| 3                  | 75          | 80 – 200           | 5.0 – 12.6  |
| 4                  | 100         | 200 – 400          | 12.6 – 25.2 |
| 6                  | 150         | 400 – 900          | 25.2 – 56.8 |
| 8                  | 200         | 900 – 1200         | 56.8 – 75.7 |
| 10                 | 250         | 1200 – 1600        | 75.7 – 101  |

Fuente: Normas técnicas para diseño de abastecimiento de agua potable INAA

**IX. Anexo: Pruebas de bombeo del pozo ubicado en la lotificación Bismarck Martínez**

**Figura 14: Primera tabla de campo de las pruebas de bombeo**

(ENACAL)

GERENCIA DE PERFORACIONES

**REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO**

**POZO DE \_\_\_\_\_**

*Enrol  
Prog. 2021*

|                                 |                                                                 |                          |                |   |          |                             |                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---|----------|-----------------------------|-------------------|
| Fecha                           | <i>06/11/2021</i>                                               | Rejilla de               | <i>X</i>       | a | <i>X</i> | Caudal Promedio             | <i>100 g/min</i>  |
| Localidad                       | <i>Somofo</i>                                                   | Rejilla de               | <i>X</i>       | a | <i>X</i> | Distancia al Pozo de Bombeo | <i>X</i>          |
| Municipio                       | <i>Madrid</i>                                                   | Unidad Impulsadora       | <i>60 UCAS</i> |   |          | Temperatura del Agua        | <i>X</i>          |
| No. del Pozo                    | <i>X 706</i>                                                    | No. de Etapas            | <i>6</i>       |   |          | Hora de Inicio              | <i>X</i>          |
| Perforado por                   | <i>Emp. FIV</i>                                                 | Columna de bomba         | <i>240'x3</i>  |   |          | Hora de termino             | <i>X</i>          |
| (I) del Pozo                    | <i>8" de PVC</i>                                                | (I) Tubo Descarga        | <i>4"</i>      |   |          | Duración                    | <i>24 Horas X</i> |
| Profundidad del Pozo            | <i>305'</i>                                                     | (I) Orificio de Descarga | <i>2 1/2"</i>  |   |          | Observó                     | <i>MABT X</i>     |
| Nivel Estático                  | <i>45.0'</i>                                                    | Altura Piezométrica      | <i>18"</i>     |   |          | Supervisó                   | <i>X X</i>        |
| Descripción del lugar de medida | <i>(45") Arriba de fu. sup. del terreno</i>                     |                          |                |   |          |                             | <i>X X</i>        |
| Equipo de bombeo usado          | <i>Bomba de prueba de 3" sumergible de 25 HP / 460 Voltios.</i> |                          |                |   |          |                             | <i>X</i>          |

*[Signature]*

| DESCENSO |       |                            |                 |                      | RECUPERACION |      |                                  |                           |                     |       |             |
|----------|-------|----------------------------|-----------------|----------------------|--------------|------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|-------|-------------|
| FECHA    | HORA  | tiempo de bombeo (minutos) | descenso (pies) | altura piezo metrica | FECHA        | HORA | Tiempo de Recuperación (minutos) | Depresión Residual (pies) | Recuperación (pies) | 1/ +1 | OBSERVACION |
| 6/5/21   | 9:30  | 0                          | 0               |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 1                          | 70.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 2                          | 70.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 3                          | 70.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 4                          | 71.6            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:35  | 5                          | 73.2            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 6                          | 74.7            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 7                          | 75.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 8                          | 76.2            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          |       | 9                          | 76.8            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:40  | 10                         | 77.5            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:42  | 12                         | 79.3            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:44  | 14                         | 80.1            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:46  | 16                         | 80.3            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:50  | 18                         | 80.6            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 9:55  | 20                         | 80.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 10:00 | 25                         | 83.1            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 10:05 | 30                         | 83.9            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 10:10 | 35                         | 85.2            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 10:15 | 40                         | 85.8            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |
|          | 10:20 | 45                         | 86.1            |                      |              |      |                                  |                           |                     |       |             |

10:30 50 88.8  
 10:40 60 91.0  
 10:50 70 92.6  
 11:00 80 94.4  
 11:10 90 95.8  
 100 97.3  
 110 98.4  
 120 99.7

\*  $S = 18" \phi = 100.6 \text{ gal} / \text{min}$  (al igual que el Bien)  
 \* (clera y con olor) (06/5/21)

\* 11:40 am afuera del pozo

CAFOROS. ENACAL (06/5/21) (07/5/21)

Fuente: ENACAL y CONSPERSA (2021)

**Figura 15: Segunda tabla de campo de las pruebas de bombeo**

*Enzcal  
proy. = 2021*

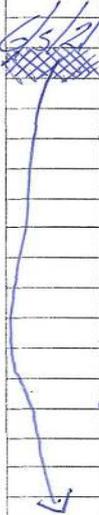
(ENACAL)

GERENCIA DE PERFORACIONES

#2

Fecha 06/05/21 Rejilla de X a X Caudal Promedio 100 cc/min  
 Localidad Somoto X a X Distancia al Pozo de Bombeo X  
 Municipio Madre Unidad Impulsadora BOVEAS Temperatura del Agua X  
 No. del Pozo X/10X No. de Etapas 6 Hora de Inicio X  
 Perforado por Emp PHV Columna de bomba 240' X3 Hora de termino X  
 (I) del Pozo 8" de PVC (I) Tubo Descarga 4" Duración 24 Horas X  
 Profundidad del Pozo 305' (I) Orificio de Descarga 2 1/2" Observo MAB X  
 Nivel Estático 46.0' Altura Piezométrica 18" Supervisó X X  
 Descripción del lugar de medida: 145" Arriba de su sup. del terreno XX  
 Equipo de bombeo usado Bomba de prueba de 3" sumergible de 25 HP 145 Voltios X

| DESCENSO        |              |                            |                       | RECUPERACION         |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|-----------------|--------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-------|------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|--------|-------------|
| FECHA           | HORA         | tiempo de bombeo (minutos) | M. B) descenso (pies) | altura piezo metrica | FECHA | HORA | Tiempo de Recuperación (minutos) | Depresión Residual (pies) | Recuperación (pies) | 1/ + 1 | OBSERVACION |
| <u>06/05/21</u> | <u>11:50</u> | <u>140</u>                 | <u>102.2</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>12:10</u> | <u>160</u>                 | <u>104.6</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>12:30</u> | <u>180</u>                 | <u>106.7</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>12:50</u> | <u>200</u>                 | <u>109.4</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>1:10</u>  | <u>220</u>                 | <u>111.5</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>1:30</u>  | <u>240</u>                 | <u>103.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>2:00</u>  | <u>270</u>                 | <u>104.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>2:30</u>  | <u>300</u>                 | <u>106.2</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>3:00</u>  | <u>330</u>                 | <u>107.0</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>3:30</u>  | <u>360</u>                 | <u>109.0</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>4:30</u>  | <u>420</u>                 | <u>111.7</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>5:30</u>  | <u>480</u>                 | <u>114.2</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>6:30</u>  | <u>540</u>                 | <u>116.5</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>7:30</u>  | <u>600</u>                 | <u>118.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>8:30</u>  | <u>660</u>                 | <u>120.4</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>9:30</u>  | <u>720</u>                 | <u>121.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>11:30</u> | <u>840</u>                 | <u>124.6</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
| <u>04/05/21</u> | <u>1:30</u>  | <u>960</u>                 | <u>126.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>3:30</u>  | <u>1,080</u>               | <u>128.9</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>5:30</u>  | <u>1,200</u>               | <u>130.2</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>7:30</u>  | <u>1,320</u>               | <u>131.5</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |
|                 | <u>9:30</u>  | <u>1,440</u>               | <u>132.5</u>          |                      |       |      |                                  |                           |                     |        |             |



*Se tomo la muestra de agua en galon y vasos de recuperación.*

*\* agua siempre sale con mal obr.  
ATT: MAB/04/05/21*

*(06/05/21) (04/05/21)*

Fuente: ENACAL y CONSPERSA (2021)

Figura 16: Tercera tabla de campo de las pruebas de bombeo

Enazal  
Proy: 2021

(ENACAL)

GERENCIA DE PERFORACIONES  
REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO

# 3

POZO DE \_\_\_\_\_

Fecha 07/05/21 Rejilla de X a X Caudal Promedio 100 G/min  
 Localidad Samoto X a X Distancia al Pozo de Bombeo X  
 Municipio Madre de Unidad Impulsadora 60 VCA Temperatura del Agua X  
 No. del Pozo X DOX No. de Etapas 6 Hora de Inicio X  
 Perforado por Emp PHU Columna de bomba 240' x 3 Hora de termino X  
 (I) del Pozo 8" de PVC (I) Tubo Descarga 4" Duración 24 Horas X  
 Profundidad del Pozo 305' (I) Orificio de Descarga 2 1/2" Observo [MAB] X  
 Nivel Estático 415.0' Altura Piezométrica 18" Supervisó X X  
 Descripción del lugar de medida (45") Arriba de fu. Supo del Arenas X  
 Equipo de bombeo usado Bomba de prueba de 3" o sumergible de X  
25 Hp / 450 voltios

| DESCENSO                |      |                            |                 |                      | RECUPERACION  |             |                                  |                           |                     |        |             |
|-------------------------|------|----------------------------|-----------------|----------------------|---------------|-------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|--------|-------------|
| FECHA                   | HORA | tiempo de bombeo (minutos) | descenso (pies) | altura piezo métrica | FECHA         | HORA        | Tiempo de Recuperación (minutos) | Depresión Residual (pies) | Recuperación (pies) | 1/ + 1 | OBSERVACION |
| <u>Personal a Foros</u> |      |                            |                 |                      | <u>7/5/21</u> | <u>9:30</u> | <u>0</u>                         | <u>0</u>                  |                     |        |             |
|                         |      | <u>0</u>                   |                 |                      |               |             | <u>1</u>                         | <u>116.7</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>2</u>                         | <u>114.9</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>3</u>                         | <u>113.2</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>4</u>                         | <u>112.4</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>5</u>                         | <u>111.2</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>6</u>                         | <u>111.2</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>7</u>                         | <u>110.8</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>8</u>                         | <u>110.4</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>9</u>                         | <u>110.0</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>10</u>                        | <u>109.8</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>12</u>                        | <u>108.9</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>14</u>                        | <u>108.4</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>16</u>                        | <u>108.1</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>18</u>                        | <u>107.7</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>20</u>                        | <u>107.4</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>25</u>                        | <u>106.8</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>30</u>                        | <u>106.0</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>35</u>                        | <u>106.0</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>40</u>                        | <u>105.8</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>45</u>                        | <u>105.7</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>50</u>                        | <u>105.6</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>55</u>                        | <u>105.6</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>60</u>                        | <u>105.6</u>              |                     |        |             |
|                         |      |                            |                 |                      |               |             | <u>0</u>                         | <u>0</u>                  |                     |        |             |

Fuente: ENACAL y CONSPERSA (2021)

# Planos