



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

**Monografía**

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE,  
“SELECCIÓN DE BOMBA DEL SISTEMA Y PROPUESTA DE UN TANQUE  
DE MAYOR CAPACIDAD DE MAMPOSTERÍA REFORZADA ENTRE LAS  
PRADERAS Y SAN MARCOS DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD  
CHONTALES”.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Edward Ramón Rivas Castillo

**Tutor**

Ing. Manuel González Murillo

Managua, Diciembre 2018

## Tabla de contenido

<b>Capítulo I – Generalidades</b> .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general: .....	5
1.4.2 Objetivos específicos:.....	5
<b>Capítulo II – Características del sitio de estudio</b> .....	7
<b>Capítulo III – Marco teórico</b> .....	11
3.1 Fuentes de abastecimiento.....	11
3.2 Sistemas de abastecimiento de agua potable. ....	11
3.3 Aguas sub-superficiales.....	11
3.4 Captación. ....	11
3.4.1 Directa: .....	11
3.4.2 Indirecta:.....	12
3.5 Pozos perforados: .....	12
3.6 Estaciones de bombeo .....	13
3.6.1 Generalidades. ....	14
3.6.2 Caseta de control .....	14
3.6.3 Fundaciones de equipos de bombeo.....	14
3.6.4 Equipo de bombeo y motor.....	14
3.6.5 Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo.....	15
3.6.6 Bomba y motor .....	17

3.6.6.1	Parámetros característicos de la bomba:	18
3.6.6.2	Datos para calcular la CTD:	18
3.7	Válvulas	19
3.7.1	Válvula de compuerta	19
3.7.2	Válvula de globo	19
3.7.3	Válvula de limpieza	19
3.7.4	Válvulas de admisión y expulsión de aire:	20
3.7.5	Válvulas de retención o de Check:	20
3.7.6	Válvulas de alivio contra el golpe de ariete	20
3.7.7	Válvulas reductoras de presión.	21
3.8	Energía de los motores	21
3.9	Líneas de conducción	21
3.9.1	Línea de conducción mixtas	22
3.10	Almacenamiento	22
3.11	Tratamiento (potabilización)	22
3.12	Red de distribución	23
3.12.1	Red ramificada o red abierta	24
3.13	Tubería	24
3.14	Accesorios	24
3.14.1	Tee	24
3.14.2	Reducciones	24
3.14.3	Dispositivos de control de transitorios	25
3.14.4	Codos	25
3.14.5	Llaves de chorro	25
3.15	Software EPANET	25

<b>Capítulo IV. – Diseño metodológico</b> .....	27
4.1 Tipo de Investigación.....	27
4.2 Materiales y Métodos. ....	27
4.3 Criterios Técnicos de Diseño.....	27
4.4 Estudio Socioeconómico. ....	28
4.5 Topografía. ....	28
4.6 Población de Diseño.....	28
4.7 Demanda actual y futura del sistema. ....	29
4.7.1 Dotación de Agua. ....	30
4.7.2 Periodo de Diseño. ....	30
4.7.3 Variaciones de Consumo.....	31
4.7.4 Presiones Máximas .....	32
4.7.5 Coeficiente de Rugosidad.....	32
4.7.6 Velocidades permisibles en tuberías. ....	33
4.7.7 Coberturas de Tuberías.....	33
4.8 Diámetro .....	33
4.9 Pérdidas hidráulicas .....	33
4.9.1 Pérdida en la línea de conducción.....	33
4.9.2 Pérdidas locales .....	34
4.10 Red de distribución.....	34
4.11 Demandas nodales.....	34
4.12 Almacenamiento.....	34
4.12.1 Localización de almacenamiento.....	35
4.13 Tratamiento .....	35
4.14 Calculo de equipo bombeo motor.....	37

4.15 Carga total dinámica.....	37
4.16 Presupuesto .....	37
<b>Capítulo V. – Análisis y presentación de resultados.....</b>	<b>39</b>
5.1 Conceptualización del Proyecto .....	39
5.2 Estudio Socioeconómico .....	39
5.3 Estado del sistema de agua, saneamiento e higiene .....	45
5.3.1. Saneamiento .....	46
5.4. Proyección de población.....	46
5.4.1. Tasa de Crecimiento .....	46
5.4.2. Calculo de la proyección de la población.....	46
5.4.3. Demanda actual y futura.....	49
5.5 Dotación de Agua .....	49
5.6 Consumo Promedio Diario.....	49
5.7 Pérdidas de agua en el sistema .....	50
5.8 Consumo institucional .....	50
5.9 Periodo de Diseño .....	50
5.10 Variaciones de Consumo.....	51
5.11 Población Servida.....	51
5.12 Almacenamiento.....	52
5.13 Tratamiento .....	53
5.14 Calculo de Cloración .....	55
5.15 Cálculo de Equipo Bombeo Motor. ....	56
5.15.1 Calculo de Perdidas.....	56
5.15.2 Calculo de Pérdida por válvulas y accesorios. ....	56
5.15.3. Cálculo de Pérdida en la Línea de Conducción.....	58

5.15.4. Carga Total Dinámica.....	58
5.15.5 Calculo de Potencia de la Bomba.....	58
5.15.5.1 Calculo del caudal de bombeo .....	58
5.15.5.2 Calculo de la potencia del motor de la bomba.....	60
5.16 Análisis de la red. ....	62
5.16.1. Presiones Máximas y Mínimas .....	62
5.16.2. Análisis con Consumo Máximo Hora en la Red.....	62
5.16.3. Cero Consumo en la Red .....	63
<b>Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>66</b>
6.1 conclusiones:.....	66
6.2 Recomendaciones:.....	67

## **Bibliografía**

## Índice de ANEXOS

Anexo 1. Organización Comunitaria.....	I
Anexo 2. Parámetros bacteriológicos.....	V
Anexo 3.Figura. Fotos del tanque y el trazado de la línea de conducción.....	XI
Anexo 4 Planos del proyecto.....	XII
Anexo 5 Costo y presupuesto del proyecto.....	XIII

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Relación Diámetro interno del pozo y Caudal de Bombeo.....	15
Cuadro 2. Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal. ....	15
Cuadro 3. Diámetro sarta en relación a un rango de caudal. ....	16
Cuadro 4. Diámetro de la válvula de alivio. ....	16
Cuadro 5.Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas.....	31
Cuadro 6. Tipos de material para conductos.....	32
Cuadro 7. Población de las comunidades Las Praderas y San Marcos.....	39
Cuadro 8. Porcentajes de adultos y niños.....	40
Cuadro 9. Clasificación de la población por sexo.....	41
Cuadro 10.Actividad laboral.....	41
Cuadro 11.Ingreso mensual por familia.....	42
Cuadro 12. Satisfacción de situación actual de la población.....	43
Cuadro 13.Porcentaje de la población que trata y no trata el agua.....	44
Cuadro 14.Crecimiento poblacional.....	46
Cuadro 15.Proyección de consumo de las comunidades Las Praderas y San Marcos.....	47
Cuadro 16.Perdidas por fugas y el consumo institucional.....	50
Cuadro 17.Volumen de almacenamiento.....	52
Cuadro 18. Resultado Análisis Físicoquímico.....	54
Cuadro 19. Resultado Análisis Bacteriológico.....	54
Cuadro 20.Datos del equipo bombeo motor.....	56
Cuadro 21.Cálculo de pérdidas en la columna de bombeo.....	56

Cuadro 22. Perdidas Locales en Descarga. ....	57
Cuadro 23. Perdidas locales en almacenamiento. ....	57
Cuadro 24. Tabla de Resultado de Cloración.....	61
Cuadro 25.Hoja 1- de costo y presupuesto del proyecto.....	XIV
Cuadro 26.Hoja 2- de costo y presupuesto del proyecto.....	XV
Cuadro 27.Hoja 3-de costo y presupuesto del proyecto.....	XVI
Cuadro 28.Hoja 4- de costo y presupuesto del proyecto.....	XVII
Cuadro 29.Hoja 5-costo y presupuesto del proyecto.....	XVIII
Cuadro 30.Hoja 6-costo y presupuesto del proyecto.....	XIX
Cuadro 31.Hoja 7-costo y presupuesto del proyecto.....	XX
Cuadro 32.Hoja 8-costo y presupuesto del proyecto.....	XXI
Cuadro 33.Hoja 9-costo y presupuesto del proyecto.....	XXII

### **Índice de ecuaciones**

Ecuación 1.Potencia de la Bomba.....	17
Ecuación 2.Carga total Dinámica .....	18
Ecuación 3. Población al final del período de diseño. ....	29
Ecuación 4. Tasa de Crecimiento en periodo de diseño expresada en decimal	29
Ecuación 5.CPD (Consumo promedio diario).....	31
Ecuación 6.CMD (Consumo de máximo día) .....	31
Ecuación 7.CMH (Consumo de máxima hora) .....	32
Ecuación 8.Perdidas por fricción (Hazen-Williams).....	33
Ecuación 9. Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min .....	35
Ecuación 10. Volumen de almacenamiento para un día .....	36
Ecuación 11.Caudal de bombeo.....	58
Ecuación 12.Potencia de la bomba .....	59
Ecuación 13.Potencia del motor (Trifásico).....	60
Ecuación 14.Potencia del motor (Monofásico) .....	60

### **Índice de figuras**

Figura 1. Micro localización de la Comunidad las Praderas San Marcos .....	7
--	---



Figura 2. Micro localización de la Comunidad las Praderas San Marcos .....	8
Figura 3. Gráfico de Población de las comunidades Las Praderas y San Marcos .....	40
Figura 4. Grafico de porcentajes de adultos y niños.....	40
Figura 5. Grafico clasificación de la población por sexo.....	41
Figura 6. Grafico actividad laboral.....	42
Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia .....	43
Figura 8. Grafico. Satisfacción de situación actual de la población.....	44
Figura 9. Grafico. Porcentaje de la población que trata y no trata el agua. ....	45
Figura 10. Red de distribución de agua potable las praderas y San Marcos.....	64

# **Capítulo I**

## **Generalidades**

## **Capítulo I – Generalidades**

### **1.1 Introducción**

El acceso al agua potable es uno de los problemas más comunes y el que mayor impacto tiene en el desarrollo socioeconómico de las personas. En Nicaragua, principalmente en las comunidades rurales, es uno de los servicios básicos que más aquejan a la población. Situación que se pronostica con un futuro incierto si el país no aplica políticas enfocadas a minimizar el impacto del cambio climático sobre la disponibilidad y calidad del agua potable.

La inexistencia del servicio de agua potable en la comarca de Las Praderas, San Marcos, El Viscocho, Sta. Ana que pertenece al municipio de La Libertad Departamento de Chontales, no solo representa un problema de salubridad, sino también, un problema social que involucra a todos los sectores públicos de la sociedad civil del municipio ya que se vincula estrechamente a la mala administración del recurso hídrico y a la contaminación medioambiental, derivando en enfermedades de cuadros diarreicos, causadas principalmente por el consumo de agua de calidad cuestionable.

Este estudio monográfico tiene el propósito de proponer el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable que mejore la calidad de vida de los habitantes de las comunidades antes mencionadas. en el presente trabajo se plantea una propuesta de solución donde se tendrá definido ejecutar dicha propuesta específicamente en la comarca de Las Praderas y San marcos donde se encuentran la captación y el tanque actual que se encargan en el cual existe un sistema que tiene 5 años de estar funcionando para abastecer a 4 comunidades el cual ya en esta fecha presenta muchas deficiencia, La Alcaldía del Municipio de la Libertad-Chontales en conjunto con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RCJ) han trabajado en conjunto para elaborar un informe técnico y plantear una solución a este problema que está afectando a estas familias campesinas y los principalmente afectados son los niños.

## **1.2 Antecedentes**

Una de las principales necesidades del ser humano es el consumo de agua potable y de buena calidad, la existencia de este vital líquido permite que se den asentamiento de las familias cerca de los lugares donde se haga fácil obtener el vital líquido.

En esta comarca se realizó un proyecto ejecutado en el año 2009 por la Alcaldía de la Libertad el cual consistía en la perforación de un pozo a una profundidad de 200 Pies para la captación de agua y ubicar un tanque de almacenamiento de agua en el punto más alto para suministrar agua promedio de gravedad para aproximadamente 850 habitantes en ese año de diseño, el principal problema de diseño que surge con el proyecto es utilizar una bomba con una capacidad menor a la sugerida, según la distancia y altura de bombeo hasta el punto más alto donde se ubicaría el tanque.

La población de Kinuma tradicionalmente se ha abastecido de pozos excavados, hasta que en el año 2000, La Alcaldía Municipal con financiamiento del FISE (Fondo de Inversión Social Económico) construyó dos pozos perforados siendo estos administrados por una Directiva comunitaria, que en conjunto con los miembros de la comarca se encargaban de realizar mantenimiento preventivo y correctivo tales como; cambio de mecates y pistones, pintura a la estructura entre otros, con el objetivo de conservar el estado inicial del pozo.

La ausencia total de agua potable en época de verano y últimamente el poco caudal en invierno, ha causado que ambos pozos no abastezcan las necesidades básicas de la comarca, esto obliga a que los habitantes hagan uso de agua de dudosa calidad y posiblemente contaminadas, perjudicando la salud de los comunitarios con un índice de incidencia mayor en los menores de edad y personas de la tercera edad.

### **1.3 Justificación**

El abastecimiento del Recurso Agua, es uno de los mayores desafíos del siglo XXI en cuanto a mejorar la calidad del agua potable y contar con saneamiento básico universal. Hoy en día una inmensa mayoría de las poblaciones rurales carecen de acceso de agua potable, de igual manera, experimentan dificultades en el manejo eficiente de recursos hídricos cada vez más escasos y menos confiables.

En la comarca de Las Praderas y San Marcos, la cobertura del servicio de agua, se hace por medio de un pozo comunitario, es baja en invierno y muy racionada en la época de verano. Viéndose los habitantes forzados a buscar medios alternativos para suplirse de agua potable para su consumo y para sus necesidades domésticas acuden al río Mico, esto representa un alto riesgo social para los habitantes al dejar sus casas solas y caminar largas distancias por caminos sinuosos y campestres, riesgo que aumenta para los niños y niñas en época escolar.

La Alcaldía municipal está sumamente interesada, en que se realicen los estudios pertinentes para abastecimiento de agua potable, debido a la situación crítica que se vive actualmente en este sector, siendo esta, una de las máximas prioridades dentro de los sectores a fortalecer.

En la actualidad la comarca de Las Praderas y San Marcos donde se encuentran la captación y el pozo cuenta con un tanque actual que se encargan de distribuir el líquido el sistema tiene 5 años de estar funcionando para abastecer a 4 comunidades Las praderas, San Marcos, El Viscocho y Sta. Ana, pero? A esta fecha presenta muchas deficiencia, La Alcaldía del Municipio de la Libertad-Chontales en conjunto con la Universidad Nacional de ingeniería apoyaran la realización una propuesta de proponer el diseño de una línea central con longitud de 3.5 km para abastecer a estas comunidades.

Por ello, el motivo de realizar estudios de Abastecimiento de agua potable eficiente y amplio posee un alto grado de importancia ya que es necesario para desarrollar un nuevo enfoque para el manejo de las fuentes hídricas, implementar nuevas tecnologías y propiciar una gestión más integrada de la población con la alcaldía municipal.

En la búsqueda de superar la falta de suministro de agua potable en la comarca mencionada nos enfocamos en la búsqueda de la solución por medio de esta monografía.

Al ejecutar este proyecto de Abastecimiento de Agua potable se estará logrando:

- ❖ Aumentar el Índice de cobertura de agua potable tecnificada en los sectores rurales y por ende el nivel de vida de los habitantes.
- ❖ Eliminar el riesgo que enfrentan a diario los pobladores con el acarreo del vital líquido, siendo los que realizan el trabajo, menores de edad y amas de casa.
- ❖ Garantizar el agua potable en calidad y cantidad.
- ❖ Reducir el índice de enfermedades producidas por el consumo de agua de mala calidad.
- ❖ Contribuir a políticas de desarrollo sostenible medio ambientales para la conservación y protección de las fuentes de agua para beneficio del ser humano, siendo la deforestación uno de los principales causantes de la desaparición de recursos hídricos al igual que el uso indebido de químicos para la contaminación de la misma.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general:**

- ❖ Diseño de la línea de conducción de agua potable, selección de bomba del sistema y propuesta de un tanque de mayor capacidad de mampostería reforzada entre las Praderas y San Marcos departamento de la Libertad Chontales.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

1. Realizar el levantamiento Topográfico para la determinar la ubicación del tanque de almacenamiento y el trazado de la red de agua potable
2. Realizar el estudio socioeconómico de la población por medio de una encuesta.
3. Diseñar la red y demás elementos del sistema de agua potable para las comarcas las Praderas y San marcos.
4. Realizar el análisis hidráulico de los elementos del sistema utilizando el software EPANET.
5. Elaborar los planos constructivos de todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable.
6. Elaborar el presupuesto del proyecto de agua potable

# **Capítulo II**

## **Características del Sitio de Estudio**



## Capítulo II – Características del sitio de estudio

El Municipio de La Libertad, está ubicado en la parte norte del departamento de Chontales, colindando al Norte: con el Municipio Camoapa, sur: San Pedro de Lovago, este: Santo Domingo y El Ayote, oeste: Juigalpa y San Francisco de Cuapa. Fundado entre 1816, con una extensión territorial de 774.55 km<sup>2</sup>. Se localiza en la coordenada 12°12'00" latitud norte y 85°10'00" con altitud promedio 498.85 msnm.

Figura 1. Micro localización de la Comunidad las Praderas San Marcos



Fuente. Google

Figura 2. Micro localización de la Comunidad las Praderas San Marcos



Fuente. Google

La Libertad posee clima tropical húmedo, con precipitaciones anuales de 1,200 - 2,000 mm y temperatura promedio que varía de 24°- 27°C. Es una zona regularmente lluviosa el invierno dura aproximadamente 7 meses iniciando en mayo.

El municipio refleja 1966 viviendas con 1,131 distribuidas en 25 Comarcas y 835 En el Casco Urbano. Con una Población total de 10,870 habitantes, su densidad poblacional total es de 14 habitantes/ kms<sup>2</sup>.

Las principales actividades económicas-sociales del municipio son: Sector Agropecuario, Minería (Au + Ag), Comercio, servicios e infraestructura. La Cabecera Departamental Juigalpa dista a 32 km y Managua la Capital se localiza a 175 km.

En relación con las unidades topográficas y pendiente se encuentran seis tipos, siendo las predominantes aquellos superiores al 15%. En general, en todas las comarcas hay diferentes rangos de pendiente, con amplio predominio de la topografía accidentada.

Los suelos por su textura son en su mayoría arcillosos, arcillosos arenosos, aunque también existen suelos arcillosos, a arcillosos pesados y franco arcillosos.

Hidrográficamente, LA LIBERTAD está ubicada en la cuenca del Río Escondido y algunos afluentes de ríos que desembocan en el Río Grande de Matagalpa ejemplo el Río El Murra. Sus principales ríos son: El Mico, Siquia, Tawa, La Cusuca, Timulí, Kurinwás, El Guineal, y entre las quebradas de invierno y verano sobresalen San Miguel, Kinuma y las Tetillas.

# **Capítulo III**

## **Marco Teórico**

## **Capítulo III – Marco teórico.**

### **3.1 Fuentes de abastecimiento.**

Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados, estas deben ser básicamente permanentes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir, de lo contrario para suplir la demanda, se busca la combinación con otras fuentes para obtener la demanda requerida.

### **3.2 Sistemas de abastecimiento de agua potable.**

Es el conjunto de Infraestructura, Equipos y servicios destinados al suministro de agua para el consumo humano, así como también para uso comercial e industrial, esto con el fin de satisfacer la demanda transportando el agua desde la fuente hasta los hogares.

### **3.3 Aguas sub-superficiales.**

Son aguas de Manantiales y afloramientos, Es el agua que se encuentra bajo la superficie que se infiltra a través de la gravedad en zonas altas y que, por su elevación y pendiente del suelo, pueden reaparecen en la superficie en zonas de menor altura en forma de manantiales y afloramientos.

### **3.4 Captación.**

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente las aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo, durante todo el año, la captación de aguas previstas.

Según la calidad del agua la captación puede ser:

#### **3.4.1 Directa:**

Cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

### **3.4.2 Indirecta:**

Cuando la calidad bacteriológica o la turbidez, ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural del suelo.

### **3.5 Pozos perforados:**

Una perforación es un hueco que se hace en la tierra, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber unos acuíferos y otros no acuíferos. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado, por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos.

Los pozos perforados se construyen cuando los estratos de suelo en la zona de perforación no es posible excavar un pozo a mano y está en dependencia de la formación geológica, particularmente cuando el terreno es rocoso o donde el acuífero se encuentre muy profundo, mayor de 40 m.

Los elementos que constituyen un pozo son:

- a) Rejilla: Es una tubería de tipo ranura da y colocará en las zonas acuíferas o productivas, de interés hidrogeológico.
- b) Ademe: O tubería ciega, es la tubería restante que se ubica en zonas de fracturas, y donde no los estratos no son productivos.
- c) Diámetro de revestimiento: Se determina mediante la selección de la bomba a instalar de acuerdo a la demanda y el diámetro de la tubería de succión.
- d) Diámetro de perforación: El diámetro de perforación del pozo será adecuada al tipo de bomba a utilizar. Se determina a partir del diámetro de revestimiento y empaque de grava recomendado según la hidrogeología del pozo perforado.
- e) Empaque de grava: Se colocará empaque de grava en los estratos de material Suelto y a partir de donde se encontró zona permeable o de producción.

- f) Sello sanitario: El sello sanitario estará en dependencia de la profundidad del nivel de agua y las condiciones sanitarias del área. Se construirá de concreto simple de 2500 psi con el objetivo de obtener mejor estabilidad en las paredes del pozo y evitar contaminación por Infiltración de agua u otras sustancias que drenan en la superficie.
- g) Tubo piezométrico: Este se coloca con el objetivo de medir niveles estático y dinámico del agua. De modo que puede presentar variaciones significativas, de esta manera se puede conocer el tiempo de recuperación de niveles de los caudales.

### **3.6 Estaciones de bombeo**

En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo o de rebombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o la red de distribución.

Para el diseño de la estación de rebombeo se consideran los siguientes aspectos:

- ❖ El equipo de bombeo.
- ❖ Los accesorios complementarios.
- ❖ Las edificaciones y las fundaciones.

### **3.6.1 Generalidades.**

En las estaciones de bombeo, deben considerarse los elementos que la forman, que consiste en:

- ❖ Caseta de protección.
- ❖ Conexiones eléctricas o mecánicas.
- ❖ Conexión de bomba o sarta.
- ❖ Fundación y equipo de bombeo (bomba y motor).
- ❖ Tipo de energía.

### **3.6.2 Caseta de control**

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos de control eléctrico y mecánico.

### **3.6.3 Fundaciones de equipos de bombeo**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 3000 psi.

### **3.6.4 Equipo de bombeo y motor**

Bombas verticales: Los equipos que generalmente se emplean para pozos perforados y fuentes que se encuentren bajo el nivel del tanque de almacenamiento o red de distribución, son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección se deben tomar en cuenta los factores siguientes.

Nivel de bombeo: de acuerdo a las pruebas de bombeo efectuadas al tanque de almacenamiento, red de distribución o a la fuente.

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 según el cuadro 1.



Cuadro 1. Relación Diámetro interno del pozo y Caudal de Bombeo

Diámetro Interno Ademe del Pozo		Caudal de Bombeo	
Pulgadas	mm	Gpm	Lps
6	150	160	10
8	200	240	15
10	250	400	25

Fuente: Saneamiento Básico Rural

### 3.6.5 Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo

El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica.

Cuadro 2. Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal.

Velocidad	Diámetro	Caudal
m/s	mm	Lps
0.75	50	hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: Saneamiento Básico Rural

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención para la selección del diámetro se recomienda en el cuadro 3.

Cuadro 3. Diámetro sarta en relación a un rango de caudal.

Diámetro de la sarta		Rango de Caudal	
Pulgada	mm	Gpm	Lps
2	50	80	5.05
3	75	200	12.6

Fuente: Saneamiento Básico Rural

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

Cuadro 4. Diámetro de la válvula de alivio.

Diámetro de Válvula		Rango de caudales	
Pulgada	mm	Gpm	Lps
3	75	250 a 500	15.8 a
2	50	60 a 250	3.8 a
1	25	60	3.8

Fuente: Saneamiento Básico Rural

**Las sargas deberán llevar:**

- ❖ Medidor maestro.
- ❖ Manómetro con llave de chorro.
- ❖ Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- ❖ Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar la fuerza que actúa en los atraques para obtener un buen diseño.

### 3.6.6 Bomba y motor

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrífugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de usos corrientes dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 125 hasta 200 HP y de mayor capacidad.

Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.20 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba debido a las pérdidas mecánicas.

Las velocidades de operación de los motores varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se usará la fórmula siguiente:

Ecuación 1. Potencia de la Bomba

$$P_B = Q * CTD / 3960$$

Dónde:

$P_B$ : Potencia de la bomba (HP).

$Q$ : Caudal de bombeo (CMD) (gpm).

$CTD$ : Carga total dinámica (pie).

Eficiencia: 70%.

### 3.6.6.1 Parámetros característicos de la bomba:

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

Ecuación 2.Carga total Dinámica

CTD = (Nivel de rebose – Nivel de Bombeo) + pérdidas por fricción y locales en la descarga + Pérdida en la columna de bombeo.

En el término pérdidas en la descarga se incluyen las pérdidas por fricción y las ocasionadas por los accesorios, conocidas como pérdidas locales, las cuales se calculan por dos métodos, una utilizando longitudes equivalentes y calculándola como pérdidas por fricción o utilizando el coeficiente “K” de cada accesorios y utilizando la ecuación  $h_L = K V^2/2g$ .

### 3.6.6.2 Datos para calcular la CTD:

1. Nivel del terreno de la fuente (msnm).
2. Nivel del terreno más nivel de rebose del almacenamiento (msnm).
3. Diferencia de elevación: Diferencia de elevación en metros entre nivel de terreno de la fuente y nivel de terreno más nivel de rebose del almacenamiento.
4. Pérdidas por fricción en la tubería de descarga (m).
5. Pérdidas en la columna de Bombeo (m).
6. Pérdidas locales.

### **3.7 Válvulas**

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de corte y control de flujo, acumulación de aire por llenado y vaciado

De la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

Existen una variedad de válvulas que se colocan en la línea de conducción, cada una tiene una función específica:

#### **3.7.1 Válvula de compuerta**

Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco.

#### **3.7.2 Válvula de globo**

El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

#### **3.7.3 Válvula de limpieza**

Son dispositivos que sirven para extraer los sedimentos que se depositan en las partes bajas de las tuberías. En general la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una tee en línea, a la cual se conecta lateralmente un niple hasta el punto adecuado del desfogue.

Para los casos de las válvulas de expulsión de aire y válvulas de limpieza, estas pueden ser reemplazadas por mecanismos contruidos de manera artesanal, lo cual consiste en colocar un niple de hierro galvanizado en lugar de las válvulas y en cuyo extremo se coloca un tapón hembra de HG que a su vez estas pueden ser operadas manualmente.

#### **3.7.4 Válvulas de admisión y expulsión de aire:**

Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

#### **3.7.5 Válvulas de retención o de Check:**

Su disposición tiene como objetivo en la línea de impulsión impedir que la inversión de la corriente de agua ocasione la rotación inversa del conjunto para preservar el motor de la bomba e impedir el vaciado de la línea de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas. La sarta de bombeo se debe de colocar después del equipo de bombeo y antes de la válvula de cierre y en posición horizontal, una de las razones para esto radica en las labores frecuentes de sostenimiento que esta válvula exige.

#### **3.7.6 Válvulas de alivio contra el golpe de ariete**

En las sargas de bombeo estas se colocan después de la válvula de retención para disipar la sobrepresión que se pueda producir y así proteger el equipo de bombeo y accesorios del golpe de ariete.

### **3.7.7 Válvulas reductoras de presión.**

Las válvulas reductoras/reguladoras fijan la presión aguas abajo al valor deseado por el usuario. Una vez fijada esta presión de salida, se mantiene constante independientemente de las variaciones de caudal y de la presión aguas arriba. Asimismo, cuando el consumo es nulo, la válvula se cierra para mantener esa presión de salida regulada. Si es necesario, el usuario puede cambiar el valor de la presión actuando sobre el tornillo de regulación. No todas las válvulas reductoras de presión del mercado ofrecen esta posibilidad.

Es aconsejable la instalación de un colador para retener los sólidos, como piedras entre otras y así evitar que se dañen u obstruyan las partes internas de la válvula reductora de presión, u otras válvulas, o queden encajados en codos.

### **3.8 Energía de los motores.**

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:

- ❖ Para motores de 3 a 5 HP emplear 1/60/110, energía monofásica.
- ❖ Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220.
- ❖ Para motores mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

### **3.9 Líneas de conducción**

Es el conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de almacenamiento, dependiendo de la configuración del sistema de agua potable, desde donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

### **3.9.1 Línea de conducción mixtas**

Es una combinación de conducción por bombeo en una primera parte y una conducción por gravedad en una segunda parte.

### **3.10 Almacenamiento**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como falta de energía en el equipo de bombeo o reparaciones del mismo, incendios y variaciones de consumo.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- ❖ Tanques apoyados en el suelo.
- ❖ Tanques elevados.

Los tanques de almacenamiento no son solamente una opción sino una herramienta básica para mantener un sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

### **3.11 Tratamiento (potabilización)**

Si la calidad del agua no satisface los requisitos mínimos para ser potable de acuerdo a las normas CAPRE, deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.



La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua. En sistemas donde la calidad física - química del agua es satisfactoria la desinfección muchas veces es el único tratamiento previsto.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, por sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores, también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipoclorito, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipulación del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

### **3.12 Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua, desde el tanque de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos, con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación, de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento, puede determinarse el tipo de red de distribución.

### **3.12.1 Red ramificada o red abierta**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Es usada cuando la topografía, es tal, que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

### **3.13 Tubería**

Es el conjunto de tubos interconectados para formar una tubería principal, con una variedad de diámetros y materiales.

### **3.14 Accesorios**

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de una tubería.

#### **3.14.1 Tee**

Las tee se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción.

#### **3.14.2 Reducciones**

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

### **3.14.3 Dispositivos de control de transitorios**

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones en la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

### **3.14.4 Codos**

Son accesorios de forma curva que sirven para cambiar la dirección del flujo de las líneas de conducción tantos grados como lo especifiquen los planos. Existen codos de noventa grados, de cuarenta y cinco grados, de ciento ochenta grados.

### **3.14.5 Llaves de chorro**

Es el accesorio final que se instala en los servicios públicos, deberán ser de bronce, con rosca macho en un extremo. Esta llave será de ½" diámetro para utilizarse en los puestos públicos o tomas domiciliarias de agua potable.

## **3.15 Software EPANET**

El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas. Si bien fue diseñado para agua potable también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

# **Capítulo IV**

## **Diseño metodológico**

## **Capítulo IV. – Diseño metodológico**

### **4.1 Tipo de Investigación**

Investigación Descriptiva: Se realizó la descripción de la situación Socioeconómica para proponer una alternativa de solución y se ajuste a las necesidades de la comunidad.

Investigación Tecnológica: Se realizó cálculos para el funcionamiento efectivo de la red de distribución, línea de conducción y captación para brindar un servicio eficiente, haciendo uso de normas que establecen los parámetros de diseño.

### **4.2 Materiales y Métodos.**

Para recopilar la información requerida, se usó diversos métodos, tales como:

- ❖ Visita al sitio para obtener todos los datos implicados en las variables de diseño.
- ❖ Revisión bibliográfica, con el fin de manejar la información técnica y legal correspondiente al estudio a realizarse.
- ❖ Encuesta socioeconómica, con el objetivo de identificar el nivel de compromiso de los pobladores con respecto a la propuesta de diseño a implementarse.
- ❖ Se realizó levantamiento topográfico en la zona de estudio con el objeto de conocer los niveles del terreno y hacer el diseño hidráulico de la red optimizando las presiones y velocidades en el sistema.

### **4.3 Criterios Técnicos de Diseño.**

Los criterios que se adoptaron para el diseño del MABE (Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico), los cuales son tomados de las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización de Agua (NTON 09 003-99), Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural publicado por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA – Ente regulador.

#### **4.4 Estudio Socioeconómico.**

Se realizaron visita a la comunidad de san marcos y las praderas y nos reunimos con la Coordinadora para informar los objetivos que conllevan el proyecto y el tipo de proyecto que se formulara. De la misma manera se ejecutara una encuesta en un 100% en la zona del proyecto, con el Objetivo de obtener la información necesaria para el diseño del sistema, tales como: cantidad de habitantes actuales, índice de hacinamiento (habitantes por vivienda), consumo actual de agua, capacidad de pago, entre otras.

El censo poblacional y la encuesta socio económica realizada fueron planificadas con Líderes comunales, Coordinadora y la municipalidad a través del Responsable de Agua y Saneamiento.

#### **4.5 Topografía.**

El levantamiento topográfico se realizara con una “Estación Total Marca SOKKIA Modelo CX-105”. Definiendo la cantidad de 2 BM (Bench Mark) Nombrados de la siguiente manera BM-1 y BM-2 estableciéndolos con coordenadas asumidas para X, Y, Z.

Los BM se ubicaron en sitio fuera de cualquier perjuicio que pueda alterar su posición. La información obtenida para este estudio a través del levantamiento topográfico, es lo suficientemente para realizar cualquier replanteo de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento durante la ejecución del proyecto.

#### **4.6 Población de Diseño.**

La proyección de la población se calculara, por medio de la fórmula del Método Geométrico, que es el método que mejor se asemeja al crecimiento de la población y es el recomendado por las normas del INAA, calculado mediante la siguiente expresión:

Ecuación 3. Población al final del período de diseño.

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

Dónde:

$P_n$  : Población al final del período de diseño.

$P_o$  : Población inicial del periodo de Diseño.

$r$  : Tasa de Crecimiento en periodo de diseño expresada en decimal.

$n$  : Número de años que comprende el período de diseño.

Ecuación 4. Tasa de Crecimiento en periodo de diseño expresada en decimal

$$r = \left( \frac{P_f}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}-1} * 100 (\%)$$

#### **4.7 Demanda actual y futura del sistema.**

##### **a) Consumo Doméstico.**

Establecido el nivel de servicio domiciliario en la comunidad, implica un abastecimiento de agua de mayor nivel de consumo; según normas mínimas del INAA.

##### **b) Consumo Institucional.**

Se considerara la existencia de centros públicos en las Comunidad, tales como: centro escolar de primaria e iglesia; según normas de INAA a centros institucionales les corresponde el 7% del CPD del consumo domiciliario.

### **c) Pérdidas.**

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fuga. Se considerara un porcentaje no mayor de 20% del consumo promedio diario para sistema nuevo, según norma INAA.

### **d) Consumo Promedio Diario**

Se define como el producto de la dotación y la población a servir.

#### **4.7.1 Dotación de Agua.**

Dado que el sistema de abastecimiento de agua potable brindará servicio mediante conexiones domiciliarias, se estimó una cantidad de dotación expresada en (l/p-d) tomando referencias de la norma técnica obligatoria de Nicaragua (NTON).

Se tomó en cuenta estos parámetros:

- ❖ Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd (litros por persona por día).
- ❖ Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
- ❖ Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

#### **4.7.2 Periodo de Diseño.**

Se consideró la vida útil de las estructuras y los equipos de componentes del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad que dificulten realizar la ampliación del proyecto se estima que se alcanzará en un período de 20 años, ver cuadro 5.



Cuadro 5. Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas

Tipo de Componentes	Periodos de Diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de Distribución	15 años

Fuente: Normas técnicas para el Diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

#### 4.7.3 Variaciones de Consumo.

##### a) Consumo promedio diario (CPD).

El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 5.CPD (Consumo promedio diario)

$$\text{CPD} = \text{Dotación} * \text{Habitantes.}$$

##### b) Consumo promedio diario total (CPDT).

El consumo promedio diario total (CPDT) es el resultado de sumar el consumo promedio diario domiciliar, las pérdidas, consumo institucional.

##### c) Consumo máximo día (CMD).

El consumo máximo día (CMD), se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD) según lo establecido por el INAA.

Ecuación 6.CMD (Consumo de máximo día)

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional}$$

#### d) Consumo de máxima hora (CMH)

El consumo máxima hora (CMH), se estimó utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

Ecuación 7. CMH (Consumo de máxima hora)

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional}$$

#### 4.7.4 Presiones Máximas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se definieron como referencia valores para que estas se cumplan dentro del rango permisible en los valores siguientes establecidos por las normas INAA.

- ❖ Presión Mínima: 5.0 mca
- ❖ Presión Máxima: 50 mca

#### 4.7.5 Coeficiente de Rugosidad

Coeficientes de rugosidad de Hazen-Williams para los diferentes tipos de materiales y conductos, ver cuadro 6.

Cuadro 6. Tipos de material para conductos.

Tipos de material del acueducto	Coeficiente de Rugosidad (c)
Tubo de hierro Galvanizado (H°.G°)	100
Tubo de concreto	130
Tubo asbesto cemento	140
Tubo de hierro Fundido (H°.F°)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normas técnicas para el Diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

#### **4.7.6 Velocidades permisibles en tuberías.**

Los valores permisibles son los siguientes:

- ❖ Velocidad mínima = 0.4 m/s.
- ❖ Velocidad máxima = 2.0 m/s.

#### **4.7.7 Coberturas de Tuberías**

Para las zonas de carreteras y caminos con mayor flujo vehicular se recomienda mantener la cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de las tuberías.

#### **4.8 Diámetro**

La selección de los diámetros será según el análisis de la línea de conducción basado en el caudal y gradiente hidráulico.

#### **4.9 Pérdidas hidráulicas**

##### **4.9.1 Pérdida en la línea de conducción**

Para el cálculo de las pérdidas por fricción, en la línea de conducción se utilizará la fórmula de Hazen-Williams.

Ecuación 8. Pérdidas por fricción (Hazen-Williams)

$$hf = 10.675 * \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L$$

#### **4.9.2 Pérdidas locales**

Para definir las pérdidas locales se utilizó el "Método de Longitud Equivalente". El cálculo se realiza comparando la pérdida de carga local correspondiente a un accesorio determinado, a una pérdida por frotamiento producido por una "Longitud Equivalente" de tubería del mismo diámetro.

#### **4.10 Red de distribución.**

Se diseñó para la condición del consumo de la hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM = 2.5 CPD).

El diseño de la red se realizó por el software de análisis de sistemas de distribución de agua potable EPANET.

#### **4.11 Demandas nodales**

Se calcularon en dependencia de la cantidad de viviendas a abastecer en cada tramo, considerando la tasa de nacimiento en cada hogar, dotación per cápita, tasa de crecimiento adoptada y factor consumo humano; el caudal total de ser igual al Caudal máxima hora calculado.

#### **4.12 Almacenamiento.**

Se utilizaron los criterios de diseño de las normas nacionales publicados por el INAA para zona rural que considera dos volúmenes de agua a almacenar para compensar la variación de la demanda de la comunidad y posible emergencia en el cual se estimó los siguientes datos:

Volumen compensador: se estimó un valor de 15% del consumo promedio diario

Volumen de Reserva: se estimó un valor de 20% del consumo promedio diario.

En total la capacidad de almacenamiento es de 35% del consumo promedio diario.

#### 4.12.1 Localización de almacenamiento

Se ubica el tanque de almacenamiento donde los estudios a realizar, indique conveniente, para brindar presiones de servicio correcta.

#### 4.13 Tratamiento

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

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua<sup>1</sup>, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer<sup>2</sup>, la cantidad de solución diluida a agregar esta dada por la siguiente expresión:

Ecuación 9. Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min

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

Donde:

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

B= Dotación de Cloro igual a 1.5 mg/lit

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

C= Concentración de la solución (1 %)

---

<sup>1</sup> Dotación de Cloro

<sup>2</sup> Concentración al 1%

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

Ecuación 10. Volumen de almacenamiento para un día

$$V_{dia} = Volumen\ Dosificador \times \frac{1440\ min}{dia} \times \frac{1lt}{1000\ ml}$$

En el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, por esto es necesario calcular el volumen de solución al 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración que es la que permite calcular la dosificación del aparato clorinador.

Se empleó la siguiente fórmula:

$$V_{12\%} * C_{12\%} = V_{1\%} * C_{1\%}$$

Donde:

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

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

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

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

Despejando  $V_{12\%}$  que el volumen requerido:

$$\frac{1}{12} = \frac{V_{1\%} * C_{1\%}}{C_{12\%}}$$

$$V_{12\%} = V_{1\%} * 1/12$$

#### **4.14 Calculo de equipo bombeo motor**

Las cotas de las alturas de los diferentes estados de los niveles del manto acuífero subterráneo, son los datos usados por el departamento de agua potable de la Municipalidad, valores obtenidos a prueba y error y sustentados de acuerdo al historial de proyectos formulados y ejecutados por la misma. Estos datos son los que se utilizaron para el diseño de la estación de bombeo ya que, se considera por la ubicación de la fuente de este trabajo monográfico, un comportamiento similar del manto acuífero al de los demás proyectos circunvecinos.

#### **4.15 Carga total dinámica**

La carga total dinámica, es la suma de la cota Elevación Pozo-Tanque, Nivel de Bombeo, Pérdida en la columna, Pérdida en la línea de conducción, Pérdidas por válvulas y accesorios.

#### **4.16 Presupuesto**

Se conoció la cantidad de obras de cada una de las actividades a realizar en la ejecución del proyecto, se calcularon los precios de los materiales para la red de distribución y cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable de la misma manera el costo total de todo el proyecto.

A partir del presupuesto se deducirá la rentabilidad, posibilidad y conveniencia de la ejecución de las obras

# **Capítulo V**

## **Análisis y presentación de resultados**



## Capítulo V. – Análisis y presentación de resultados

### 5.1 Conceptualización del Proyecto

Con el objetivo de brindar solución al desabastecimiento de agua potable en la Comunidades Praderas y San Marcos departamento de la Libertad Chontales se propone, el siguiente sistema. La Conducción por Bombeo hasta el tanque de almacenamiento y propuesta de un tanque de mayor capacidad de mampostería reforzada, aplicando cada uno de los criterios técnicos que establecen los parámetros de diseño.

### 5.2 Estudio Socioeconómico

La población de las comunidades Las Praderas y San Marcos es representativamente homogénea. El 54% son personas adultas y un 46 % niños. Se muestra en la figura 4 del gráfico.

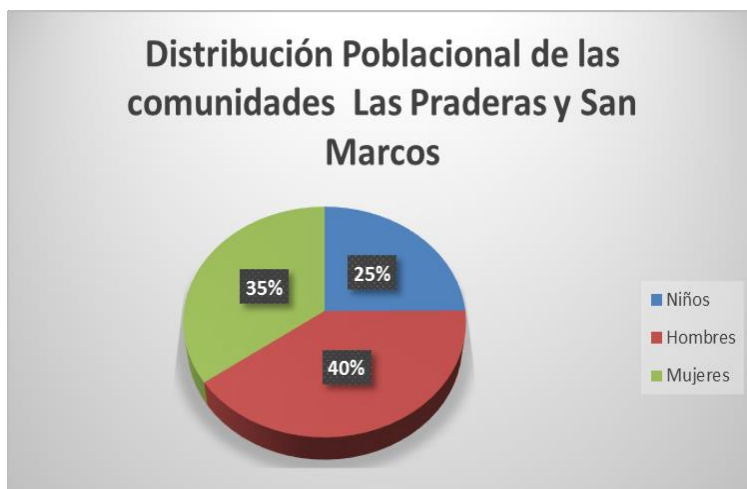
El 58% de los jefes de familia son varones y el 42% mujeres. Se muestra en la figura 5 del grafico La actividad económica predominante, es la de Jornalero con un 35% dedicada a ella, Ganadería 24%, Amas de casa el 23%, agricultura 6% y manifiestan estar Desempleados el 12% de su población. Se muestra en la figura 6 del gráfico.

Cuadro 7. Población de las comunidades Las Praderas y San Marcos

<b>Población de las comunidades Las Praderas y San Marcos</b>		
Niños	212	24,94%
Hombres	340	40,00%
Mujeres	298	35,06%
Total	850	100,00%

Fuente. Propia

Figura 3. Gráfico de Población de las comunidades Las Praderas y San Marcos



Fuente. Propia

Cuadro 8. Porcentajes de adultos y niños

Porcentajes de adultos y niños	
Adultos	54,00%
Niños	46,00%

Fuente. Propia

Figura 4. Gráfico de porcentajes de adultos y niños



Fuente. Propia

Cuadro 9. Clasificación de la población por sexo

<b>Clasificación de la población por sexo</b>		
Varones	493	58,00%
Mujeres	357	42,00%
Total	850	100,00%

Fuente. Propia

Figura 5. Grafico clasificación de la población por sexo



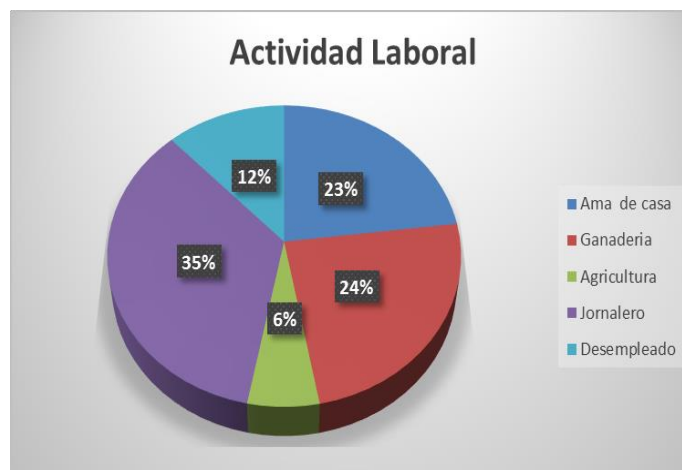
Fuente. Propia

Cuadro 10. Actividad laboral

<b>Actividad laboral</b>		
Ama de casa	196	23,06%
Ganadería	204	24,00%
Agricultura	51	6,00%
Jornalero	297	34,94%
Desempleado	102	12,00%
Total	850	100,00%

Fuente. Propia

Figura 6.Grafico actividad laboral



Fuente. Propia

En el cuadro 10 y figura 6 del grafico se deduce que en la mayoría de los hogares es el hombre el que lleva la responsabilidad de obtener ingresos económicos y es de suponer que las mujeres se dedican en mayor parte a la labor del hogar.

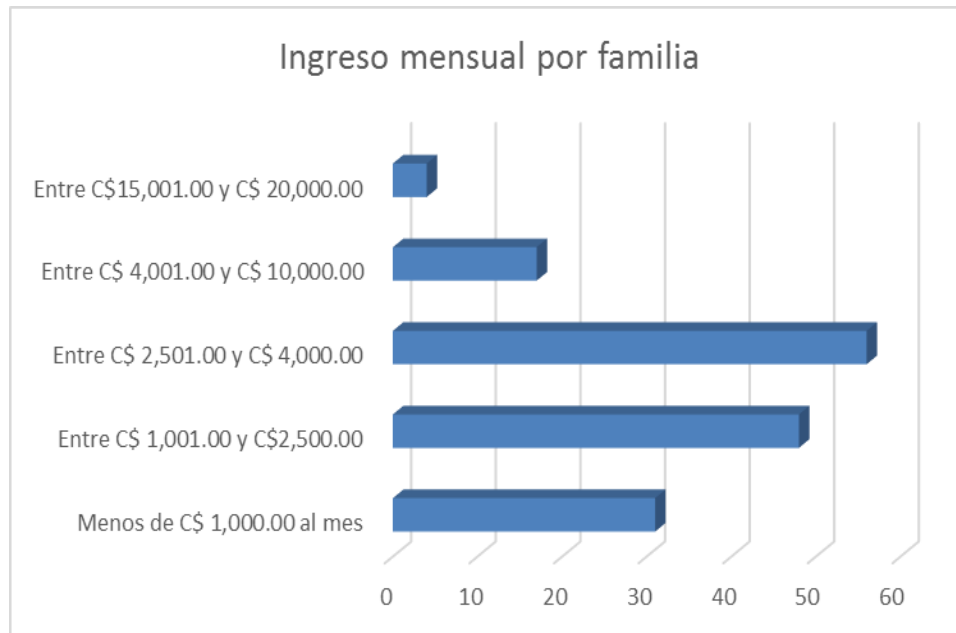
En el cuadro 11 y figura 7 del grafico se muestra el ingreso mensual por familia para un total de 156 viviendas.

Cuadro 11.Ingreso mensual por familia

<b>Ingreso mensual por familia</b>	
<b>Ingreso</b>	<b># de viviendas</b>
Menos de C\$ 1,000.00 al mes	31
Entre C\$ 1,001.00 y C\$2,500.00	48
Entre C\$ 2,501.00 y C\$ 4,000.00	56
Entre C\$ 4,001.00 y C\$ 10,000.00	17
Entre C\$15,001.00 y C\$ 20,000.00	4
<b>Total</b>	<b>156</b>

Fuente. Propia

Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia



Fuente. Propia

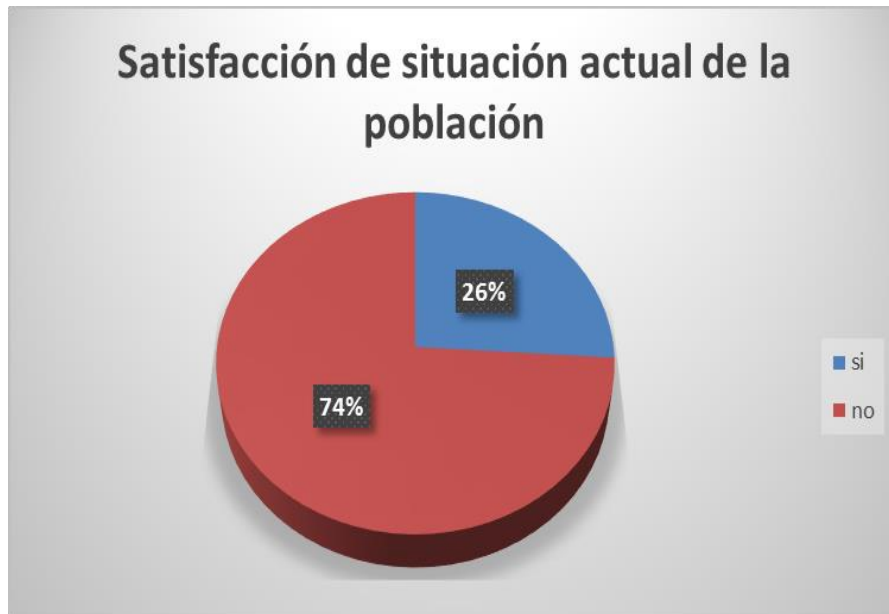
Se muestra en el cuadro 12 y figura 8 del grafico que el 74% de la población manifestó su inconformidad con el servicio de agua actual, contra un 26% que manifiesta sentirse satisfecho. En contra parte, el 95% ha tomado la iniciativa de mejorar el servicio de agua. De esto podríamos deducir que existe la disposición en las familias de las comunidades de apoyar para la construcción, su Administración, Operación y Mantenimiento.

Cuadro 12. Satisfacción de situación actual de la población

Satisfacción de situación actual de la población		
si	221	26,00%
no	629	74,00%
Total	850	100,00%

Fuente. Propia

Figura 8. Grafico. Satisfacción de situación actual de la población



Fuente. Propia

En el cuadro 15 y en la figura 9 del grafico se muestra el porcentaje de la población que si le da y no le da tratamiento al agua, es un ítem de mucha importancia para asegurar que el agua que se reciba este tratada (desinfectada con cloro) debido a que un 84% de la población no trata el agua por ningún medio mientras, que el 16%, manifiesta que si clora el agua. Más allá de esto se debe cultivar y motivar en los pobladores el hábito de mantener en óptimas condiciones la red de distribución, desinfectar el agua en las pilas de almacenamiento y de evitar insalubridades en las instalaciones.

Cuadro 13. Porcentaje de la población que trata y no trata el agua

Porcentaje de la población que trata y no trata el agua		
Si tratan el agua	136	16,00%
No tratan el agua	714	84,00%
Total	850	100,00%

Fuente. Propia

Figura 9. Grafico. Porcentaje de la población que trata y no trata el agua.



Fuente. Propia

### 5.3 Estado del sistema de agua, saneamiento e higiene

El Agua es extraída a través de dos Pozos comunitarios siendo los beneficiarios directos 850 personas. Este servicio es muy deficiente y en invierno, con los primeros días de lluvia, estos colapsan totalmente por la acumulación de sedimentos arcillosos que son arrastrados por las corrientes pluviales y depositados en los pozos debido a que ambos están ubicados a la orilla y en un nivel de terreno más bajo que el de las cunetas naturales de la trocha.

El sector que brinda cobertura la red directamente, es el área donde se concentran el mayor número de hogares, siendo estas ciento cincuenta y seis casas, un centro escolar de educación primaria y una iglesia en 131 solares. Todo esto según el levantamiento realizado para fines de esta formulación, el cual se elaboró de manera exhaustiva, por tanto, las viviendas que estarán conectadas actualmente a este sistema son 156, con un total de 850 habitantes.

Los pozos existentes se pretenden clausurar para que ya no se sigan utilizando.

### 5.3.1. Saneamiento

En la comunidad se observó que todas las viviendas poseen letrinas y en muy buen estado.

## 5.4. Proyección de población

### 5.4.1. Tasa de Crecimiento

Las Praderas y San Marcos son comunidades que posee una población dispersa y no presenta un gran crecimiento poblacional. Su sector con mayor densidad poblacional está ubicado sobre la carretera La Libertad-Santo Tomas.

Tomando como referencia el censo nacional realizado por el INIDE. Se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14.Crecimiento poblacional

MUNICIPIO	CENSO 1995		CENSO 2005		TASA DE CRECIMIENTO	
	POBLACIÓN	%	POBLACIÓN	%	1995-2005	2010-2015
CHONTALES	144,635	100%	153,932	100%	0.6	0.6
Juigalpa	45,807	31.7%	51,838	33.7%	1.2	1.2
La Libertad	9,814	6.8%	11,429	7.4%	1.5	1.5

Fuente. INIDE

Se tomó como valor a representar de la Tasa de crecimiento para Proyección de la Población 2.5%, este valor se encuentra dentro del rango de las normas (2.5 - 4.0%), para poblaciones urbanas y/o rurales en Nicaragua.

### 5.4.2. Calculo de la proyección de la población

La población de diseño de nuestro proyecto se calculó aplicando la fórmula de población al final del periodo de diseño



Cuadro 15. Proyección de consumo de las comunidades Las Praderas y San Marcos

#	Año	Población	Consumo Promedio		Consumo máximo diario		Consumo máxima hora		Viviendas proyectadas
			GPD	LPD	GPM	LPS	GPM	LPS	
0	2018	850	16169	61200	16.84	1.06	28.07	1.77	156
1	2019	871	16573	62730	17.26	1.09	28.77	1.82	160
2	2020	893	16988	64298	17.70	1.12	29.49	1.86	164
3	2021	915	17412	65906	18.14	1.14	30.23	1.91	168
4	2022	938	17848	67553	18.59	1.17	30.99	1.95	172
5	2023	962	18294	69242	19.06	1.20	31.76	2.00	176
6	2024	986	18751	70973	19.53	1.23	32.55	2.05	181
7	2025	1010	19220	72748	20.02	1.26	33.37	2.10	185
8	2026	1036	19700	74566	20.52	1.29	34.20	2.16	190
9	2027	1062	20193	76430	21.03	1.33	35.06	2.21	195
10	2028	1088	20698	78341	21.56	1.36	35.93	2.27	200
11	2029	1115	21215	80300	22.10	1.39	36.83	2.32	205
12	2030	1143	21746	82307	22.65	1.43	37.75	2.38	210
13	2031	1172	22289	84365	23.22	1.46	38.70	2.44	215
14	2032	1201	22846	86474	23.80	1.50	39.66	2.50	220
15	2033	1231	23418	88636	24.39	1.54	40.66	2.56	226
16	2034	1262	24003	90852	25.00	1.58	41.67	2.63	232
17	2035	1293	24603	93123	25.63	1.62	42.71	2.69	237
18	2036	1326	25218	95451	26.27	1.66	43.78	2.76	243
19	2037	1359	25849	97837	26.93	1.70	44.88	2.83	249
20	2038	1393	26495	100283	27.60	1.74	46.00	2.90	256

Fuente. Propia

En el cuadro 15 se muestra la proyección de la población para un periodo de diseño de 20 años utilizando una tasa de crecimiento  $r=2.5\%$ .

CMD=1.74lps

CMH=2.90lps

El consumo de máximo resulto 1.74 lps y el consumo de máxima hora resulto 2.90 lps para beneficiar a 1,393 habitantes (256 viviendas) en el periodo de diseño.

Se pueden enumerar las siguientes observaciones:

1. La población en las comunidades de Las Praderas y San Marcos es inestable, ya que algunas familias temporalmente, emigran a Costa Rica y al casco urbano en busca de empleo en el sector minero.
2. La proyección de la población en las comunidades de Las Praderas y San Marcos hasta el año 2038, con una tasa de crecimiento del 2.5% es bastante adecuada y estaría dentro del margen de seguridad para cumplir con la demanda actual y futura del vital líquido.
3. La cantidad de 850 habitantes a beneficiar con agua potable se obtuvo de censo realizado en el caserío, actividad que contó con la colaboración de los líderes comunitarios y mediante visitas realizadas a hogares previstos a beneficiarse.
4. Es necesario mencionar que 156 Viviendas y 1 escuela son las edificaciones censadas e incluidas para el cálculo de proyección de población debido a lo disperso de las demás viviendas.

### **5.4.3. Demanda actual y futura**

Para el cálculo de consumo de población se basó en la Información recopilada con anterioridad. En cuanto al crecimiento poblacional proyectado la dotación estipulada, por las normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural, se incrementará por un factor estimado de consumo institucional y otro de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, determinando así los consumos del último año del periodo de diseño del proyecto.

### **5.5 Dotación de Agua**

La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural, con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es de 50 - 60 lppd (13.21- 15.85 galones por persona diario).

El análisis y cálculo la dotación estimada será de 60 lppd o 15.85 galones por persona diario.

Establecida la dotación de acuerdo al nivel de servicio domiciliar en las comunidades de Las Praderas y San Marcos implica un abastecimiento de agua de mayor nivel de consumo; según normas mínimas del INAA.

### **5.6 Consumo Promedio Diario**

Se calculó el consumo promedio diario multiplicado la dotación por la cantidad de habitante para el último periodo de diseño.

### **CPD: Dotación \* Habitantes**

El caudal de diseño de la Línea de conducción para el último año del periodo de diseño del proyecto es 100,283 l/día o 1.16 lps.

## 5.7 Pérdidas de agua en el sistema

Pérdidas por Fugas:  $1.1606 \text{ lps} * 20\% = 0.2321 \text{ l/s}$

## 5.8 Consumo institucional

Consumo Institucional:  $1.16 \text{ lps} * 7\% = 0.0812 \text{ l/s}$

Se muestra en el cuadro 16 los cálculos de pérdidas por fugas y el consumo institucional.

Cuadro 16. Pérdidas por fugas y el consumo institucional

Año	Población	Consumo promedio	Pérdidas por fugas 20% (lps)	Consumo institucional 7% (lps)
		LPD		
2038	1393	100283	0.2321	0.0812

Fuente. Propia

## 5.9 Periodo de Diseño

El proyecto se diseñó para un periodo útil de 20 años, que va del año 2018 al año 2038. Período adoptado considerando que este es el tiempo promedio de la vida útil de los materiales usados para cada componente del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad, exceptuando el equipo de bombeo. Para este, se consideró un período de 10 años, debiendo sustituirlo después de este tiempo por otro equipo que satisfaga la demanda final.

## 5.10 Variaciones de Consumo

### Caudales de Diseño

#### a) Consumo máximo día (CMD).

El consumo máximo día (CMD), se estimó un valor utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD) según lo establecido por el INAA.

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional.}$$

$$\text{CMD} = (1.5 * 1.1606 \text{ lps}) + 0.2321 \text{ lps} + 0.0812 \text{ lps} = 2.0542 \text{ lps.}$$

#### b) Consumo de máxima hora (CMH)

El consumo máxima hora (CMH), se estimó un valor utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional.}$$

$$\text{CMH} = (2.5 * 1.1606 \text{ lps}) + 0.2321 \text{ lps} + 0.0812 \text{ lps} = 3.2148 \text{ lps.}$$

## 5.11 Población Servida

De las 156 viviendas que existen actualmente en las comunidades de Las Praderas y San Marcos se beneficiara en un 100% (se incluyen viviendas habitadas y de servicio social (escuela).)

## 5.12 Almacenamiento

Calculo de Volumen de Almacenamiento:

Cuadro 17.Volumen de almacenamiento

#	Año	Población	Consumo Promedio		Pérdidas por fugas 20%(lps)	Consumo institucional 7%(lps)	Almacenamiento		
							35%CPD		
			GPD	LPD	LPS	LPS	Galones	Litros	m³
0	2018	850	16169	61200	0.1417	0.0496	7187.16	27203.40	27.2034
1	2019	871	16573	62730	0.1452	0.0508	7366.84	27883.49	27.88
2	2020	893	16988	64298	0.1488	0.0521	7551.01	28580.57	28.58
3	2021	915	17412	65906	0.1526	0.0534	7739.79	29295.09	29.30
4	2022	938	17848	67553	0.1564	0.0547	7933.28	30027.46	30.03
5	2023	962	18294	69242	0.1603	0.0561	8131.61	30778.15	30.78
6	2024	986	18751	70973	0.1643	0.0575	8334.90	31547.60	31.55
7	2025	1010	19220	72748	0.1684	0.0589	8543.27	32336.29	32.34
8	2026	1036	19700	74566	0.1726	0.0604	8756.86	33144.70	33.14
9	2027	1062	20193	76430	0.1769	0.0619	8975.78	33973.32	33.97
10	2028	1088	20698	78341	0.1813	0.0635	9200.17	34822.65	34.82
11	2029	1115	21215	80300	0.1859	0.0651	9430.18	35693.22	35.69
12	2030	1143	21746	82307	0.1905	0.0667	9665.93	36585.55	36.59
13	2031	1172	22289	84365	0.1953	0.0684	9907.58	37500.19	37.50
14	2032	1201	22846	86474	0.2002	0.0701	10155.27	38437.69	38.44
15	2033	1231	23418	88636	0.2052	0.0718	10409.15	39398.63	39.40
16	2034	1262	24003	90852	0.2103	0.0736	10669.38	40383.60	40.38
17	2035	1293	24603	93123	0.2156	0.0754	10936.11	41393.19	41.39
18	2036	1326	25218	95451	0.2210	0.0773	11209.52	42428.02	42.43
19	2037	1359	25849	97837	0.2265	0.0793	11489.75	43488.72	43.49
20	2038	1393	26495	100283	0.2321	0.0812	11777.00	44575.94	44.58

Fuente. Propia

En el cuadro 17 se muestra los resultados del volumen de almacenamiento para el periodo de diseño da un volumen de  $44.58 \text{ m}^3 \approx 45 \text{ m}^3$

Almacenamiento. Cálculo de capacidad de almacenamiento. El tanque tendrá las siguientes características:

Tanque superficial de cabecera

Tipo de sección externa: Rectangular

Dimensiones internas: 2.50 m x 11.00 m x 1.80 m de altura útil para un volumen de  $44.58 \text{ m}^3 \approx 45 \text{ m}^3$

Mampostería: Concreto de 3000 psi

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

La capacidad del tanque deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

Volumen compensador, se estimará en 15% del CPD.

Volumen de reserva, se estimará igual al 20% del CPD.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Lo que se realizó en el cuadro 17 se muestra al final del periodo de diseño el volumen de almacenamiento.

El almacenamiento se encuentra ubicado topográficamente con una elevación de terreno natural 157.00 m.

### **5.13 Tratamiento**

Análisis fisicoquímico realizado por el laboratorio del Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente de la UNI, aplicada a las muestras de la fuente de las comunidades de Las Praderas y San Marcos. En el cuadro 18 se muestra los resultados de estudio fisicoquímico del agua.

Cuadro 18. Resultado Análisis Físicoquímico

Método SM/EPA	Ensayo realizado	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
visual	Aspecto	No Especifica	Leve Turbidez, Amarillenta, MS	No Especifica
4500-B	Potencial de hidrogeno	pH	7.6	6.5 – 8.5
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	416	400
2130-B	Turbiedad	NTU	2.14	5
2120-C	Color Verdadero	UC	41	15
2320-B	Alcalinidad	Mg/L	215	No Especifica
2320-B	Carbonatos	Mg/L	<0.10	No Especifica
2320-B	Bicarbonatos	Mg/L	215	No Especifica
4500-B	Nitratos	Mg/L	6.1	50
4500-B	Nitritos	Mg/L	<0.009	0.1
4500-D	Cloruros	Mg/L	10.4	250
3500-B	Hierro Total	Mg/L	0.49	0.3
2340-C	Sulfatos	Mg/L	<1	250
2340-C	Dureza Total	Mg/L	139.44	400
3500-B	Dureza Calcita	Mg/L	105.6	No Especifica
3500-B	Calcio	Mg/L	42.32	100
3500-B	Magnesio	Mg/L	8.22	50
3500-X	Manganeso	Mg/L	0.123	0.5
3500-X	Sodio	Mg/L	29	200
3500-C	Potasio	Mg/L	4.87	10
4500-C	Fluor	Mg/L	0.495	0.7

Fuente. Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (UNI)

Cuadro 19. Resultado Análisis Bacteriológico

Método SM/EPA	Ensayo realizado	Unidad	Valor de concentración	Norma CAPRE
9221B	Coliforme Total	NMP/100 ml	$1.1 \times 10^{-3}$	Neg
9221E	Coliforme Fecal	NMP/100 ml	$3.3 \times 10^{-2}$	Neg

Fuente. Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (UNI)



## 5.14 Calculo de Cloración

Volumen Dosificador Diario donde;

$$CMD_{2018} = 1.06 \text{ lps}$$

$$B = 1.5 \text{ mg/lts}$$

$$C = 1\%$$

$$A_{2018} = \frac{(1.5) \times (1.06 \times 60)}{10 \times 1} = 9.54 \approx 10 \text{ ml/min}$$

Volumen de solución al 1 % por un día

$$V_{dia} = 10 \times \frac{1440 \text{ min}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ lt}}{1000 \text{ ml}} = 14.4 \text{ lts}$$

Volumen de solución al 1 % por al mes

$$V_{mes} = 14.4 \text{ lts} \times 30 = 432 \text{ lts}$$

Volumen de Hipoclorito de Sodio al 12 % por mes

$$V_{mes} = \frac{432}{12} = 36 \text{ lts}$$

Volumen de Hipoclorito de Sodio al 12 % por año

$$V_{año} = 36 \times 12 = 432 \text{ lts}$$

El Equipo de cloración será instalado en la caseta de control eléctrico. Este será una Bomba dosificadora de Cloro de 12 GPD Y 150 psi de 1/60/120 voltios.

## 5.15 Cálculo de Equipo Bombeo Motor.

Cuadro 20. Datos del equipo bombeo motor

Altura de almacenamiento	1,80	m
Elevación de terreno natural	157	m
Diferencia (elevación pozo tanque	50,20	m
Nivel estático del agua/pies(NE)	50	pies
Nivel dinámico del agua /pies(ND)	146	pies
Descenso regional 0.7pies /anual (DR)	4,2672	m
Variación estacionaria(VE)	3,048	m
Rebajamiento	29,261	m
<b>Nivel de bombeo =NE+DR+VE+Rebajamiento</b>	<b>51,816</b>	<b>m</b>

Fuente. Propia

### 5.15.1 Calculo de Perdidas.

Se realizó el cálculo de pérdidas en la columna de bombeo multiplicando el 5% al nivel de bombeo. se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Cálculo de pérdidas en la columna de bombeo

Calculo de Pérdidas en la columna de Bombeo es igual a 5% del nivel de Bombeo.	2,591	m
--	-------	---

Fuente. Propia

### 5.15.2 Calculo de Pérdida por válvulas y accesorios.

Longitud Equivalente Descarga	19,45	m
Longitud Equivalente en el Almacenamiento	7,8	m
Longitud Total	455,9	m

Fuente. Propia

Cuadro 22. Perdidas Locales en Descarga.

<b>Pérdidas locales en descarga</b>				
<b>Accesorio</b>	<b>LeqXAcc.(m)</b>	<b>CHW</b>	<b>Cant.Acces</b>	<b>Leq.total(m)</b>
Válvula de pie C/Coladera	20	130	0	0
Cruz salida lateral	0.6	100	0	0
Válvula compuerta	0.3	130	0	0
Válvula de retención horizontal	6.3	130	0	0
Válvula compuerta	0.3	150	2	0.6
Codo de 90°	2.1	150	0	0
Codo de 45°	0.6	150	2	1.2
Tee	0.6	150	1	0.6
Medidor	0.3	130	1	0.3
Válvula de aire	0.3	130	2	0.6
Válvula check	16.15	130	1	16.15
Manómetro de presión	0.3	130	0	0
Entrada a tubería	1.1	150	0	0
Salida de tubería	2.2	150	0	0
Tubería sarta	4.75	150	0	0
<b>Leq.en Descarga(m)</b>				<b>19.45</b>

Fuente. Propia

Cuadro 23. Perdidas locales en almacenamiento.

<b>Pérdidas en la entrada del tanque de almacenamiento</b>				
<b>Accesorio</b>	<b>LeqXAcc.(m)</b>	<b>CHW</b>	<b>Cant.Acces</b>	<b>Leq.total(m)</b>
Codo de 90° 2"	1.5	150	5	7.5
Válvula compuerta 2"	0.3	130	1	0.3
Salida de tubería	2.2	150	0	0
			<b>Total Leq en entrada</b>	<b>7.8</b>

Fuente. Propia

### 5.15.3. Cálculo de Pérdida en la Línea de Conducción.

#### Cálculo del diámetro

<b>Formula de diámetro</b>		1plg	2.54	cm	0.0254	m
Diámetro = 0.9 (Q <sup>0.45</sup> ) m		1m	100	cm		
Q(max.dia)	27.60	gpm	1.74	Lps	0.00174103	m <sup>3</sup> /s
<b>D</b>	<b>0.051594727</b>	<b>m</b>	<b>2</b>	<b>plg</b>		

Fuente. Propia

El diámetro resulto de 2 plg

$$hf: 10.675 * \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L$$

$$hf: 10.675 * \left( \frac{27.60^{1.852}}{150^{1.852} * 2^{4.871}} \right) * 455.9 = 7.233 \text{ m}$$

### 5.15.4. Carga Total Dinámica.

CTD: Dif. Pozo-Tanque + Nivel de Bombeo + Pérdida en la columna + Pérdida en la línea de conducción + Pérdidas por válvulas y accesorios.

$$CTD=50.20 \text{ m} + 51.816 \text{ m} + 2.591 \text{ m} + 7.233 \text{ m} + 27.25 \text{ m} = 139.090 \text{ m}$$

### 5.15.5 Calculo de Potencia de la Bomba

#### 5.15.5.1 Calculo del caudal de bombeo

Ecuación 11.Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_{\text{max.d}}(24/N)$$

Donde:

Q<sub>b</sub>:Caudal de bombeo, lps

Q<sub>max.d</sub>:Caudal máximo diario,lps

N: Número de horas de bombeo.

Calculando el caudal de bombeo tenemos de datos N=16 horas lo que recomienda la norma INAA y el caudal de máximo diario es:1.74lps

$$Q_b=(1.74 \text{ lps})*(24/16)$$

$$Q_b=2.61 \text{ lps}$$

Calculo de la potencia de la bomba:

Datos:

$$Q_b=2.61 \text{ lps}=41.373\text{gpm}$$

$$CTD=139.090 \text{ m}$$

La potencia de la Bomba se calculó por medio de la formula

Ecuación 12.Potencia de la bomba

$$PB: \frac{Q * CTD}{3960 * eficiencia}$$

Q: Es el caudal de consumo máximo día, expresado en GPM.

CTD: Carga total dinámica, expresado en metros.

Eficiencia de la Bomba 70%.

Sustituyendo se tiene:

$$PB= ((41.373)*(139.090))/(3960*0.70)$$

$$PB=2.075 \text{ HP}$$

Se requiere una bomba de 2.075 HP de potencia sin embargo, según las normas INAA, la potencia mínima del equipo de bombeo debe ser de 3 HP, siendo esta la

que más comúnmente se encuentra en el mercado y la de mínima potencia producida por los fabricantes.

#### **5.15.5.2 Cálculo de la potencia del motor de la bomba**

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener, según las normas oficiales vigentes una potencia normal según las formulas siguientes:

Ecuación 13. Potencia del motor (Trifásico)

$H_p(\text{motor}) = 1.3 * H_p(\text{bomba})$  para motores trifásicos

Ecuación 14. Potencia del motor (Monofásico)

$H_p(\text{motor}) = 1.5 * H_p(\text{bomba})$  para motores monofásicos

La potencia de la bomba es:  $P_B = 2.075 \text{ HP}$

Sustituyendo en las ecuaciones siguientes:

$H_p(\text{motor}) = 1.3 * 2.075 \text{ HP}$

$H_p(\text{motor}) = 2.6975 \text{ HP}$

$H_p(\text{motor}) = 1.5 * 2.075 \text{ HP}$

$H_p(\text{motor}) = 3.1125 \text{ HP}$

Por lo tanto usar una bomba de 3 HP con un motor de 3 HP

Cuadro 24. Tabla de Resultado de Cloración.

#	Año	Población	Consumo máximo diario		Dosis diaria ml/min	Volumen solución 1%*Día	Cantidad de solución de 1% X mes(lts)	Cantidad de hipoclorito al 12 % X mes(lts)	Cantidad de hipoclorito al 12 % X año(lts)
			GPM	LPS					
0	2018	850	16.84	1.06	9.56	13.77	413.10	34.43	413.10
1	2019	871	17.26	1.09	9.80	14.11	423.43	35.29	423.43
2	2020	893	17.70	1.12	10.05	14.47	434.01	36.17	434.01
3	2021	915	18.14	1.14	10.30	14.83	444.86	37.07	444.86
4	2022	938	18.59	1.17	10.56	15.20	455.99	38.00	455.99
5	2023	962	19.06	1.20	10.82	15.58	467.38	38.95	467.38
6	2024	986	19.53	1.23	11.09	15.97	479.07	39.92	479.07
7	2025	1010	20.02	1.26	11.37	16.37	491.05	40.92	491.05
8	2026	1036	20.52	1.29	11.65	16.78	503.32	41.94	503.32
9	2027	1062	21.03	1.33	11.94	17.20	515.91	42.99	515.91
10	2028	1088	21.56	1.36	12.24	17.63	528.80	44.07	528.80
11	2029	1115	22.10	1.39	12.55	18.07	542.02	45.17	542.02
12	2030	1143	22.65	1.43	12.86	18.52	555.57	46.30	555.57
13	2031	1172	23.22	1.46	13.18	18.98	569.46	47.46	569.46
14	2032	1201	23.80	1.50	13.51	19.46	583.70	48.64	583.70
15	2033	1231	24.39	1.54	13.85	19.94	598.29	49.86	598.29
16	2034	1262	25.00	1.58	14.20	20.44	613.25	51.10	613.25
17	2035	1293	25.63	1.62	14.55	20.95	628.58	52.38	628.58
18	2036	1326	26.27	1.66	14.91	21.48	644.30	53.69	644.30
19	2037	1359	26.93	1.70	15.29	22.01	660.40	55.03	660.40
20	2038	1393	27.60	1.74	15.67	22.56	676.91	56.41	676.91

Fuente. Propia

### **5.16 Análisis de la red.**

La red de distribución, estará conformada por tubería P.V.C SDR-26 y H°G° con una longitud de 754.15 metros con diámetro de 50 mm. Por las características topográficas que presenta el terreno, el sistema global de la red, se dividió en Doce nodos.

La línea de conducción tiene una longitud 428.69 m con diámetro de 50 mm.

El sistema de la red tiene una válvula reductora de presión, en el nodo 9, para controlar las sobrepresiones en los demás nodos por el suministro de agua y para efectos de mantenimiento y limpieza se instalará 1 válvula de limpieza.

#### **5.16.1. Presiones Máximas y Mínimas**

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó con el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo la condición de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario, obteniendo los siguientes resultados.

#### **5.16.2. Análisis con Consumo Máximo Hora en la Red.**

Al igual que en la condición de cero consumo, para la condición de Consumo Máximo hora, el nodo 8 y 9, es donde se concentran las presiones máximas y mínimas del sistema.

La presión mínima es de 17.54 m y se registra en el nodo 8

La presión máxima es de 46.03 m y se registra en nodo 9

Estos rangos de presiones quedan dentro de los parámetros establecidos por las normas nacionales para proyectos de abastecimiento de agua potable.



### 5.16.3. Cero Consumo en la Red

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo 8 el cual tiene una cota topográfica de 103.65 y la presión es de 17.60 m según el análisis realizado.

El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 9 con una cota topográfica de 111.25 y la presión es de 46.75m.

Para la condición de cero consumos, las presiones de la red, cumplen con los rangos de operación establecidas en las normas nacionales por lo que la tubería propuesta permite un óptimo funcionamiento del sistema.

Las velocidades que presenta el sistema están en los rangos de 0.01 m/s la mínima y la máxima velocidad es de 0.15 m/s. No satisfaciendo los parámetros de las normas nacionales de diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable. Para sortear las deficiencias de las velocidades se proyectaron las siguientes alternativas.

- ❖ Disminuir el Diámetro de los dos nodos más alejados de la red (nodo 1 y 2) y analizarlos como una red secundaria, esto permitirá aumentar las velocidades en contra parte disminuir las presiones (Ver Plano Núm. 14).
- ❖ Construir una plataforma de acero y elevar el tanque de almacenamiento.
- ❖ Agregar una válvula de limpieza.

La opción más viable es colocar una válvula de limpieza en el nodo 5 ya que las otras dos opciones presentan las siguientes desventajas;

- ❖ Si se disminuyen los diámetros en los nodos más alejados de la red (nodo 1 y 2), se convertirían en una red secundaria y está proyectado que la Población crecerá hacia esa dirección, por lo que es conveniente considerar que a futuro se deberán agregar más nodos.

Figura 10.Red de distribución de agua potable las praderas y San Marcos



Fuente.EPANET 2.0

# **Capítulo VI**

## **Conclusiones y Recomendaciones**

## **Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones**

### **6.1 conclusiones:**

Considerando los objetivos planteados, se concluye que el propósito del estudio ha sido alcanzado teniendo los siguientes indicadores:

1. Se realizó el levantamiento topográfico definiendo elevaciones, dimensiones y ubicación de la red de distribución. Se determinó el punto más alto con cota de 157.00 m, así también, la ubicación del tanque de almacenamiento para garantizar las presiones adecuadas en la red que permitan llevar el servicio a todas las viviendas.
2. El estudio de la población con su tasa de crecimiento, brinda los datos suficientes para adoptar la dotación per cápita más adecuada a las necesidades de los pobladores.
3. Los elementos que componen el sistema de agua, fuente, bomba impulsora, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, se diseñaron de acuerdo a los datos arrojados por el estudio y bajo criterios hidráulicos.
4. El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo tomado como referencia las características hidrogeológicas del sitio.

## **6.2 Recomendaciones:**

1. El uso y mantenimiento preventivo del sistema agua potable, es el factor más importante a considerar una vez ejecutado el proyecto, de ello dependerá la eficacia de la inversión, por esto se refleja en este documento la organización comunitaria que garantizaría la buena administración del sistema por parte de los mismos beneficiarios una vez que los demás actores se hayan retirado.
2. La educación en medioambiente y salubridad, mediante capacitaciones periódicas, enfocadas al uso y mantenimiento del sistema de agua, aseo personal y una efectiva organización comunitaria garantizará la vida útil del proyecto y el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores que es el objetivo primordial en este tipo de estudios.

## **Bibliografía.**

1. Alcaldía Municipal de La Libertad-Chontales Dirección de proyectos, Responsable de promotoría social, Área de Catastro.
2. [http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/chontales/la\\_libertad.pdf](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/chontales/la_libertad.pdf).
3. Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) encargado de Agua y Saneamiento de la Alcaldía Municipal de La Libertad-Chontales.
4. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). 1999 Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003-99) Autor: Managua.
5. <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/7.Abastec.yPot.Agua.pdf/view>.
6. Normas CAPRE: Normas de calidad del Agua para consumo humano. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Primera edición revisada marzo 1,994.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1. Organización Comunitaria.**

La Ley N° 722, Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento, tiene por objeto; Establecer las disposiciones para la organización, constitución, legalización y funcionamiento de los Comités de Agua Potable y Saneamiento.

### Organización del Comité de Agua Potable y Saneamiento

La política de la Dirección de Acueductos Rurales está basada en que los proyectos de agua se lleven a cabo, con la participación de la población beneficiada, apoyados estos por un promotor social que, durante el proceso de ejecución, organiza, capacita, educa a la comunidad, motiva e incorpora a la población en cada una de las etapas del proyecto.

Antes de iniciar la construcción se debe organizar un “COMITÉ DE AGUA POTABLE”, que será el responsable directo de la administración, operación y mantenimiento del sistema, el cual debe haber sido previamente capacitado por la unidad ejecutora correspondiente, a fin de que cada miembro conozca sus responsabilidades. Es importante que el Comité reciba capacitación durante y después de la ejecución del proyecto.

### Funciones del comité de agua potable.

1. Representar a la comunidad ante las instituciones del estado, instituciones privadas y alcaldía, en todo lo que tiene que ver con el sistema de agua potable y con el saneamiento básico de la comunidad.
2. Coordinar en todas esas instituciones las actividades que se hagan para mantener y mejorar el sistema de agua potable y saneamiento.
3. Garantizar que el sistema preste un buen servicio a todos los miembros de la Comunidad.
4. Garantizar la buena operación y mantenimiento del sistema.
5. Proponer las cuotas que deben dar los miembros de la comunidad por el servicio de agua y cobrar esas cuotas.



6. Mantener informada a la comunidad sobre las cuotas recibidas y los gastos que haya hecho el comité para las mejoras y mantenimiento del sistema.
7. Proponer a la comunidad los cambios que pueden hacerse en el sistema.
8. Recibir y aprobar las nuevas solicitudes de conexiones que hagan los miembros de la comunidad.
9. Informar sobre el estado del sistema, ya sea que esté bien o tenga algún problema para que todos colaboren en su solución.
10. Ayudar a que se cumplan las reglas de higiene para el uso del agua, las letrinas, y la limpieza en general.
11. Orientar para que toda la comunidad colabore en la conservación y mejoramiento de los recursos forestales en el sitio de ubicación de la fuente, reforestando, Evitando las quemas y tala innecesaria en toda la comunidad.

### **Miembros del CAPS.**

Para un sistema tipo, Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico, debe contar con los siguientes miembros:

#### **Coordinador**

Es el encargado de dirigir las actividades del Comité y de coordinar acciones con otras instituciones vinculadas al agua potable, él o ella será el principal responsable del comité.

#### **Responsabilidades**

1. Representa al Comité de Agua Potable en cualquier gestión del proyecto.
2. Es el principal contacto comunidad – Programa.
3. Organiza, dirige todas las actividades que se realizan.
4. En coordinación con los demás miembros, tiene la autorización de aplicar las sanciones que establezca la comunidad.
5. Participa en talleres, capacitaciones, seminarios que imparte el programa.
6. Es el que dirige las discusiones en las reuniones.
7. Prepara la agenda de la reunión.

8. Les da seguimiento a los acuerdos.
9. Lleva el control de la información y la tendrá actualizada.

### **Vice coordinador**

Es el encargado de apoyar todas las actividades emprendidas por el coordinador, así como representarlo en su ausencia.

### **Responsabilidades**

1. Elabora las invitaciones para asambleas y reuniones.
2. Sirve de apoyo a los demás miembros del Comité.
3. Lleva el control de herramientas y materiales del proyecto.
4. Participa en talleres, seminarios y capacitaciones.

### **Responsable de finanzas**

Es el que lleva el control de todas las entradas y Salidas de dinero y de la captación de recursos materiales para el sistema de Agua potable.

### **Responsabilidades**

1. Es el responsable de la recolección de la tarifa.
2. Organiza actividades para recaudar fondos.
3. Realiza otras tareas que orienta el coordinador.
4. Informa mensualmente a la comunidad sobre el fondo.
5. Es el que realiza las compras de accesorios y herramientas.
6. Participa en talleres, capacitaciones y seminarios.
7. Sirve de apoyo a los demás miembros del Comité.

## **Responsable de salud**

Es el responsable de vigilar por el aseo y limpieza del sistema de agua, también vela por la calidad del agua en coordinación con el programa.

## **Responsabilidades**

1. Orienta y promueve a la comunidad en campañas de higiene y limpieza personal.
2. Participa en charlas educativas de salud.
3. Sirve de apoyo a los demás miembros.
4. Participa en talleres, capacitaciones y seminarios.
5. Implementa el rol de aseo y vela por el cumplimiento.
6. Controla la construcción de las letrinas.

## **Técnicos de operación y mantenimiento**

Son los encargados de operar y cuidar el sistema de agua potable para que éste funcione correctamente, estas actividades debe hacerlas con ayuda de la comunidad y con el apoyo del programa.

## Anexo 2. Parámetros bacteriológicos

### Parámetros Bacteriológicos

ORIGEN	PARÁMETRO (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	En muestras no consecutivas.
	Coliforme Total	Neg	≤4	
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme Total	Neg	≤4	En muestras puntuales. No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (C).
	Coliforme Fecal	Neg	Neg	

Fuente: Normas CAPRE

### 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 3 a 25 °C

Fuente: Normas CAPRE

### Parámetros Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones hidrógeno	Valor de pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	µS/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	-
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100	-
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l	-	10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	-	1000
Zinc	mg/l	-	3.0

Fuente: Normas CAPRE

1. Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.
2. Cloro residual libre.
3. 5 mg/l con base en evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor residual no afecta la salud. Por otro lado cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

### Parámetros para sustancias no deseadas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nitratos-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	25	50
Nitritos-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l		(1)
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.01	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5 <sup>2</sup>
Sulfuro de Hidrógeno	mg/l		0.05

Fuente: Normas CAPRE.

### Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: Normas CAPRE.

**Parámetros para sustancias orgánicas de significado para la salud excepto para plaguicidas.**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alcanos Clorados	
Tetracloruro de Carbono	2
Diclorometano	20
1,2-dicloroetano	
1.2-dicloroetano	30
1.1.1 - Tricloroetano	2000
Elenos Clorados	
Cloruro de vinilo	5
1,1- dicloroetano	30
1,2- dicloroetano	50
Tricloroetano	70
Tetracloroetano	40
Hidrocarburos Aromáticos	
Tolueno	
Xilenos	700
Etilbenceno	500
Estireno	20
Benzo-alfa-pireno	0.7
Bencenos Clorados	
Monoclorobenceno	300
1,2-diclorobenceno	1000
1,3-diclorobenceno	
1,4-diclorobenceno	300
Triclorobenceno	20
Otros Compuestos Orgánicos	
di (2-etilhexil) adipato	80
di (2-etilhexil) ftalato	3
acrilamida	0.5
Epiclorohidrino	0.4
Hexaclorobutadieno	0.5

Fuente: Normas del INAA

### Parámetros para plaguicidas

PARÁMETRO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrin/Dieldrin	0.03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0.2
DDT	2
1,2-dibromo-3,3 cloropropano	1
2,4-D	30
1,2-dicloropropano	20
1,3 dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloroprop	100
2,4-DB	100
2,4,5-T	9
Silvex	9
Mecoprop	10

Fuente: Normas del INAA



## Parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
a- Desinfectantes	
Monocloramina	4000
b- Supproductos de la Desinfección	
Bromato	25
Clorito	200
Clorato	
Clorofenoles	
2-clorofenol	
2,4-diclorofenol	
2,4,6-triclorofenol	200
formaldehído	900
Trihalometanos	
Bromoformo	100
Dibromoclorometano	100
Bromodiclorometano	60
Cloroformo	200
Acidos Acético Clorados	
Ac. monocloroacético	(a)
Ac. dicloroacético	50
Ac. tricloroacético	100
Tricloracetaldehído / cloralhidrato	10
Cloropropanonas	
Haloacetónitrilos	
Dicloroacetónitrilo	90
Dibromoacetónitrilo	100
Bromocloroacetónitrilo	
Tricloroacetónitrilo	1
Cloruro de cianógeno (como CN <sup>-</sup> )	70

Fuente: Norma CAPRE

Anexo 3.Figura. Fotos del tanque y el trazado de la línea de conducción

Tanque en mal estado que se reemplazara por mampostería reforzada



Fuente. Propia

Trazado de la línea de conducción.



Fuente. Propia

# **Anexo 4 Planos del proyecto**

# **Anexo 5 Costo y presupuesto del proyecto**

Cuadro 25.Hoja 1- de costo y presupuesto del proyecto

ETAPA	SUB ETAPA	CODIGO	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U.M	CANTIDAD	TOTAL
310			<b>PRELIMINARES</b>			C\$ 298,078.55
		60195	LEVANTAMIENTO Y ESTUDIO GEOFÍSICO CON ENFOQUE HIDROGEOLÓGICO POR EL MÉTODO GEORESISTIVO	C/U	1	C\$ 182,692.05
	31002		<b>TRAZO Y NIVELACION</b>			C\$ 89,625.93
		93599	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA) (NO INCL.EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	4500	C\$ 89,625.93
	31005		<b>ROTULO</b>			C\$ 25,760.57
		04277	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASEDE CONCRETO REF.	C/U	1	C\$ 25,760.57
320			<b>LINEA DE CONDUCCION</b>			C\$ 484,711.15
	32006		<b>PRUEBAS HIDROSTATICAS</b>			C\$ 1,389.39
		93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA300 m PARA PROY. A. P.	C/U	2	C\$ 1,389.39
	32008		<b>TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO</b>			C\$ 392,847.67
		96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	402	C\$ 61,099.35
		94014	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	145	C\$ 30,527.42
		92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	343	C\$ 301,220.91
	33025		<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>			C\$ 90,474.09
		94366	UNION MALEABLE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"	C/U	4	C\$ 4,187.75
		04746	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. PARA CODO DE 2" ó3"(INCL.EXCAVACION, ACARREO, Etc.)	C/U	30	C\$ 42,237.64
		94977	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	3	C\$ 31,591.90
		04758	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. +CONCRETO DE 3000 PSI+PAREDLADR CUARTO.80x0.80,H=0.60	C/U	3	C\$ 11,348.89
		96394	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	C\$ 295.85
		94972	ADAPTADOR HEMBRA DE PVC Diám.=2"	C/U	1	C\$ 58.61
		95377	ADAPTADOR MACHO DE PVC Diám.=2"	C/U	7	C\$ 753.45
330			<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>			C\$ 1,120,719.82
	33007		<b>PRUEBAS HIDROSTATICAS</b>			C\$ 14,685.06
		93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA300 m PARA PROY. A. P.	C/U	21	C\$ 14,685.06
	33010		<b>TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO</b>			C\$ 955,323.27
		96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	6285.5	C\$ 955,323.27
	33025		<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>			C\$ 150,711.50
		04746	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. PARA VALVULAS (NO INCL. EXCAVACIÓN NI ACARREO)	C/U	29	C\$ 5,439.06

Fuente. Propia

Cuadro 26.Hoja 2- de costo y presupuesto del proyecto

		92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	C/U	44	C\$	7,727.69
		94963	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	14	C\$	64,061.00
		96448	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3/4" (ROSCA MACHO)	C/U	8	C\$	24,198.77
		94963	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION), PARA LIMPIEZA	C/U	6	C\$	18,798.76
		04162	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO PVC Diám. = 6", (SDR - 41)(NO INCL. EXC)	C/U	28	C\$	30,486.22
<b>325</b>			<b>PILAS ROMPE PRESIÓN</b>			<b>C\$</b>	<b>121,406.94</b>
	<b>32503</b>		<b>PILA ROMPE PRESION</b>			<b>C\$</b>	<b>29,010.36</b>
		04221	CAJA (PILA ROMPE PRESION) DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. DE Ancho=0.70m,Largo=1.05m,Alt.=1.00m(INCL.	C/U	2	C\$	29,010.36
	<b>32505</b>		<b>TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS</b>			<b>C\$</b>	<b>92,396.59</b>
		96161	VALVULA DE BOYA (FLOTADOR) DE CONTROL DE NIVEL DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2	C\$	21,060.07
		92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 2"	C/U	4	C\$	43,209.71
		96073	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.=2"	C/U	2	C\$	10,118.58
		94370	TAPON HEMBRA DE HIERRO GALVANIZADO Diám. = 2"	C/U	2	C\$	429.72
		92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	8.38	C\$	7,359.27
		96455	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"x 2" x 2"	C/U	2	C\$	1,636.32
		94966	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2	C\$	326.20
		94972	ADAPTADOR HEMBRA DE PVC Diám.=2"	C/U	2	C\$	117.21
		93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	4	C\$	1,818.27
		03306	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" Alt.=1.20(NO INCL EXC NI ACABADOS) (NO INCL. VALVULA)	C/U	6	C\$	5,195.92
		02099	REF. PARA VALVULAS (NO INCL. EXCAVACION, NI ACARREO)	C/U	6	C\$	1,125.32
<b>335</b>			<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>			<b>C\$</b>	<b>1,681,231.22</b>
	<b>33501</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>			<b>C\$</b>	<b>10,682.85</b>
		95477	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE PIEDRA BOLON A 6 KMS, INCL. CARGA MANUAL (NO INCL. COSTO DE P.BOL	M3	5.1552	C\$	1,298.92
		95547	BOTAR (CON CAMION PLATAFORMA) TIERRA SOBROANTE DE EXCAVACION A 1 KM (CARGA MANUAL)	M3	31.3716	C\$	3,372.68
		96129	RELLENO MANUAL DE MATERIAL SELECTO DEBAJO DE FUNDACIONES (INCL. COSTO DE MATERIAL)	M3	3.1104	C\$	753.65
		92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	2.0448	C\$	265.87

Fuente. Propia

Cuadro 27.Hoja 3-de costo y presupuesto del proyecto

	03508	MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES CON ARENA (INCL. ACARREAR TIERRA SUELTA)	M3	5.1552	C\$	4,991.73
<b>33511</b>		<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>			C\$	<b>1,651,033.57</b>
	92007	CONCRETO DE 3,500 PSI (CON MEZCLADORA) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	7.368	C\$	46,987.82
	92388	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M2	43.08	C\$	19,459.07
	94356	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. > AL No. 4	LBS	6034.66758	C\$	259,347.15
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	371.353275	C\$	14,332.81
	92121	ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)	LBS	14817.1522	C\$	904,765.46
	92236	PINTURA ANTICORROSIVA (INCL. 2 MANOS: 1 DE TALLER y 1 INSTALADO)	M2	208.363329	C\$	27,338.45
	94558	TANQUE DE PLASTICO Cap.=15,000 LITROS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA CON UN CONECTOR CON ROSCA DE POLIPROPILENO	C/U	2	C\$	309,238.26
	92119	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METALICA	M2	34	C\$	15,027.72
	03145	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" (INCL UN BLOQUE DE REACCIÓN)	C/U	2	C\$	26,024.79
	92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	20	C\$	17,563.90
	04758	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. +CONCRETO DE 3000 PSI+PAREDLADR CUARTO.80x0.80,H=0.60	C/U	2	C\$	7,565.93
	93873	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 3"	C/U	1	C\$	1,563.95
	93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	C/U	4	C\$	1,818.27
<b>33508</b>		<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>			C\$	<b>19,514.79</b>
	92066	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	ML	68	C\$	18,263.82
	93056	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	1	C\$	1,250.96
<b>340</b>		<b>FUENTE Y OBRAS DE TOMA</b>			C\$	<b>2,203,299.45</b>
<b>34001</b>		<b>OBRAS DE CAPTACION</b>			C\$	<b>679,003.64</b>
	95027	TUBERIA RANURADA DE PVC Diám.=8" (SCH-40) INSTALADA EN POZO CON MAQUINAROTATIVA CON MARTILLO	PIE	80	C\$	57,862.07
	95026	TUBERIA CIEGA DE PVC Diám. =8" (SCH-40) INSTALADA EN POZO CON MAQUINA ROTATIVACON MARTILLO	PIE	120	C\$	72,011.04
	95029	PERFORACION DE POZO CON MAQUINA ROTATIVA Diám. = 8" A 12" EN T. EXTREMADUREZA	PIE	200	C\$	436,687.72
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL FUNDIDA)	M3	1	C\$	5,527.99
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	1	C\$	444.60
	93257	FILTRO DE PIEDRA TRITURADA (GRAVA) TAMAÑO DE½"(13 mm) y ¾" (Vol.=2.00 m3) CON SUDREN DE TUBO DE PVC(SDR-26) Diám.=4"(CONSTRUIDO MANUAL)	M3	2.4	C\$	6,974.61

Fuente. Propia

Cuadro 28.Hoja 4- de costo y presupuesto del proyecto

	02347	SELLOS SANITARIOS CON GRAVILLA DE RIO Y RELLENO DE MATERIAL SELECTO (INCL. ACARREO DE MAT@ 3 KMS)	PIE	20	C\$	5,259.78
	04996	BLOQUE DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. Ancho 1=1.00m,Ancho 2=1.00m,Alto=1.00m(NO INCL. FORMALETA)(NO INCL. EXC.)	C/U	1	C\$	5,741.20
	95915	PLATO (PLATINA) CUADRADA DE ACERO DE 16" CON ORIFICIO Diám.=4", Esp.=1" CON CUELLO P/SOPORTE DE EQUIPO	C/U	1	C\$	9,987.00
	94646	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 20 HP,3/60/230 V y PLANTA GENERADOR ELECTRICO Potencia=5 KVA) ESCALONADA	HRS	48	C\$	73,296.30
	93273	DESINFECCION (CON HIPOCLORITO DE SODIO) Y LIMPIEZA DE POZO A CIELO ABIERTO (INCL. BOMBA DE SUCCION)	GLB	1	C\$	5,211.34
	<b>34002</b>	<b>ESTACION DE BOMBEO</b>			C\$	<b>485,075.16</b>
	97177	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 7.5 HP, Q= 20 GPM CTD = 1200', 1/60/230	C/U	1	C\$	153,117.14
	92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 2" (C/C/U)	C/U	2	C\$	21,604.85
	95849	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" PARA COLUMNA DE DESCARGA	ML	48	C\$	51,294.10
	96448	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3/4" (ROSCA MACHO)	C/U	1	C\$	3,024.85
	97180	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" (PRESIÓN DE TRABAJO 16 BAR), EXTREMOS BRIDADOD	C/U	1	C\$	16,503.12
	97179	VALVULA DE ALIVIO RAPIDO Diam = 2", 73Q (PILOTO 5-25 BAR), EXTREMOS BRIDADOS (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	C/U	1	C\$	133,385.80
	97167	MANOMETRO HIDRAULICO TUBO BOURDON ( carcasa de acero inoxidable) presión de trabajo = De 0 a 500 PSI, con dial circular Diam = 2", lectura en doble escala	C/U	1	C\$	2,473.43
	97781	MEDIDOR MAESTRO DE HIERRFO FUNDIDO Dian = 2" PARA AGUA POTABLE (INCL. BRIDAS) (CLASE METROLÓGICA B), Q NOMINAL = 15 m3/h	C/U	1	C\$	33,351.00
	97163	CRUZ HIERRO FUNDIDO DE 2" X 2"	C/U	1	C\$	10,464.01
	97164	CODO DE HIERRO FUNDIDO DE 2" X 45°	C/U	2	C\$	7,864.11
	97165	ABRAZADERA HIERRO FUNDIDO DE 2" X 1 1/2"	C/U	2	C\$	5,743.27
	97174	FLANGE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" DE 4 HOYOS (NO INCLUYE PERNOS DE FIJACION)	C/U	12	C\$	21,445.33
	97175	KID PARA FLANGE DE Diam = 2" (INCL. EMPAQUE NBR-CAUCHO, PERNOS Diam = 5/8", L = 2 1/2" + TUERCAS) (NO INCLUYE FLANGE)	C/U	12	C\$	8,660.58
	97169	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.10 m (INCL. HILOS)	C/U	4	C\$	2,428.09
	97173	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.13 m (INCL. HILOS)	C/U	1	C\$	713.64
	97170	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.15 m (INCL. HILOS)	C/U	1	C\$	768.99
	97171	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.20 m (INCL. HILOS)	C/U	1	C\$	930.96

Fuente. Propia



Cuadro 29.Hoja 5-costo y presupuesto del proyecto

	97172	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.25 m (INCL. HILOS)	C/U	1	C\$	1,140.12
	97168	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.30 m (INCL. HILOS)	C/U	3	C\$	3,481.60
	97166	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.60 m (INCL. HILOS)	C/U	3	C\$	6,680.18
<b>34003</b>		<b>CASETA DE CONTROL</b>			<b>C\$</b>	<b>136,143.20</b>
	92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	C\$	718.76
	92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	9	C\$	1,170.18
	95502	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 8 KMS,CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACION)	M3	9	C\$	2,517.05
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	849.56	C\$	32,789.74
	92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	849.56	C\$	3,107.01
	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	3.33	C\$	18,408.22
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	3.33	C\$	1,480.51
	92091	PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 0.15m(6")x0.20m(8")x0.40m(16") DE 3 HOYOS SIN SISAR (USANDO GUIAS DE MADERA ROJA)	M2	17	C\$	12,515.07
	92388	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M2	9.1544	C\$	4,135.01
	92345	FORMALETA DE MADERA PINO PARA VIGAS	M2	9.17352	C\$	5,164.78
	92346	FORMALETA DE MADERA PINO PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M2	3	C\$	1,407.71
	93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M2	21.32792	C\$	1,066.01
	92119	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METALICA	M2	19.303	C\$	8,531.77
	92121	ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)	LBS	163.26	C\$	9,968.99
	93150	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M2	2	C\$	1,646.82
	95178	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	ML	12.81	C\$	3,867.76
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	19.56	C\$	6,402.57
	92160	PIQUETEEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M2	35.26	C\$	1,548.30
	93622	ACABADO FINO LLANETEADO EN LOSA DE CONCRETO	M2	11.55	C\$	1,516.23
	93236	PUERTA DE MADERA (ROJA) SOLIDA DE 1.00mx2.10m CON MARCO DE MA+BISAGRAS+CERRA+CELOSIAS 0.20m(NO INC.P	C/U	1	C\$	14,354.28
	04234	VENTANA ABATIBLE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Espesor=3 mm(INCL. BISAGRAS+PASADOR)(INCL. PINTURA CON BARNIZ	M2	0.675	C\$	3,047.08
	92236	PINTURA ANTICORROSIVA (INCL. 2 MANOS: 1 DE TALLER y 1 INSTALADO)	M2	5.94	C\$	779.36
<b>34005</b>		<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>			<b>C\$</b>	<b>843,252.23</b>
	95081	AISLADOR DE TORNILLO DE PORCELANA	C/U	1	C\$	163.81

Fuente. Propia

Cuadro 30.Hoja 6-costo y presupuesto del proyecto

	96460	AISLADOR DIELECTRICO PARA CONTACTOS DE ARRANCADORES (Presentación en spray) Contenido = 400 ml	C/U	1	C\$	1,277.66
	92648	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN #4 AWG-R	ML	10	C\$	1,616.86
	92270	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN Cal.#12 AWG	ML	100	C\$	3,794.16
	93811	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	C\$	324.24
	94043	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 7.5 HP, 1/60/230 v CON TODAS SUS PROTECCIONES	C/U	1	C\$	89,356.53
	97178	CAJA DE CONTROL PARA BOMBA SUMERGIBLE DE 7.5 HP , Q = 20 GPM, CTD = 1200 PIES, 1/60/230 V	C/U	1	C\$	24,748.05
	93641	DE PORCELANA REDONDO (NO INCL. CAJA DE REGISTRO)	C/U	3	C\$	1,733.45
	92558	BREAKER DE 1 POLO x 20 AMPERIOS	C/U	4	C\$	2,295.29
	92918	BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS	C/U	1	C\$	5,974.58
	92698	BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS	C/U	1	C\$	1,081.86
	92734	BREAKER DE 2 POLOS x 30 AMPERIOS	C/U	1	C\$	1,095.26
	95209	BREAKER DE 2 POLOS x 90 AMPERIOS	C/U	1	C\$	3,276.57
	93562	CABLE ELECTRICO ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced-Conductor de Aluminio con	ML	1388.1	C\$	158,620.07
	94838	CABLE ELECTRICO DE COBRE TSJ (Thermoplastic Screened Jacket) 2x12 AWG	ML	12	C\$	1,236.37
	95598	#3X6 AWG	ML	16	C\$	1,282.42
	92677	CABLE ELECTRICO DE COBRE PROTODURO TGP #3X12(600 VOLTIOS)	ML	10	C\$	1,873.23
	94995	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #1/0 AWG	ML	30	C\$	6,100.35
	94997	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #2	ML	20	C\$	3,164.95
	92267	GALVANIZADO DE 2" X 4", 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	3	C\$	939.46
	92266	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 4" X 4" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	6	C\$	2,725.08
	94341	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 6" X 6" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	1	C\$	819.06
	92268	ALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=½" (INCL. BRIDAS DE EMT)	ML	30	C\$	2,369.82
	93324	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	ML	4	C\$	336.07
	92694	CANALIZACION CON TUBO DE EMT Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	ML	2	C\$	420.19
	95545	PELIGRO	ML	100	C\$	502.96
	95597	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= ½"	C/U	8	C\$	448.25

Fuente. Propia

Cuadro 31.Hoja 7-costo y presupuesto del proyecto

	95210	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= 1½"	C/U	3	C\$	263.22
	94340	CODO RADIO LARGO (ó CURVA) DE PVC Diám.= 3/4"	C/U	1	C\$	99.64
	94844	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=½"	C/U	6	C\$	317.59
	95686	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=3/4"	C/U	1	C\$	52.61
	371004	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE 1/0 - 1/0 AWG, CAJA #4	C/U	3	C\$	255.18
	93820	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	11	C\$	54,439.11
	94084	TRANSFORMADOR MONOFASICO (NO INC. TRANSF.)	C/U	1	C\$	18,674.91
	94433	ESTRUCTURA ELECTRICA HA-100 B/C 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	3	C\$	23,231.69
	93753	ESTRUCTURA ELECTRICA J-30: UNIDAD DE CONSTRUCCION SECUNDARIA	C/U	1	C\$	1,885.69
	94575	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-601/C: MONTAJE MONOFASICO, ALINEAMIENTO ANGULO 0° á 5°	C/U	1	C\$	3,735.12
	94578	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-604/C: MONTAJE MONOFASICO, LINEA CON ANGULO DE 61° á 90°	C/U	1	C\$	14,538.49
	94579	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-605/C: MONTAJE MONOFASICO - FIN DE LINEA	C/U	1	C\$	7,443.28
	94597	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-606/C: MONTAJE MONOFASICO DOBLE TERMINAL	C/U	1	C\$	16,596.81
	94431	ESTRUCTURA ELECTRICA PR-101 C TIERRA 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	2	C\$	4,134.10
	92804	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-5: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	1	C\$	3,428.76
	93832	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-6: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	5	C\$	35,470.62
	94339	P/TRANSFORMADOR MONOF. 14.4/24.9KV(S)/TRANSF.	C/U	1	C\$	14,636.11
	92740	CON VARILLA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8')	C/U	4	C\$	22,479.39
	92975	FUSIBLE PRIMARIO SLOFAST DE 0.7 AMPERIOS	C/U	1	C\$	817.11
	95963	2 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE (INCL. CAJA PARA GUARDANI)	C/U	1	C\$	11,519.60
	94819	HACER BALANCE DE CARGA EN PANELES	C/U	1	C\$	2,488.12
	93288	LAMPARA (ó LUMINARIA) TIPO COBRA DE VAPOR DE SODIO DE 250 WATTS/208V TIPO SYLVAN MOD.2250 C/FOT Y BR	C/U	1	C\$	6,724.53
	94620	PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 12 ESPACIOS, 120/240 VOLTIOS, BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	C\$	5,431.37
	92746	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=35' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	5	C\$	107,443.44
	93974	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=40' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	C\$	16,307.76
	92914	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=6", L=30' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	C\$	14,097.95

Fuente. Propia

Cuadro 32.Hoja 8-costo y presupuesto del proyecto

	93776	PRETENSADO, Alto=35' (10.67 m) (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	3	C\$	65,739.83
	96773	SUPRESOR DE SOBREVOLTAJE DE 80KA 120/240V MONOFÁSICO TIPO LEVITON Ó SIMILAR MODELO # 42120-001	C/U	1	C\$	2,374.18
	93687	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	C\$	144.39
	93781	TOMACORRIENTE SENCILLO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	C\$	427.54
	92802	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 v (NO INCL. ESTRUCTURA)	C/U	1	C\$	48,008.90
	92550	TUBO DE EMT Diám.=1½" L= 5.00 m CON CALAVERA DE EMT Diám. = 1½"	C/U	1	C\$	1,656.15
	94845	UNION CONDUIT DE PVC Diám. = ½"	C/U	6	C\$	325.86
	92269	TUBERIA CONDUIT FLEXIBLE DE ½" (FORRADO)	ML	16	C\$	1,123.48
	93456	VARILLA POLO A TIERRA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8') CON 10m DE CABLE ELECTRICO DE COBRE Cal.#8 AWG+ 5m DE TUBO DE PVC Diám.=3/4"(SDR-17) JUNTA	C/U	1	C\$	2,533.00
	92268	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=½" (INCL. BRIDAS DE EMT)	ML	16	C\$	1,263.91
	93820	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	1	C\$	4,949.01
	94927	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1	C\$	6,492.14
	95113	MUFA CALAVERA DE EMT (ALUMINIO) ACABADO GALVANIZADO Diám.=2"	C/U	1	C\$	568.31
	94765	PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 4 ESPACIOS, 120/240 VOLTIOS, BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	C\$	3,556.74

Fuente. Propia

Cuadro 33.Hoja 9-costo y presupuesto del proyecto

	34020		ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA	C/U		C\$	36,964.52
		40020	ANALISIS FÍSICO QUÍMICO (20 PARÁMETROS: Color, Olor, Sabor, Turbiedad+CIANUROS Y GASES DISUELTOS: NITROG. Y Comp). AMONIACO Y METÁNO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA		1	C\$	6,146.08
		40021	ANÁLISIS BIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICO COMPLETO (Bacterias coliformes fecales y totales Escherichia Coli) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	C\$	3,127.56
		40089	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	C\$	3,457.74
		40114	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA PLAGUISIDAS ORGANO-CLORADOS Y ORGANO-FOSFORADOS DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	C\$	22,230.59
		40472	TOMA DE MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS DEL AGUA POTABLE (FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO) (NO INCL. TRANSPORTE)	C/U	1	C\$	2,002.55
	33508		CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES			C\$	22,860.70
		92066	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	ML	80	C\$	21,609.74
		93056	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	1	C\$	1,250.96
350			CONEXIONES			C\$	466,130.02
	35001		CONEXIONES DOMICILIARES DE PATIO			C\$	466,130.02
		92177	TUBERIA DE PVC Diám.=½" (SDR-13.5) (NO INCL. EXCAVACION)(JUNTA CEMENTADA)	C/U	1479	C\$	53,136.59
		04164	VALVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON PROTECTOR DE TUBO DE CONCRETO ASTM C-14 Diám.=4"	C/U	107	C\$	146,085.67
		96451	VALVULA (ó LLAVE) DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=½"	C/U	107	C\$	100,288.84
		94191	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	107	C\$	94,797.21
		95779	CUARTON DE MADERA ROJA DE 3"x3" (NO INCL.PRESERVANTE)	ML	160.5	C\$	71,821.71
360			PLANTA DE PURIFICACION			C\$	15,115.10
	36003		EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO)			C\$	15,115.10
		96213	CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) PARA ENTREGA EN FORMA DE PASTILLA Diam = 1 1/2", Presión de trabajo = 10 - 40 PSI	C/U	1	C\$	9,259.77
		93149	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERON DE 2"x6"x12" DE 0.60mx0.60m, H=0.80m	C/U	1	C\$	5,855.33
370			LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA			C\$	8,960.33
	31003		PLACA CONMEMORATIVA			C\$	8,960.33
		4189	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65 M X 0.42 m	C/U	1	C\$	8,960.33
			COSTO DEL PROYECTO (EJECUCION)			C\$	6,399,652.59
			Costo total del Proyecto			C\$	8,057,998.81

Fuente. Propia

# **Documentos académicos**