



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE  
MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE) EN LA  
COMUNIDAD LAS CUREÑAS, MUNICIPIO DE LA CONCORDÍA,  
DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Jurgen Hernández Arguello

Br. Elida Sarahí Urrutia Rodríguez

**Tutor**

MSc. Yader Molina Lagos

Managua, diciembre 2020

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos principalmente a Dios, por guiarnos por el camino correcto por permitirnos llegar hasta este momento y por darnos sabiduría para tomar las mejores decisiones.

De forma especial le agradecemos al MSc. Yader Molina Lagos, tutor de esta investigación, que con su dedicación y esfuerzo nos ha sabido guiar en la realización de este estudio, brindando siempre su apoyo y consejos.

A nuestras familias, por ser la principal motivación en todos los proyectos que nos hemos propuesto, agradeciendo todo el sacrificio y esfuerzo que realizan por nosotros y por nuestro bienestar.

De manera particular agradecemos a todas las personas que estuvieron involucradas de una u otra manera a la realización de este estudio, ya que sin ellos no hubiese sido posible la realización del mismo.

## Índice de contenido.

<b>1. CAPITULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Antecedentes .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Justificación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Objetivos .....</b>	<b>4</b>
1.4.1.    Objetivo General .....	4
1.4.2.    Objetivos Específicos.....	4
<b>1.5. Marco Teórico .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Límites, localización y acceso.....</b>	<b>25</b>
2.1.1.    Macro localización .....	25
2.1.2.    Micro localización.....	26
<b>2.2. Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio .....</b>	<b>27</b>
2.2.1.    Relieve.....	27
2.2.2.    Clima.....	27
2.2.3.    Pluviosidad.....	27
2.2.4.    Características socio-económicas.....	27
2.2.5.    Equipamiento social .....	35
<b>3. CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Tasa de crecimiento poblacional .....</b>	<b>37</b>

3.1.1.	Proyección de la población .....	37
<b>3.2.</b>	<b>Diseño del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.....</b>	<b>40</b>
3.2.1.	Periodo de diseño .....	40
3.2.2.	Población de diseño.....	40
3.2.3.	Dotación .....	40
3.2.4.	Demanda .....	40
<b>3.3.</b>	<b>Fuente de abastecimiento.....</b>	<b>44</b>
3.3.1.	Aforo de la fuente.....	45
3.3.2.	Calidad del agua.....	45
3.3.3.	Tratamiento .....	50
3.3.4.	Cloración.....	50
3.3.5.	Desinfección.....	51
<b>3.4.</b>	<b>Diseño hidráulico de la línea de conducción .....</b>	<b>53</b>
3.4.1.	Diámetro económico .....	53
3.4.2.	Velocidad y pérdida de carga.....	54
3.4.3.	Golpe de ariete .....	55
3.4.4.	Presión total.....	60
<b>3.5.</b>	<b>Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....</b>	<b>60</b>
3.5.1.	Diámetro de tubería de descarga .....	60
3.5.2.	Carga dinámica total .....	60
3.5.3.	Selección de la bomba.....	63
3.5.4.	Capacidad de la bomba seleccionada.....	63
3.5.1.	Columna de bombeo .....	64

3.5.2.	Sarta.....	66
3.5.3.	Simulación en EPANET .....	67
<b>3.6.</b>	<b>Almacenamiento .....</b>	<b>68</b>
3.6.1.	Ubicación del tanque.....	69
3.6.2.	Material de construcción del tanque .....	70
3.6.3.	Desinfección.....	70
<b>3.7.</b>	<b>Simulación hidráulica.....</b>	<b>73</b>
3.7.1.	Simulación con EPANET .....	73
<b>3.8.</b>	<b>Línea de conducción con la bomba .....</b>	<b>74</b>
<b>3.9.</b>	<b>Red de distribución .....</b>	<b>77</b>
3.9.1.	Sector A de la red de distribución.....	77
3.9.2.	Sector B de la red de distribución .....	79
3.9.3.	Sector C de la red de distribución .....	82
3.9.4.	Sector D de la red de distribución.....	84
<b>3.10.</b>	<b>Conexiones domiciliarias.....</b>	<b>87</b>
<b>3.11.</b>	<b>Descripción de actividades de construcción .....</b>	<b>88</b>
3.11.1.	Actividades Preliminares .....	88
3.11.2.	Fuente.....	88
3.11.3.	Instalación de Sarta .....	88
3.11.4.	Caseta de control.....	88
3.11.5.	Línea de conducción .....	88
3.11.6.	Tanque de almacenamiento.....	89
3.11.7.	Línea de distribución.....	89

<b>3.12.</b>	<b>Cantidades de obras.....</b>	<b>89</b>
<b>3.13.</b>	<b>Aspectos legales.....</b>	<b>98</b>
<b>3.14.</b>	<b>Participación comunitaria .....</b>	<b>99</b>
<b>3.15.</b>	<b>Costos de funcionamiento y mantenimiento.....</b>	<b>100</b>
3.15.1.	Costos de funcionamiento y operación .....	100
3.15.2.	Costos de mantenimiento .....	100
3.15.3.	Tarifa.....	101
<b>4.</b>	<b>CAPITULO IV: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA .....</b>	<b>104</b>
<b>4.1.</b>	<b>Vida útil.....</b>	<b>104</b>
<b>4.2.</b>	<b>Moneda de la evaluación .....</b>	<b>104</b>
<b>4.3.</b>	<b>Inversión del proyecto .....</b>	<b>104</b>
4.3.1.	Activos fijos .....	105
4.3.2.	Activos diferidos .....	107
<b>4.4.</b>	<b>Costos de operación .....</b>	<b>108</b>
<b>4.5.</b>	<b>Costos de mantenimiento.....</b>	<b>111</b>
<b>4.6.</b>	<b>Ingresos.....</b>	<b>112</b>
<b>4.7.</b>	<b>Análisis de beneficio .....</b>	<b>114</b>
4.7.1.	Beneficios sociales en cuanto a enfermedades.....	114
4.7.2.	Incremento de actividades productivas .....	116
<b>4.8.</b>	<b>Flujo neto de efectivo (FNE) .....</b>	<b>117</b>
<b>4.9.</b>	<b>Periodo de recuperación de la inversión.....</b>	<b>118</b>
<b>4.10.</b>	<b>Valor Actual Neto Economico (VANE).....</b>	<b>118</b>
<b>5.</b>	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>119</b>

<b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>122</b>

### **Índice de Mapas**

<b>Mapa 1 Macro localización .....</b>	<b>25</b>
<b>Mapa 2 Micro localización .....</b>	<b>26</b>

### **Índice de ecuaciones**

Ecuación 1: Proyección poblacional .....	37
<i>Ecuación 2 Población de diseño.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 3: Consumo domestico.....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 4: Consumo institucional .....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 5: Consumo promedio diario .....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 6: Perdidas en el sistema .....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 7: Consumo máximo diario.....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 8: Consumo máximo horario .....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 9: Desinfección.....</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 10: Volumen Hipoclorito de sodio.....</i>	<i>51</i>
Ecuación 11: Volumen de mezcla.....	52

<i>Ecuación 12: Ecuación de Bresse</i> .....	54
<i>Ecuación 13: Velocidad de flujo</i> .....	55
<i>Ecuación 14: Celeridad de Allievi</i> .....	56
<i>Ecuación 15 Coeficiente en función de la elasticidad</i> .....	56
<i>Ecuación 16 Tiempo de recorrido de la onda de presión</i> .....	56
<i>Ecuación 17 Mendeluce</i> .....	57
<i>Ecuación 18 Evaluación del tipo de cierre rápido</i> .....	58
<i>Ecuación 19 Evaluación del tipo de cierre lento</i> .....	58
<i>Ecuación 20 Longitud critica</i> .....	59
<i>Ecuación 21 Evaluación de impulsión corta</i> .....	59
<i>Ecuación 22 Evaluación de impulsión larga</i> .....	59
<i>Ecuación 23 Allievi</i> .....	59
<i>Ecuación 24 Diámetro de tubería</i> .....	60
<i>Ecuación 25: Carga dinámica total</i> .....	61
<i>Ecuación 26: Altura estática</i> .....	62
<i>Ecuación 27 Potencia de la bomba</i> .....	63
<i>Ecuación 28 Hazen-Williams</i> .....	65
<i>Ecuación 29 : Criterio de diseño de la sarta</i> .....	65
<i>Ecuación 30: Pérdidas Locales</i> .....	66
<i>Ecuación 31 Volumen de tanque de almacenamiento</i> .....	68
<i>Ecuación 32 Requerimiento</i> .....	70
<i>Ecuación 33 Capacidad de cloración</i> .....	70
<i>Ecuación 34 Calculo de Tarifa por rango de consumo</i> .....	101

Ecuación 35 Valor actual neto económico .....	118
---	-----

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 Tipos de componentes en periodo de diseño .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2 Población proyectada. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3: Población y demanda.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 4 Aforo del pozo .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 5: Parámetros Organolépticos .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 6: Parámetros Bacteriológicos .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 7: Parámetro Físico – Químico .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 8: Clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos .</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 9: Dosis para la desinfección y aplicación.....</b>	<b>52</b>
<b><i>Tabla 11 Coeficiente C en dependencia de la gradiente hidráulica.....</i></b>	<b><i>57</i></b>
<b><i>Tabla 12 Coeficiente K en dependencia de la longitud de la tubería .....</i></b>	<b><i>58</i></b>
<b><i>Tabla 12 Carga total dinámica .....</i></b>	<b><i>61</i></b>
<b><i>Tabla 13 Volumen de almacenamiento. ....</i></b>	<b><i>69</i></b>
<b>Tabla 14: Requerimiento según la norma .....</b>	<b>72</b>
<b><i>Tabla 15 Columba de bombeo y sarta.....</i></b>	<b><i>75</i></b>
<b><i>Tabla 16 Línea de conducción.....</i></b>	<b><i>76</i></b>
<b><i>Tabla 17 Presiones en la línea de conducción y sarta .....</i></b>	<b><i>76</i></b>
<b><i>Tabla 18 Tuberías sector A .....</i></b>	<b><i>77</i></b>
<b><i>Tabla 19 Conexiones sector A.....</i></b>	<b><i>78</i></b>
<b><i>Tabla 20 Tuberías sector B .....</i></b>	<b><i>80</i></b>

<b>Tabla 21 Conexiones Sector B.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 22 Tuberías en el sector C .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 23 Conexiones en el sector C.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 24 Tuberías en el sector D .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 25 Conexiones en el sector D.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 26 Cantidades de obra. ....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 27 Costos de administración.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 28 Costos de operación .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 29 Costos totales de funcionamiento .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 30 Tarifa.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 31 Rango de consumo propuesto por el CAPS .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 32 Inversión del proyecto .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 33 Costos de edificaciones del proyecto .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 34 Costos diferidos .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 35 Costos de administración.....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 36 Gasto de energía eléctrica .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 37 Costos de operación .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 38 Costos de mantenimiento.....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 39 Costos Anuales .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 40 Rango de consumo a utilizar .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla 41 Ingresos.....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla 42 Ahorro anual por gastos en enfermedades.....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla 43 Actividades productivas .....</b>	<b>116</b>

<b>Tabla 44 Tabla de flujo neto de efectivo .....</b>	<b>117</b>
---	------------

### **Índice de gráficos**

<b>Gráfico 1 Sexo de la población .....</b>	<b>28</b>
<b>Gráfico 2 Ocupación de la población .....</b>	<b>29</b>
<b>Gráfico 3 Nivel de escolaridad de la población .....</b>	<b>30</b>
<b>Gráfico 4 Tipo de paredes .....</b>	<b>30</b>
<b>Gráfico 5 Tipo de piso .....</b>	<b>31</b>
<b>Gráfico 6 Tipo de techo .....</b>	<b>32</b>
<b>Gráfico 7 Estado de la vivienda .....</b>	<b>32</b>
<b>Gráfico 8 Servicio de agua potable .....</b>	<b>33</b>
<b>Gráfico 9 Acarreo de agua .....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 10 Almacenamiento de agua .....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 11 Cantidad de enfermedades padecidas .....</b>	<b>36</b>
<b>Gráfico 12 Carga Total dinámica .....</b>	<b>62</b>

# **CAPITULO I: GENERALIDADES**

## **1.1. Introducción**

El agua es una bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales, actualmente existen muchos problemas de agua potable a nivel mundial, y cada día se vuelve más escasa. La explosión demográfica existente en el mundo y el mal manejo de los recursos hídricos, así como también el cambio climático ha deteriorado las pocas fuentes de agua potable.

En Nicaragua, existen aproximadamente 5,000 obras de agua potable, las cuales están a cargo de los Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), según la Empresa de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), las obras incluyen variados tipos de sistemas desde más pequeño acueductos por bombeo eléctrico y por gravedad a captaciones de manantial, pozos perforados y excavados a mano. Teniendo en cuenta la cobertura nacional, en el ámbito rural, aún persisten limitaciones en la cobertura, como sucede actualmente en la comunidad de Las Cureñas de municipio de La Concordia, departamento de Jinotega. Las Cureñas cuentan con una población de 456 habitantes, los cuales no tienen el servicio de agua potable, como parte de la gestión de su desarrollo socioeconómico.

En este documento se realiza un estudio a nivel de prefactibilidad de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), para resolver dicha problemática, el cual consiste en el abastecimiento de agua, en la que el agua es empujada por la fuerza generada por bombas hidráulicas cuya fuente de alimentación es la corriente eléctrica, elevándola hasta un tanque de almacenamiento para que luego sea distribuida por medio de gravedad en la comunidad por medio de 101 conexiones de patio domiciliar y una conexión a edificios públicos.

## 1.2. Antecedentes

La comunidad fue fundada en el municipio de Jinotega, en el departamento del mismo nombre en el año 1867, el origen de sus pobladores es del sector de Los Robles en el municipio de Jinotega y del municipio de La Concordia.

Con relación al servicio de agua potable, algunas viviendas que se ubican sobre la vía principal de la carretera que conectan las comunidades Tomatoya y La Joya, disponen de agua potable a través de pozos equipados con bombas manuales que fueron construidos por el FISE y la Alcaldía de Jinotega en el año 2007, no obstante, el principal problema del abastecimiento de agua potable de los 456 habitantes, consiste en la limitada cobertura de los sistemas antes mencionados.

La comunidad para abastecerse, utiliza 3 pozos públicos equipados con bomba manual, por lo que el agua debe transportarse hasta un máximo de 6 kilómetros en recipientes como baldes y botellas plásticas, reduciendo considerablemente la calidad y la cantidad de la misma, principalmente esta labor la realizan los niños y mujeres. El saneamiento en la comunidad en relación a la disposición de excretas es a través de letrinas las cuales fueron construidas hace 20 años y solamente para las viviendas beneficiadas con agua potable, evidentemente hay ausencia de letrinas en toda la comunidad, en el caso de las aguas grises estas son drenadas a través de zanjas o escurren a orillas de los caminos y algunos casos se riega en el patio. Para atender la demanda de agua y saneamiento se han buscado alternativas de abastecimiento por gravedad aprovechando la fuente superficial ubicada a 6 kilómetros de la comunidad.

### 1.3. **Justificación**

El análisis a nivel de pre factibilidad de la construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad Las Cureñas, del municipio de La Concordia, será de gran importancia ya que permitirá identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generen del mismo en un determinado periodo de tiempo.

El proyecto consistiría en la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) que brindará servicio las 24 horas del día.

Es fundamental que se determine la viabilidad del proyecto, ya que permitirá que cualquier institución que desee invertir tenga la información necesaria para la correcta toma de decisiones.

Este proyecto en mención traería beneficios socios económicos para la comunidad, garantizará los servicios de agua potable en cantidad suficiente y de manera continua para todos los usos personales y domésticos y vendrá a beneficiar a 456 habitantes, divididos en 101 Viviendas y una edificación pública, así mismo se contribuirá a disminuir las cantidades de habitantes que pueda padecer de enfermedades infecciosas, aumentando el tiempo de actividad económica de los pobladores.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar el estudio a nivel de prefactibilidad de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la comunidad Las Cureñas, del municipio de La Concordia, departamento de Jinotega para analizar su rentabilidad socioeconómica.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Realizar un diagnóstico de situación actual de la comunidad para establecer la demanda de la zona en estudio.

Establecer los requerimientos técnicos necesarios de diseño para la construcción del MABE.

Analizar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación socioeconómica.

## 1.5. Marco Teórico

Para la realización de esta investigación será necesaria la definición de ciertos aspectos teóricos que a continuación se muestran.

Proyecto; “es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, p. 2)

Estudio a nivel de pre factibilidad; “es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertinencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará, así como los costos operativos anuales”.

Alternativas de proyecto; “se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivas distintos como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado”. (SNIP, 2008)

Diagnóstico de situación actual; “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional (SNIP, 2008).

Agua potable: Aquella que se puede consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud. (ENACAL, 2006)

Acueducto: “aquellas construcciones que tienen por objetivo principal la conducción del agua desde un punto hasta otro para permitir que personas o comunidades tengan acceso a ella”. (ENACAL, 2006)

Estudio de la población; “es aquel que nace con la estadística y la creación de censos regulares y universales. Para estudiar a la población es necesario contar con información relativamente reciente, por ello los censos constituyen la fuente fundamental de información y está definida la necesidad de levantarlos en períodos no superiores a los 10 años”. (Sauvy, 1991)

Método de proyección; “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”.

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño se calcula por medio de la fórmula del Método Geométrico. Esta técnica se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico, supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población.

Demanda: “la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica o un precio determinado”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, pág. 28)

Dotación de agua y nivel de servicio se determina “la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante día. Está dotación es consecuencia del estudio de

las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de la ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de las calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público.

Se aplicará en los sistemas de abastecimiento de agua potable de mayor nivel de consumo. Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua.

Para estas comunidades se pretende brindar el servicio de Conexiones Domiciliarias de Patio. El nivel de servicio a brindar corresponde a un 100% de conexiones domiciliarias". (ENACAL, 2001).

Tarifa al sistema de precios que permite el cobro de los servicios públicos domiciliarios. Los dos conceptos principales integrantes del sistema tarifario son:

- Tarifa Cargo Fijo: Es el valor unitario por suscriptor independiente del nivel de consumo, con la cual se cobran los gastos administrativos y de comercialización.
- Tarifa Consumo/vertimiento: Es el valor unitario por metro cúbico que refleja los costos económicos de prestar el servicio, incluye los costos operativos, costos de inversión, los activos, las tasas ambientales. (Tarifas Vigentes, 2017).

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valoración monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto”. (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011)

Estudio técnico; “es la investigación que consta en presentar la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal”. (Urbina, 2010)

Levantamiento topográfico; consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano. (Levantamiento Topográfico, 2014)

El propósito de la Localización; “es seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social”. (SNIP, 2001)

Acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no sólo factores cuantitativos, como los costos de transporte de materia prima y del producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros. Recordando que los análisis deben ser integrales, si se realizan desde un solo punto de vista conducirán a resultados poco satisfactorios.

Micro localización “es llevar a la definición puntual del sitio del proyecto”. (SNIP, 2001)

Macro localización lleva a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia. (SNIP, 2001).

Aforo de fuente de agua consiste en la operación de medición de caudal del agua es decir el volumen de agua que pasa en un tiempo determinado, en vez de “caudal” también se puede emplear los términos “gasto”, “descarga” y a

nivel de campo “riesgos”. Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que se puede alcanzar.

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible. (Definición de Diseño, 2008)

Cuando se habla de Sistema de abastecimiento de agua potable, se define como el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, el sistema se clasificará en urbano o rural. Los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con red de distribución, sino que utilizan Piletas Publicas o llaves para uso común en muchas oportunidades tienen como fuente las aguas subterráneas captadas mediante una bomba manual o hidráulica. (ENACAL, 2006)

Para determinar las Dotaciones de agua para el sector rural es necesario expresar la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

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

Dotación:

- Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos

públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 litros por persona por día (lppd).

- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por personas por día (lppd).
- Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 litros por personas por día (lppd). (INAA, 1989)

Carga total dinámica; representa todos los obstáculos que tendrá que vencer un líquido impulsado por la bomba para poder llegar hasta el punto específico considerado como la toma más desfavorable.

Puestos públicos; son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer de 2 a un máximo de 20 casas. (INAA, 1989)

Conexiones domiciliarias: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad) capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio. (INAA, 1989)

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer la reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (BANCO MUNDIAL, 2012)

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

- Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- Volumen de reserva: para atender eventualidades en caso de

emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1989)

Para determinar los parámetros de diseño en los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema. (INAA, 1989)

- Para el cálculo del período de diseño para el abastecimiento de los componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable. (ENACAL, 1989)

Parámetros de diseño:

a) Periodos de diseño

**Tabla 1 Tipos de componentes en periodo de diseño**

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Período de Diseño</b>
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones Superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Período de Diseño</b>
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de Almacenamiento	20 años
Red de Distribución	15 años

Fuente: INAA (1989)

#### b) Variaciones de consumo

Estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de obras de captación, línea de conducción y red de distribución.

Estos valores son los siguientes:

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

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

#### c) Velocidades y presiones permisibles

Para el cálculo de las velocidades y presiones permisibles, se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 metros/ segundos (m/s)

Velocidad máxima = 2.0 metros/segundos (m/s)

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros (INAA, 1989)

Línea de conducción “la que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, y desde el tanque hasta la red de distribución o captación, hasta el tanque de almacenamiento. La construimos, generalmente de PVC-SDR26, excepto en tramos donde la tubería no se pueda enterrar o cruces aéreos de ríos y quebradas, en donde utilizamos tubos de hierro galvanizado”. (FISE, 2008)

El reservorio o embalse, en hidrografía, es una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. (FISE, 2008)

Sistema de cloración: Para desinfectar o clorar el agua instalamos en el tanque de almacenamiento un hipoclorador de carga constante.

Algunas fuentes de agua requieren de otros tipos de tratamiento que dependen de la calidad del agua en cada acueducto, por ejemplo: para eliminar el hierro se construyen sistemas de aireación”. (FISE, 2007)

Red de distribución “un sistema de tuberías de PVC-SDR26, que permite distribuir el agua a los diversos puntos de consumo en la comunidad, los que pueden ser puestos públicos o puestos de patio”. (FISE, 2007)

El tanque de almacenamiento es empleado para almacenar el agua y suplir la demanda de la población en las horas de mayor consumo, lo podemos construir de ladrillos, de bloques, de piedra, de plástico o de concreto reforzado. Se instala sobre el suelo o sobre tierra”. (FISE, 2008)

#### d) Parámetros de calidad del agua

Calidad de agua; se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de la necesidad humana.

Para realizar el tratamiento y desinfección, se debe operar o usar correctamente, de la siguiente manera:

- Desinfección del agua: El agua que consumimos la desinfectamos mediante la cloración. Este es un proceso que requiere mucho cuidado para que la dosis del desinfectante garantice agua segura para el consumo. (FISE, 2008)

Se entiende por tomas de agua “aquellos elementos del servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias. Las tomas de agua se le conocen también como puestos de agua”. Existen dos tipos de puestos de agua: a- Puesto domiciliario b- Puesto Público. (FISE, 2008)

A lo largo de todo el sistema se instalan ciertas piezas llamadas accesorios que son muy importantes para el funcionamiento del acueducto. Los más conocidos son: Llave de chorro, válvula de pase, válvula de limpieza, codos, adaptadores, reductores, válvula de flotador o de boya, Tees, uniones, medidores de agua, cajas protectoras de medidor. (FISE, 2008)

Acometidas se entiende al “enlace de la instalación general interior del inmueble con la tubería de la de distribución. Es la parte de la instalación que, tomando el agua de las tuberías de servicio de los ayuntamientos o compañías de abastecimiento público, la llevan al interior de los edificios”. (Acometida de agua potable, s.f.)

#### e) Pérdidas de agua en el sistema

Las pérdidas en el sistema se definen como parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20 %.

El consumo promedio diario anual (CPDA) se determina como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de

diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación } (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

*Consumo promedio diario, litros/ Segundos (l/s)*

Dónde:

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario, litros/ segundos (l/s).

P<sub>f</sub>: Población futura, habitantes (hab).

d: Dotación, litros/habitantes /día (l/hab/día).

Consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>) y horario (Q<sub>mh</sub>) “como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo”.

Para el consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Q<sub>m</sub>), recomendándose el valor promedio de 130%.

En el caso del consumo máximo horario (Q<sub>mh</sub>), se considerará como el 100% del promedio diario (Q<sub>m</sub>). Para poblaciones concentradas o cercanas a las poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores a los 150%.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>) y del 150% para el consumo máximo horario (Q<sub>mh</sub>). (Población de Diseño y Demanda de Agua, s.f.).

Caudal máximo horario, el uso que cada individuo hace de la cantidad de agua que consume en el día no es constante a lo largo de las 24 horas del día, hay horarios en que se consume mucha agua, y otros en que no se consume casi. Esta variación se considera frecuentemente por medio de un factor que

generalmente se denomina como K2. Este factor generalmente varía entre 1.5 y 2.2. (Definiciones usuales en Hidráulica, 1987)

Las Características físicas del agua se clasifican de la siguiente manera:

-El color en el agua puede ser de origen mineral o vegetal, causado por sustancias metálicas como el hierro o manganeso, materiales húmicos, taninos, algas, plantas acuáticas y protozoarios, o por residuos orgánicos o inorgánicos de industrias tales como: refinerías, pulpas de café y papel. La turbiedad en el agua es atribuida principalmente a las partículas sólidas en suspensión, que disminuye la claridad y reducen la transmisión de la luz en el medio, puede ser provocada por sustancias como hierro y zinc, plancton, algas y detritos orgánicos. La turbidez está muy ligada al color y reduce la eficiencia de la cloración.

-Los términos olor y sabor generalmente se confunden, aunque ni el olor ni el sabor pueden ser directamente correlacionados con la seguridad sanitaria de una fuente de abastecimiento. Su presencia puede causar rechazo por parte del consumidor. Las principales causas se deben a:

1. Descomposición de la materia orgánica.
2. Algas y otros organismos microscópicos.
3. Hierro manganeso y productos metálicos de la corrosión (Salud, 2000)

Las características químicas del agua son clasificadas según lo siguiente:

Potencial Hidrogeno, expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de una solución cualquiera mediante la concentración del ion hidrógeno. El Agua no tiene ácido ni álcali tiene un valor del pH igual a 7, al cual se le llama valor neutro del pH. La adición de ácidos fuertes como el Ácido Sulfúrico o el clorhídrico bajan notablemente el valor del pH; Así un álcali aumenta el valor del pH sobre 7 dependiendo de la variación de la intensidad y de la cantidad de álcali que agregue.

En resumen, los valores del pH < de 7 indican acidez, 7 indica neutralidad y los valores de 7 hasta 14 indican alcalinidad. El pH se determina por el método del calorímetro y con el aparato llamado pHchímetro.

Alcalinidad, básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar acidez. La alcalinidad de las aguas naturales está dada en primer lugar por las sales de ácidos débiles, aunque pueden también contribuir las bases débiles o fuertes.

Cloruros, la forma más común de ocurrencia de los cloruros en el agua para el consumo humano es el cloruro de sodio o sal común. La presencia de cloruros en el agua se considera importante más por razones del gusto que le comunican que por motivos de salud.

Dureza, la presencia de cationes polivalentes, principalmente los cationes de calcio y de magnesio dan origen a la dureza de las aguas. No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas con alto contenido de dureza y daños al organismo.

Hierro y manganeso están muy frecuentemente ligados y son raras las aguas que los contienen independientemente. La presencia del Hierro en el agua produce mal sabor (amargo) y color rojizo, produce manchas en la ropa, aparatos sanitarios y se deposita en la red de distribución causando obstrucción y alteraciones en la turbiedad y el color. El Manganeso, produce los mismos efectos del hierro, además en los animales afecta el crecimiento y formación de los huesos, reproducción y la sangre. En las ratas tiende a producir cirrosis en cantidades altas.

La presencia de nitrato no es extraño especialmente en agua de pozos que pueden recibir infiltraciones de tanques sépticos, ganadería, etc. (Salud, 2000)

Las características microbiológicas del agua en los sistemas de abastecimiento tienen una gran importancia desde el punto de vista sanitario por los múltiples efectos negativos que pueden causar en la salud de los

consumidores de agua. Se incluyen en este grupo, todos los organismos vivos desde los microscópicos hasta organismos mayores. Estas son las bacterias, algas, hongos y protozoos; los cuales son capaces de causar graves enfermedades de tipo intestinal tales como el cólera, tifoidea, disentería, hepatitis infecciosa etc., por lo que es importante tener control de la existencia y proliferación de estos organismos en el agua de consumo. (Salud, 2000)

#### Diseño de los componentes del sistema

Fuentes de abastecimiento de agua: “a un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable”. Las fuentes de abastecimiento por lo general deben de 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. En cuanto a su presentación en la naturaleza, pueden ser fuentes superficiales (ríos, lagos, mar) o subterráneas (acuíferos). (Angarita, s.f.)

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía. (INAA, 1989)

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos. (INAA, 1989)

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuado al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las

estaciones seca y lluviosa.

- El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse. (INAA, 1989)

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo. (INAA, 1989)

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

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

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. (INAA, 1989)

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, 1989)

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica. (INAA, 1989)

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (INAA, 1989)

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

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

b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1989)

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución. (INAA, 1989)

#### Evaluación socioeconómica

En la evaluación socioeconómica se “busca evaluar los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos”. (Banco Mundial, 2016).

En el sentido económico, una inversión es interpretada “como una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por un futuro, por lo general improbable”.

Una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia). (Perez, 2009)

Los activos fijos “son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa (o el año fiscal). Por ejemplo, el edificio donde una fábrica monta sus productos es un activo fijo porque permanece en la empresa durante todo el proceso de producción y venta de los productos” (Definición de Activos fijos, 2016).

Los activos intangibles son bienes que posee la empresa y que no pueden ser percibidos físicamente. Sin embargo, se consideran activos porque ayudan a que la empresa produzca un rendimiento económico a través de ellos. Ejemplos de activos intangibles pueden ser el valor de marca, el conocimiento de metodologías de trabajo, las patentes. (Activo intangible, 2016)

El capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

La tasa social de descuento (TSD), mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. Esta es la razón por el cual toma relevancia la tasa social en la evaluación de proyectos del sector público, sobre todo cuando se están evaluando proyectos cuyos beneficios afectan a toda la sociedad, como es el caso de proyectos generadores de bienes públicos, y cuando los proyectos arrojan resultados que se extienden por muchos períodos y, por tanto, afectan a más de una generación. (Restrepo, 2006)

Flujo neto efectivo (FNE), “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “Valor Presente”.

Flujo neto efectivo “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “valor presente”.

Beneficiarios de un proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

- Los beneficiarios directos son aquéllos que participarán directamente en

el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que estarán empleadas en el proyecto, que los suplén con materia prima u otros bienes y servicios, o que usarán de alguna manera el producto del proyecto se pueden categorizar como beneficiarios directos.

- Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

En la evaluación financiera “puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente”.

Tasa interna de retorno (TIR) se define “como la tasa de descuento o tasa de rentabilidad mínima atractiva, es la que sirve para comparar año por año el valor presente de los ingresos y egresos”.

La Inversión se considera rentable cuando  $r$  sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior.

$Tir > trema$  – proyecto rentable

$Tir = trema$  –proyecto rentable mínimo

$Tir < trema$  – proyecto no es rentable (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

El valor actual neto (VAN) “es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener ( $i$ ). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable”.

La inversión se considera rentable cuando su VAN es mayor que cero. Si el VAN es menor que cero la inversión sería rechazada. Además, daremos preferencia a aquellas inversiones cuyo VAN sea más elevado.

Van > 0 el proyecto es aceptable.

Van =0 es indiferente

Van <0 el proyecto se rechaza. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) se define "Tasa de rendimiento mínima aceptada, debo de incluir la tasa de inflación (promedio 5% anual), con esto se dice que cuando menos se debe de recuperar lo perdido por la inflación, la tasa de interés de un banco elegir la que nos dé más de rendimiento (1%). Riesgo de la empresa, en función al riesgo de la empresa para ver la tasa que te va a poner el banco (3%). Tasa de riesgo o el rendimiento mínimo de inversión, cuanto es lo que te gustaría tener de ganancia por hacer una inversión (5%). TREMA 14% A MAYOR TREMA MAYOR". (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

## CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Límites, localización y acceso

#### 2.1.1. Macro localización

El municipio de Jinotega perteneciente al departamento de Jinotega, limita al norte con el municipio de Santa María de Pantasma; al sur con los municipios de Matagalpa y Sébaco del departamento de Matagalpa, al este con el municipio de Cúa, Bocay y el municipio del Tuma La Dalia (departamento de Matagalpa) y al oeste el municipio de la Trinidad (departamento de Estelí) y el Municipio de San Rafael del Norte. Se encuentra a una distancia de 162 kilómetro (km) de la ciudad de Managua., su extensión territorial es de 1,119 kilómetro cuadrado (km<sup>2</sup>) de estos 274 km<sup>2</sup> es decir el 24.5% del territorio corresponden al Municipio como tal.

*Mapa 1 Macro localización*



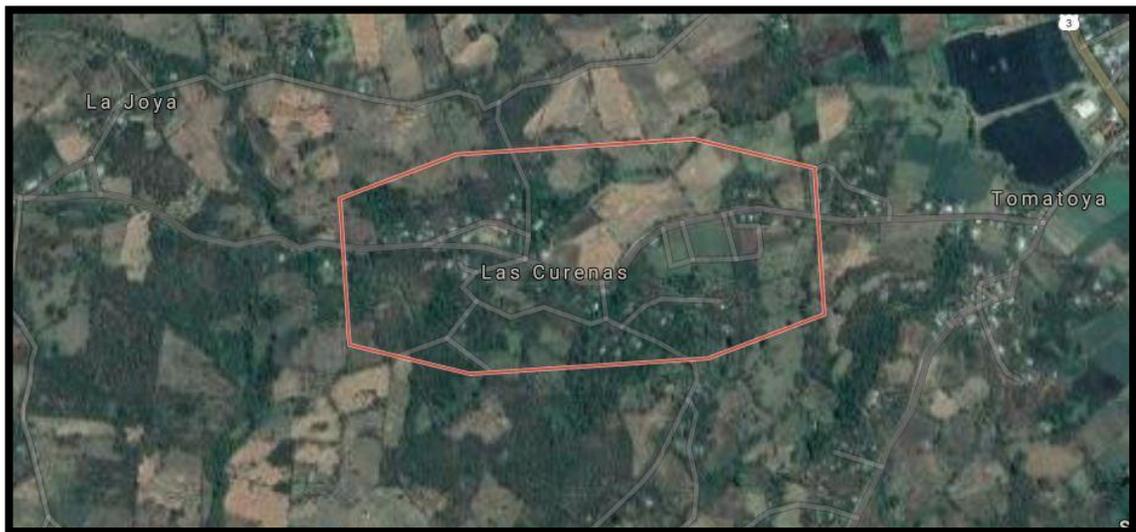
Fuente: Alcaldía de Jinotega

### 2.1.2. Micro localización

La comunidad Las Cureñas limita al norte con la comunidad San Gabriel, al este con la comunidad de Tomatoya, al sur con la comunidad Saraguasca y al oeste con la comunidad de La Joya, está ubicada en el municipio de Jinotega la cual se encuentra a unos 15 Km de la cabecera departamental Jinotega, por la ruta de Jinotega – Las Lomas – Tomatoya –Las Cureñas. Se ubica en las coordenadas 13°05' latitud norte y 86°00' longitud oeste.

El acceso de la comunidad de Las Cureñas es a 14 km entre pavimentos y adoquinados y un kilómetro restante es de macadán, hasta llegar al sitio donde se encuentran la parte central de Las Cureñas.

*Mapa 2 Micro localización*



Fuente: Google Earth

## **2.2. Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio**

### **2.2.1. Relieve**

En general, la topografía del área se caracteriza por ser montañosa con alturas entre 1000 y 1600 metros sobre el nivel del mar (MSNM) Entre las alturas más destacadas, se encuentran: El Chimborazo, Santa Rosa, Santa Lastenia, Pita del Horno, El Gobiado, entre otros.

### **2.2.2. Clima**

Por su posición geográfica y por estar rodeado de extensas zonas de climas de sabana tropical de altura, la temperatura media anual oscila entre los 19° y 21° grados centígrados (°C).

La intensidad del viento es mayor en los meses de diciembre a abril.

### **2.2.3. Pluviosidad**

La comunidad de Las Cureñas se caracteriza por tener precipitaciones promedias anuales que varían entre 1,000 y 2,600 milímetros (MM) En las partes montañosas estos valores alcanzan los 3,200 mm.

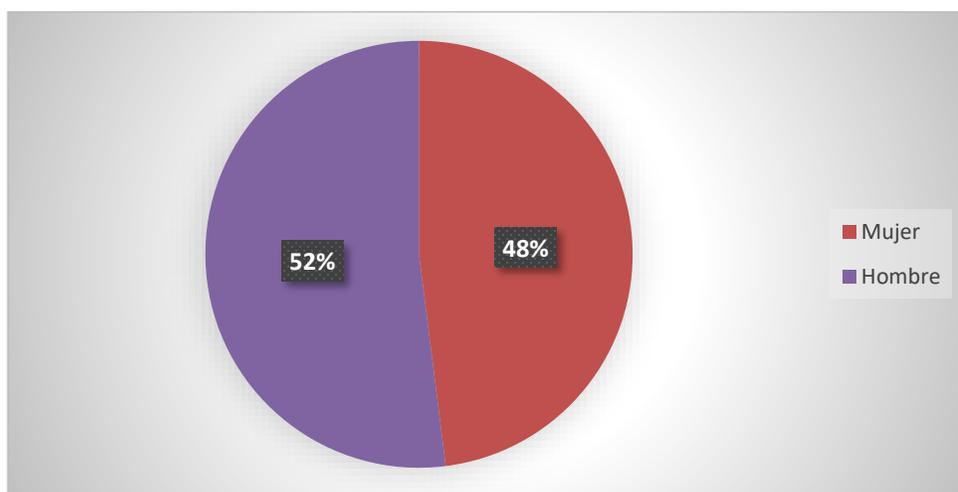
### **2.2.4. Características socio-económicas**

Para tener una mejor visión de la calidad de vida y proyección de la población se aplicó un censo poblacional en todas las propiedades de la comunidad visitando casa a casa; de la cual se recopiló datos generales como género, edades, actividades socio-económicas predominantes, ingreso económico entre otros, a continuación, se mostrarán los resultados obtenidos.

Se puede observar la encuesta realizada en el anexo 1

Actualmente, la población es de 456 habitantes, de estos, 239 son hombres, lo que representa el 52% y 217 mujeres equivalente al 48% del total de la población.

**Gráfico 1 Sexo de la población**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

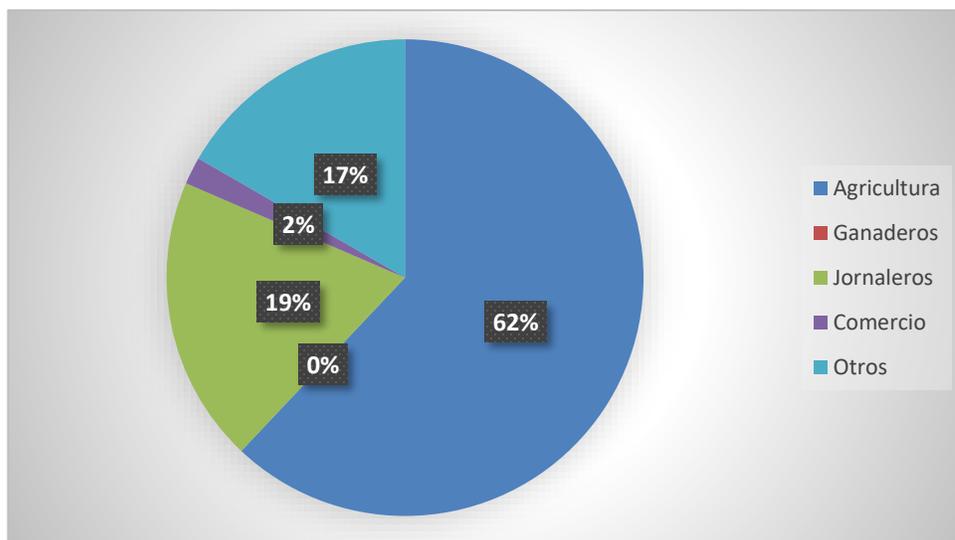
### **Actividades económicas**

En cuanto a la economía familiar en la Comunidad según los datos obtenidos en las encuestas se pudo constatar que en todas las familias la mayoría de los miembros hombres y mujeres trabajan dentro de la comunidad.

En cuanto a la encuesta se tocó el punto de quienes trabajan fuera de la comunidad y en un 17% de la población trabaja fuera para obtener ingresos económicos para la mantención de gastos.

En esta comunidad, los habitantes tienen ocupaciones diferentes, la mayoría con 67 familias, dedicadas a la agricultura (hortalizas y granos básicos) y además de esto, se dedican a actividades muy propias de la comunidad como la elaboración de la cerámica negra.

**Gráfico 2 Ocupación de la población**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

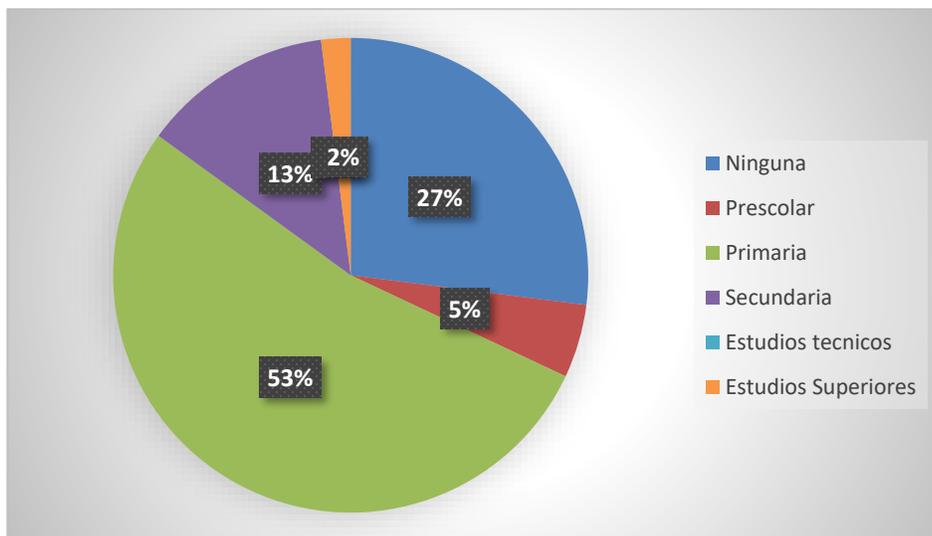
Además de esto, la comunidad se dedica a la crianza de ganado, existiendo 52 vacas, 6 caballos o mulas y 2 cabras.

La población económica activa en la comunidad Las Cureñas, de acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta, separando el estrato de niños hasta los 15 años, resulta una población económicamente activa de 301 personas que representa el 66% de la población total de 456 habitantes.

### **Nivel de escolaridad de la población**

De las 456 personas un 27% de la población es analfabeta, un 5% tiene estudios hasta pre-escolar, 53% tienen estudios primarios, un 13% estudios secundarios y un 2% estudios superiores.

**Gráfico 3 Nivel de escolaridad de la población**

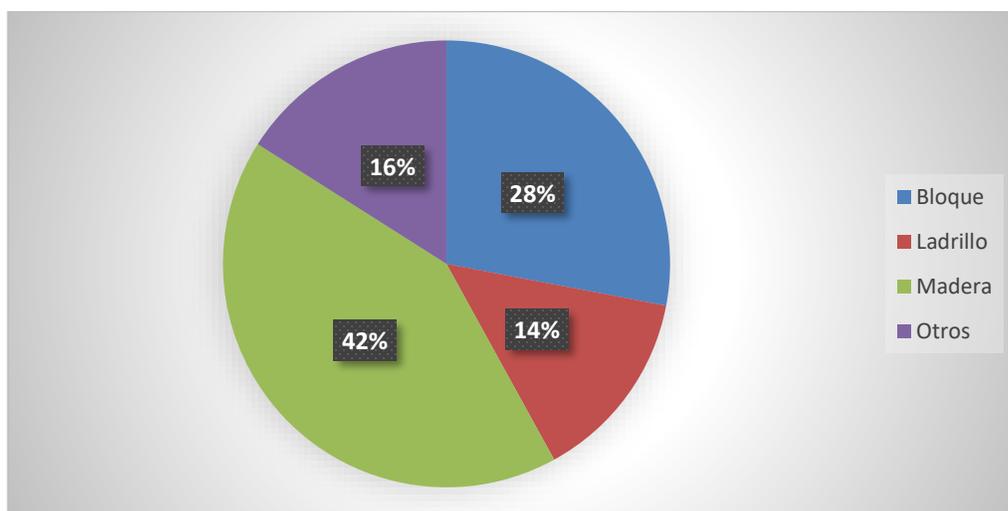


Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

#### **Caracterización de la vivienda:**

Las viviendas en esta comunidad se encuentran de forma semi dispersa y está dividida en sectores, siendo el 97% viviendas propias.

**Gráfico 4 Tipo de paredes**

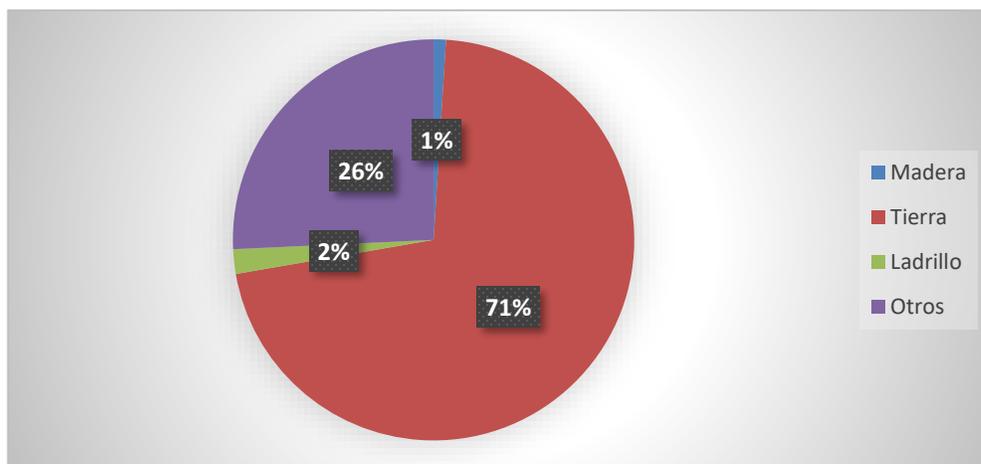


Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

Se puede considerar también, que los materiales usados para la construcción de las mismas, son entre los más usados, para paredes la madera, con un 42% y un 28% de bloques.

En las viviendas, sobresale el piso natural (tierra) con un 72%, muy pocas viviendas poseen piso de ladrillos, madera u otro material.

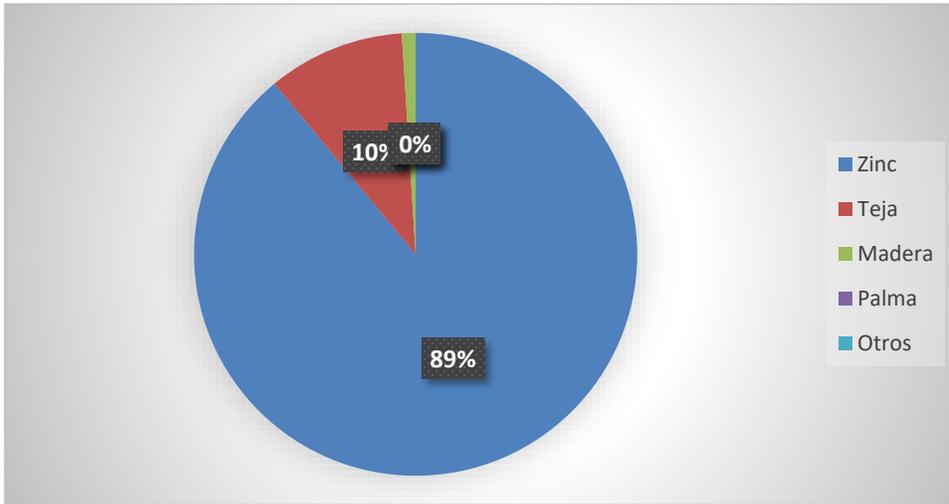
**Gráfico 5 Tipo de piso**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

Se logró observar el estado del techo de cada vivienda, lo cual en su mayoría con son de zinc en un 89% y el 11% de otro material como aparece en la figura.

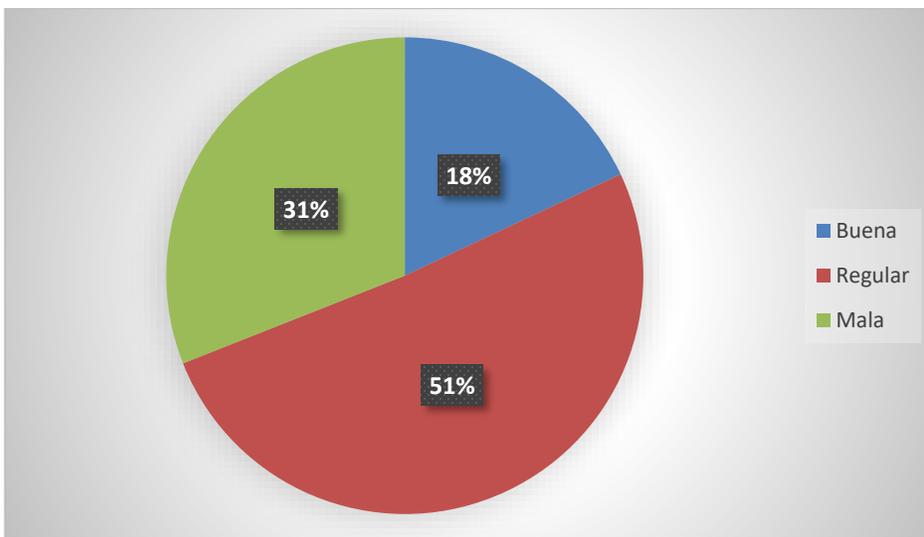
**Gráfico 6 Tipo de techo**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

Según los datos obtenidos de la encuesta, se llegó a la conclusión que la mayoría de las viviendas se encuentran en un regular estado (cumplen con satisfacción de la necesidad de vivienda, tienen vida útil vigente e infraestructuralmente no ponen en riesgo la vida de la población).

**Gráfico 7 Estado de la vivienda**



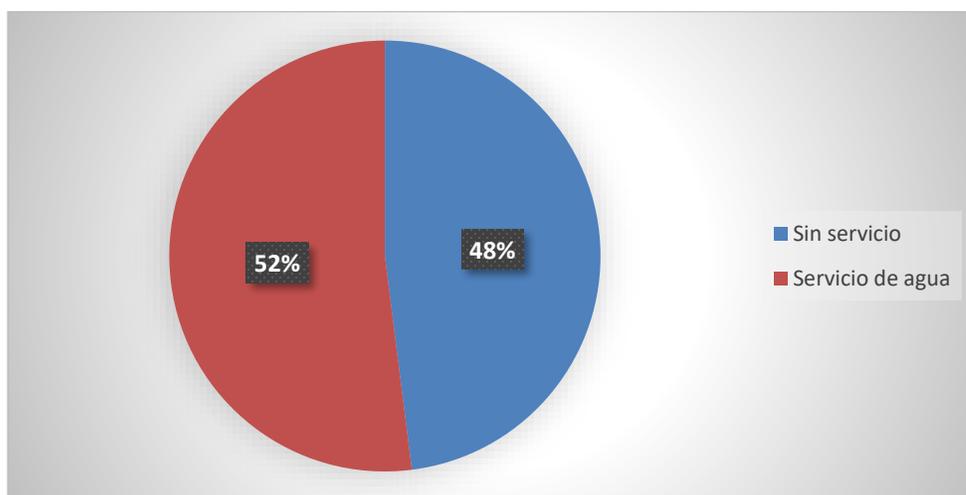
Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

## La situación actual del agua

### Situación actual social de abastecimiento de agua:

En la comunidad Las Cureñas, el 52% de la población no cuenta con un sistema de agua potable segura, los comunitarios se abastecen de tres pozos perforados a los cuales no se les da ningún tipo de tratamiento, ni cuentan con estudios de calidad de agua.

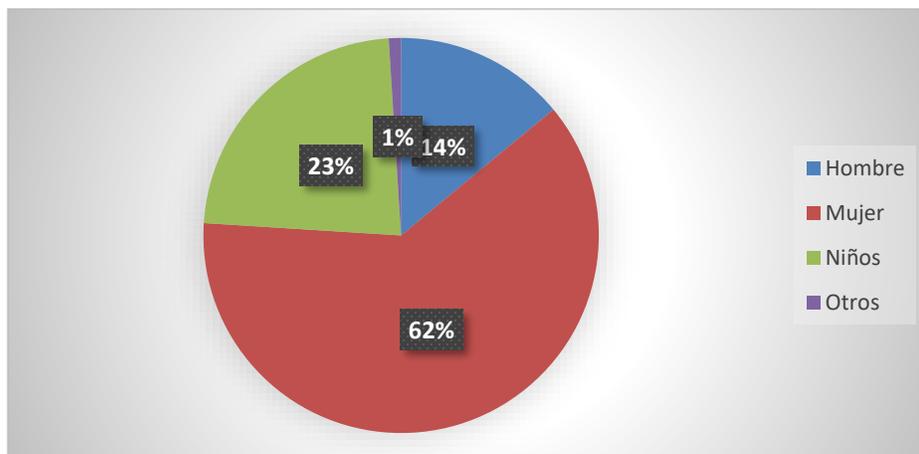
**Gráfico 8 Servicio de agua potable**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

Las mujeres y los niños tienen la responsabilidad de acarrear el agua a sus viviendas, lo cual lo realizan en lapsos prolongados de tiempo, según la afluencia de pobladores que se encuentran recolectando el agua en ese momento, causando muchas veces conflictos vecinales por la adquisición del agua.

**Gráfico 9 Acarreo de agua**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

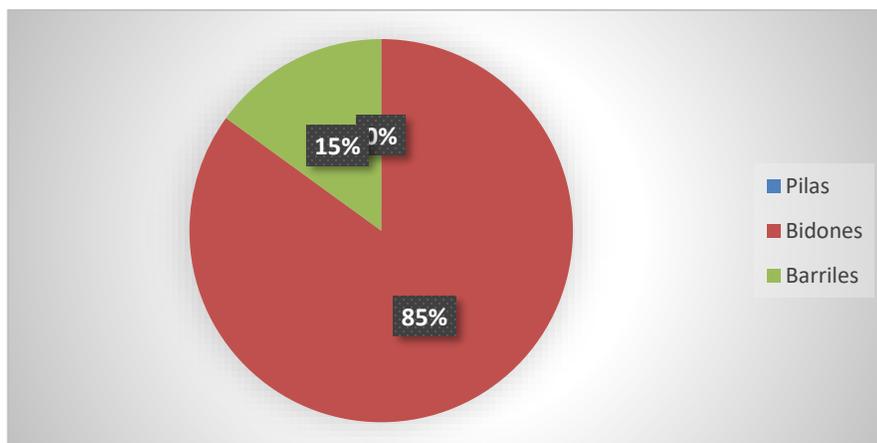
### **Percepción de la calidad del agua**

En relación a la calidad de agua, el 55% de los encuestados exclamó que el agua de la cual se abastecen no es de buena calidad.

### **Almacenamiento del agua:**

Durante el estudio, se determinó que el almacenamiento de agua en cada vivienda que se visitó, se realiza de la siguiente forma: en un 85% de las familias se almacena el agua en bidones y un 15% en barriles.

**Gráfico 10 Almacenamiento de agua**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

## **Disponibilidad de aporte económico para el proyecto**

El 99% de la población dijo que está dispuesta a participar en la construcción del proyecto o brindar apoyo, en coordinación con la entidad participante con el fin de ser partícipes en el desarrollo como principales protagonistas para el mejoramiento de sus condiciones de vida.

### **2.2.5. Equipamiento social**

#### **Educación**

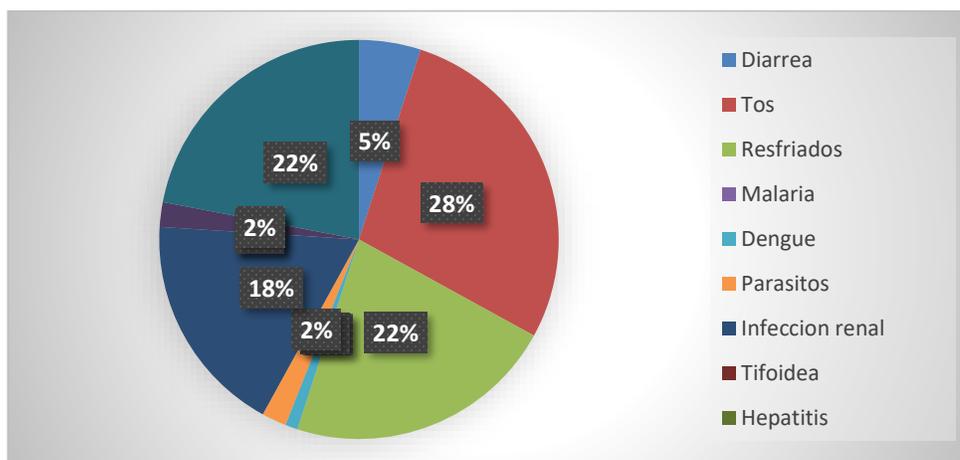
En la comunidad existe un centro de educación administrado por el Ministerio de Educación (MINED), comprende desde el nivel preescolar en turno matutino, primaria en turno matutino y secundario en turno vespertino.

#### **Salud**

En el municipio de Jinotega se cuenta con un Hospital y Centro de Salud en el área urbana y con puestos emergentes en cada comarca. La problemática de salud en la población de esta comunidad se expresa por la escasez de medicamentos y personal médico en dicho centro asistencial.

En la comunidad de Las Cureñas existe un Puesto de Salud realizando atenciones básicas: diarreas, enfermedades respiratorias, malaria y parásitos, las cuales constituyen las enfermedades más comunes que se presentan en esta comunidad.

**Gráfico 11 Cantidad de enfermedades padecidas**



Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica (Anexo 1)

Las enfermedades hídricas más comunes en esta comunidad son: Infección renal, diarrea, parasitosis, según se aprecia en el gráfico anterior.

### **Vías de acceso**

La comunidad Las Cureñas tiene una vía de acceso única, que conecta desde la cabecera municipal hasta la comunidad por una parte de la calle adoquinada y otra de pavimento, que se extiende por 14 kilómetros.

### **Agua potable**

En relación a los servicios de agua, existe un sector de la comunidad que son las viviendas que se ubican sobre la vía principal de la carretera que disponen de agua potable, a través de tres pozos equipados con bombas manuales, construido en el año 2007 por el FISE y la Alcaldía de Jinotega.

### **Sistemas de saneamiento**

El saneamiento en la comunidad en relación a la disposición de excretas es a través de letrinas, las cuales fueron construidas hace 20 años y solamente para las viviendas beneficiadas con agua potable, evidentemente hay ausencia de letrinas en toda la comunidad, en el caso de las aguas grises,

estas son drenadas a través de zanjas o escurren a orillas de los caminos y en algunos casos se riega en el patio.

## **CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO**

### **3.1. Tasa de crecimiento poblacional**

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional se tomaron en cuenta los datos obtenidos del censo poblacional realizado en 2018 por la organización Global Brigades y organizado y evaluado por la Alcaldía Municipal, específicamente por el Área de Planificación de proyectos, cabe mencionar que para el cálculo de la tasa es necesario datos anteriores a la población final, por lo tanto, se decidió usar la tasa que la Norma Técnica del INAA recomienda, en este caso.

Según norma del INAA, las tasas de crecimiento deben variar entre los 2,5% como mínimo y 4% máximo, dado que el valor de la tasa de crecimiento para Jinotega es de 1.7% según el censo poblacional por lo tanto se usará el valor mínimo, el cual es de 2.5% para proyectar la población. (INAA, 1989).

#### **3.1.1. Proyección de la población**

Según los datos anteriores y haciendo uso de la siguiente ecuación, la población demandante proyectada se calcula de la siguiente manera y se muestra en la tabla posterior:

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

*Ecuación 1: Proyección poblacional*

Dónde:

$P_n$  = Población del año “n”

$P_o$  = Población al inicio del período de diseño

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

n = Número de años que comprende el período de diseño.

**Tabla 2 Población proyectada.**

Año	Población (Po)
2021	456
2022	467
2023	479
2024	503
2025	516
2026	529
2027	542
2028	556
2029	569
2030	584
2031	598
2032	613
2033	629
2034	644
2035	660
2036	677
2037	694
2038	711
2039	729

Año	Población (Po)
2040	747

Fuente: Elaboración propia

## 3.2. Diseño del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico

### 3.2.1. Periodo de diseño

Con relación al periodo de diseño, como se muestra en la siguiente tabla se adoptó 20 años, tomando como referencia el tanque de abastecimiento que es el componente de la red que tiene mayor vida útil. No obstante, otros elementos del MABE deberán ser reemplazados en un periodo menor a 20 años como lo indica la norma (INAA, 1999, pág. 14).

### 3.2.2. Población de diseño

En el diseño se tomó en consideración la población inicial proyectada a 20 años como se indicó en el acápite anterior. Se aplicó el método geométrico, como lo manda la norma nacional (INAA, 1999, pág. 9).

Aplicando la ecuación 1 se obtuvieron los siguientes resultados, el detalle de los cálculos se presenta en la tabla 3:

$$P_n = 456 \left( 1 + \frac{2.5}{100} \right)^{20}$$

$$P_n = 737 \text{ habitantes}$$

*Ecuación 2 Población de diseño*

### 3.2.3. Dotación

Se considera una dotación de 60 lppd cumpliendo con el máximo valor recomendado por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses para el medio rural (INAA, 1999, pág. 10).

### 3.2.4. Demanda

#### Consumo doméstico

Para determinar el consumo doméstico se tomó en consideración la población futura de 737 habitantes y la dotación de 60 lppd previamente descrita en al acápite anterior. El consumo doméstico encontrado fue de 0.52 l/s y los resultados basados en la ecuación 3 se presentan a continuación:

$$CD = \frac{Dotación(P_f)}{86400}$$

*Ecuación 3: Consumo domestico*

Dónde:

CD: Consumo Doméstico, l/s

Dotación: 60 lppd

Pr: Población futura

$$CD = \frac{60(747)}{86400}$$

$$CD = 0.52 \text{ l/s}$$

### **Consumo institucional**

Debido a que en la comunidad funciona una escuela, para el diseño se tomó en consideración el consumo institucional el cual fue de 0.04 l/s, como lo establece la norma (INAA, 1999b, pág. 12). La ecuación 4 describe el cálculo del consumo institucional, a continuación se presenta el resultado:

$$Consumo\ institucional = \frac{7}{100} (CD)$$

*Ecuación 4: Consumo institucional*

Dónde:

CD: Consumo doméstico

$$Consumo\ institucional = \frac{7}{100} (0.52)$$

$$Consumo\ institucional = 0.04 \text{ l/s}$$

### **Consumo promedio diario**

Una vez calculado el consumo doméstico e institucional se procedió a calcular el consumo promedio diario el resultado fue de 0.56 l/s. Utilizando la ecuación 5, los resultados se presentan a continuación:

$$CPD = CD + Consumo\ institucional$$

*Ecuación 5: Consumo promedio diario*

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario

CD: Consumo doméstico

$$CPD = 0.51 + 0.04$$

$$CPD = 0.56\ l/s$$

### **Perdidas en el sistema**

La norma establece calcular las fugas eventuales que pudieran darse en el sistema (INAA, 1999, pág. 16). El resultado de este cálculo realizado con la ecuación 6 fue de 0.112 l/s y se presentan a continuación:

$$Pérdidas\ en\ el\ sistema = \frac{20}{100}(CPD)$$

*Ecuación 6: Perdidas en el sistema*

Dónde:

CDP: Consumo promedio diario

$$Pérdidas\ en\ el\ sistema = \frac{20}{100}(0.56)$$

$$Pérdidas\ en\ el\ sistema = 0.112\ l/s$$

### **Consumo máximo diario**

El consumo máximo diario, según la norma nacional es el valor que se adopta para el caudal de diseño de la línea de conducción, el cual considera 16 horas

de bombeo cuando se aplica el factor de variación de consumo de 1.5 (INAA, 1999, pág. 14). El resultado fue de 0.94 l/s y se calculó utilizando la ecuación 6, por razones prácticas se optó un caudal de diseño 1 l/s para el diseño de línea de conducción. A continuación, se presenta el detalle de los cálculos:

$$CMD = 1.5(CPD) + \text{perdidas en el sistema}$$

*Ecuación 7: Consumo máximo diario*

Dónde:

CMD: Consumo máximo diario

CPD: Consumo promedio diario

$$CMD = 1.5(0.56) + 0.11$$

$$CMD = 0.94 \text{ l/p}$$

### **Consumo máximo horario**

Según la norma nacional, el consumo máximo horario es el que se adopta como caudal de diseño para la red de distribución en sistemas con tanques antes de la red (INAA, 1999, pág. 14). El resultado del consumo máximo horario aplicando la ecuación 8 fue de 1.5 l/s, los detalles del cálculo se presentan a continuación:

$$CMH = 2.5(CPD) + \text{perdidas en el sistema}$$

*Ecuación 8: Consumo máximo horario*

Dónde:

CMH: Consumo máximo horario

CPD: Consumo promedio diario

$$CMH = 2.5(0.56) + 0.11$$

$$CMH = 1.5 \text{ l/s}$$

En la siguiente tabla se observan los resultados de la proyección poblacional a 20 años, pérdidas en el sistema, consumo institucional, consumo promedio

diario, consumo máximo diario, consumo máximo horario y almacenamiento, todos los antes mencionados calculados para el período 2021 al 2041.

**Tabla 3: Población y demanda**

N°	Año	Población	Cd	Institucional	Perdidas en el sistema	Cpd	Cmd	Cmh	Compensar	Reserva	Almacenamiento
				0.07	0.2		1.5	2.5	0.15	0.20	0.35
0	2021	456	0.32	0.02	0.07	0.34	0.58	0.91	2.93	3.90	6.83
1	2022	467	0.32	0.02	0.07	0.35	0.59	0.94	3.00	4.00	7.00
2	2023	479	0.33	0.02	0.07	0.36	0.61	0.96	3.08	4.10	7.18
3	2024	491	0.34	0.02	0.07	0.36	0.62	0.99	3.15	4.20	7.36
4	2025	503	0.35	0.02	0.07	0.37	0.64	1.01	3.23	4.31	7.53
5	2026	516	0.36	0.03	0.08	0.38	0.65	1.04	3.31	4.42	7.73
6	2027	529	0.37	0.03	0.08	0.39	0.67	1.06	3.40	4.53	7.92
7	2028	542	0.38	0.03	0.08	0.40	0.68	1.09	3.48	4.64	8.12
8	2029	556	0.39	0.03	0.08	0.41	0.70	1.12	3.57	4.76	8.33
9	2030	569	0.40	0.03	0.08	0.42	0.72	1.14	3.65	4.87	8.52
10	2031	584	0.41	0.03	0.09	0.43	0.74	1.17	3.75	5.00	8.75
11	2032	598	0.42	0.03	0.09	0.44	0.76	1.20	3.84	5.12	8.96
12	2033	613	0.43	0.03	0.09	0.46	0.77	1.23	3.94	5.25	9.18
13	2034	629	0.44	0.03	0.09	0.47	0.79	1.26	4.04	5.38	9.42
14	2035	644	0.45	0.03	0.10	0.48	0.81	1.29	4.13	5.51	9.65
15	2036	660	0.46	0.03	0.10	0.49	0.83	1.32	4.24	5.65	9.89
16	2037	677	0.47	0.03	0.10	0.50	0.86	1.36	4.35	5.80	10.14
17	2038	694	0.48	0.03	0.10	0.52	0.88	1.39	4.46	5.94	10.40
18	2039	711	0.49	0.03	0.11	0.53	0.90	1.43	4.56	6.09	10.65
19	2040	729	0.51	0.04	0.11	0.54	0.92	1.46	4.68	6.24	10.92
20	2041	747	0.52	0.04	0.11	0.56	0.94	1.50	4.80	6.39	11.19

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Fuente de abastecimiento

La fuente de agua propuesta es un pozo existente en la comunidad para ser utilizado como fuente de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Las Cureñas, este pozo tiene 15 años de haber sido construido y utilizado en la comunidad y nunca han bajado sus niveles estáticos a pesar de pasar dos años de sequía (2016,2015). Su ubicación es Latitud norte 13.152532°,

longitud oeste -86.072315°, elevación msnm de 1024, caudal (GPM) de 16.5, unas profundidad nominal de 154 pies y un diámetro de revestimiento de 6 pulgadas.

### 3.3.1. Aforo de la fuente

La fuente seleccionada para el mini acueducto por bombeo eléctrico de la comunidad de las cureñas, es un pozo existente en las comunidad el cual fue sometido a una prueba de bombeo de 24 horas a como lo indica la norma (INAA, 1989, pág. 19).

La prueba realizada al pozo dio un resultado de 16.5 galones por minuto que equivalen a 1.05 l/s este sería su rendimiento, el cual es mayor que el consumo máximo diario que es de 0.94 l/s.

El pozo tiene una profundidad nominal de 47 metros y un nivel estático de 34 metros.

*Tabla 4 Aforo del pozo*

Fuente	Tipo de prueba	Resultado GPM	Resultado l/s
Pozo 1	Escalonada	16.5	1.05

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Calidad del agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de la necesidad humana.

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

cantidades adecuadas y cumplir con los parámetros que se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 5: Parámetros Organolépticos**

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	Mg/L (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12°C 3 a 25°C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12°C

Fuente: (INAA, 1999b, p. 17)

**Tabla 6: Parámetros Bacteriológicos**

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máx. Admisible
Agua distribuida por tuberías Aguas sometidas a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	Turbiedad UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 min (tiempo mínimo)
Bacterias coliformes	NMP/100ml	0	
Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año,

Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas.

Fuente: (INAA, 1999, p. 50)

**Tabla 7: Parámetro Físico – Químico**

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máx. Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones hidrógeno	Valor pH	6.5-8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5-1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCo <sub>3</sub>	400	-
Sulfato	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCo <sub>3</sub>	100	-
Cobre	mg/l	1	2.0
Magnesio	mg/l CaCo <sub>3</sub>	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sólidos Totales. Disueltos.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3.0

Fuente: (INAA, 1999b, p. 18)

- Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos

corrosivos ni incrustantes en las tuberías.

- Cloro residual libre, 5 mg/L en casos especiales para proteger a la población brotes epidémicos.

**Tabla 8: Clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos**

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	> 4.0 mg/l ( * )	> 4.0 mg/l ( * )
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	0.001 mg/l	0.01 mg/lt
Plomo Total	0.01 mg/l	0.05 mg/lt
Sólidos Totales disueltos	1000 mg/l	1,500 mg/lt
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/lt
Zinc	3 mg/l	5 mg/lt
Cloruros	250 mg/l	600 mg/lt
Coliformes totales	(**)	(***)
Cianuro total	0.1 mg/l	

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Cobre total	2.0 mg/l	
Cromo total	0.05 mg/l	
Detergentes	1.0 mg/l	
Dispersantes	1.0 mg/l	
Dureza como CaCO <sub>3</sub>	400 mg/l	
Extracto de carbono al cloroformo	0.15 mg/l	
Fenoles	0.002 mg/l	
Manganeso total	0.5 mg/l	
Nitritos + Nitratos (N)	10.0 mg/l	
Plata total	0.05 mg/l	
Selenio	0.01 mg/l	
Sodio	200 mg/l	
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l	
Organoclorados	0.2 mg/l	
Actividad $\alpha$	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)	
Actividad $\beta$	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)	

Fuente: (INAA, 1999b)

Con el fin de conocer la calidad de las aguas de las fuentes subterráneas propuestas para ser utilizadas para el abastecimiento de la población de la

comunidad de Las Cureñas se procedió el 26 de julio de 2019 a la toma de muestra en los sitios.

Para ello se tomaron muestras en el pozo perforado, para hacer el análisis físico químico, como se muestran los resultados en anexo 2.

### **3.3.3. Tratamiento**

El sistema de tratamiento consiste en la desinfección preventiva del agua por cloración, debido a que la fuente es del tipo subterránea donde no existe un alto riesgo de contaminación microbológica, además se toma en consideración que los resultados del análisis de muestras en laboratorio demuestran que el agua es apta para el consumo.

Por esta razón el proceso recomendado de desinfección consiste en la aplicación de cloro, a través de un hipoclorador de carga constante, para 6 GPD. La dotación del cloro proporcionará una concentración de 5 ppm en el punto de aplicación, todo ello para lograr un cloro residual de 2 mg/lit. en cualquier punto de la red de distribución. La dosificación variará conforme el control y seguimiento que se haga durante su operación, y será aplicado directamente en el tanque de almacenamiento.

### **3.3.4. Cloración**

La desinfección por cloración es el sistema más empleado para la desinfección primaria y secundaria del suministro de agua a nivel mundial debido al hecho de que el cloro forma un residual en el agua desinfectada. Este residual es necesario para asegurar la calidad del agua potable que recibe el consumidor a través de la red de distribución.

Los sistemas de cloración son situados al final del tren de tratamiento para minimizar la formación de subproductos de la cloración. La presencia de materia orgánica natural medida como: color, turbiedad y carbono orgánico total (TOC) son los precursores de la formación de DBP (Disinfectant By Product) en el agua.

### 3.3.5. Desinfección

Se desinfectará con hipoclorito de sodio en una proporción de 1 kg por cada 8.2 L/s, como lo establece la norma (INAA, 1999b, p. 97). Tomando en consideración el caudal máximo horario de 0.94 L/s, se aplicarán 0.11 Kg/día equivalente a una dosis de 2.03 mg/L (Tabla 10).

A continuación, se describe los cálculos para la desinfección:

La capacidad se calculó mediante la ecuación, obteniendo los siguientes resultados:

$$C_a = \frac{(Q * C)}{1000}$$

*Ecuación 9: Desinfección*

Dónde:

C<sub>a</sub>: Es la capacidad de diseño de la estación de cloración (kg/cloro/día).

Q: Caudal de agua, máximo horario (m<sup>3</sup>/día).

C: Dosis de cloro a aplicar (mg/L).

$$C_a = \frac{(54.144 * 2.03)}{1000} = 0.11 \frac{kg}{cloro} / dia$$

El volumen de hipoclorito de sodio comercial se calculó mediante la siguiente fórmula, obteniéndose 0.85 Litros de hipoclorito comercial al 13%.

$$V_{\text{litros de Hipoclorito de Sodio}} = \frac{R}{\text{Concentración de hipoclorito de sodio}}$$

*Ecuación 10: Volumen Hipoclorito de sodio*

R: requerimiento (gr/L).

Concentración de hipoclorito de sodio: 13%

$$V_{\text{litros de Hipoclorito de Sodio}} = \frac{110 \text{ gr}}{130 \text{ gr/L}} = 0.85 \text{ L}$$

Para realizar la mezcla con agua limpia y alcanzar la concentración de 1% de cloro que es el mínimo que manda la norma, se hizo de la forma siguiente:

$$V_{meza\ 1\%} = \frac{V_{\text{litros de Hipoclorito de Sodio (Concentración del Hipoclorito\%)}}}{1\% \text{ Diluir según norma}}$$

Ecuación 11: Volumen de mezcla

$$V_{meza\ 1\%} = \frac{0.85\ (13\%)}{1\%} = 11.05\ L$$

Por tanto, se encontró 11.05 L de mezcla donde 10.2 litros son agua limpia y 0.85 L de hipoclorito de sodio al 13%.

El volumen de hipoclorito de sodio al 1% se aplicó a una tasa de 0.69 L/hora equivalente a 230 gotas por minuto. A continuación, se presentan en la tabla siguiente el detalle de los cálculos.

**Tabla 9: Dosis para la desinfección y aplicación.**

ITEMS	Cantidades	UDM
Requerimiento según la norma		
Hipocloración para capacidades menores	1	Kg/día
Caudales como máximo	8.2	L/s
Para Q del proyecto	0.94	L/s
<i>Requerimiento</i>	0.11	Kg/día
Concentración hipoclorito comercial	130	gr/L
Volumen necesario de hipoclorito comercial concentrado 130 gr/L	0.85	L/día

ITEMS	Cantidades	UDM
Cálculo de la capacidad		
Bombeo	16	h por día
Volumen x día	54144	L
Q	54.144	m <sup>3</sup> /día
(Dosis de cloro a aplicar)Concentración hipoclorito	2.03	mg/L
<i>(Ca) Capacidad</i>	0.11	Kg Cloro/día
Forma de aplicación		
Volumen de la mezcla:	11.05	L
Concentración de la solución de hipoclorito	1%	La norma dice de 1% al 3%
<i>Aplicación de la solución de cloro</i>	0.69	L/h
	230	Gotas / minuto (1ml=20gota)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Diseño hidráulico de la línea de conducción

A continuación, se presentan los cálculos de los componentes del sistema MABE, comenzando por la columna de bombeo, sarta y concluyendo con la línea de conducción.

#### 3.4.1. Diámetro económico

La línea de conducción se dimensionó utilizando la ecuación de Bresse (ecuación 12), como lo recomienda la norma (INAA, 1999, p. 32). Por tanto, se encontró un diámetro teórico sugerido por la ecuación de Bresse de 39.17mm

a partir del cual se determinó el diámetro comercial más próximo, que en este caso fue de 42.60mm que corresponde a tubería PVC de 1 ½" SDR 26.

Basado en el resultado anterior se diseñó una línea de conducción por bombeo la cual tiene una longitud de 349.66 m, con tubería PVC diámetro de 1 1/2" SDR 17, norma ASTM 2241. En el anexo 4 se presenta el plano de la línea de conducción con su perfil longitudinal.

### 3.4.2. Velocidad y pérdida de carga

Las pérdidas de carga por fricción se calcularon mediante la ecuación de Hazen-Williams, cuyo valor fue de 4.20 m, también se calculó la velocidad de flujo (ecuación 13) obteniéndose como resultado 0.66 m/s, valor que cumple con la norma la cual recomienda un valor mínimo de 0.6m/s y un máximo de 1.5 m/s. (INAA, 1999b, p. 43). A continuación, se presentan los cálculos del diseño de la línea de conducción.

#### Bresse

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

*Ecuación 12: Ecuación de Bresse*

Donde:

D: diámetro, m

Q: caudal, m<sup>3</sup>/ s

$$D = 0.9(0.00094)^{0.45}$$

$$D = 0.03917 \text{ m} = 39.17 \text{ mm}$$

$$H = \frac{10.643(0.00094)^{1.83}}{(150)^{1.85}(0.0426)^{4.87}} (349.66)$$

$$H = 4.20 \text{ m}$$

## Velocidad de flujo

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

*Ecuación 13: Velocidad de flujo*

Donde:

v: velocidad, m/s

Q: caudal, m<sup>3</sup>/s

D: diámetro, m

$$v = \frac{0.00094}{\frac{\pi 0.0426^2}{4}} = 0.66 \frac{m}{s}$$

### 3.4.3. Golpe de ariete

Para conocer el efecto del fenómeno de golpe de ariete en la línea de conducción, se calculó la sobre presión la cual alcanzo un valor de 27.6 m y la presión total en el sistema fue de 114.1 m, lo que es inferior a la resistencia de la tubería PVC 1 ½" SDR 17 ASTM 2241, la cual soporta una carga máxima de hasta 176 m, por lo que se concluye que la tubería resistirá las presiones generadas por el sistema de bombeo.

El procedimiento para el cálculo fue el siguiente:

#### **Cálculo de la celeridad para tubería PVC:**

El valor de la celeridad se calculó mediante la ecuación 15, para la cual también se determinó el coeficiente K, tomando además en cuenta el diámetro de la tubería, así como su espesor, obteniéndose un valor de 33.33 para K y una celeridad (a) de 411.1 m/s.

El fabricante de tuberías PVC AMANCO considera una celeridad para tubería PVC SDR 17 de 410 m/s (AMANCO, 2006, pág. 31). El valor anterior es similar al calculado con la ecuación 14.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K\left(\frac{D}{e}\right)}}$$

*Ecuación 14: Celeridad de Allievi*

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33\left(\frac{45.45}{2.85}\right)}}$$

$$a = 411.1 \text{ m/s}$$

### **Coeficiente en función de la elasticidad**

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

*Ecuación 15 Coeficiente en función de la elasticidad*

$$K = \frac{10^{10}}{10^8} = 33.33$$

### **Cálculo del tiempo de cierre**

También se calculó el tiempo de recorrido de la onda de presión utilizando la ecuación 16, y se obtuvo un resultado de 1.7 s como se indica a continuación.

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

*Ecuación 16 Tiempo de recorrido de la onda de presión*

$$t = \frac{2(349.66)}{411.1}$$

$$t = 1.7 \text{ s}$$

Además, se calculó el tiempo de parada o también llamado tiempo de cierre, utilizando la ecuación 17 de Mendeluce, se adopta en valor de un coeficiente C de 0.8 debido a que la gradiente hidráulica (I) fue de 26%, así mismo el valor de coeficiente K con un valor de 2 se adoptó de la tabla 12, debido a que la longitud de la línea de conducción (L) fue menor de 500 m. Con las consideraciones anteriores el resultado del tiempo de parada fue de 1.3 s, como se muestra a continuación:

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

*Ecuación 17 Mendeluce*

Donde:

T: Tiempo de parada, s

C: Coeficiente que depende de la gradiente hidráulica

K: Coeficiente que depende de la longitud de la línea de conducción

L: Longitud, m

v: Velocidad de flujo, m/s

H<sub>m</sub>: Carga dinámica total, m

g: Gravedad, m/s<sup>2</sup>

$$T = 0.8 + \frac{(2)(349.66)(0.70)}{(9.81)(91.14)}$$

$$T = 1.3 \text{ s}$$

**Tabla 10 Coeficiente C en dependencia de la gradiente hidráulica**

I	C
< 20%	1

≈ 25%	0.8
≈ 30%	0.6
≈ 40%	0.4
> 50%	0

**Tabla 11 Coeficiente K en dependencia de la longitud de la tubería**

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

También se evaluó el tipo de cierre de la válvula mediante la ecuación 18 y 19, encontrándose un tiempo de cierre o parada de 1.3 s, este resultado es menor que el tiempo del ciclo de la onda la cual tiene un valor de 1.7 s, se concluye que el tipo de cierre es rápido, por lo que el cálculo de la sobre presión debe de hacerse con la ecuación de Allievi.

$$T < \frac{2L}{a} : \text{cierre rapido}$$

*Ecuación 18 Evaluación del tipo de cierre rápido*

$$T > \frac{2L}{a} : \text{cierre lento}$$

*Ecuación 19 Evaluación del tipo de cierre lento*

Además, se evaluó el tipo de impulsión para lo cual se determinó la longitud crítica mediante la ecuación 20, obteniéndose un valor de 270.5 m como se muestra a continuación:

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

Donde:

$L_c$ : Longitud crítica,

$a$ : Celeridad, m/s

$T$ : Tiempo de parada, s

$$L_c = \frac{(411.1)(1.3)}{2}$$

$$L_c = 270.5 \text{ m}$$

Evaluando la longitud de acuerdo a la ecuación 20, siendo que la longitud crítica es de 270.5 m y la longitud de la línea de conducción de 349.66 m se concluye que la impulsión es larga y el tiempo de parada es corto como se indicó anteriormente basado en la ecuación 17.

$L < L_c$ : Impulsión corta, presión fórmula de Michaud

Ecuación 21 Evaluación de impulsión corta

$L > L_c$ : Impulsión larga, presión fórmula de Allievi

Ecuación 22 Evaluación de impulsión larga

### Cálculo de la sobre presión

Debido a que el tipo de cierre fue rápido y de impulsión larga se aplicó la ecuación 23 de Allievi para determinar la sobre presión generada por el golpe de ariete, obteniéndose un valor de 27.6 m, como se muestra a continuación:

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

Ecuación 23 Allievi

$$\Delta H = \frac{(411.1)(0.66)}{9.81}$$

$$\Delta H = 27.6 \text{ m}$$

#### 3.4.4. Presión total

Finalmente, la presión total en el sistema la cual toma en cuenta la altura manométrica total de 91.14 m y la sobre presión de 27.6 m fue de 114.1 m, valor inferior a la resistencia de la tubería PVC SRD 17 que soporta presiones máximas de 178.57 m, por tanto, se concluye que la tubería será capaz de soportar las sobre presiones generadas en el sistema.

### 3.5. Diseño hidráulico del equipo de bombeo

#### 3.5.1. Diámetro de tubería de descarga

El diámetro de la tubería fue calculado con la siguiente ecuación:

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

*Ecuación 24 Diámetro de tubería*

Donde:

D: Diámetro de la tubería de descarga, m

Q: Caudal, m/s

Desarrollando la formula anterior

$$D = 0.9(0.00094)^{0.45}$$

$$D = 0.039 \text{ m}$$

El diámetro de descarga dio un resultado de 0.039 m, pasado a milímetros es de 39.09, el diámetro comercial más próximo a este valor es 1.5 pulgada (42.6 mm).

#### 3.5.2. Carga dinámica total

La carga total dinámica se calculó mediante la ecuación 25 y corresponde a la energía total necesaria, para vencer la altura geométrica y las pérdidas de

carga, el valor encontrado para la Carga Dinámica Total (CDT) o altura de bombeo fue de 91.14 m. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

$$H_b = h_g + h_{sarta} + h_{columna} + h_{conduccion}$$

*Ecuación 25: Carga dinámica total*

Donde:

$H_b$ : carga dinámica total, m

$h_g$ : altura estática, cota de la descarga de tanque menos cota del nivel dinámico del pozo, m

$h_{sarta}$ : pérdida de carga total en la sarta, m

$h_{columna}$ : pérdida de carga en la columna de bombeo, m

$h_{conduccion}$ : pérdida de carga en línea de conducción

$$H_b = 86.5 + 0.21 + 0.23 + 4.20 = 91.14 \text{ m}$$

**Tabla 12 Carga total dinámica**

$h_g = 86.5 \text{ m}$	Altura estática, cota de la descarga de tanque menos cota del nivel dinámico del pozo.
$h_{sarta} = 0.21 \text{ m}$	Perdida de carga total en la sarta,
$h_{columna} = 0.23 \text{ m}$	Perdida de carga en la columna de bombeo.
$h_{conduccion} = 4.20 \text{ m}$	Perdida de carga en línea de conducción

Fuente: Elaboración propia

El 86.5m, es la altura estática, cota de la descarga de tanque menos cota del nivel dinámico del pozo, como se muestra a continuación:

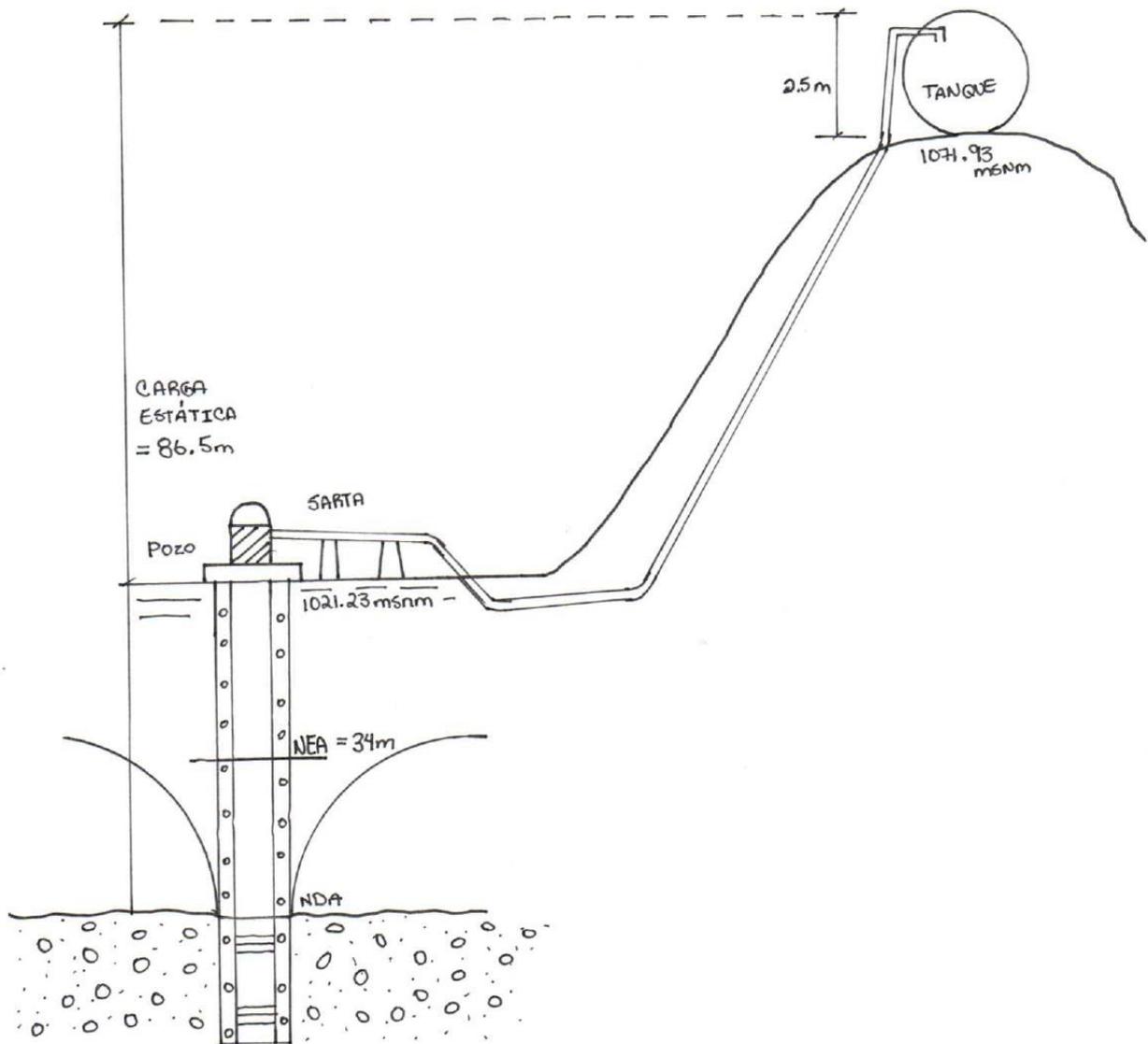
$$H_g = \text{cota tanque} - \text{cota pozo} + NDA + 2.5 (\text{altura del tanque})$$

Ecuación 26: Altura estática

Donde:

$$H_g = 1071.93 - 1021.93 + 34 + 2.5 = 86.5\text{m}$$

**Gráfico 12 Carga Total dinámica**



### 3.5.3. Selección de la bomba

Para la selección de la bomba primero se calculó la potencia teórica requerida, para lo cual se utilizó la ecuación 27, asumiendo un caudal de bombeo de 0.94 l/s, de esta manera se obtuvo una potencia de 1.58 HP como se muestra a continuación.

$$P = \frac{\gamma H_b Q}{e_f 745.7}$$

*Ecuación 27 Potencia de la bomba*

Donde:

P: Potencia, HP

$\gamma$ : Peso específico, N/m<sup>3</sup>

H<sub>b</sub>: Altura manométrica total, m

Q: Caudal, m<sup>3</sup>/s

e<sub>f</sub>: Eficiencia

$$P = \frac{9810(91.14)(0.001)}{0.76(745.79)}$$

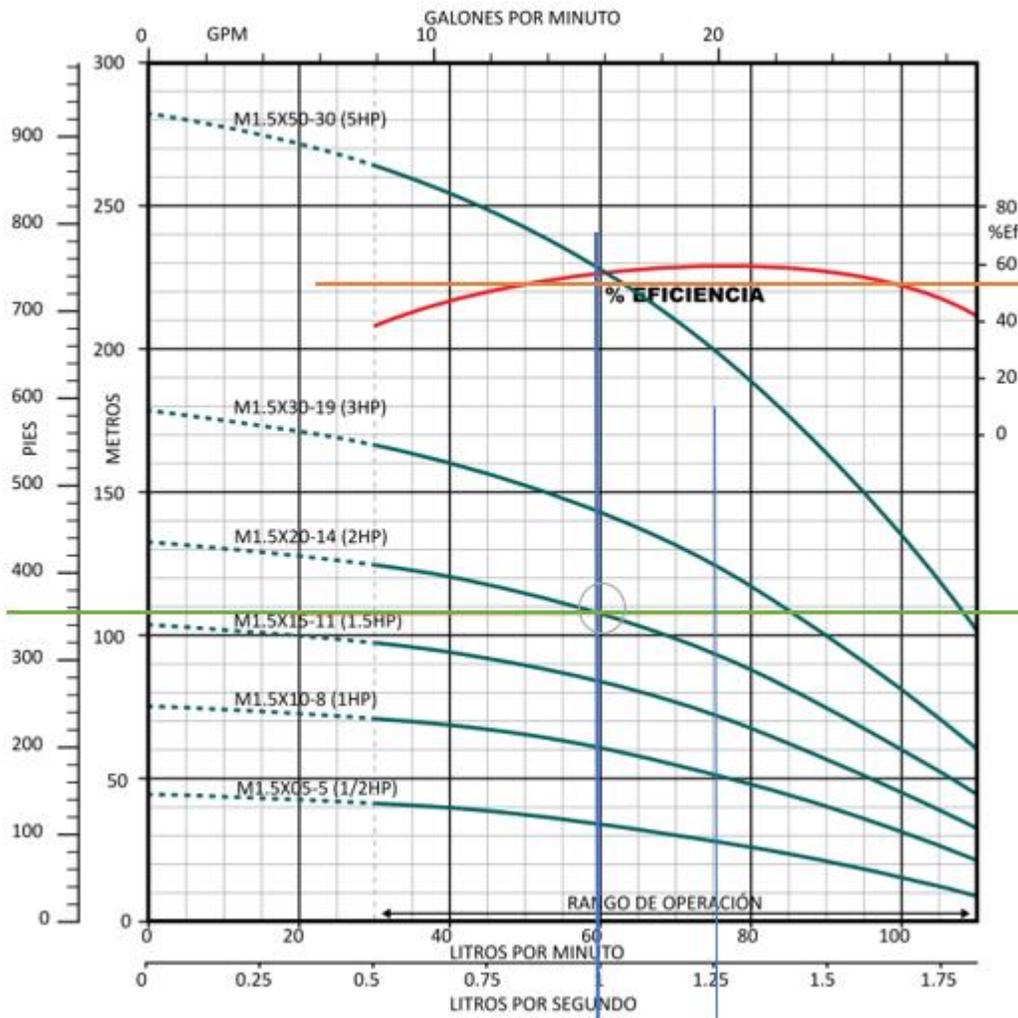
$$P = 1.58 \text{ HP}$$

### 3.5.4. Capacidad de la bomba seleccionada

Teniendo en cuenta el caudal de bombeo de 0.94 l/s y la altura manométrica total de 91.14m, se seleccionó una bomba Franklin Electric modelo serie max M1.5x con potencia de 2 HP como se observa en la ilustración 3

Ilustración 1 Curva de la bomba

### SERIE MAX M1.5X



#### 3.5.1. Columna de bombeo

La columna de bombeo se dimensionó de acuerdo a los diámetros recomendados por la norma, la cual para caudales menores de 3.15 l/s recomienda un diámetro de 75mm (INAA, 1999, p. 21). No obstante, debido a

que el caudal de diseño fue de 0.94 l/s se optó por un diámetro de 52.48 mm con tubería de HG clase 40, se obtuvo una velocidad de flujo de 0.44 m/s.

Además, se aplicó el criterio de pérdidas de carga que según la norma debe ser inferior al 5 % de la longitud de la columna de bombeo. La pérdida de carga se calculó con la ecuación 11 obteniéndose un valor de 0.23m, este valor fue comparado con el criterio del 5 % de la longitud de la columna de 40 m resultando un valor de 2 m. por tanto el diámetro seleccionado se considera adecuado.

A continuación, se presenta los cálculos realizados:

$$h_f = \frac{10.643Q^{1.85}}{(C^{1.85}D^{4.87})(L)}$$

*Ecuación 28 Hazen-Williams*

Donde:

H: perdida de carga, m

D: diámetro, m

Q: Gasto m<sup>3</sup>/s

C: coeficiente de Hazen-Williams

L: longitud, m

$$h_f = \frac{10.643(0.00094)^{1.85}}{(130)^{1.85}(0.05248)^{4.87}} (40)$$

$$h_f = 0.23 \text{ m}$$

### **Criterio de diseño de la sarta**

$$h = \frac{5}{100}(L_{columna})$$

*Ecuación 29 : Criterio de diseño de la sarta*

Donde:

H: pérdidas de carga recomendada por la norma, m

Lc: longitud de columna de bombeo, m

$$H = \frac{5}{100}(40) = 2m$$

$$h_f < H \text{ norma}$$

### 3.5.2. Sarta

El diámetro de la sarta se determinó tomando en cuenta lo recomendado en la norma, que para caudales de 5.05 l/s o menos se recomienda 50 mm equivalente a 2" (INAA, 1999, p. 23). Se seleccionó una tubería de HG clase 40. La pérdida por fricción en la sarta se calculó utilizando la ecuación de Hazen-Williams cuyo resultado fue de 0.23 m. Las pérdidas locales fueron de 0.18 m. La pérdida total en la sarta fue de 0.21 m y la velocidad promedio de flujo fue de 0.44 m/s. A continuación se presenta los resultados de los cálculos del diseño de la sarta.

Los planos de diseño de la sarta se encuentran en el anexo 3.

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

*Ecuación 30: Pérdidas Locales*

Donde:

$h_l$ : pérdidas locales, m

k: coeficiente de pérdida de carga según tipo de accesorio

V: velocidad m/s

g: gravedad, m/s<sup>2</sup>

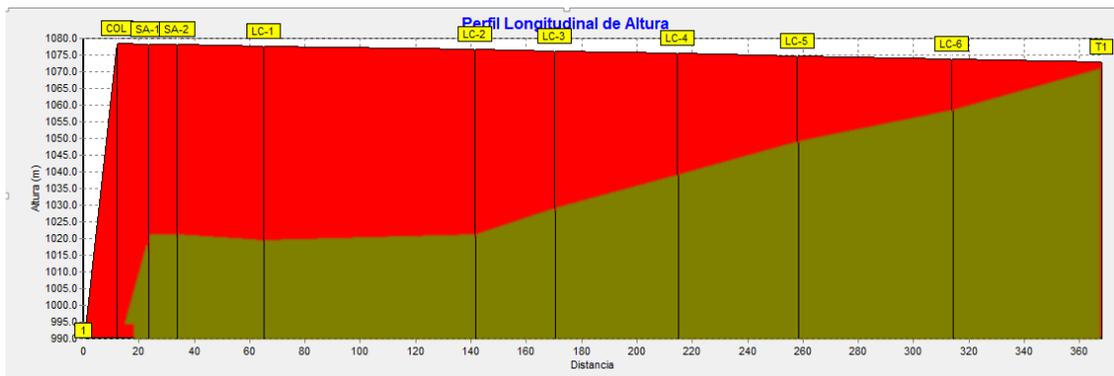
$$h_l = 18.7 \left( \frac{0.44^2}{2(9.81)} \right) = 0.21 m$$

### 3.5.3. Simulación en EPANET

También la línea de conducción fue simulada con EPANET, para lo cual se tomó en consideración una altura manométrica total de 91.14 m, como lo indica el cálculo anterior ( $H_b$ ) con un caudal de 0.94 l/s, que corresponde al caudal de diseño de la línea de conducción. El resultado de la simulación con estas condiciones fue de un caudal de 0.99 l/s con presión manométrica de 90.71 m.

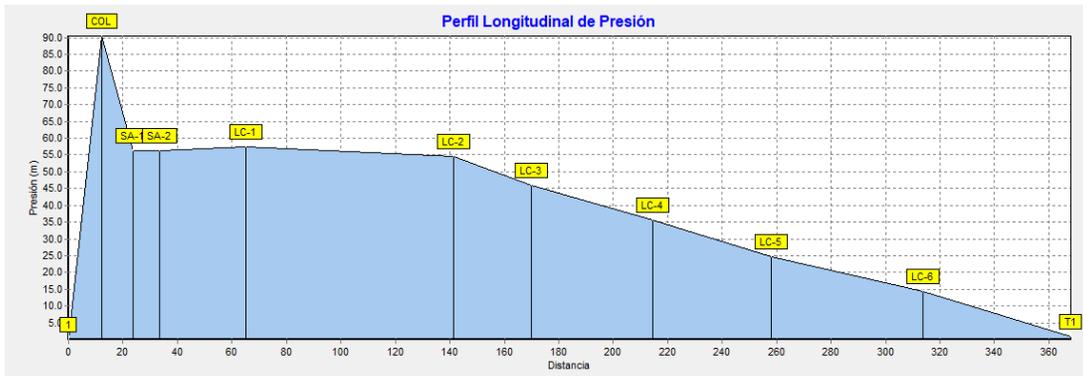
A continuación, se presenta, la línea piezométrica en la ilustración 1 donde la coloración roja corresponde a la línea piezométrica y la verde al terreno natural, así mismo en la ilustración 2 se presenta las líneas de presiones.

*Ilustración 2: Línea piezométrica*



Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 3: Perfil de presiones*



Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Almacenamiento

El dimensionamiento del tanque de almacenamiento se hizo para un periodo de 20 años comprendido entre 2021 - 2041 tomando en cuenta la norma nacional (INAA, 1999, p. 36). Considerando el volumen de reserva de un 20% se encontró un resultado  $6.39 \text{ m}^3$  y para volumen de compensación del 15 %, se obtuvo un valor de  $4.80 \text{ m}^3$ , obteniéndose un volumen total para el tanque de almacenamiento de  $11.19 \text{ m}^3$ . A continuación se presenta el cálculo para el último periodo de diseño utilizando la ecuación 31

$$V = CPD \frac{(3600)(h)}{1000} \left[ \frac{p1}{100} + \frac{p2}{100} \right]$$

Ecuación 31 Volumen de tanque de almacenamiento

Donde:

CPD: consumo promedio diario, l/s

V: volumen al final de periodo de diseño,  $\text{m}^3$

h: 16 horas de bombeo

p1: 15% del volumen

p2: 20% del volumen

$$V = 0.56 \frac{(3600)(16)}{1000} \left[ \frac{15}{100} + \frac{20}{100} \right] = 11.19 \text{ m}^3$$

**Tabla 13 Volumen de almacenamiento.**

Año	Población	CPD	Compensar	Reserva	Almacenamiento
			0.15	0.20	0.35
2021	456	0.34	2.93	3.90	6.83
2022	467	0.35	3.00	4.00	7.00
2023	479	0.36	3.08	4.10	7.18
2024	491	0.36	3.15	4.20	7.36
2025	503	0.37	3.23	4.31	7.53
2026	516	0.38	3.31	4.42	7.73
2027	529	0.39	3.40	4.53	7.92
2028	542	0.40	3.48	4.64	8.12
2029	556	0.41	3.57	4.76	8.33
2030	569	0.42	3.65	4.87	8.52
2031	584	0.43	3.75	5.00	8.75
2032	598	0.44	3.84	5.12	8.96
2033	613	0.46	3.94	5.25	9.18
2034	629	0.47	4.04	5.38	9.42
2035	644	0.48	4.13	5.51	9.65
2036	660	0.49	4.24	5.65	9.89
2037	677	0.50	4.35	5.80	10.14
2038	694	0.52	4.46	5.94	10.40
2039	711	0.53	4.56	6.09	10.65
2040	729	0.54	4.68	6.24	10.92
2041	747	0.56	4.80	6.39	11.19

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.1. Ubicación del tanque

El tanque se ubicará en la cota de mayor elevación próxima al poblado para garantizar un adecuado servicio en la red de distribución que tenga en cuenta los puntos más desfavorecidos de la misma (INAA, 1999, p. 36). Las coordenadas donde se ubicará el tanque son: X= 600,708.8060 Y= 1, 453,846.6960, con una elevación de 1073.31 msnm

### 3.6.2. Material de construcción del tanque

El tanque se construirá de hormigón armado sobre el suelo como lo indica la norma (INAA, 1999, p. 37) , el cual tendrá una capacidad de 20m<sup>3</sup>. Los planos constructivos se presentan en Anexo 5 así mismo se presentas planos de detalles de la obra.

### 3.6.3. Desinfección

La desinfección se hará en el tanque mediante un hipoclorador, la norma recomienda aplicara 1Kg por día con caudales de hasta 8.2 l/s, por tanto tomado en cuenca 1 l/s del presente diseño, se encontró un requerimiento de 0.12 Kg/día, como se indica en la tabla 14 en el ítems requerimiento y en el siguiente cálculo

$$\text{Requerimiento} = \frac{1 \text{ Kg/día}}{8.2 \text{ l/s}} \times 1 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.12 \text{ Kg/día}$$

*Ecuación 32 Requerimiento*

También se encontró según la ecuación 30 la capacidad en kilos de cloro por día, lo que dio un valor de 0.12 Kg de cloro por día como se observa a continuación

$$Ca = \frac{Q C}{1000}$$

*Ecuación 33 Capacidad de cloración*

Dónde:

Ca = Capacidad Kg de cloro por día

Q= Caudal, m<sup>3</sup>/día

C= Dosis de cloro a aplicar, mg/l

$$Ca = \frac{57.6 (2.08)}{1000} = 0.12 \text{ Kg cloro/día}$$

La aplicación del cloro a través del hipoclorador se hará con una mezcla al 1.85% de hipoclorito de sodio, lo que se logrará añadiendo 0.92 litros de cloro comercial con concentración de 130 gr/litro a 50 litros de agua. La mencionada mezcla se aplicará a una tasa de 3.125 l/hora.

**Tabla 14: Requerimiento según la norma**

<b>ITEMS</b>	<b>Cantidades</b>	<b>UDM</b>
Hipo cloración para capacidades menores, NTON 09 003-99 PÁG 96-99	1	Kg/día
Caudales como máximo	8.2	L/s
Para Q del proyecto	1	L/s
<b>Requerimiento</b>	0.12	Kg/día
Concentración hipoclorito comercial	130	gr/L
Volumen necesario de hipoclorito comercial concentrado 130 gr/L	0.92	L/día
<b>Cálculo de la capacidad</b>		
Bombeo	16	h por día
Volumen x día	57600	L
Q	57.6	m <sup>3</sup> /día
(Dosis de cloro a aplicar)Concentración hipoclorito	2.08	mg/L
<b>(Ca) Capacidad</b>	0.12	Kg Cloro/día
<b>Forma de aplicación</b>		
Dilución a en:	50	L
Concentración de la solución de hipoclorito x 100 litros	1.84%	La norma dice de 1% al 3%
<b>Aplicación de la solución de cloro</b>	3.125	L/h

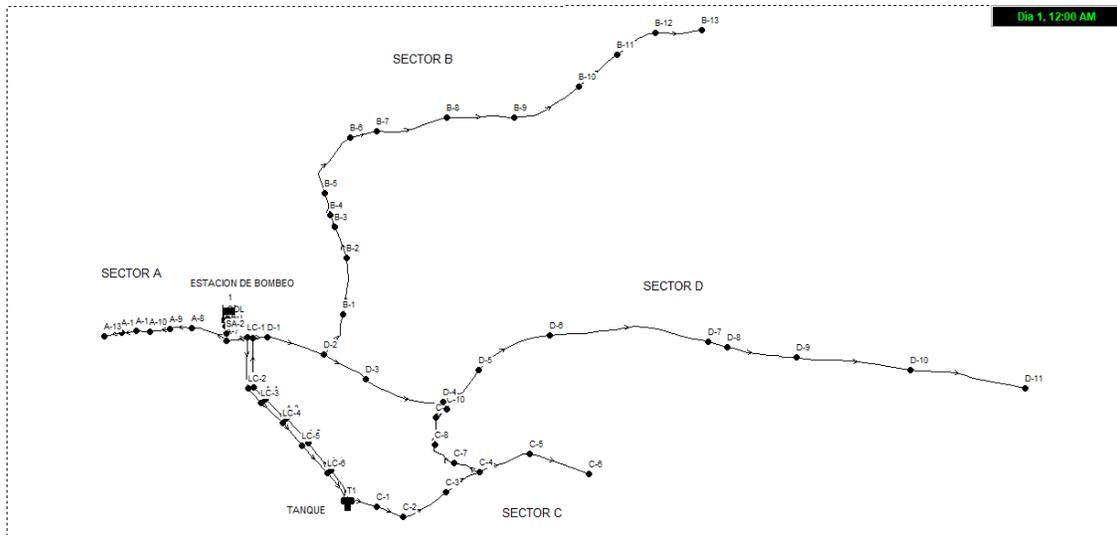
Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Simulación hidráulica

El diseño hidráulico se realizó apoyado en los softwares Excel y EPANET, con el primero se realizaron los cálculos de la columna de bombeo, sarta, línea de conducción, población, demanda y volumen de almacenamiento, con el segundo se simuló todo el sistema que incluye columna de bombeo, sarta, la línea de conducción y la red de distribución utilizando las cotas provenientes de AUTOCAD exportadas a través de EPACAD a EPANET.

A continuación, se describe la simulación del diseño de la línea de conducción y la red de distribución, como se observa en la ilustración 4.

*Ilustración 4: Esquema general de la simulación con EPANET*



Fuente: Elaboración propia

#### 3.7.1. Simulación con EPANET

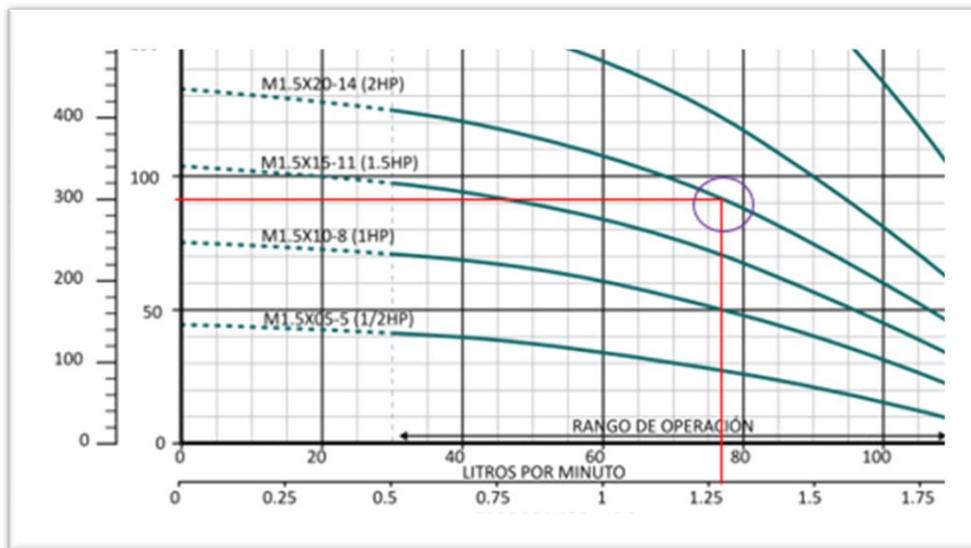
Para la simulación con EPANET versión 2.0 en español se configuraron los cálculos de pérdida de carga con la ecuación de Hazen – Williams, el caudal en l/s y las unidades de longitud con el sistema métrico. También se configuró un coeficiente de rugosidad,  $C=150$  para PVC y  $C=130$  hierro galvanizado (HG).

### 3.8. Línea de conducción con la bomba

La línea de conducción que se describe en el capítulo 2.2., también fue simulada con EPANET, la cual forma parte del modelo del sistema simulado (MABE).

Para la simulación se tomó en consideración el caudal generado por la bomba comercial seleccionada descrita en el capítulo 2.2., acápite, “selección de la bomba”; la que tiene la siguiente característica: potencia 2HP, con altura manométrica total de 91 metros para un caudal de 1.26 l/s, como se observa en la ilustración 5.

*Ilustración 5 Altura manométrica y caudal para la simulación bomba 2 HP*



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la simulación con EPANET, utilizando la curva característica de la bomba de 2 HP Franklin Electric (ilustración 5) dio los siguientes resultados:

- Longitud total de la línea de conducción es de 349.66 m con tubería PVC SDR 1½ pulgada, altura manométrica total 93.63 m con caudal de

1.24 l/s, los valores encontrados son similares a los presentados en la curva de la bomba ilustración 5.

- Las pérdidas de carga y velocidad del flujo con la bomba seleccionada fue ligeramente superior a los cálculos teóricos del diseño presentados en inciso 2.2.5, esto se debe a que el caudal que aporta la bomba comercial es de 1.24 l/s mientras que caudal de diseño que corresponde al Consumo Máximo Horario (CMH) fue de 0.94 l/s, por consiguiente habrá un ligero incremento en las pérdidas de carga y velocidades de flujo, no obstante las velocidades se encuentran en el rango permitido por la norma (INAA, 1989, pág. 15).

En la siguiente tabla 15 presenta los valores de la simulación para la columna de bombeo y la sarta, las cuales son HG clase 40 con un diámetro de 2 pulgadas y diámetro interno de 52.48 mm, observándose un caudal de 1.24l/s, velocidad de 0.57 m/s, presión manométrica total de la bomba 93.63 m y presión manométrica en la sarta de 61.11 m, los diámetros seleccionados cumplen con la norma (INAA, 1989, págs. 21, 23).

**Tabla 15 Columba de bombeo y sarta**

ID Línea	Longitud m	Diametro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Bomba	No Dis	No Dis	No Dis	1.24	0	-93.63	0
Columna	40	52.48	130	1.24	0.57	9.18	0.029
SARTA	6	52.48	130	1.24	0.57	61.11	0.192

**Fuente:** elaboración propia

La simulación en la tubería de conducción se basó en tubería de 1 ½ pulgada SDR 17 con diámetro interno de 42.6 mm y una longitud de 349.66 m. El análisis hidráulico dio como resultado una velocidad de 0.87 m/s para un caudal de 1.24 l/s, observando que la velocidad cumple con la norma (INAA, 1989, pág. 15).

Un resumen de los resultados de la línea de conducción de los cálculos hidráulicos se presenta en la tabla 16.

**Tabla 16 Línea de conducción**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
LT-1	50.1	42.6	150	1.24	0.87	19.46	0.022
LT-2	74.91	42.6	150	1.24	0.87	19.46	0.022
LT-3	32.48	42.6	130	1.24	0.87	25.37	0.028
LT-4	39.68	42.6	150	1.24	0.87	19.46	0.022
LT-5	45.33	42.6	130	1.24	0.87	25.37	0.028
LT-6	56.96	42.6	130	1.24	0.87	25.37	0.028
LT-7	50.2	42.6	130	1.24	0.87	25.37	0.028
	349.66						

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 muestra las alturas manométricas de la columna de bombeo, sarta y los diferentes tramos de la línea de conducción, el valor máximo de 93.44m se da en la columna de bombeo y el mínimo de 1m ocurre en la entrada del depósito.

**Tabla 17 Presiones en la línea de conducción y sarta**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
LC-1	1020.16125	0	1079.85	59.57
LC-2	1021.93274	0	1078.39	56.35
LC-3	1030.08911	0	1077.57	47.39
LC-4	1039.91064	0	1076.8	36.81
LC-5	1049.92993	0	1075.65	25.67
LC-6	1059.52832	0	1074.2	14.65
Columna	987.93	0	1081.56	93.44
SA-1	1021.93	0	1081.19	59.15
SA-2	1021.93268	0	1080.83	58.78
Depósito T1	1071.93	No Disponible	1072.93	1
Embalse 1	987.93	No Disponible	987.93	0

Fuente: Elaboración propia

### 3.9. Red de distribución

A continuación se describen las características hidráulicas de la red de distribución, la cual fue dividida en 4 sectores denominado sector A, sector B, sector C y sector D cada uno de ellos se analizó las velocidades y presiones con el propósito de compararlos con parámetros de la norma.

En el anexo 6 se presenta el plano de red de distribución.

#### 3.9.1. Sector A de la red de distribución

El sector A de la red de distribución se diseñó con tubería PVC SDR 26 con diámetros de 1 a 1½ pulgada y una longitud total de 517.23 m. El caudal osciló entre 0.25 y 1.18 l/s y se dieron velocidades entre 0.37 y 0.76 m/s, observándose que la velocidad más baja del tramo es ligeramente inferior a la norma (INAA, 1989, pág. 15). No obstante, se decidió no reducir el diámetro a valores inferiores de 1 pulgada por razones de mantenimiento y facilidad de reposición de la tubería.

La tabla 18 muestra un resumen de las características hidráulicas del tramo de red del sector A.

**Tabla 18 Tuberías sector A**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería AT-1	50.29	44.6	130	1.18	0.76	18.59	0.029
Tubería AT-10	21.2480606	29.5	130	0.25	0.37	7.86	0.034
Tubería AT-11	29.46	29.5	130	-0.25	0.37	7.86	0.034
Tubería AT-12	17.93	29.5	150	0.25	0.37	6.03	0.026
Tubería AT-2	56.7721053	44.6	130	1.18	0.76	18.59	0.029
Tubería AT-3	45.3378433	44.6	130	1.18	0.76	18.59	0.029
Tubería	39.4818	44.6	130	1.18	0.76	18.59	0.029

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
AT-4	079						
Tubería AT-5	82.293	44.6	150	-1.18	0.76	14.26	0.022
Tubería AT-6	28.097	29.5	150	-0.25	0.37	6.03	0.026
Tubería AT-7	53.939669	29.5	130	0.25	0.37	7.86	0.034
Tubería AT-8	32.3081632	29.5	130	0.25	0.37	7.86	0.034
Tubería AT-9	29.4723634	29.5	130	0.25	0.37	7.86	0.034
Tubería AT-X	30.6036442	44.6	150	1.18	0.76	14.26	0.022
	517.2336569						

Fuente: Elaboración propia

También se analizaron las alturas manométricas en la red del sector A, obteniéndose una presión mínima de 12.44 m y una máxima de 47.5 m, ambas en el rango que establece la norma (INAA, 1989, pág. 15).

En la tabla 19 se presenta un resumen de las presiones en la red del sector A, así mismo en las ilustraciones 6 y 7 se presentan la altura piezométrica y presiones respectivamente.

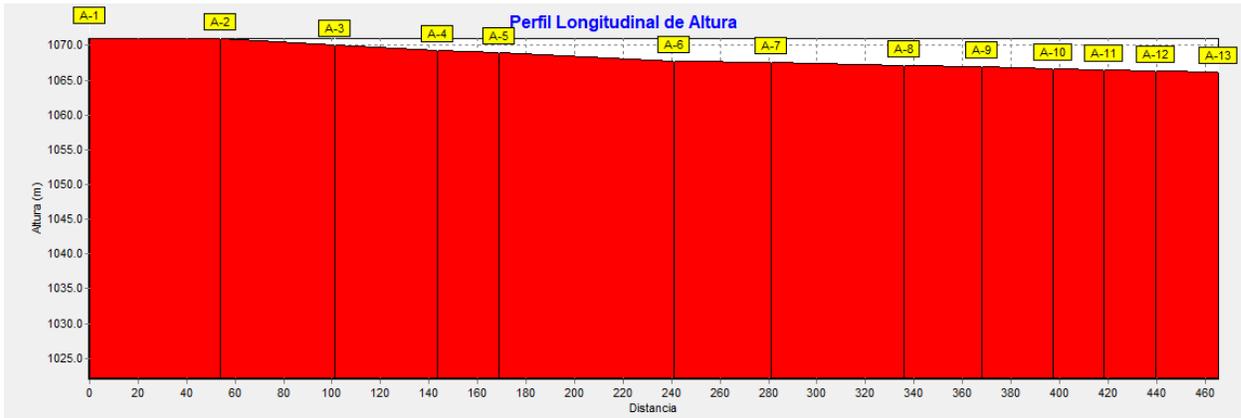
**Tabla 19 Conexiones sector A**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión A-1	1059.52832	0	1072	12.44
Conexión A-10	1026.62964	0	1066.67	39.96
Conexión A-11	1027.68103	0	1066.51	38.75
Conexión A-12	1028	0	1066.28	38.2
Conexión A-13	1031.25671	0.25	1066.17	34.84
Conexión A-2	1049.92993	0	1070.94	20.97
Conexión A-3	1039.91064	0	1070.1	30.13
Conexión A-4	1030.08911	0	1069.36	39.2
Conexión A-5	1021.93561	0	1068.93	46.9
Conexión A-6	1020.16125	0	1067.75	47.5
Conexión A-7	1021.95569	0	1067.58	45.54

Conexión A-8	1023.97333	0	1067.16	43.1
Conexión A-9	1025.34802	0	1066.91	41.47

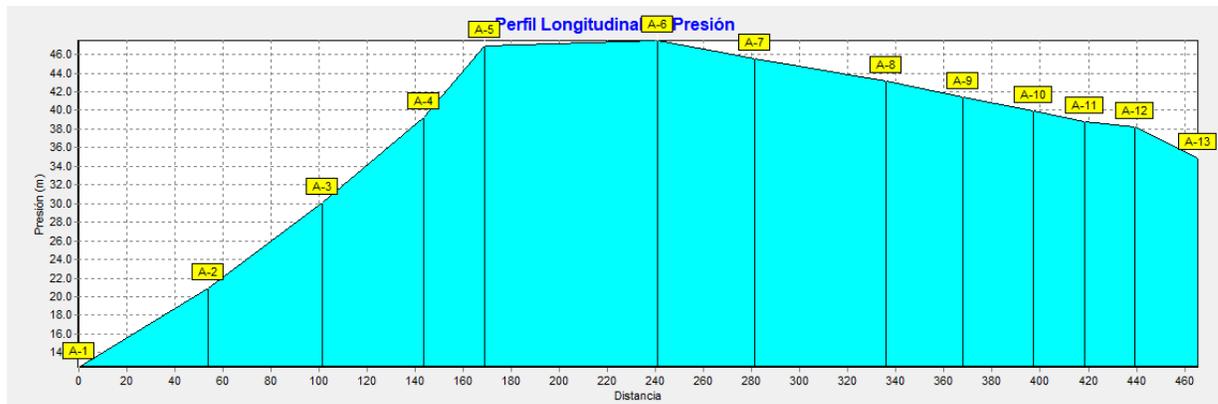
Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 6 Altura piezométrica del sector A**



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 7 Distribución de presiones en la red del sector A**



Fuente: Elaboración propia

### 3.9.2. Sector B de la red de distribución

En el sector B al igual que en el sector A se utilizó tubería de PVC SDR 17 con diámetro  $\frac{3}{4}$  de pulgada y una longitud total de 925.15 m, para un caudal de 0.22 l/s, se obtuvo una velocidad de 0.51 m/s que se encuentra en el rango de norma (INAA, 1989, pág. 15).

En la tabla 20 se presentan los resultados por tramo de tubería y se presentan como datos más relevantes las velocidades y pérdidas de carga.

**Tabla 20 Tuberías sector B**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería BT-1	67.6231887	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-10	110.382263	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-11	73.7428956	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-12	66.9242115	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-13	69.3928895	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-2	85.02665	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT3	49.6854723	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-4	18.6826274	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-5	33.3145951	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-6	102.427283	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-7	40.9692524	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-8	106.680793	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
Tubería BT-9	100.302815	23.5	130	0.22	0.51	18.78	0.034
	925.1549365						

Fuente: Elaboración propia

En el sector B de la red de distribución se analizaron las presiones encontrándose una presión mínima de 13.71 y una máxima de 49.86, las presiones cumplen con la norma (INAA, 1989, pág. 15).

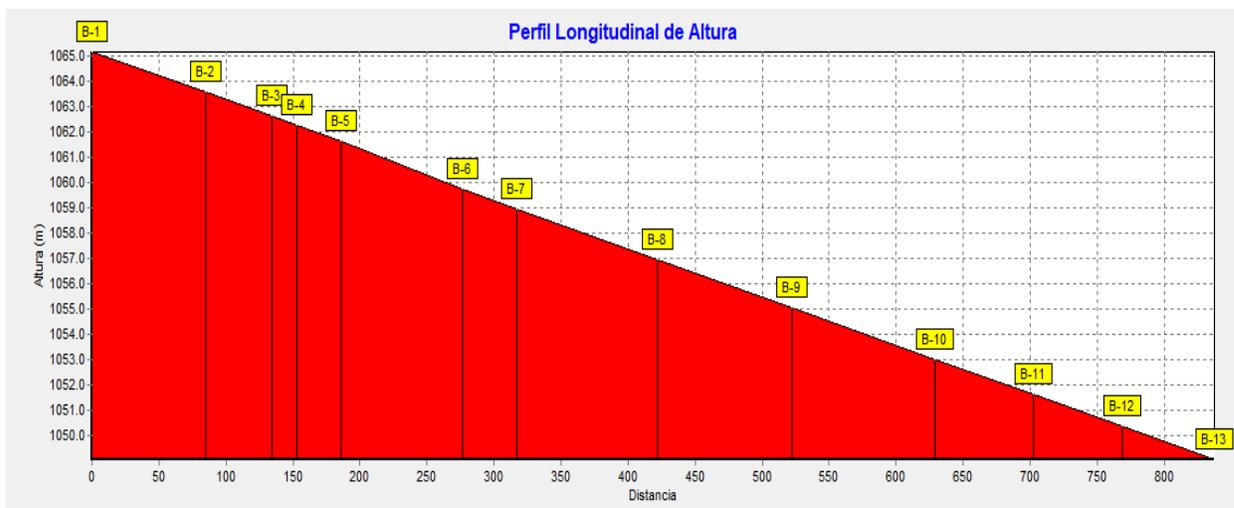
También se presenta en las ilustraciones 8 y 9 la altura piezométrica y presiones a lo largo de la red de distribución del sector B, observándose en las mismas las zonas de mayor y menos expresión.

**Tabla 21 Conexiones Sector B**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión B-1	1015.20874	0	1065.17	49.86
Conexión B-10	1029.60425	0	1053.01	23.36
Conexión B-11	1029.7655	0	1051.63	21.82
Conexión B-12	1029.77	0	1050.37	20.56
Conexión B-13	1015.94	0.22	1049.07	33.06
Conexión B-2	1019.39697	0	1063.57	44.09
Conexión B-3	1029.4021	0	1062.64	33.17
Conexión B-4	1033.41064	0	1062.29	28.82
Conexión B-5	1039.87683	0	1061.66	21.74
Conexión B-6	1046	0	1059.74	13.71
Conexión B-7	1040.00928	0	1058.97	18.92
Conexión B-8	1029.3324	0	1056.97	27.58
Conexión B-9	1028.97693	0	1055.08	26.05

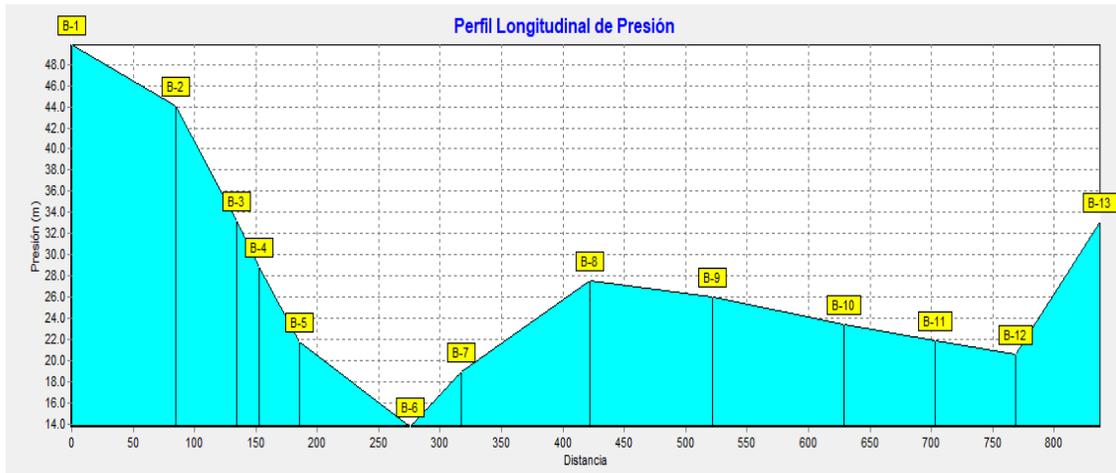
Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 8 Altura piezométrica del sector B**



Fuente: Elaboración propia

### Ilustración 9 Distribución de presiones en la red en el sector B



Fuente: Elaboración propia

#### 3.9.3. Sector C de la red de distribución

El sector C de la red de distribución también se diseñó con tubería de PVC SDR 17 con diámetros de  $\frac{3}{4}$  y 1 pulgada, con una longitud total de 542.72 m, con caudales que variaron entre 0.16 y 0.32 l/s y velocidades que oscilaron entre 0.37 y 0.47 m/s. La velocidad mínima encontrada fue ligeramente inferior a lo establecido en la norma, la cual establece un mínimo de 0.4 l/s (INAA, 1989, pág. 15). No obstante, se decidió mantener el diámetro mínimo de  $\frac{3}{4}$  de pulgada debido a futuros incrementos de la demanda y la facilidad de mantenimiento con la mencionada tubería.

**Tabla 22 Tuberías en el sector C**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería CT-1	44.6690064	29.5	130	0.32	0.47	12.42	0.033
Tubería CT-10	20.8402528	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
Tubería CT-2	42.0082621	29.5	130	0.32	0.47	12.42	0.033
Tubería CT-3	73.8922842	29.5	130	0.32	0.47	12.42	0.033
Tubería	53.6296	29.5	130	0.32	0.47	12.42	0.033

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
CT-4	733						
Tubería CT-5	85.7621 851	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
Tubería CT-6	93.0814 821	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
Tubería CT-7	43.0019 84	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
Tubería CT-8	45.4859 538	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
Tubería CT-9	40.3503 403	23.5	130	0.16	0.37	10.41	0.035
	542.721 4241						

Fuente: Elaboración propia

También se realizó el análisis de las presiones en el tramo de red del sector C encontrándose una presión mínima de 12.41 m y una máxima de 52.12 m ambas presiones en el rango de lo establecido por la norma (INAA, 1989, pág. 15).

En la tabla 23 se presenta en resumen las alturas piezométricas y presiones en el tramo de red del sector C.

Así mismo se presenta las ilustraciones 10 y 11 donde se puede observar gráficamente el comportamiento de las alturas piezométricas y las presiones en los diferentes puntos de la red del sector C.

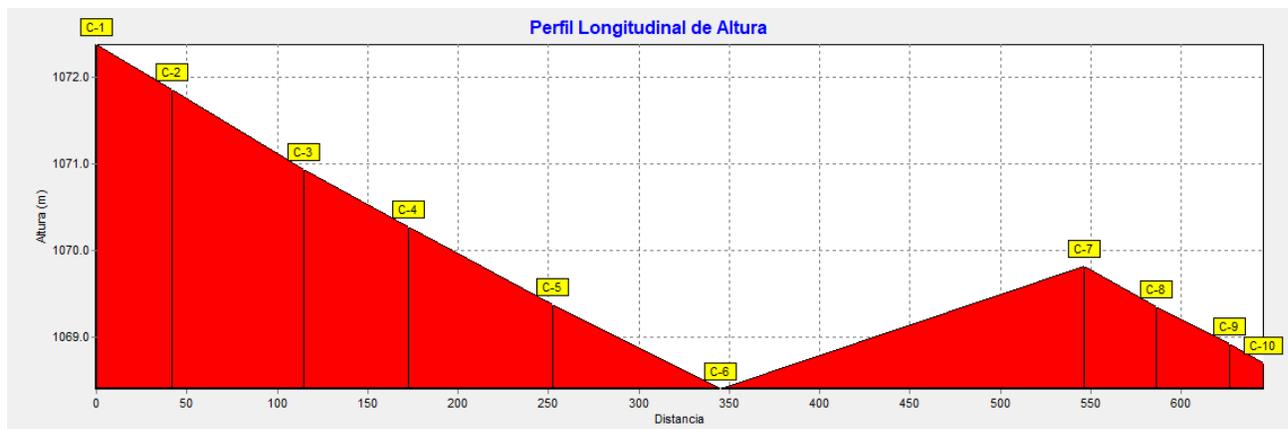
**Tabla 23 Conexiones en el sector C**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión C-1	1059.93652	0	1072.38	12.41
Conexión C-10	1016.48596	0.16	1068.71	52.12
Conexión C-2	1058	0	1071.85	13.83
Conexión C-3	1050.45593	0	1070.94	20.44
Conexión C-4	1047.1366	0	1070.27	23.09
Conexión C-5	1046.45667	0	1069.38	22.87
Conexión C-6	1044.13708	0.16	1068.41	24.22
Conexión C-7	1041.57666	0	1069.82	28.19

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión C-8	1027.30164	0	1069.35	41.96
Conexión C-9	1019.78027	0	1068.93	49.05

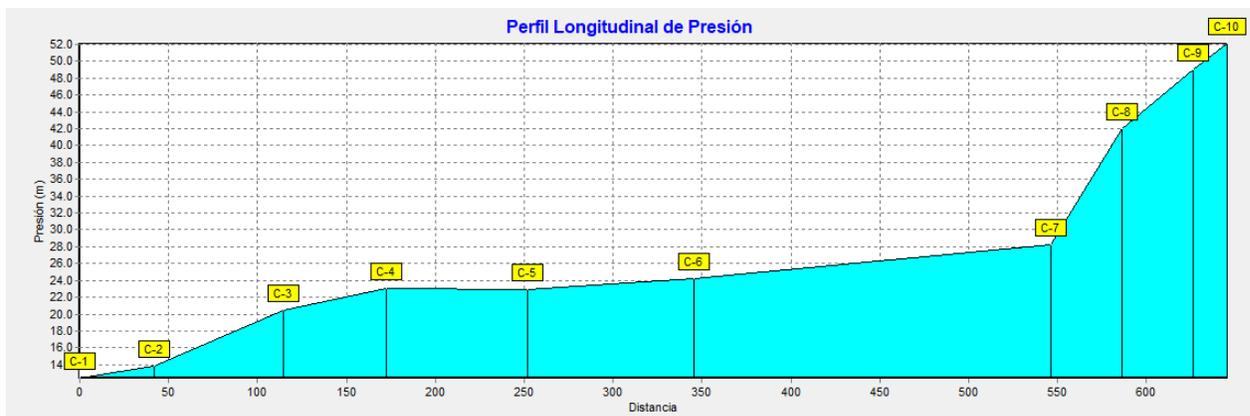
Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 10 Altura piezométrica del sector C**



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 11 Distribución de presiones en la red en el sector C**



Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4. Sector D de la red de distribución

Finalmente, en el sector D de la red de distribución, para el diseño se utilizó tubería PVC SDR 26 diámetro de 1 ½ pulgada con una longitud total de 1220.90 m. Por este tramo de red circula un caudal de mínimo de 0.71 y un máximo de 0.93 con velocidades de flujo que oscilan entre 0.45 m/s y 0.6 m/s,

todos los mencionados parámetros hidráulicos cumplen con la norma (INAA, 1989, pág. 15).

**Tabla 24 Tuberías en el sector D**

ID Línea	Longitud m	Diametro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería DT-1	29.156	44.6	150	0.93	0.6	9.18	0.023
Tubería DT-10	170.503 329	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-11	172.647 571	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-2	87.4308 326	44.6	130	0.93	0.6	11.96	0.03
Tubería DT-3	73.6861 955	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-4	122.580 719	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-5	72.3452 565	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-6	120.103 676	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-7	239.457 982	44.6	130	0.71	0.45	7.26	0.031
Tubería DT-8	29.3889 857	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Tubería DT-9	103.600 606	44.6	130	0.71	0.45	7.25	0.031
Válvula 1	No Disponible	44.6	No Disponible	0.71	0.45	10.77	0
	1220.90 11533						

Fuente: Elaboración propia

Además, en el sector antes mencionado, se realizó un análisis y las presiones hidrostáticas a lo largo de la red del sector D, encontrándose un mínimo de 46.43 y un máximo de 54.57 como se observa en la tabla 18. Las mencionadas presiones cumplen con la norma (INAA, 1989, pág. 15).

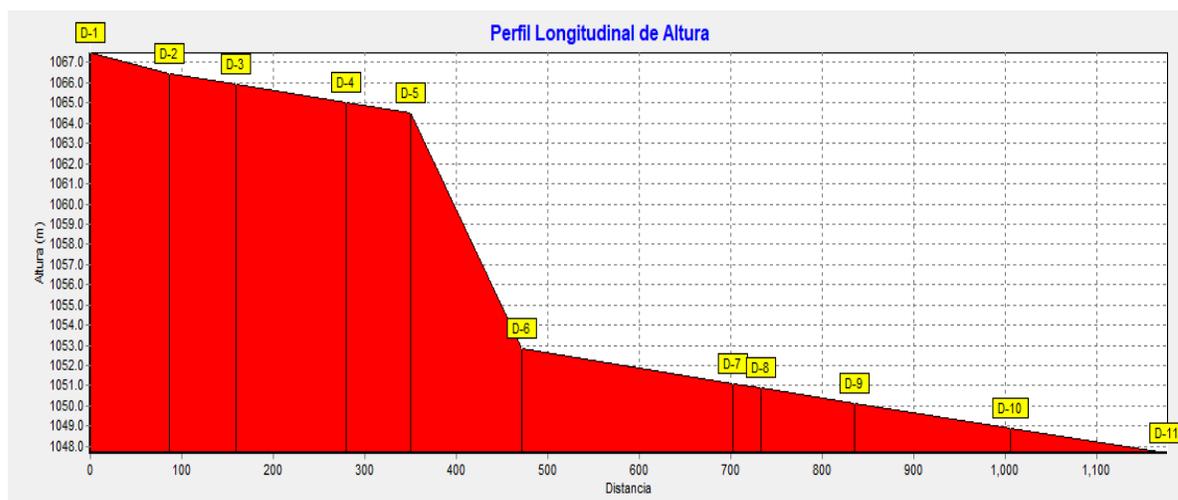
Así mismo en las ilustraciones 12 y 13 gráficamente se ilustra la altura piezométrica y presiones hidrostáticas a lo largo de toda la red de distribución.

**Tabla 25 Conexiones en el sector D**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión D-1	1019.22833	0	1067.49	48.16
Conexión D-10	994.710815	0	1048.91	54.09
Conexión D-11	994.71	0.71	1047.66	52.84
Conexión D-2	1015.14337	0	1066.44	51.19
Conexión D-3	1015.10352	0	1065.91	50.7
Conexión D-4	1015.93652	0	1065.02	48.98
Conexión D-5	1009.81421	0	1064.49	54.57
Conexión D-6	1003.75073	0	1052.85	49
Conexión D-7	1004.2876	0	1051.11	46.73
Conexión D-8	1003.09436	0	1050.9	47.71
Conexión D-9	1003.62006	0	1050.15	46.43
Conexión D-V1	1003.62006	0	1053.72	50

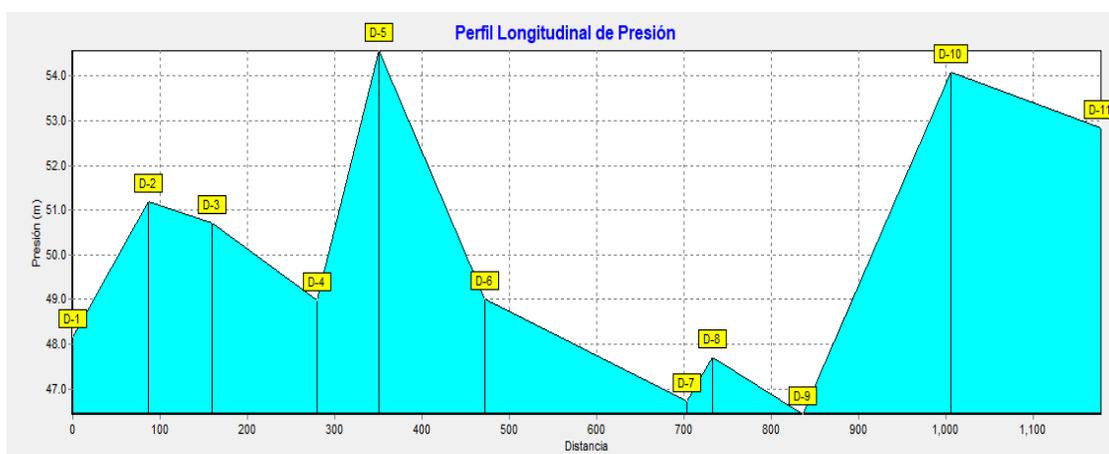
Fuente: elaboración propia

**Ilustración 12 Altura piezométrica del sector D**



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 13 Distribución de presiones en la red del sector D**



Fuente: Elaboración propia

### 3.10. Conexiones domiciliars

El suministro de agua potable a las viviendas será por medio de conexiones domiciliars, las cuales se instalarán completamente nuevas 102 conexiones con sus respectivos medidores y cajas de protección (101 Viviendas, 1 Escuela), para dar una cobertura del 100%.

Respetando las normas el sistema de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliars de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 Litros Personas Por Día. Por lo tanto, se estima conveniente que en este diseño se utilice una Dotación de 60 LPPD, utilizando el máximo criterio.

El diámetro mínimo de las conexiones y de los grifos será de 1/2" (12.5).

### **3.11. Descripción de actividades de construcción**

#### **3.11.1. Actividades Preliminares**

Primero que todo realizaremos el trazo y nivelación que consiste en sacar niveles de terreno para debidas excavaciones en la instalación de línea de tubería, y área de tanque.

#### **3.11.2. Fuente**

En la fuente es un pozo perforado existente, sus actividades consistirán en la limpieza y desinfección del pozo, aforo, la instalación de la tubería y accesorios para conectar con la sarta, así como obras de protección y cercado.

#### **3.11.3. Instalación de Sarta**

En esta actividad se instalarán los diversos accesorios como válvulas, manómetros, medidor, que conecta al pozo y a la línea de conducción.

#### **3.11.4. Caseta de control**

Se hace limpieza de terreno, movimiento de tierra, descapote y excavación, luego se hará la armadura de acero, formaletas y relleno de concreto, mampostería, techos y fascia y obras metálicas.

#### **3.11.5. Línea de conducción**

Primero a realizar es la limpieza del terreno, seguido se hace el replanteo del trazo de diseño, posteriormente la excavación que es aproximadamente de 1.20 m de profundidad y 50 cm de ancho, luego es la instalación de tuberías,

válvulas diversas con sus respectivas cajas y bloques de reacción previstos en el diseño. Así mismo se instalarán los accesorios de la sarta la cual se conectará a la línea de conducción

#### 3.11.6. **Tanque de almacenamiento**

Como primera actividad se deberá garantizar la limpieza del área, seguido el replanteo y nivelación del terreno en base a eso se hará la excavación estructural, relleno y compactación manual, hasta tener nuestro terreno compacto y nivelado para la estructura, la siguiente actividad es armar la parrilla de acero, hacer formaletas, rellenar de concreto y hacer la construcción de tanque de mampostería con las respectivas cajas de protección de válvulas, accesorios, canal de drenaje, andén perimetral y cerco.

#### 3.11.7. **Línea de distribución**

El proceso constructivo de la línea de distribución no es más que el zanjeo, teniendo en cuenta la limpieza del terreno, excavación, relleno y compactación manual, seguido por la instalación de las tuberías en sus diferentes medidas, instalación de todos los accesorios como diversas válvulas, y el respectivo medidor en cada conexión domiciliar.

#### 3.12. **Cantidades de obras**

Las cantidades de obras están detalladas en la siguiente tabla, donde se muestran las cantidades por cada actividad de todo el proyecto, a como lo es las obras de tanque de almacenamiento, construcción de sarta y caseta de

control, línea de conducción, red de distribución, conexiones domiciliarias, entre otras obras.

Estas cantidades fueron obtenidas de la memoria de cálculo del proyecto (presupuesto) y los precios de materiales que se encuentran en Anexo 8, son precios obtenidos de diferentes ferreterías en la ciudad de Jinotega mediante proformas.

**Tabla 26 Cantidades de obra.**

Actividades	Um	Cant.
Preliminares	M <sup>2</sup>	1,220.00
Limpieza inicial.	M <sup>2</sup>	1,220.00
Trazo y nivelación	M2	1,220.00
Pino 2" x 2" x 5 vrs	C/u	10.00
Pino 1" x 3" x 5 vrs	C/u	5.00
Clavos 3"	C/u	5.00
Spray rojo	C/u	5.00
Tanque de almacenamiento	M3	20.00
Excavacion estructural	M3	23.49
Desalojo de material de excavación	M3	6.49
Relleno y compactacion manual	M3	17.00
Acarreo de material selecto a 3 km carga manual	M3	22.00
Explotación o corte manual en banco de préstamo	M3	21.52
Acero de refuerzo	Lb	1,408.20
Acero # 4	Qq	12.40
Acero # 2	Qq	1.00
Alambre de amarre	Lb	68.20
Formaleta	M2	14.30
Clavos corrientes de 2½"	Lb	2.00
Clavos corrientes de 3"	Lb	1.00
Clavos de acero 2½"	Doc.	5.00
Cuarton de pino 2" x 2" x 5 vrs	C/u	27.00
Tabla de pino 10" x 1" x 5 vrs	C/u	4.00
Tabla de pino 12" x 1" x 5 vrs	C/u	5.00
Concreto de losas, vigas y columnas	M3	6.03

Actividades	Um	Cant.
Cemento	Bolsa	61.00
Arena	M3	5.20
Arena de rio	M3	1.51
Piedrín	M3	5.00
Manposteria de ladrillo	M2	2.06
Ladrillo cuarteron	C/u	3,438.17
Cemento	Bolsa	18.00
Arena	M3	7.30
Tabla de pino 12" x 1" x 5 vrs	C/u	0.00
Cuartron de pino 2" x 2" x 5 vrs	C/u	0.00
Clavos corrientes de 3"	Lbs	0.00
Clavos corrientes de 2½"	Lbs	0.00
Clavos de acero 2½"	Doc	0.00
Acabados	M2	45.24
Cemento	Bolsa	9.00
Arena	M3	1.31
Pintura	Gln	4.00
Sikadur-32t	Bolsa	3.00
Accesorios	Gbl	1.00
Valvula de compuerta b°r° φ 1" completa	C/u	2.00
Codo h°g° φ 1"x90°	C/u	2.00
Codo h°g° φ 1"x45°	C/u	2.00
Adaptador macho pvc φ 1"	C/u	4.00
Pegamento pvc (1/4 gln)	C/u	1.00
Tapadera metálica de 0.70mx0.70m	C/u	3.00
Acero n°5 (5/8")	C/u	0.31
Cajas de proteccion de válvulas	C/u	2.00
Cemento	Bolsa	3.71
Arena	M3	0.38
Piedrín	M3	0.24
Hierro 3/8"	Qq	0.61
Acero de 1/4"	Qq	0.09
Alambre de amarre	Lb	0.09
Ladrillos	C/u	236.00
Tabla de 1"x12"x5 varas	C/u	1.00

Actividades	Um	Cant.
Regla de 1x3"x5 varas	C/u	1.00
Clavos de 2 1/2"	Lbs	0.50
Canal de drenaje	MI	22.00
Cemento	Bolsa	29.45
Arena	M3	1.73
Piedrín	M3	2.67
Anden perimetral	MI	20.00
Cemento	Bolsa	4.02
Arena	M3	0.24
Piedrín	M3	0.36
Cerco rustico	MI	60.00
Postes de concreto 2.10 pies	C/u	56.00
Rollo de alambre de púas # 13	C/u	2.00
Alambre galvanizado	Lb	15.00
Cemento	Bolsa	12.00
Arena	M <sup>3</sup>	0.71
Piedrín	M <sup>3</sup>	1.09
Caseta de bomba	Global	9.00
Preliminares	M2	9.00
Pieza de 2"x2"x5vrs		1.20
Pieza de 1"x3"x5vrs		0.73
Clavos de 1"		0.50
Clavos de 2½"		0.50
Clavos de 3½"		0.72
Movimiento de tierra	M <sup>3</sup>	1.00
Explotación y acarreo de material selecto	M <sup>3</sup>	4.05
Derecho de explotación de material selecto	M <sup>3</sup>	5.27
Relleno y compactación manual con mat. Selecto	M <sup>3</sup>	4.05
Excavación no calificada en suelo natural	M <sup>3</sup>	2.70
Acarreo de tierra producto de excavación con carretilla	M <sup>3</sup>	3.51
Perlines de 2"x 4"x1/16"	C/u	4.45
Soldadura e-6013 (1/8") Lincoln	Lb	18.03
Angular de 3"x 3"x 3/16"	C/u	1.00
Platina de 8"x 8"x1/4"	C/u	11.00

Actividades	Um	Cant.
Disco para metal	C/u	2.00
Pintura anticorrosiva	Gln	0.45
Diluyente	Lts	0.42
Brochas de 2"	C/u	3.00
Armar y colocar estructura de techo	M2	12.95
Cubierta de zinc	M2	
Láminas de zinc de 12ft, cal. 26 galvatica	C/u	5.00
Goloso con punta de broca 2"x14 mm para fijación de cubierta	Doc.	7.00
Colocación de la cubierta de techo	M <sup>2</sup>	13.65
Flashing	MI	
Láminas de zinc liso cal 26 - 12ft	C/u	1.00
Golosos con punta de broca 2"x14mm	Doc.	4.08
Colocar cumbrera de zinc liso cal 26	MI	3.65
Canal y bajantes pvc	Global	
Canal pvc 6"	C/u	1.00
Tubo pvc 3" para bajante	MI	2.00
Boquilla para canal 3"	C/u	1.00
Tapas de canal pvc	Par	1.00
Soporte para canal pvc	C/u	9.13
Unión lisa para boquilla	C/u	1.00
Junta de expansión para unión de canales de pvc	C/u	2.00
Gazas para sujetar bajantes	C/u	8.00
Tornillos de fijación para soportes	Doc.	3.35
Codos de pvc 90° 3"	C/u	6.00
Pegamento pvc	Gln (1/4)	1.00
Instalación de canal pvc 6" incluye bajante	MI	3.65
Colocación de bajantes pvc con sus accesorios	MI	4.00
Fascia	MI	
Plycem liso 11 mm	Lamina	4.00
Tubo cuadrado de 3/4"	Tubo	6.00
Electrodos e-6013 3/32"	Lb	6.00
Pintura de aceite blanco	Galón	0.29
Pintura anticorrosiva	Galón	1.00
Diluyente	Galón	1.00

Actividades	Um	Cant.
Golosos gypsum 1" @ 0.20	Doc.	12.17
Colocar fascia	MI	14.60
Acabados	M2	
Cemento canal	Bolsa	5.05
Arena motastepe	M3	0.85
Repello corriente	M3	53.90
Fino corriente	M2	
Cemento canal	Bolsa	2.53
Arena motastepe	M3	0.43
Guías de pino 1" x 3" x 5 vrs	C/u	2.16
Fino corriente	M2	53.90
Cielo raso	M2	
Cielo raso de lámina de plycem texturizado de 2' x 4' espesor 6mm con estructura de aluminio	M2	9.00
Cemento canal	Bolsa	2.00
Arena motastepe	M3	0.34
Piedrín 3/4" proinco	M3	0.43
Hacer y fundir concreto de 3,000 psi	M3	0.47
Bordillos		
Cemento canal	Bolsa	0.29
Arena motastepe	M3	0.05
Bloques de concreto	C/u	16.05
Hacer bordillo de bloques de 4"x 8" x 16"	MI	3.00
Puertas		
Cerradura doble acción marca fillips	C/u	1.00
Bisagras de 4"	C/u	4.00
Haladera	C/u	1.00
Puerta de madera laurel sólida de tablero una cara incluye mocheta de 1.00 mts de ancho por 2.20 mts de alto	C/u	1.00
Ventanas		
Ventanas de aluminio y vidrio	M2	1.50
Obras metálicas		

Actividades	Um	Cant.
Un portón de marco de tubo redondo de ho. No. De 1 ¼" x 1/8" con varilla lisa 3/8" en forma de rombo a cada 0.15 mts en a/d de 1.00 mts de ancho por 2.20 mts de alto	M2	2.25
Pintura		
Pintura de aceite color verde	Gln	4.00
Diluyente	Lts	2.00
Brochas de 3"	C/u	3.00
Felpas	C/u	4.00
Pintura en vigas, columnas	M <sup>2</sup>	31.00
Limpieza y entrega	M <sup>2</sup>	
Limpieza y entrega final	M <sup>2</sup>	9.00
Estacion de relevo		
Suministro e instalacion de bomba c/motor sumergible de 3 hp, q=15-20 gpm, ctd=410', 1/60/230 v y panel de control box	C/u	1.00
Panel de control de bomba para motor de arranque de 1 hp, 1/60/230 v	C/u	1.00
Cable sumergible 3*14	MI	40.00
Cable electrico sumergible #12x3	MI	40.00
Boya eléctrica	C/u	1.00
Sarta de descarga de ho. Go. + ho. Fo. + valvulas diám. = 1 1/2" y pedestales	C/u	1.00
Línea de conducción	MI	370.00
Excavacion estructural	M3	277.50
Relleno y compactacion manual	M3	1.63
Instalacion de tubería	MI	370.00
Tubería de ø 1 1/2 plg x 6m sdr – 26	C/u	50.00
Tubería de ø 1 1/2 plg x 6m hg	C/u	3.00
Pegamento pvc 1/4 galón	C/u	5.00
Adaptador mixto pvc ø 1 ½	C/u	47.00
Valvulas de aire y vacio	M3	4.00
Válvula de aire y vacío plástica de pvc ø 3/4" plg	C/u	4.00
Reductor pvc de 1 1/2 a 3/4" plg	C/u	4.00
Adaptador hembra ø 3/4 plg	C/u	4.00
Tee pvc ø 1 1/2 x 1 1/2 x 1 1/2 plg. Sch-40	C/u	4.00

Actividades	Um	Cant.
Tubería de ø 3/4 plg x 6m sdr – 17	C/u	1.00
Tubería de ø 6 plg x 6m sdr – 41	C/u	1.00
Tapón hembra ø 6 plg sanitario	C/u	4.00
Valvulas de limpieza	M3	3.00
Tee pvc ø 1 1/2 x 1 1/2 x 1 1/2 plg. Sch-40	C/u	3.00
Reductor pvc ø 1 1/2x 3/4 plg sch-40	C/u	3.00
Tubo pvc ø 3/4 plg x 6 mt. Sdr-17	C/u	0.67
Adaptador macho pvc ø 3/4 plg.	C/u	2.00
Válvula de pase bronce comp. Ø 3/4 plg.	C/u	1.00
Tubería de ø 6 plg x 6m sdr – 41	C/u	0.33
Tapón hembra ø 6 plg sanitario	C/u	3.00
Red de distribución	MI	3,684.00
Excavacion estructural	M3	2,763.00
Relleno y compactacion manual	M3	16.28
Instalacion de tubería	MI	3,684.00
Tubería de ø 1 1/2 plg x 6m sdr – 26	C/u	341.00
Tubería de ø 1 plg x 6m sdr – 26	C/u	350.00
Tubería de ø 1 1/2 plg x 6m hg	C/u	71.00
Tubería de ø 1 plg x 6m hg	C/u	3.00
Pegamento pvc 1/4 galón	C/u	15.00
Adaptador mixto pvc ø 1 1/2"	C/u	72.00
Adaptador mixto pvc ø 1"	C/u	3.00
Accesorios	C/u	18.00
Codo pvc 1" sch 40	C/u	5.00
Codo pvc 1 1/2" sch 40	C/u	5.00
Tee pvc 1" sch 40	C/u	1.00
Tee pvc 1 1/2" sch 40	C/u	1.00
Tapon hembra pvc 1" sch 40	C/u	2.00
Tapon hembra pvc 1 1/2" sch 40	C/u	1.00
Reductor pvc 1 1/2 a 1" sch 40	C/u	3.00
Valvulas de ramales	C/u	10.00
Válvula de bronce compuerta ø 1 ½ plg.	C/u	5.00
Válvula de bronce compuerta ø 1 plg.	C/u	5.00
Adaptador macho pvc ø 1 plg.	C/u	10.00
Adaptador macho pvc ø 1 ½ plg.	C/u	10.00

Actividades	Um	Cant.
Ladrillos	C/u	725.76
Cemento	Bolsa	11.10
Arena	M <sup>3</sup>	1.51
Grava	M <sup>3</sup>	0.38
Acero # 3	Varillas	1.43
Valvulas de aire y vacio	C/u	7.00
Válvula de aire y vacío de pvc ø 3/4 plg	C/u	7.00
Reductor pvc de 1 1/2 a 3/4 plg	C/u	3.00
Reductor pvc de 1 a 3/4 plg	C/u	4.00
Adaptador hembra ø 3/4 plg pvc	C/u	7.00
Tee de ø 1 1/2 plg pvc	C/u	3.00
Tee de ø 1 plg pvc	C/u	4.00
Tubería de ø 3/4 plg x 6m sdr - 17 pvc	C/u	2.00
Tubería de ø 6 plg x 6m sdr - 41 pvc	C/u	2.00
Tapón liso ø 6 plg pvc	C/u	7.00
Valvulas de limpieza	C/u	3.00
Tee pvc ø 1 x 1 x 1 plg. Sch-40	C/u	2.00
Tee pvc ø 1 ½ x 1 ½ x 1 ½ plg. Sch-40	C/u	1.00
Reductor pvc ø 1 x 3/4 plg sch-40	C/u	2.00
Reductor pvc ø 1 ½ x 3/4 plg sch-40	C/u	1.00
Tubo pvc ø 3/4 plg x 6 mt. Sdr-17	C/u	1.50
Adaptador macho pvc ø 3/4 plg.	C/u	6.00
Válvula de pase bronce comp. Ø 3/4 plg.	C/u	3.00
Tubo pvc ø 6 plg x 6 mts, sanitario.	C/u	0.75
Pegamento pvc de 1/4 gln.	C/u	1.00
Cemento.	C/u	1.00
Arena.	C/u	0.30
Grava.	C/u	0.30
Cinta teflón de 3/4.	C/u	2.00
Conexiones domiciliars	C/u	101.00
Tee red pvc ø 1 ½ x ½ plg.	C/u	60.00
Tee red pvc ø 1 x ½ plg.	C/u	41.00
Codo pvc ø ½ plg x 90°	C/u	404.00
Adaptador macho pvc ø ½ plg.	C/u	202.00

Actividades	Um	Cant.
Adaptador hembra pvc ø ½ plg	C/u	101.00
Tubo pvc para niple ø ½ plg x 6 mt.	C/u	25.25
Tubo pvc ø ½ plg x 6 mt. Sdr-13.5	C/u	303.00
Llave de chorro ø ½ plg.	C/u	101.00
Medidor de agua de chorro múltiple.	C/u	101.00
Llave de pase ø ½ plg.	C/u	101.00
Caja de concreto para medidor.	C/u	101.00
Cinta teflón de ¾ plg.	C/u	20.20
Pegamento pvc, 1/4 de galón.	C/u	10.10

Fuente: Elaboración propia

### 3.13. Aspectos legales

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

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de las Cureñas tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

En dependencia de la modalidad del proyecto se realizarán capacitaciones a la junta directiva del CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento), en los temas sobre administración, operación y mantenimiento del sistema de agua del tipo mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE). Por la complejidad del tipo de obra, el ingeniero, residente del proyecto, será el responsable del mantenimiento de su sistema, para brindar conocimientos sobre la operación del sistema.

En el ámbito social, se brindarán conocimientos sobre la administración del sistema de agua como son el montaje de libros contables, recibos de entradas y salidas, facturas; control de materiales, planillas de pago, lectura de

medidores, rendiciones de cuentas, auditorías sociales cada 2 meses y otros. Para la lectura de medidores se capacitarán especialmente a 2 miembros de la directiva o del CAPS para que sean estos los que realicen la actividad de lectura de estos, en cada hogar.

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

Para cada tema de capacitación se utilizarán las cartillas orientadas por Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), sobre la administración del sistema de agua potable.

### **3.14. Participación comunitaria**

El encargado de organizar y dirigir las actividades para la ejecución del proyecto será el CAPS de la comunidad, también se encargarán de garantizar el cuidado y darles buen uso a los materiales. A través de las asambleas la comunidad asumirá el compromiso de aportar la mano de obra para la construcción del sistema, así como conformar su respectivo comité de seguimiento.

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

### 3.15. Costos de funcionamiento y mantenimiento

#### 3.15.1. Costos de funcionamiento y operación

Se consideran en los costos de funcionamiento y operación, los gastos de administración, personal de operación, fondo para reposición, reparaciones en el sistema y recuperación de la inversión.

#### 3.15.2. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua, y los gastos de las restantes instalaciones.

*Tabla 27 Costos de administración*

Descripción	Frecuencia	Mensual	Anual
Responsable	Mensual	1200	14400
Papelería	Mensual	400	4800
Electricidad	Mensual	4745.369	56944.43
<b>Total</b>		<b>6345.369</b>	<b>76144.43</b>

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 28 Costos de operación*

Descripción	Frecuencia	Mensual	Anual
Cloro para potabilizar el agua	Mensual	1816.525	21798.31
<b>Total</b>		<b>1816.525</b>	<b>21798.31</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29 Costos totales de funcionamiento**

Descripción	Mensual	Anual
Costos de administración	6345.369	76144.43
Costos de operación	1816.525	21798.31
<b>Total</b>	<b>8161.894</b>	<b>97942.74</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.15.3. Tarifa

Conociendo los costos totales de funcionamientos del sistema, así como los costos de administración del mismo, se dividirán entre la producción mensual de agua destinada al consumo de la población para determinar la tarifa por rango de consumo del proyecto.

$$Tarifa = \frac{C_T}{CPA}$$

*Ecuación 34 Calculo de Tarifa por rango de consumo*

Donde:

CT: Costo Total anual

CPA: Consumo Promedio Anual

**Tabla 30 Tarifa**

Año	Población	Casas	Consumo LPD	Consumo (M3/Mes)	Costos Mensuales	Consumo Vivienda Mensual	Precio M3/Mes	Tarifa Vivienda	Tarifa Anual
2021	456	101	19516.8	585.504	8161.894	8.12	13.93	113.19236	1358.30831
2022	467	103	19987.6	599.628	8358.7525	8.12	13.93	113.191963	1358.30355
2023	479	106	20501.2	615.036	8527.72167	8.12	13.86	112.587068	1351.04482
2024	491	109	21014.8	630.444	8700.91417	8.12	13.80	112.066136	1344.79363

Año	Población	Casas	Consumo L/D	Consumo (M <sup>3</sup> /Mes)	Costos Mensuales	Consumo	Precio M <sup>3</sup> /Mes	Tarifa Vivienda	Tarifa Anual
2025	503	111	21528.4	645.852	8878.43667	8.12	13.74	111.6244 99	1339.4939 8
2026	516	114	22084.8	662.544	9060.39833	8.12	13.67	111.0423 38	1332.5080 5
2027	529	117	22641.2	679.236	9246.90833	8.12	13.61	110.5431 63	1326.5179 5
2028	542	120	23197.6	695.928	9438.08083	8.12	13.56	110.1223 35	1321.4680 2
2029	556	123	23796.8	713.904	9634.03333	8.12	13.49	109.5782 5	1314.9389 9
2030	569	126	24353.2	730.596	9834.88333	8.12	13.46	109.3069 94	1311.6839 3
2031	584	129	24995.2	749.856	10040.7558	8.12	13.39	108.7287 92	1304.7455 1
2032	598	133	25594.4	767.832	10251.775	8.12	13.35	108.4148 79	1300.9785 4
2033	613	136	26236.4	787.092	10468.0692	8.12	13.29	107.9933 75	1295.9205
2034	629	139	26921.2	807.636	10689.7708	8.12	13.23	107.4753 22	1289.7038 6
2035	644	143	27563.2	826.896	10917.015	8.12	13.20	107.2035 2	1286.4422 4
2036	660	146	28248	847.44	11149.94	8.12	13.15	106.8364 87	1282.0378 5
2037	677	150	28975.6	869.268	11388.6883	8.12	13.10	106.3839 34	1276.6072
2038	694	154	29703.2	891.096	11633.4058	8.12	13.05	106.0079 45	1272.0953 3
2039	711	158	30430.8	912.924	11884.2408	8.12	13.01	105.7043 47	1268.4521 7
2040	729	162	31201.2	936.036	12141.3475	8.12	12.97	105.3247 33	1263.8967 9
2041	747	166	31971.6	959.148	12404.8808	8.12	12.93	105.0178 2	1260.2138 4

Fuente: Elaboración propia

Los costos de operación incluyen los costos de la desinfección del agua, mantenimiento preventivo y correctivo del sistema y los costos por pago del personal de operación y mantenimiento del acueducto.

El costo anual de mantenimiento se ha calculado en función del costo de inversión, que comprende el 0.5% de los montos estimados. De acuerdo a los cálculos realizados, se recomienda para la administración, operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable un costo mínimo por metro cúbico de agua de C\$ 14.00/m<sup>3</sup>, lo que garantizará el sostenimiento del proyecto y permitirá el ahorro suficiente para la reparación

oportuna de los daños durante su funcionamiento. Como consecuencia de la inflación y el aumento en los costos se recomienda revisar y ajustar cada año el valor de la tarifa.

Siguiendo las recomendaciones del INAA se implementó el uso de una Tabla de Tarifa por rango de consumo contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto:

**Tabla 31 Rango de consumo propuesto por el CAPS**

Rango de Consumo m <sup>3</sup>	Costo Domiciliar C\$
0.0-5.0	12.0
5.1- 10.0	12.00
10.0 – 15.00	14.0

La cuota Mínima establecida como pago de tarifa mensual, siendo esta la calculada por el formulador con un monto de C\$60.00 / Mensuales, la cual deberá ser revisada por el CAPS, como mínimo a los dos meses después de estar funcionando el sistema.

## **CAPITULO IV: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

Esta evaluación se realizó con el fin de ver la rentabilidad económica del proyecto, se mostrará un análisis de todos los flujos financieros para determinar la capacidad y rentabilidad del proyecto, también se calcularon todos los costos, los cuales obtuvimos en base al análisis técnico.

Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto, pueden dividirse en áreas como: terrenos, infraestructura.

### **4.1. Vida útil**

La vida útil del proyecto se ha estimado en 20 años, de acuerdo a la vida útil de la infraestructura, según la norma rural (INAA, 1989), de igual modo el proyecto contribuye con el desarrollo de la comunidad, reduciendo enfermedades, eliminando ciclos de recolección de agua y demás factores que aquejan a la comunidad.

### **4.2. Moneda de la evaluación**

La moneda a utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

### **4.3. Inversión del proyecto**

En esta sección se analizan los diferentes factores e instrumentos utilizados en esta obra y los costos de cada uno de dichos factores.

**Tabla 32 Inversión del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Monto en córdobas</b>
Activos fijos	C\$ 891,316.27
Activos diferidos	C\$ 128,500.
<b>TOTAL</b>	<b>C\$ 1,019,816.27</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla cada uno de los montos de inversión mostrados en la tabla anterior.

#### **4.3.1. Activos fijos**

Los activos o bienes tangibles son todos aquellos utilizados en el proceso de transformación de insumos o apoyos a la operación. La inversión total en activos fijos es de C\$ 891,316.27 detallándose cada uno de los activos a continuación.

##### **4.3.1.1. Terrenos**

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Las Cureñas, tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

##### **4.3.1.2. Edificaciones**

Se incluyen todas las actividades de construcción para cada una de las etapas que comprende el proyecto, se detallan cada una de ellas con sus respectivos conceptos y costos a continuación:

**Tabla 33 Costos de edificaciones del proyecto**

Actividad	Costo
<b>Preliminares:</b> Comprende la limpieza inicial y la etapa de trazo y nivelación.	C\$ 10,615.0
<b>Tanque de almacenamiento:</b> Elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable.	C\$ 183,365.49
<b>Caseta de bomba:</b> Elemento diseñado especialmente para la seguridad de los accesorios usados por la bomba, como es la sarta y las válvulas instaladas en ella.	C\$ 60,771.82
<b>Estación de relevo:</b> En esta obra se encuentra lo que es la bomba y accesorios, los cuales se encargaran de impulsar el agua hacia el tanque de almacenamiento.	C\$ 141,116.0
<b>Línea de conducción:</b> La línea de conducción es el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día.	C\$ 45,992.45
<b>Red de distribución:</b> Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos.	C\$ 245,104.46

Actividad	Costo
<b>Conexiones domiciliarias:</b> Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.	C\$ 204,350.45
<b>Total sistema de agua</b>	<b>C\$ 891,316.27</b>

Fuente: Elaboración propia

El total de inversión en edificaciones siendo este el costo más alto de todo el proyecto es de C\$ 891,316.27 córdobas, asumiendo que la mano de obra será un aporte de la comunidad como fue acordado en las asambleas comunitarias.

#### 4.3.1.3. Equipos

Este sistema cuenta con una bomba de 2 HP ubicada en un pozo elegido para abastecer las necesidades de la comunidad.

Los medidores de agua potable serán ubicados en cada conexión domiciliar y los costos de ellos están incluidos en las actividades antes mencionadas.

En fin, el total de los costos fijos es igual a la inversión total en edificaciones de este proyecto.

#### 4.3.2. Activos diferidos

Para el arranque del proyecto es necesario la gestión legal de los terrenos, así como la elaboración de los estudios correspondientes, el costo total de inversión en activos diferidos es de C\$ 128,500.

**Tabla 34 Costos diferidos**

Descripción	Costo
Gastos legales	C\$ 3,500
Estudios previos	C\$ 125,000
<b>Total</b>	<b>C\$ 128,500</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Costos de operación

Se considera un pago anual para el personal que laborará en la operación del sistema de agua potable, papelería e insumos de cloración.

**Tabla 35 Costos de administración**

Descripción	Frecuencia	Mensual	Anual
<b>Responsable</b>	Mensual	C\$ 1200	C\$ 14400
<b>Papelería</b>	Mensual	C\$ 400	C\$ 4800
<b>Electricidad</b>	Mensual	C\$ 4637.42	C\$ 55649.10
<b>Total</b>		<b>C\$ 6204.09</b>	<b>C\$ 74449.1</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36 Gasto de energía eléctrica**

Año	Horas de bombeo por año	Consumo de la bomba	Consumo anual	Precio por Kw	Costo anual
1	4,993.19	1.5	7489.785	7.43	55649.1026

Año	Horas de bombeo por	Consumo de la	Consumo anual	Precio por Kw	Costo anual
2	5,118.02	1.5	7677.03	7.43	57040.332 9
3	5,245.97	1.5	7868.955	7.43	58466.335 7
4	5,377.12	1.5	8065.68	7.43	59928.002 4
5	5,511.54	1.5	8267.31	7.43	61426.113 3
6	5,649.33	1.5	8473.995	7.43	62961.782 9
7	5,790.57	1.5	8685.855	7.43	64535.902 7
8	5,935.33	1.5	8902.995	7.43	66149.252 9
9	6,083.71	1.5	9125.565	7.43	67802.948
10	6,235.81	1.5	9353.715	7.43	69498.102 5
11	6,391.70	1.5	9587.55	7.43	71235.496 5
12	6,551.49	1.5	9827.235	7.43	73016.356 1

Año	Horas de bombeo por	Consumo de la	Consumo anual	Precio por Kw	Costo anual
13	6,715.28	1.5	10072.92	7.43	74841.795 6
14	6,883.16	1.5	10324.74	7.43	76712.818 2
15	7,055.24	1.5	10582.86	7.43	78630.649 8
16	7,231.62	1.5	10847.43	7.43	80596.404 9
17	7,412.41	1.5	11118.61 5	7.43	82611.309 5
18	7,597.72	1.5	11396.58	7.43	84676.589 4
19	7,787.67	1.5	11681.50 5	7.43	86793.582 2
20	7,982.36	1.5	11973.54	7.43	88963.402 2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37 Costos de operación**

Descripción	Frecuencia	Mensual	Anual
Cloro para potabilizar el agua	Mensual	C\$ 1816.525	C\$ 21798.31

<b>Total</b>		<b>C\$ 1816.525</b>	<b>C\$ 21798.31</b>
--------------	--	---------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden pequeños detalles, por ejemplo, rotura de un tubo o el daño de alguna conexión entre otros, los costos propuestos fueron el 2% anual de la inversión total del proyecto para que este sea administrado por el encargado de la administración y funcionamiento del proyecto.

**Tabla 38 Costos de mantenimiento**

<b>Descripción</b>	<b>Costo anual</b>
Mantenimiento	C\$ 20,396.32
<b>Total</b>	<b>C\$ 20,396.32</b>

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de operación anualmente se pueden ver en la siguiente tabla, los que incrementarán según el ritmo de la inflación, que para el cierre del año 2019 fue estimada en 6.13%.

**Tabla 39 Costos Anuales**

<b>Año</b>	<b>Costo Anual</b>
1	116643.73
2	123793.991
3	131382.562
4	139436.313
5	147983.759

6	157055.164
7	166682.645
8	176900.291
9	187744.279
10	199253.004
11	211467.213
12	224430.153
13	238187.721
14	252788.629
15	268284.572
16	284730.416
17	302184.39
18	320708.293
19	340367.712
20	361232.253

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Ingresos

En Nicaragua existe un sistema de organización para la administración del agua que son los Comités de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), en dichos comités se han establecido que las tarifas mínimas mensuales son de 60 córdobas pensando en la sostenibilidad del proyecto.

Siguiendo las recomendaciones del INAA se implementó el uso de una Tabla de Tarifa por rango de consumo contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto:

**Tabla 40 Rango de consumo a utilizar**

Rango de consumo m <sup>3</sup>	Costo domiciliar
0.0-5.0	14
5.1-10.0	15

10.1-15.0	16
-----------	----

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el cálculo de los ingresos aproximados del proyecto, estimando los consumos de la población, utilizando inicialmente el precio propuesto con el uso de las indicaciones de INAA.

**Tabla 41 Ingresos**

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Casas</b>	<b>Consumo (M3/Mes)</b>	<b>Consumo Vivienda Mensual</b>	<b>Precio M3/Mes</b>	<b>Tarifa Vivienda</b>	<b>Tarifa Anual</b>
2021	456	101	585.504	8.12	14.00	113.68	1364.16
2022	467	103	599.628	8.12	14.00	113.68	1364.16
2023	479	106	615.036	8.12	14.00	113.68	1364.16
2024	491	109	630.444	8.12	14.00	113.68	1364.16
2025	503	111	645.852	8.12	14.00	113.68	1364.16
2026	516	114	662.544	8.12	14.00	113.68	1364.16
2027	529	117	679.236	8.12	14.00	113.68	1364.16
2028	542	120	695.928	8.12	14.00	113.68	1364.16
2029	556	123	713.904	8.12	14.00	113.68	1364.16
2030	569	126	730.596	8.12	14.00	113.68	1364.16
2031	584	129	749.856	8.12	14.00	113.68	1364.16
2032	598	133	767.832	8.12	14.00	113.68	1364.16

Año	Población	Casas	Consumo	Consumo	Precio	Tarifa	Tarifa
2033	613	136	787.092	8.12	14.00	113.68	1364.16
2034	629	139	807.636	8.12	14.00	113.68	1364.16
2035	644	143	826.896	8.12	14.00	113.68	1364.16
2036	660	146	847.44	8.12	14.00	113.68	1364.16
2037	677	150	869.268	8.12	14.00	113.68	1364.16
2038	694	154	891.096	8.12	14.00	113.68	1364.16
2039	711	158	912.924	8.12	14.00	113.68	1364.16
2040	729	162	936.036	8.12	14.00	113.68	1364.16
2041	747	166	959.148	8.12	14.00	113.68	1364.16

Fuente: Elaboración propia

Además de los ingresos antes mostrados, habrá un fondo social el cual será de 900 córdobas netos, este fue acordado por el CAPS de la comunidad.

#### 4.7. Análisis de beneficio

##### 4.7.1. Beneficios sociales en cuanto a enfermedades

De los principales beneficios generados por el proyecto es la reducción de enfermedades de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, tos, refriados entre otras. Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones de salubridad, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias de la comunidad a la hora de enfermarse, según datos del Ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4800 anuales cada vez que se enferman, según la Organización Mundial de la Salud cuando un sistema de abastecimiento de este tipo se establece los

beneficios pueden variar desde un 90% a un 60%, si se asume el rango menor del 60% se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

**Tabla 42 Ahorro anual por gastos en enfermedades**

Año	Población	Población que se enferma %	Población que se enferma	Gasto por enfermedad por persona	Gastos totales	Ahorros generados %	Ahorro
0	456	60%	274	4800	1315200	10%	131520
1	467	60%	280	4800	1344000	10%	134400
2	479	60%	287	4800	1377600	10%	137760
3	491	60%	295	4800	1416000	10%	141600
4	503	60%	302	4800	1449600	10%	144960
5	516	60%	310	4800	1488000	10%	148800
6	529	60%	317	4800	1521600	10%	152160
7	542	60%	325	4800	1560000	10%	156000
8	556	60%	334	4800	1603200	10%	160320
9	569	60%	341	4800	1636800	10%	163680
10	584	60%	350	4800	1680000	10%	168000
11	598	60%	359	4800	1723200	10%	172320
12	613	60%	368	4800	1766400	10%	176640
13	629	60%	377	4800	1809600	10%	180960
14	644	60%	386	4800	1852800	10%	185280
15	660	60%	396	4800	1900800	10%	190080
16	677	60%	406	4800	1948800	10%	194880
17	694	60%	416	4800	1996800	10%	199680
18	711	60%	427	4800	2049600	10%	204960

Año	Población	Población que se	Población que se	Gasto por enfermedad	Gastos totales	Ahorros generados	Ahorro
19	729	60%	437	4800	2097600	10%	209760
20	747	60%	448	4800	2150400	10%	215040

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.2. Incremento de actividades productivas

El tiempo ahorrado en el traslado de agua por la población es utilizado para las actividades económicas, se produciría un incremento en los ingresos económicos de las familias beneficiadas. A continuación, se presenta un cálculo de los ingresos que generaría el proyecto en concepto del aumento de las actividades productivas.

**Tabla 43 Actividades productivas**

Incremento de actividades productivas	
Horas perdidas acarreado agua, mensual	30
Costo aproximado de una hora laboral	18
Si la mitad de las horas ahorradas fueran utilizadas en algo productivo tendrían un beneficio monetario anual de:	3240

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8. Flujo neto de efectivo (FNE)

A continuación, se muestra del FNE usando todos los beneficios generados por el proyecto.

**Tabla 44 Tabla de flujo neto de efectivo**

Año	total beneficios	Costos	Inversión	FNE
0			1019816.27	-1019816.27
1	272180.16	116643.73		155536.43
2	278268.48	123793.991		154474.49
3	286200.96	131382.562		154818.40
4	293653.44	139436.313		154217.13
5	300221.76	147983.759		152238.00
6	307674.24	157055.164		150619.08
7	315606.72	166682.645		148924.07
8	324019.20	176900.291		147118.91
9	331471.68	187744.279		143727.40
10	339884.16	199253.004		140631.16
11	348296.64	211467.213		136829.43
12	358073.28	224430.153		133643.13
13	366485.76	238187.721		128298.04
14	374898.24	252788.629		122109.61
15	385154.88	268284.572		116870.31
16	394047.36	284730.416		109316.94
17	404304.00	302184.39		102119.61
18	415040.64	320708.293		94332.35
19	425297.28	340367.712		84929.57
20	436033.92	361232.253		74801.67

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9. Periodo de recuperación de la inversión

Al analizar los indicadores económicos tomando en cuenta los beneficios que aportara a la comunidad el proyecto y la tarifa de pago mensual del servicio de agua, logramos calcular que el periodo de recuperación de la inversión es de 6 años y 8 meses.

#### 4.10. Valor Actual Neto Economico (VANE)

Utilizando la ecuación de Valor actual neto económico se analizó el VANE sometido a un TREMA del 8% y con una tarifa de C\$14 da un resultado de C\$351,023.48 indicando ser un proyecto rentable para la comunidad ya que el resultado es mayor que cero, además analizando la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) da un dio un 14% que al ser mayor que el TREMA indica nuevamente ser un proyecto rentable a la comunidad.

A continuación la ecuación de VANE:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{f_t}{(1+k)^t}$$

*Ecuación 35 Valor actual neto económico*

Donde:

$I_0$ : Inversión del proyecto

K: Interés

n: Número de años

$F_t$ : Flujo de dinero en cada año

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Al finalizar el presente Estudio de Prefactibilidad: Construcción de Mini Acueductos por bombeo eléctrico para La comunidad Las Cureñas, municipio de la Concordia, departamento de Jinotega se concluye que:

- Según el estudio socio económico puede concluirse que toda la población recibe el servicio de agua, pero no potable, más de la mitad de la población afirma que el servicio es malo, ya que se abastecen en su mayoría con pozos por bombeo manual o cosechas de agua. Sobre la calidad, los pobladores han tenido enfermedades relacionadas con la calidad del agua.
- Con la ejecución del proyecto de construcción de Mini Acueductos por bombeo eléctrico para la comunidad de Las Cureñas, se mejoraría la calidad de vida de 456 habitantes. De modo que al final del periodo de diseño (20 años) el total de beneficiados serían 747 habitantes.  
En el diseño se presenta una superficie irregular que debe tenerse en cuenta en el diseño de las líneas de conducción y redes, para evitar sobrepresiones. No obstante, la variación de alturas es favorable para el emplazamiento del tanque de almacenamiento y hace posible que las redes funcionen por gravedad.
- Se estableció los requerimientos técnicos para la construcción del Mini Acueducto, tales como, estudios topográficos, socioeconómico (con la elaboración de encuestas a los pobladores), asignación de dotaciones de la población a servir, proyecciones de población, período de diseño del

sistema, análisis de calidad de agua, sistema de tratamiento y distribución.

- La rentabilidad económica del proyecto en base a los indicadores financieros VAN y TIR, con un tarifa social de C\$ 14 por metro cubico el proyecto resulta rentable, ya que se recuperaría la inversión del proyecto en 6 años y 8 meses.
- Por lo tanto, se concluye que el proyecto “Construcción de Mini Acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad Las Cureñas, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega” puede continuar su estudio y diseño a nivel de factibilidad, para ser analizado dentro del Plan Nacional de Inversión Pública.

## 5.2. RECOMENDACIONES:

Para que el presente proyecto sea ejecutado satisfactoriamente, se deben tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- Será necesario la definición de un sistema de tarifa para implementar el cobro por el servicio basado en el consumo, el cual deberá ser calculado a través de micro medidores instalados en cada acometida.
- Al momento de ejecución se deberá asegurar que las válvulas reguladoras de presión y tanque de almacenamiento propuesto en el diseño, sean correctamente instalados, sin omisión, para que la red opere en condiciones óptimas.
- Se deberá garantizar el cumplimiento mensual, semestral o anual de los planes y recursos financieros necesarios para la sostenibilidad técnica del proyecto, de modo que se asegure el mantenimiento efectivo de los componentes del sistema de agua potable, y cumplir con el período de diseño establecido.
- Se deberá realizar un proceso de sensibilización con la población, capacitaciones y/o charlas de concientización sobre el adecuado uso del recurso natural del agua, así como de la protección en su conjunto del sistema de agua potable.
- Se deberán realizar asambleas con la comunidad para que entre los beneficiarios hagan búsqueda de recursos financieros para iniciar con la obra de agua potable, que es para un servicio beneficioso para todos.

## BIBLIOGRAFÍA

SNIP. (2001). *Guía de formulación y Evaluación de Proyectos de inversión*.

(Abril de 2014). Obtenido de Levantamiento Topográfico.

*Acometida de agua potable*. (s.f.). Obtenido de Diseños Mecánicos, S.A.

*Activo intangible*. (2016). Obtenido de [www.economiasimple.net](http://www.economiasimple.net):  
<http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible>

AMANCO. (2006). *Manual tecnico de tubo sistemas*. Guatemala: AMANCO.

Angarita, R. (s.f.). Obtenido de Fuentes Abastecimiento.

BANCO MUNDIAL. (2012). *Trabajos Técnicos del departamento de Medio Ambiente*. Obtenido de Banco Mundial.

Banco Mundial. (2016). *Guía para la Evaluación Económica y Financiera*.

*Definición de Activos fijos*. (2016). Obtenido de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org):  
<https://es.wikipedia.org/activofijo>

*Definición de Diseño*. (2008). Obtenido de [www.definiciones.com](http://www.definiciones.com):  
<http://conceptodefinicion.de/diseño/>

*Definiciones usuales en Hidráulica*. (1987). Obtenido de Wikipedia.com:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/anexo:definiciones\\_usuales\\_en\\_hidr%C3%A1ulica.#Dotaci.c3.B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/anexo:definiciones_usuales_en_hidr%C3%A1ulica.#Dotaci.c3.B3n).

Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.

Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.

Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.

ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de ENACAL.

ENACAL. (2001). *NTON*. Obtenido de [www.enacal.com.ni](http://www.enacal.com.ni).

- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua*. Obtenido de [www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABCdelagua2.pdf](http://www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABCdelagua2.pdf)
- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el Recurso Agua y su situación en Nicaragua*. Obtenido de [www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABC delagua2.pdf](http://www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABC delagua2.pdf)
- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el Recurso Agua y su situación en Nicaragua*. Obtenido de [www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABC delagua2.pdf](http://www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABC delagua2.pdf)
- FISE. (2007). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2007). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del MAG*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.

- Guía de diseño de proyectos sociales.* (2011). Obtenido de cempreplanes y proyectos:  
<https://sites.google.com/site/disenodeproyectossociales/capitulo-xii>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de abastecimiento en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural.* Managua.
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Obtenido de INAA.
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Obtenido de INAA: <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Obtenido de INAA: <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Obtenido de INAA: <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- INAA. (1999). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Managua: INAA. Obtenido de INAA: <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- INAA. (1999b). *Abastecimiento de agua potable.* Managua: INAA. Obtenido de <https://docs.google.com/file/d/0B3bb-Pp228aLcjc2UUhPV05MWIE/edit>
- Perez, J. (2009). *Definición de Inversión.* Obtenido de <http://definicion.de/inversion/>
- Población de Diseño y Demanda de Agua.* (s.f.).
- Restrepo, F. C. (2006). *Tasa social de descuento.* Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>

- Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*.  
Obtenido de Salud.
- Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*.  
Obtenido de Salud.
- Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*.  
Obtenido de Salud.
- Sauvy, A. (1991). *Estudio de la Población*.
- SNIP. (2001). *Guía de formulación y evaluación de proyectos de inversión*.
- SNIP. (2008). *Metodología Agua*. Obtenido de SNIP:  
<http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaAgua.pdf>
- SNIP. (2008). *METODOLOGIA DE AGUA*. Obtenido de SNIP:  
<file:///C:/Users/Yilmara%20Garcia/Desktop/MetodologiaAgua.pdf>
- Tarifas Vigentes*. (2017). Obtenido de [www.tarifasvigentes.com](http://www.tarifasvigentes.com):  
<http://www.aguasyaguas.com>
- Urbina, G. B. (2010).
- Urbina, G. B. (2013). *Formulación de Proyectos*. Mexico DF: McGraw-Hill.
- Vilar, J. (1992). *Diagnóstico de situación*. Obtenido de Dialnet.