



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
NICARAGUA**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías**

**Departamento de Construcción**

**Monografía para optar al Título de Ingeniero Civil**

**Tema:**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DE LA COMUNIDAD DE “SANTA ROSA DE ACHUAPA”  
SAN FERNANDO – NUEVA SEGOVIA**

**Autores:**

**Br. Adiak Gabriel Sánchez Núñez**

**Br. Yamil Alfonso Hernández Cerna**

**Tutor:**

**Dr. Víctor Rogelio Tirado Picado**

**Managua, Julio 2012**



## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo doy gracias a Dios, el gran ingeniero y arquitecto del universo visible e invisible, ya que gracias a ÉL existe mi ser y todo lo que está a mí alrededor, sin ÉL nada se puede y con ÉL todo es posible. A ÉL le agradezco por incluir en mi vida a la mujer que amo, mi esposa, con quien fruto de nuestro amor Dios nos obsequio a una bebita bella que acaba de nacer y es a quien le dedico todos mis esfuerzos y logros.

Doy gracias también a mi familia, mi papá, mi mamá, mi hermana, mi abuela, mi tía y mi primo, quienes nunca dejaron de creer en mí y me han brindado su apoyo incondicional hasta hoy.

Agradezco a todos los catedráticos, ingenieros, arquitectos y licenciados que con paciencia y ahínco, compartieron sus conocimientos con mi persona e hicieron que sus enseñanzas contribuyeran a forjarme como un profesional.

De igual manera agradezco a las organizaciones y al resto de personas quienes no siendo su obligación y algunos sin ser familiares colaboraron en mi formación personal y académica, y que aunque no los nombre ya que me llevaría más de una página, no me olvido de todos y cada uno de ellos. GRACIAS!!

*Adiak Gabriel Sánchez Núñez*



Gracias a DIOS TODOPODEROSO porque ha estado conmigo en cada paso que doy, por darme la fortaleza que necesito para continuar, porque todo lo que tengo, lo que puedo y lo que recibo Él me lo ha dado y también por haberme regalado la sabiduría y el entendimiento para poder llegar al final de mi carrera.

Gracias a mis PADRES por su Cariño, Apoyo y Comprensión sin condiciones ni medida. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, para mí y mis Hermanos, quienes también constituyen parte de ese motor fundamental que me impulsa a seguir adelante, venciendo cada obstáculo que se me presenta. Gracias por guiarme por el camino de la educación, a ellos les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta Tesis. Los Amo con toda Mi Alma.

Gracias a cada uno de mis familiares que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso brindándome su ayuda incondicional.

Gracias a cada uno de los maestros que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora. También agradezco a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

*Yamil Alfonso Hernández Cerna.*



<b>INDICE GENERAL</b>	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	4
<b>JUSTIFICACION</b> .....	5
<b>OBJETIVOS</b> .....	6
<b>DISEÑO METODOLOGICO</b> .....	7
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b> .....	9
<b>1. Procedimientos para elaborar el Diseño</b> .....	9
1.1 Proyección de la población .....	9
1.2 Dotación y población a servir .....	10
1.3 Parámetros de diseño .....	12
1.4 Fuentes de abastecimiento .....	15
1.5 Línea de conducción y red de distribución .....	16
1.6 Almacenamiento .....	20
1.7 Tratamiento y desinfección .....	23
1.8 Calidad del agua .....	29
<b>2. Métodos de estimación de costos y planos</b>	
<b>Constructivos</b> .....	33
2.1 Método para la Determinación de costo .....	33
2.2 Métodos para elaborar Planos constructivos y	
Especificaciones técnicas .....	34
<b>3. Generalidades sobre la Evaluación de impacto</b>	
<b>Ambiental</b> .....	34



<b>CAPITULO II. DIAGNOSTICO DE SISTEMA ACTUAL</b>	<b>37</b>
1. Fuente de Abastecimiento	37
2. Proyección de la población	38
3. Línea de Conducción	38
4. Almacenamiento	39
5. Red de distribución	39
<b>CAPITULO III. ESTUDIOS REQUERIDOS</b>	<b>40</b>
1. Determinar el número de población de consumo	40
2. Análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente	40
3. Aforo de la fuente	41
4. Levantamiento topográfico	41
5. Estudios de suelo y cálculo de cimentaciones	42
<b>CAPITULO IV. DISEÑO HIDRAULICO</b>	<b>43</b>
1. Fuente de Abastecimiento	43
2. Obra de Captación	44
3. Proyección de Población	45
4. Proyección de consumo	48
5. Línea de Conducción	48
6. Tanque de Almacenamiento	60
7. Red de Distribución	62
8. Desinfección del agua	63
<b>CAPITULO V. DOCUMENTOS TECNICOS</b>	<b>64</b>
1. Planos	64



<b>2. Especificaciones técnicas</b>	<b>65</b>
<b>3. Presupuesto</b>	<b>105</b>
<b>4. Evaluación de impacto ambiental</b>	<b>106</b>
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>121</b>
<b>1. Conclusiones</b>	<b>121</b>
<b>2. Recomendaciones</b>	<b>123</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>124</b>
<b>ABREVIATURAS UTILIZADAS</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>127</b>
<b>Anexo 1: Mapas</b>	<b>128</b>
<b>Anexo 2: Estudios de calidad de agua</b>	<b>133</b>
<b>Anexo 3: Resultado de aforo</b>	<b>134</b>
<b>Anexo 4: Estudios de suelo</b>	<b>135</b>
<b>Anexo 5: Fotos</b>	<b>136</b>
<b>Anexo 6: Varios</b>	<b>140</b>



## INDICE DE TABLAS

Pág.

<b>Tabla 1:</b> períodos de diseños económicos de los elementos	
Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable .....	13
<b>Tabla 2:</b> Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos .....	14
<b>Tabla 3.</b> Parámetros Bacteriológicos .....	30
<b>Tabla 4.</b> Parámetros Organolépticos .....	31
<b>Tabla 5.</b> Parámetros Físico – Químico .....	32
<b>Tabla 6.</b> Parámetros para sustancias no deseadas .....	32
<b>Tabla 7.</b> Proyección de Población y consumo .....	47
<b>Tabla 8.</b> Las proyecciones de consumo de agua potable .....	48
<b>Tabla 9.</b> Ubicación de Pilas Rompe Presión .....	50
<b>Tabla 10.</b> Resultado del análisis hidráulico de la línea de conducción .....	53
<b>Tabla 11.</b> Estados de los nudos de Red .....	56
<b>Tabla 12.</b> Estado de las líneas de Red .....	59
<b>Tabla 13.</b> Camisas para Tuberías .....	85
<b>Tabla 14.</b> Galones por cada junta para diferentes diámetros .....	89
<b>Tabla 15.</b> Tabla de diámetros exteriores de tuberías a utilizar .....	101
<b>Tabla 16.</b> Categorización de los impactos ambientales negativos .....	110
<b>Tabla 17.</b> Identificación de impactos negativos en la fase de construcción .....	111
<b>Tabla 18.</b> Identificación de impactos negativos en la fase de operación .....	112
<b>Tabla 19.</b> Identificación de impactos negativos en la fase de abandono .....	112
<b>Tabla 20.</b> Identificación de impactos positivos en la fase de construcción .....	113
<b>Tabla 21.</b> Identificación de impactos positivos en la fase de operación .....	113
<b>Tabla 22.</b> Identificación de impactos positivos en la fase de abandono .....	114
<b>Tabla 23.</b> Resumen cuantitativo de impactos positivos y negativos .....	116
<b>Tabla 24.</b> Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales .....	120



## **INDICE DE FIGURAS** **Pág.**

<b>Figura 1.</b> Hipoclorador de carga constante .....	29
<b>Figura 2.</b> Mapa de macro – localización del proyecto .....	129
<b>Figura 3.</b> Mapa de micro – localización .....	129
<b>Figura 4.</b> Foto satelital del Conjunto (1) .....	130
<b>Figura 5.</b> Foto satelital del Conjunto (2) .....	130
<b>Figura 6.</b> Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (1) .....	131
<b>Figura 7.</b> Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (2) .....	131
<b>Figura 8.</b> Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (3) .....	132
<b>Figura 9.</b> Cascada de Achuapa .....	137
<b>Figura 10.</b> Algunas posas formadas por las aguas del rio .....	137
<b>Figura 11.</b> Camino de acceso a la fuente de captación .....	138
<b>Figura 12.</b> Tanque de almacenamiento actual .....	138
<b>Figura 13.</b> Tramo de Rio Achuapa .....	139
<b>Figura 14.</b> VIII Censo de población hecho en 2005 .....	141
<b>Figura 15.</b> Paneles filtros de carbón activado .....	142



## INTRODUCCION

El agua es por excelencia el líquido vital de mayor importancia para poder subsistir en cualquier medio y forma de vida, esto conlleva a la necesidad de poseer este líquido en las mejores condiciones y en mayores cantidades.

La comunidad Santa Rosa de Achuapa se encuentra ubicada a 12 Km. de la ciudad de San Fernando, en el municipio del mismo nombre y es una comunidad rural concentrada con calles definidas no revestidas<sup>1</sup>, ésta se ve afectada por el racionamiento del vital líquido.

A nivel rural no existen oficinas de ENACAL lo cual ha dejado un vacío o prácticamente sin ningún apoyo a los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) lo que puede afectar la sostenibilidad de las inversiones. Sin embargo los municipios han estado llevando un rol más activo y están comenzando a establecer dentro de sus estructuras encargados de agua y saneamiento.

Así mismo, la necesidad de un modelo de atención a las comunidades permite que algunos actores que operan en el territorio ejecuten proyectos meramente físicos, sin capacitar a la comunidad para el buen uso del agua, así como la capacitación a los CAPS, lo que crea mayores conflictos en las comunidades.

Estos problemas percibidos, plantean a la comunidad de Santa Rosa de Achuapa y a la Alcaldía del Municipio de San Fernando, la necesidad de dar una pronta solución, por lo que se propone el **“Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua potable de la Comunidad de Santa Rosa de Achuapa”**

---

<sup>1</sup> Ficha municipal (Julio 2010). Alcaldía municipal de San Fernando



## ANTECEDENTES

La comunidad de Santa Rosa de Achuapa cuenta con una población de 800 habitantes distribuidos en 140 viviendas, lo que da un índice habitacional de 5.7 Hab/Viv. El acceso al pueblo es complicado debido a la topografía del terreno, por lo que lo hace una comunidad pequeña con una densidad de población baja, los lotes son grandes con viviendas bien separadas unas de otras la mayoría de estas están construidas de mampostería de ladrillo de barro, bloque, otras son de madera, con el techo de zinc y teja.

Inicialmente la población local no contaba con servicio de agua potable, por lo que hacían uso de pozos artesanales o caminaban casi 13 Kilómetros para abastecerse de agua en el río Achuapa, pero en 1997 se inició un proyecto para mejorar el suministro de agua de nombre "Mini acueducto de Agua, Achuapa – Santa Rosa – Salamaji", elaborado en conjunto por la Alcaldía Municipal, Ministerio de Acción Social y Cooperación USA, llevando el vital líquido a la población.

Actualmente se abastece mediante un sistema de agua por gravedad, de este sistema se abastece el 100% de la población de Achuapa y otras 2 comunidades aledañas; el nivel de servicio es mediante conexiones domiciliarias compuesta por tuberías PVC de 50 mm de diámetro en su totalidad. La fuente de abastecimiento para éste proyecto lo constituye el agua superficial del río Achuapa ubicado a 12.60 km de la comunidad.

Se llevó a cabo en el mes de abril del 2010 un aforo de la fuente, dando como resultado un rendimiento de 40 lps (630 g.p.m). La cantidad de agua que se requiere para cubrir la demanda de agua potable de la población mediante tomas domiciliarias actualmente es una dotación de 20 gpm y en un período de 20 años será de 2.28 lps (36.12 g.p.m) al año 2029, de acuerdo al cuadro de proyección de población y consumo.



Por las características de la topografía y ubicación de las viviendas, la proyección de una obra de toma permitirá conducir el agua por gravedad hacia todas las casas. El acceso al sitio donde se propone la construcción de la obra de toma es complicado ya que es a través de un camino de tierra únicamente para vehículos doble tracción.

De acuerdo a fotografías tomadas de los alrededores de estas fuentes se puede observar que existen revenimientos del suelo producto de deslaves ocurridos durante el período lluvioso, y considerando que la fuente de abastecimiento de agua constituye en sí una zona de drenaje natural, se debe prevenir el posible arrastre de sedimentos y erosión de las estructuras ubicándolas correctamente y promoviendo la reforestación en la parte alta de la micro-cuenca.

En la comunidad existe un tanque de almacenamiento de mampostería de ladrillo cuarterón reforzado, se encuentra en buenas condiciones y se propone que continúe operando, por consiguiente la cota de rebose del tanque propuesto, debe coincidir con la cota de rebose del tanque existente.

Todo el sistema de distribución de agua potable actual presenta ciertos inconvenientes que provocan una discontinuidad en el servicio del vital líquido para la población.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comunidad de Santa Rosa de Achuapa se ve afectada por la discontinuidad en el suministro de agua potable debido a la falta de capacidad de almacenamiento del tanque existente, ya que este abastece a tres comunidades, siendo insuficiente el volumen de agua para cubrir la demanda, a consecuencia del aumento constante de la población, se generaran mas conexiones domiciliarias. El volumen de almacenamiento se agota por las tardes lo cual provoca el desabastecimiento a las tomas domiciliarias<sup>2</sup>. Otro factor que afecta el servicio es debido a las fallas continuas en la línea de conducción de pvc 2.0 pulgadas, la cual no cuenta con accesorios tales como válvulas de limpieza, control de aire y rompe presión; también las fugas o perdidas en la red de distribución son un problema, ocasionado en parte por una mala instalación debido a las conexiones ilegales, todo esto provocaría reparaciones constantes debido a la ineficiencia del sistema, a su vez esto lleva a un desgaste presupuestario permanente. La población al no poder contar con el vital liquido en sus hogares tendrían que caminar grandes distancias hasta el rio para satisfacer su necesidad de agua, lavar sus enceres, ropa y todo lo necesario, y también llevarían a sus animales por lo que tarde o temprano se tendría un efecto de contaminación en la fuente poniendo en riesgo la salud pública.

---

<sup>2</sup>De acuerdo al CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento). (2010)



## JUSTIFICACION

El sostenido crecimiento de la población y las condiciones físicas actuales del sistema de distribución de agua potable, son algunos de los factores claves para determinar la necesidad de impulsar un proyecto de mejoramiento y modernización de dicho sistema. La falta de capacidad del tanque de almacenamiento existente, es uno de los factores principales en la deficiencia del sistema de agua potable, ya que no es suficiente para abastecer a tres comunidades, por lo que se pretende mejorarlo mediante la construcción de un nuevo tanque que garantice una cobertura del 100% de la población y disminuir así, la incidencia de enfermedades originadas por el consumo de agua contaminada, esto con ayuda de la participación y organización comunitaria con enfoque de género, integrando los componentes de saneamiento, capacitación y protección de la fuente de agua.

A fin de contribuir a la solución de problemas del sistema de distribución de agua potable de dicha comunidad, nos hemos propuesto realizar nuestro trabajo bajo el tema "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua potable de la Comunidad de Santa Rosa de Achuapa", correspondiente a la modalidad de graduación de la carrera de Ingeniería Civil. Para esto se han adoptado criterios técnicos de diseño, los cuales han sido retomados del documento de normas técnicas (NTON – 09001 – 99) "Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural" publicado por INAA y que rige en todo el territorio nacional. Dicho proyecto beneficiara directamente a la población de Santa Rosa de Achuapa, mejorando así su nivel de vida.



## OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

Realizar el diseño hidráulico de un sistema único de abastecimiento de agua potable que proporcione y satisfaga la demanda de toda la población de la comunidad de Santa Rosa de Achuapa del municipio de San Fernando, departamento de Nueva Segovia hasta el final del período de diseño.

### **Objetivos específicos:**

1. Investigar los parámetros técnicos que serán utilizados para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable a partir de las normas existentes.
2. Realizar un estudio diagnóstico de las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable existente en la comunidad.
3. Realizar los estudios de ingeniería base para el diseño del sistema de agua potable.
4. Diseñar hidráulicamente: la obra de captación, la línea de conducción y el tanque de almacenamiento; para así realizar el acople con la red de distribución de agua potable existente. Utilizando las normas y especificaciones técnicas obligatorias que rigen a nivel nacional.
5. Elaborar los documentos técnicos resultantes del diseño.



## DISEÑO METODOLOGICO

Para la realización de este informe la metodología de investigación utilizada consistió en lo siguiente:

Se obtuvo información al visitar la Alcaldía municipal de San Fernando, donde hablamos con el Ingeniero de Proyectos José Alfredo Gómez, quien nos brindo información acerca del Sistema de abastecimiento de Agua Potable existente en la comunidad de Santa Rosa de Achuapa, así como algunos datos sobre la fuente de agua y normas para la elaboración de dicho trabajo; nos facilito los estudios previos del anteproyecto, tales como: el levantamiento topográfico de la línea de conducción, el cual afirmo que fue la parte más complicada de los estudios de pre inversión debido a la alta densidad vegetal, también nos facilito el Aforo de la fuente, nos guio en el procedimiento para hacer la solicitud de los respectivos estudios de suelo ante la alcaldía de San Fernando, municipio de Nueva Segovia y nos brindo asesoría técnica.

Posteriormente nos dirigimos a la comunidad de Santa Rosa, donde nos reunimos con algunos integrantes del CAPS y del CPC, los cuales nos mencionaron acerca de las condiciones actuales del servicio de agua potable, de las características y cantidad de Población, del funcionamiento del sistema y sus componentes, la manera en que le dan mantenimiento, el ambiente socio – económico de la comunidad, etc.

En Managua, solicitamos asesoría técnica de parte de ENACAL y fuimos atendidos muy amablemente por el Departamento de Formulación de Proyectos, ellos nos asesoraron e hicieron ciertas observaciones y recomendaciones a nuestra tesis, pero cabe mencionar que desconocían la existencia de la comunidad objeto de nuestro estudio. También solicitamos información a INETER, en donde únicamente nos facilitaron un plano en AutoCad con las curvas de nivel de donde estaría ubicado nuestro sistema, pero dicho mapa carecía de valores numéricos en las curvas y también de puntos de referencia para lograr tener una



mejor idea de la ubicación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Por lo tanto:

1. Se recolecto, sintetizo y ordeno toda la información que se obtuvo como: folletos, libros, estudios previos, datos estadísticos, leyes, normas y algunas páginas de Internet ya que nos proporcionarían el material necesario para nuestra investigación.
2. Se utilizó el **MÉTODO INDUCTIVO** dado que se indago sobre la información en documentos y estudios existentes en diversas instituciones y en el propio sitio del proyecto.
3. También el **MÉTODO DOCUMENTAL** en donde se adquirió información con material altamente técnico proporcionado por la Alcaldía de San Fernando – Nueva Segovia, ENACAL, MARENA, el CAPS local y otros colaboradores.
4. Además se hizo uso del **MÉTODO LÓGICO** donde se utilizó diversos procedimientos teóricos y prácticos utilizados en la adquisición del conocimiento independiente del área del saber. Empleando la lógica en el manejo y procesamiento de los datos.

Se pretende con la información recopilada dar solución a una problemática de infraestructura que incide en el ámbito social es decir que involucra a la población.



## CAPITULO I. MARCO TEORICO

### 1. Procedimientos para elaborar el Diseño<sup>4</sup>

#### 1.1 PROYECCION DE LA POBLACION

##### Generalidades

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INEC Y EL MINSA.

##### Cálculo de Población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

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

Donde:

$P_n$  = Población del año "n"

$P_o$  = Población al inicio del período de diseño

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

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

---

<sup>4</sup> INAA (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados). (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural*. INAA



Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

## 1.2 DOTACION Y POBLACION A SERVIR

### Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- 1- Nivel de Servicio adoptado
  - 2- Factores geográficos
  - 3- Factores culturales
  - 4- Uso del agua.
- 
- a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
  - b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
  - c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.



## **Población A Servir.**

En los mini-acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

### ➤ **Nivel De Servicio:**

## **Conexiones Domiciliaries**

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

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

## **Condiciones Sociales**

- a) Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliaries.
- b) Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del Sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada casa.



## Condiciones Técnicas

- a) Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el Sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparado con los puestos públicos.
- b) La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.
- c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm.)

### 1.3 PARAMETROS DE DISEÑO

#### Período de Diseños

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

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



Tipos de Componentes	Período de diseño
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

**Tabla 1:** períodos de diseños económicos de los elementos Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**Fuente:** Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural. (1999)

### Variaciones de Consumo

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

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)      **(2)**

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)      **(3)**

### Presiones Máximas y Mínimas

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros



Material del Conducto	Coefficiente de Rugosidad ( C )
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido ( Ho. Fo )	130
Tubo plástico (PVC)	150

**TABLA 2:** Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos

**Fuente:** Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural. (1999)

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

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

### **Cobertura de Tuberías**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

### **Pérdidas de Agua en el Sistema**

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.



## 1.4 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

### Generalidades

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

Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.

Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

### Manantiales

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

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

- a) El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.
- b) El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño,



de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.

Estas consideraciones son válidas para sistemas tipo MAG, MABE y CM.

## **1.5 LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION**

### **Generalidades**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

### **Línea de Conducción.**

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

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



## Línea de Conducción por Gravedad.

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

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

Fórmula para determinar el diámetro de la línea de conducción:

$$\phi = \left( \frac{Q}{0.2785 C * S^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}} \quad (4)$$

$$S = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L_r} \quad (5)$$



## Red de distribución

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

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

### ➤ Hidráulica del Acueducto

## Generalidades

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



## Líneas de Conducción.

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

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (6)$$

Donde:

- H= Pérdida de carga en metros
- L= Longitud en metros
- S= Pérdida de carga en mt/mt
- Q= Gasto en m<sup>3</sup>/seg
- D= Diámetro en metros
- C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

## Red de Distribución

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

a) Aplicando la fórmula siguiente:

$$H = \left[ \frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L \quad (7)$$

En la cual:

- H: Pérdidas por fricción en metros
- Q<sub>e</sub>: Caudal entrante en el tramo en (gpm)
- Q<sub>f</sub>: Caudal de salida al final del tramo (gpm)
- S<sub>e</sub>: Pérdidas en el tramo correspondientes Q<sub>e</sub> en decimales



Sf: Pérdidas en el tramo correspondientes  $Q_f$  en decimales

L: Longitud del tramo en metros

b) Método de Hunter

Este es un método probabilístico, que establece que un sistema trabajará eficientemente, si contando con "n" artefactos se diseña para "m" de ellos funcionando aproximadamente durante 15 minutos, o sea que da la demanda máxima que probablemente se presentará durante 15 minutos, sin tomar en cuenta picos mayores que darían un diseño antieconómico.

La red también se puede analizar por medio de programas para computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

## 1.6 ALMACENAMIENTO

### Generalidades

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

### Capacidad

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

a) Volumen Compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.



#### b) Volumen de reserva

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 25 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 40% del consumo promedio diario.

### **Localización**

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

#### ➤ **Clase y Tipos de Tanques.**

### **Clases de Tanques**

Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

#### - Mampostería

Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 2.5 metros.

#### - Hormigón Armado

En la construcción de tanque con este material se debe de considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener altura mayores de 3.0 metros.



- **Acero**

Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.

### **Tipos de Tanques**

Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

#### **Tanque sobre el suelo.**

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes:

Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera. En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.



- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

## 1.7 TRATAMIENTO Y DESINFECCION

### **Generalidades.**

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

Estos procesos unitarios se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, los que se describen a continuación.

#### ➤ **Pre tratamiento**

### **Generalidades**

Cuando la turbiedad tiene un valor promedio de más de 50 UTN en períodos que sobrepasan algunas semanas, ó más de 100 UTN en períodos que



sobrepasan algunos días, es necesario efectuar un pre tratamiento antes de pasar el agua a través de los filtros lentos, con la finalidad de disminuir la turbiedad. Los pre tratamientos más simples que pueden emplearse son: captación indirecta, y la pre filtración en lechos granulares, estos pueden combinarse.

### **Desarenadores:**

#### a - Generalidades

En los casos en que la fuente de abastecimiento de agua sea del tipo superficial, se hace necesaria la instalación de un dispositivo que permita la remoción de la arena y partículas de peso específico similar, que se encuentran en suspensión en el agua y son arrastradas por ella. Esta es la función que cumplen los desarenadores, cuyos componentes principales son los siguientes:

- 1- Dispositivos de entrada y salida que aseguren una distribución uniforme de velocidades en la sección transversal.
- 2- Volumen útil de agua para la sedimentación de las partículas, con sección transversal suficiente para reducir la velocidad del flujo por debajo de un valor predeterminado, y con longitud adecuada para permitir el asentamiento de las partículas en su trayectoria.
- 3- Volumen adicional en el fondo, para almacenar las partículas removidas, durante el intervalo entre limpiezas.
- 4- Dispositivos de limpieza y rebose.



## b - Procedimiento de Diseño

El procedimiento de diseño será el siguiente:

### 1- Velocidad de sedimentación

Se calculará a base de la ley de Stokes, que para  $g = 9.80 \text{ m/seg}^2$  y  $G = 2.65$  tiene la siguiente expresión:

En la cual:

$$V_s = 90 \frac{d^2}{\gamma} \quad (8)$$

$V_s =$  Velocidad de sedimentación en cm/seg

$d =$  diámetro de la partícula en cm

$\gamma =$  Viscosidad cinemática en  $\text{cm}^2/\text{seg}$  (función de la temperatura)

### 2- Velocidad de arrastre

Se calcula por la fórmula de Camps y Shields

$$V_a = 161\sqrt{d} \quad (9)$$

$V_a =$  Velocidad de arrastre en cm/seg.

$d =$  diámetro de la partícula en cm

### 3- Velocidad de flujo $V_h$

Tomando en cuenta las variaciones límites que sufren,  $V_s$  y  $V_a$ , la velocidad de flujo se determinará como sigue:

$$V_h = 1/3V_a \text{ (cm/seg)} \quad (10)$$



#### 4- Sección transversal.

$$a = \frac{Q}{V_h} \quad (11)$$

a= m<sup>2</sup>; Q=m<sup>3</sup>/seg y Vh= m/seg

#### 5- Área superficial "A"

$$A = \frac{V_h}{V_s} a (mts^2) \quad (12)$$

#### 6- Dimensiones útiles

l,b y h en base a las relaciones:

$$A = lb \quad (13)$$

$$a = hb \quad (14)$$

Se escogerán dimensiones para que el largo sea de 5 a 9 veces la profundidad h, considerando que el ancho b debe ser reducido al mínimo, para evitar velocidades altas cerca del vertedero de salida. También es necesario proveer la estructura de dimensiones de suficiente magnitud para permitir el acceso, para fines de limpieza y reparación. A la longitud útil (l) hay que agregarle el espacio que ocupan los dispositivos de entrada y salida. A la profundidad útil (h) hay que añadirle la cantidad necesaria, para disponer de un volumen adicional para el almacenamiento de arena removida.

#### 7- Dispositivo de entrada

Un tipo de dispositivo de entrada, sencillo y económico consiste en un canal provisto de orificios en el fondo y en uno de los lados. El número y tamaño de los orificios será determinado en base al gasto (Q) y velocidad de entrada no mayor de 0.30 m/seg y coeficiente de contracción del orden de 0.65



#### 8- Dispositivo de salida

El dispositivo de salida más conveniente es un vertedero colocado a todo el ancho (b) de la estructura, con la cresta hacia el lado opuesto a la dirección del flujo en el desarenador, para evitar el paso de material flotante y distribuir mejor las velocidades. La distancia (X<sub>3</sub>) entre el vertedero y la pared del desarenador se determinará de tal manera que se obtenga una velocidad menor o igual a la velocidad de arrastre y se puede determinar cómo:

$$X_3 \geq \frac{h}{3} \quad (15)$$

#### 9- Volumen adicional.

El volumen adicional necesario para el almacenamiento de arena removida, se determina en base a las concentraciones esperadas durante crecidas y del intervalo previsto entre limpiezas. Si no se tienen datos específicos, es recomendable proveer un volumen de reserva para una concentración de 3000 mg/lit, durante una crecida de 24 horas de duración. Para el cálculo se adoptará un peso específico del sedimento de 350 kgs/m<sup>3</sup>

#### 10- Dispositivo de limpieza

El dispositivo de limpieza consistirá en una tanquilla colocada en el primer tercio del desarenador y hacia la cual el fondo del mismo deberá tener una pendiente no menor de 5%. La tanquilla se conecta con un tubo provisto de una válvula y la limpieza se efectúa aprovechando la carga hidráulica sobre la arena.

#### 11- Cota de rebose

El tubo de rebose deberá colocarse cerca de la entrada, para evitar sobrecargas al desarenador. La cota del tubo se fijará en relación



con la altura deseada de agua de acuerdo a las condiciones hidráulicas del diseño.

#### 12- Ubicación del desarenador

El desarenador deberá ser ubicado lo más cerca posible de las obras de captación. En todo caso la tubería que une la toma con el desarenador deberá tener una pendiente uniforme entre el 2 y 2.5%.

### **Desinfección**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a 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.

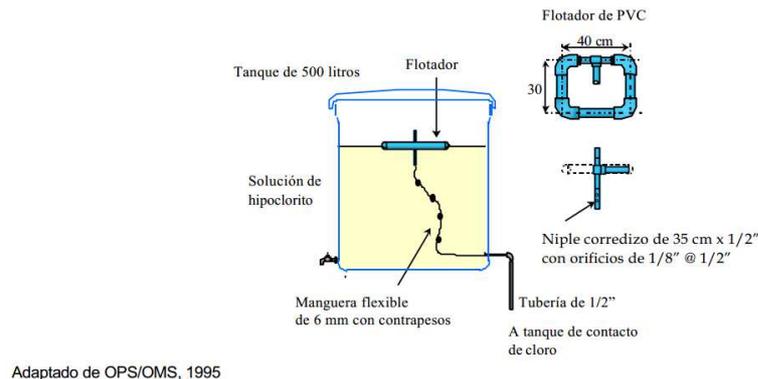
El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo 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 y para el de calcio no mayor de tres meses.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante. (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Hipoclorador de carga constante

## 1.8 CALIDAD DEL AGUA

### Generalidades

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras.

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones.



- a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua, vigentes, aprobadas por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua.

PARAMETROS BACTERIOLOGICOS (a)				
ORIGEN	PARAMETROS (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAX. ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. - todo tipo de Agua de bebida	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
B.- Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestra no consecutivas
C.- Agua en el Sist. de distribución.	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestras puntuales No debe ser detectado
	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	En el 95% de las muestras Anuales (c).

**TABLA 3.** Parámetros Bacteriológicos.



- a) NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria Coliforme Total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de Coliforme Fecal. Si el re muestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser  $\geq 90\%$

PARAMETROS ORGANOLEPTICOS			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR ADMISIBLE	VALOR RECOMENDADO
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

**TABLA 4.** Parámetros Organolépticos



PARAMETROS FISICO – QUIMICO			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	( c )
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/lCaCO3	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/l CaCO3	100	
Cobre	mg/l	1	2.0
Magnesio	mg/l CaCO3	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Dis.	mg/l		1000
Zinc.	mg/l		3.0

**TABLA 5.** Parámetros Físico – Químico

- a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- b) Cloro residual libre.
- c) 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

PARAMETROS PARA SUSTANCIAS NO DESEADAS			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	mg/l	25	45
Nitritos – NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup>	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 – 1.5
Sulfuro Hidrógeno	mg/l		0.05

**TABLA 6.** Parámetros para sustancias no deseadas



## 2. Métodos de estimación de costos y planos constructivos.

### 2.1 Método para la Determinación de costos

La puesta en marcha de una guía de costo adaptada a los requerimientos, son los resultados de esfuerzos que ha venido abonando la institución Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). Pone a la disposición del público en general, empresas, organismos o personas que se dedican a las diferentes ramas de la inversión y en especial a la actividad de la construcción, una guía de costos.

De tal manera que, si ya existe una metodología de cuantificación de las inversiones, solo habrá que validarla poniéndolo en ejecución, y adaptándolo a los requerimientos necesarios del municipio. Para ello se definirán algunos conceptos y definiciones que se usaran.

- Costo de transporte<sup>5</sup>: Son los costos directos presentados en el catalogo<sup>6</sup>, no incluyen ningún tipo de transporte, por lo que se debe de estimar el monto por transportar los distintos materiales y/o equipos al sitio del proyecto.

- Costos indirectos, administración, imprevistos y utilidad<sup>7</sup>: Es la estimación de los precios de venta, se debe hacer el correspondiente cálculo de los costos indirectos, costos por administración, márgenes de utilidad e imprevistos a fin de determinar el factor de sobrecostos a aplicarse a los costos directos del proyecto.

- Impuestos<sup>8</sup>: Son los costos contenidos en la guía<sup>9</sup> no contemplan ningún tipo de impuesto gravado por las leyes de Nicaragua (a excepción de los costos de internación en los materiales importados), ya que estos son costos directos.

---

<sup>5</sup> Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Catalogo de Etapas y Sub-Etapas*. Managua, Nicaragua: Nuevo – FISE.

<sup>6</sup>Ídem. 5.

<sup>7</sup>Ídem. 5.

<sup>8</sup>Ídem. 5.

<sup>9</sup>Ídem 5



## **2.2 Métodos para elaborar Planos constructivos y especificaciones técnicas.**

Los planos a presentar en este tipo de proyectos son: plano de macro y micro localización, plano de conjunto, plano topográfico y los planos en donde se reflejen cada uno de los componentes del sistema (obras de captación, líneas de conducción, tanques, sistemas de saneamiento y potabilización, red de distribución, etc).

Debido a que estos proyectos abarcan grandes áreas de terreno, se dibujan en escalas tales como 1:5,000 – 1:10,000 – 1:20,000 – 1:50,000 dependiendo de la envergadura del proyecto. Se deben de detallar los componentes de cada parte del sistema para así poder llevar a cabo su ejecución según diseño y poder garantizar la eficiencia de este.

Cabe mencionar que deben de ser impresos en una hoja de papel en donde su formato o tamaño, permita que todos los componentes plasmados en el dibujo, sean legibles.

En tanto a las especificaciones técnicas, deben de cumplir con el Reglamento de la Construcción o cualquier otra Norma Técnica Obligatoria que se encuentre vigente en el país donde se vaya a construir el proyecto.

## **3. Generalidades sobre la Evaluación de impacto ambiental**

Podríamos, de manera preliminar, definir al Medio Ambiente como el entorno vital, ósea el conjunto de elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un Documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes



fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutara para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

En Nicaragua, se realizan muchas obras para dar un mejor servicio a la comunidad, pero estas obras que realiza el gobierno muchas veces presentan problemas posteriores que causan incomodidad a los mismos beneficiarios. Las obras que se ejecuten a cualquier nivel, sea este de tipo industrial, minero, petrolero, proyecto de agua potable, etc.; generan impactos ambientales negativos, que producen grandes pérdidas económicas y principalmente de recursos no renovables.

Para reducir los niveles negativos que podría provocar la ejecución de una obra en el futuro, en este proyecto haremos una evaluación del impacto ambiental, el cual evaluará y permitirá corregir las acciones humanas para mitigar o compensar sus eventuales impactos ambientales negativos, actuando de manera preventiva en el proceso de gestión. La evaluación, comprende los estudios de impacto ambiental, los cuales mediante un proceso de investigación, predicción e interpretación, comunican los posibles efectos que un determinado proyecto puede tener en el medio ambiente. Los principales factores ambientales que mayormente se ven afectados durante la ejecución de una obra son el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna, y dentro del ambiente humano, los terrenos con los diferentes cultivos que tengan establecidos. Por lo expuesto, se determinó el impacto del proyecto en cada uno de los factores del medio ambiente físico, biótico y humano y se propuso las respectivas medidas de mitigación.

Esta investigación fue realizada por ENACAL, en conjunto con MARENA, MINSA, los CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento) y los productores de la comunidad, en el marco de la ejecución del Proyecto **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA, SAN FERNANDO – NUEVA SEGOVIA”**.



Básicamente, la evaluación incluye cuatro componentes esenciales, un componente de aspectos generales en donde se describe el proyecto y los objetivos del estudio, un componente de un análisis del marco legal-institucional que se vincula a los resultados de la investigación y un componente de los resultados de aplicación de una metodología de evaluación del impacto ambiental.

El componente de evaluación de impacto ambiental, identifica posibles impactos en el medio ambiente. Este componente también toma en consideración algunos aspectos sociales (salud humana) que se derivan de los posibles impactos ambientales identificados.

El análisis del marco legal e institucional presenta un análisis de la legislación nacional vinculada a los resultados de la investigación.

Finalmente el estudio presenta conclusiones sobre los desafíos a los cuales se enfrentan los productores para mitigar y/o compensar los impactos ambientales negativos lo que se relaciona con dos elementos centrales: la calidad de la gestión ambiental y la claridad de las responsabilidades tanto institucionales como de los productores en el proceso productivo.



## CAPITULO II. DIAGNOSTICO DE SISTEMA ACTUAL

A continuación se presenta un diagnóstico del sistema de distribución de agua potable que posee actualmente la comunidad de Santa Rosa de Achuapa. Este diagnóstico se llevó a cabo gracias a la colaboración de la Alcaldía del municipio de San Fernando, el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) y el Comité del Poder Ciudadano (CPC) del sitio de estudio.

### 1. Fuente de Abastecimiento

El índice de precipitación en la fuente es de aproximadamente 1400mm anuales, haciendo de esta una fuente de agua segura mientras no se afecte de manera negativa e irreversible su entorno. Actualmente el sistema se alimenta por un MAG de donde la obra de captación está ubicada sobre el río Achuapa. Dicha obra la conforma una represa de concreto ciclópeo de aproximadamente de 4mts de largo, 2mts de altura a partir del lecho del río y un espesor promedio de 0.35mts.

Debido a que la obra de captación fue ubicada en un área angosta del río, con la intención de aminorar costos en la construcción de la presa, actúa como un cuello de botella por lo que la velocidad del agua supera los 18m/s, lo cual hace más fácil el arrastre de sedimentos en temporada de lluvia.

En los resultados del análisis físico - químico efectuados a la fuente (ver anexo 2) aparece alterada la cantidad de hierro total (Fe 2+), presentando 0.960 mg/lit, cuando según las normas CAPRE el máximo permitido es 0.3 mg/lit, por lo que habrá que proponer un sistema adecuado de filtración.



## 2. Proyección de la población

Este proyecto tuvo su origen en el año 1997 y la proyección del diseño del sistema era para 20 años, para beneficiar a 3 comunidades: Santa Rosa, Salamaji y Achuapa<sup>10</sup>.

Pero debido al crecimiento de la población, a la falta de mantenimiento del sistema, al descontrol de la cantidad de tomas domiciliarias y el consumo de sus beneficiados, todo el sistema se encuentra caducado y deficiente, para las exigencias del número de pobladores y las malas condiciones que actualmente presenta.

## 3. Línea de Conducción

La línea de conducción está compuesta por una tubería de hierro de  $\varnothing=3$ " con poco más de 12km de longitud. Esta presenta los siguientes inconvenientes:

- No posee válvulas de aire, ni pilas rompe carga, solo algunas válvulas de limpieza.
- Se observo corrosión en algunas secciones de tuberías y accesorios que están expuestas a la intemperie.
- Hay revenimientos y erosión de suelo a consecuencia de haber mal confinado las tuberías en ciertas pendientes de colinas.
- Hay ciertos cruces de cauces naturales, en donde la tubería no posee bloques de reacción (anclajes), por lo que dicha falta de fijación genera inestabilidad en las tuberías ocasionando pérdidas en las uniones.

---

<sup>10</sup> Ficha municipal (Julio 2010). Alcaldía municipal de San Fernando



#### **4. Almacenamiento**

Existe un tanque de almacenamiento de mampostería de ladrillo de barro, de dimensiones 2.4 x 2.4 x 2mts, en donde caben aproximadamente 11.52 m<sup>3</sup> (3,043 gln). Este está en más o menos buen estado tanto en su interior como exterior, posee todos sus accesorios y componentes (válvula de entrada, válvula de salida, válvula de limpieza, válvula de flotador, tuberías, hipoclorador de carga constante, compuerta de revisión, escaleras, respiradero, etc). Pero a como se puede notar la capacidad del tanque es muy poca para alimentar a tan solo la comunidad objeto de este estudio, ya ni se diga que logre abastecer a las otras dos comunidades (Salamaji y Achuapa) que están conectadas a este tanque también.

#### **5. Red de distribución**

A pesar que la red de distribución no será objeto de este estudio y que el nuevo sistema únicamente se acoplara a esta, también se hizo un ligero diagnostico de la misma.

Esta proviene del tanque de almacenamiento mencionado anteriormente, posee una válvula principal que es en donde se realizara el acople ya que esta es la que controla el flujo a toda la red, dicha válvula esta próxima a la caseta de cloración y también hay otra válvula que está ubicada en el costado noreste del estadio de beisbol de la comunidad que sirve para hacer cortes a un segundo sector. A pesar de que tanto ENACAL como los CAPS, desconocen el estado real de la red de distribución y la cantidad de tomas domiciliars, afirman de que la red se encuentra en buen estado y que las pérdidas en ella son mínimas. Cabe mencionar que las conexiones domiciliars no cuentan con micro medidores y por lo tanto pagan el costo mínimo por consumo.



## CAPITULO III. ESTUDIOS REQUERIDOS

Posteriormente de haber hecho un diagnóstico de las condiciones del sistema y ciertos aspectos de su entorno. Se procede a realizar los estudios necesarios que nos brindaran la información técnica para poder comenzar con la etapa de diseño.

Los estudios que se llevaron a cabo para lograr los diseños de esta tesis monográfica, se describen a continuación:

### **1. Determinar el número de población de consumo.**

Comúnmente la fuente de información principal para este tipo de estudio es el INIDE, pero ya que el último censo realizado fue desde hace 7 años (ver anexo 6) y no se tiene ningún dato estadístico actualizado de parte de esta institución, entonces se tomó como fuentes principales los datos proporcionados por el CAPS y el CPC local, ya que constantemente actualizan estos datos para poder realizar campañas de beneficio social.

Después de obtener el dato de la cantidad de población y que presenta una tasa de crecimiento aproximada al 3%, se procedió a proyectar su número dentro de 20 años, que es la cantidad de tiempo que se espera que opere el sistema de manera eficiente.

### **2. Análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente.**

Se llevó a cabo el análisis físico – químico de donde se obtuvo como resultado que el agua no cumplía con la cantidad de hierro según norma CAPRE, la cual establece que la cantidad máxima deberá de ser 0.3 mg/L y se obtuvo de las muestras que el agua de la fuente poseía 0.96 mg/L, muy por encima del parámetro establecido. (Ver anexo 2).



En tanto al análisis bacteriológico, el resultado fue que las muestras no contenían presencia de coliformes fecales es decir 100% de negatividad bacteriana. (Ver anexo 2).

### **3. Aforo de la fuente.**

Con el fin de determinar la capacidad de la fuente y así conocer si podía cumplir la demanda de la población. Se realizó un aforo de la fuente por parte de la Alcaldía de San Fernando, en un punto de esta en donde las variaciones en su caudal tanto en invierno como en verano, no fueran significativas y donde el río tenía poca velocidad. Como resultado se obtuvo que el caudal de la fuente era de 0.0395 m<sup>3</sup>/s y cabe mencionar que la demanda de la población en una proyección de 20 años es de 0.00228 m<sup>3</sup>/s, sobre cumpliendo así con la demanda. (Ver anexo 3).

### **4. Levantamiento topográfico.**

La Alcaldía de San Fernando realizó un levantamiento topográfico del sendero por donde se marcaría la trayectoria de la línea de conducción. Este levantamiento se hizo prácticamente en paralelo con la trayectoria que llevan las tuberías del antiguo sistema. La topografía del terreno es muy irregular ya que estamos hablando de las montañas casi vírgenes del norte del país, frontera con Honduras a más de 1,600 metros sobre el nivel del mar. En este levantamiento se establecieron las curvas de nivel cada 5mts de distancia, para definir mejor el comportamiento del terreno, puesto que según el mapa topográfico de INETER en escala 1:50,000 las curvas están a cada 20mts obviando accidentes topográficos relevantes. Esto a consecuencia de la alta irregularidad del terreno montañoso del sitio. (Ver capítulo V, sección 1).

Cabe señalar que la trayectoria de la línea de conducción, va parcialmente en paralelo con el Río Achuapa, para tener una mejor accesibilidad, evitarse la erosión y los reventamientos de tierra.



## 5. Estudios de suelo y cálculo de cimentaciones.

Este tipo de estudio se llevó a cabo para poder realizar el mejoramiento de suelo adecuado, determinar las dimensiones y el tipo de cimentación según la capacidad portante del suelo, en los sitios donde se iban a ubicar la obra de captación y el tanque de almacenamiento, garantizando así su estabilidad y buen funcionamiento.

De los todos los resultados obtenidos producto de este estudio, cabe resaltar los siguientes: que en el 1er sitio de estudio la capacidad portante del suelo es de **3.05 kg/cm<sup>2</sup>** y el peso aproximado de la obra de captación será de **0.32 kg/cm<sup>2</sup>** y que el material predominante es un suelo de **Arena con poco limo**. La capacidad portante del 2do sitio de estudio es de **1.25 kg/cm<sup>2</sup>** y el peso aproximado del tanque de almacenamiento es de **0.17 kg/cm<sup>2</sup>** y que el material predominante es un suelo de **Arcilla con presencia de limo**. (Ver anexo 4).



## CAPITULO IV.DISEÑO HIDRAULICO

Se presenta a continuación los criterios que se han de adoptar para el diseño del acueducto en la comunidad Santa Rosa de Achuapa, los cuales son retomados del documento de Normas Técnicas (NTON 09001-99) "Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural" publicado por INAA y que rigen en todo el territorio nacional.

### 1. Fuente de Abastecimiento.

La bocatoma se localizará en un tramo de la corriente que esté a salvo tanto de la erosión como de cualquier descarga de aguas residuales, para aislarla lo más posible de las fuentes de contaminación.

La toma de agua se situará a un nivel inferior al de las aguas mínimas de la corriente. La velocidad del agua a través de la rejilla deberá ser de 0.10m/s a 0.15m/s, para evitar hasta donde sea posible el arrastre de materiales flotantes.

La estructura inmediata a la transición se proyectará para que la velocidad sea en esta parte de la obra de 0.60m/s o mayor a fin de evitar azolves. El límite máximo de la velocidad permisible estará fijado por las características del agua y el material del conducto.<sup>11</sup>

Los resultados del aforo indican que la fuente tiene un rendimiento de 40 lps (630 g.p.m) La cantidad de agua que se requiere para cubrir la demanda de agua potable de la población mediante tomas domiciliarias, con una dotación de 20 gppd y un período de 20 años es de 2.28 lps (36.12 g.p.m) al año 2029, de acuerdo al cuadro de proyección de población y consumo. Ver en anexo N°3 los resultados del aforo realizado a la fuente de abastecimiento.

---

<sup>11</sup> INAA (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados). (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural*. INAA



## 2. Obra de Captación.

La obra de captación la constituye un muro de contención de concreto ciclópeo proyectado de forma perpendicular al sentido del flujo, este muro servirá para represar el agua del río, con su pre filtro construidos de piedra bolón y grava, encausando el agua a una caja de recolección dotada de accesorios como tubería de rebose y limpieza, tapa de acceso, tubería de salida, para garantizar su buen funcionamiento hasta el final del período de diseño. La altura mínima de la cortina del muro de contención será de 2.0 metro proyectado sobre la cota 1,435.035 m

De acuerdo a fotografías tomadas de los alrededores de estas fuentes se puede observar que existen revenimientos del suelo producto de deslaves ocurridos durante el período lluvioso, y considerando que la fuente de abastecimiento de agua constituye en sí una zona de drenaje natural, se debe prevenir el posible arrastre de sedimentos y erosión de las estructuras ubicándolas correctamente y promoviendo la reforestación en la parte alta de la micro cuenca.

Las dimensiones del canal en la obra de captación fueron calculadas de la siguiente manera:

### Datos

$$Q_{\max.d} = 0.0395 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.269 \text{ m/s}$$

### Formula

$$A_e = \frac{Q_{\max.d}}{v} \quad (16)$$

De donde:

$Q_{\max.d}$  = Caudal máximo del río

V = Velocidad del agua

$A_e$  = Área efectiva del canal



$$A_e = \frac{Q \text{ max. } d}{V} = \frac{0.0395 \text{ m}^3/\text{s}}{0.269 \text{ m/s}} = 0.15 \text{ m}^2$$

$$b = \frac{A_e}{h} = \frac{0.15 \text{ m}^2}{0.30 \text{ m}} = 0.50 \text{ m}$$

*Resultados: Por lo tanto las dimensiones del canal en la obra de captación serán de 0.50m de base por 0.30m de altura.*

Los diseños de la obra de captación se presentan en los planos constructivos partes de éste informe (Ver capítulo V, sección 1).

### **3. Proyección de la población**

Los requerimientos de diseño comprenden un período de 15 años para algunos elementos hidráulicos del sistema y de 20 años para otros, por tanto se estimará la población probable para el término de este último período, utilizando el método geométrico.

Los dos métodos más utilizados en Nicaragua son el Aritmético y el Geométrico. El método aritmético, se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas es decir que la geografía del terreno sea un límite para su crecimiento, otra limitante serían aspectos socio económicos que también limiten el desarrollo del poblado. Mientras tanto El método Geométrico, es aplicable a ciudades o poblados que no han alcanzado su desarrollo, que se mantienen creciendo a una tasa fija y que su geografía al igual que su situación socio económica, le permite seguirse desarrollando y aumentando su número. Tal y como es el caso de la comunidad de Santa Rosa de Achuapa.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> INAA (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados). (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural*. INAA



### Método Geométrico:

$$P_n = P_o (1+r)^n, \quad (17)$$

Donde:

$P_n$  = Población en el año "n"

$P_o$  = Población del último censo

1 = Constante

$r$  = Tasa de crecimiento (2.5% - 4%)

$n$  = Tiempo entre la fecha deseada y la del último censo

Los datos de población de los cuales se disponen, corresponden a la información proporcionada por los líderes comunitarios, el cual da como resultado una población de 800 habitantes.

Se asumirá para efectos de proyección de población que ésta se desarrollará con una tasa de crecimiento geométrico anual del 3% dado que es la tasa de crecimiento de la población rural del país. En base a esto se hizo la proyección geométrica de la población hasta el final del período de diseño. La población estimada para los próximos 10 años es de 1,075 habitantes y para 20 años de 1,445 habitantes. Ver tabla 7.



**COMUNIDAD "SANTA ROSA DE ACHUAPA"**  
Proyección de población y consumo

n	AÑO	Proyección de Población	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)				Consumo Máximo Día (CMD)				Consumo Máxima Hora (CMH)			ALMACENAMIENTO DEMANDADO		ALMACENAMIENTO EXISTENTE	DEFICIT(-) (RESERVA(+)) DE ALMACENAMIENTO
			CPD: Dot*Hab (Gl/día)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (Gl/día)	CPDT Consumo Promedio Diario Total (Gl/día)	CPDT (LPS)	Gl/día	GPM	m³/día	LPS	Gl/día	GPM	LPS	Galones	M³	M³	M³
0	2009	800	16,000	3,200	19,200	0.84	28,800	20.00	109.09	1.26	48000	33.29	2.10	7,680	29	7	-22
1	2010	824	16,480	3,296	19,776	0.87	29,664	20.60	112.36	1.30	49440	34.29	2.16	7,910	30	7	-23
2	2011	849	16,974	3,395	20,369	0.89	30,554	21.22	115.73	1.34	50923	35.32	2.23	8,148	31	7	-24
3	2012	874	17,484	3,497	20,980	0.92	31,471	21.85	119.21	1.38	52451	36.38	2.29	8,392	32	7	-25
4	2013	900	18,008	3,602	21,610	0.95	32,415	22.51	122.78	1.42	54024	37.47	2.36	8,644	33	7	-26
5	2014	927	18,548	3,710	22,258	0.97	33,387	23.19	126.47	1.46	55645	38.59	2.43	8,903	34	7	-27
6	2015	955	19,105	3,821	22,926	1.00	34,389	23.88	130.26	1.50	57315	39.75	2.51	9,170	35	7	-28
7	2016	984	19,678	3,936	23,614	1.03	35,420	24.60	134.17	1.55	59034	40.94	2.58	9,445	36	7	-29
8	2017	1,013	20,268	4,054	24,322	1.06	36,483	25.34	138.19	1.60	60805	42.17	2.66	9,729	37	7	-30
9	2018	1,044	20,876	4,175	25,052	1.10	37,577	26.10	142.34	1.64	62629	43.43	2.74	10,021	38	7	-31
10	2019	1,075	21,503	4,301	25,803	1.13	38,705	26.88	146.61	1.69	64508	44.74	2.82	10,321	39	7	-32
11	2020	1,107	22,148	4,430	26,577	1.16	39,866	27.68	151.01	1.74	66443	46.08	2.91	10,631	40	7	-33
12	2021	1,141	22,812	4,562	27,375	1.20	41,062	28.52	155.54	1.80	68437	47.46	2.99	10,950	41	7	-34
13	2022	1,175	23,497	4,699	28,196	1.23	42,294	29.37	160.20	1.85	70490	48.89	3.08	11,278	43	7	-36
14	2023	1,210	24,201	4,840	29,042	1.27	43,563	30.25	165.01	1.91	72604	50.35	3.18	11,617	44	7	-37
15	2024	1,246	24,927	4,985	29,913	1.31	44,869	31.16	169.96	1.96	74782	51.86	3.27	11,965	45	7	-38
16	2025	1,284	25,675	5,135	30,810	1.35	46,216	32.09	175.06	2.02	77026	53.42	3.37	12,324	47	7	-39
17	2026	1,322	26,446	5,289	31,735	1.39	47,602	33.06	180.31	2.08	79337	55.02	3.47	12,694	48	7	-41
18	2027	1,362	27,239	5,448	32,687	1.43	49,030	34.05	185.72	2.15	81717	56.67	3.58	13,075	50	7	-42
19	2028	1,403	28,056	5,611	33,667	1.47	50,501	35.07	191.29	2.21	84168	58.37	3.68	13,467	51	7	-44
20	2029	1,445	28,898	5,780	34,677	1.52	52,016	36.12	197.03	2.28	86693	60.12	3.79	13,871	53	7	-45

Tabla 7. Proyección de Población y consumo



#### 4. Proyección de Consumo

En el cuadro mostrado en la tabla 7 se presenta la proyección a 20 años del Consumo Promedio Diario Total (CPDT), el Consumo de Máximo Día (CMD), y el Consumo de Máxima Hora (CMH), en base a la proyección de población y a una dotación de 20 gppd, así como el volumen de almacenamiento.

De acuerdo a las Normas Técnicas de Diseño de INAA, a la cual se hace referencia en este documento, establece una dotación de 16 gppd para sistemas con un nivel de servicio con tomas domiciliarias; sin embargo para este estudio se adoptó una dotación de 20 gppd debido al rápido crecimiento de la población, la capacidad de la fuente y la posibilidad de ampliar el sistema. Ver tabla 8.

Las proyecciones de consumo de agua potable estimadas se resumen a continuación:

<b>Demandas</b>	<b>a 10 años (lps)</b>	<b>a 20 años (lps)</b>
C P D T	1.13	1.52
C M D	1.69	2.28
C M H	2.82	3.79
Almacenamiento	39.0 m3	53.0 m3

**Tabla 8.** Las proyecciones de consumo de agua potable estimadas

#### 5. Línea de Conducción

Para el análisis de la línea de conducción se consideró un período de diseño de 20 años (2029) de acuerdo a las normas de INAA, y un caudal de 2.28 lps (36.12 gpm) que corresponde al Consumo Máximo Día (CMD) para el final de este período de acuerdo a la proyección de población y consumo.



### **Cálculo del diámetro de la línea.**

#### ➤ **Línea de conducción Tanque – Red**

$$Q: 1.52 \text{ l/s} \approx 0.00152 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C: 150$$

$$H \text{ max: } 806.20 \text{ m (altura tanque entrada)}$$

$$H \text{ min: } 696 \text{ m (red)}$$

$$S = (806.20 - 694) / 12600 = 0.010$$

$$\phi = \left( \frac{Q}{0.2785C * S^{0.54}} \right)^{1/2.63} \quad (18)$$

$$\Phi = 0.053 \text{ m} = 2.10 \text{ pulg}$$

#### ➤ **Línea de conducción Captación-Tanque**

$$Q: 1.52 \text{ l/s} \approx 0.00152 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C: 150$$

$$H \text{ max: } 1437.035 \text{ m (Obra de captación)}$$

$$H \text{ min: } 806.20 \text{ m (altura tanque entrada)}$$

$$S = (1437.035 - 806.20) / 12600 = 0.050$$

$$\phi = \left( \frac{Q}{0.2785C * S^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$\Phi = 0.038 \text{ m} = 1.7 \text{ pulg}$$

#### • **Consideraciones de diseño:**

Caudal de diseño CMD 20 años	: 2.28 LPS = 36 gpm
Longitud total de la línea	: 12,618.54 m,
Rango de velocidad	: 1.22 m/s – 1.50 m/s.
Período de diseño	: 20 años



Diámetros Seleccionados	: 2" mínimo.
Elevación de la obra de captación	: 1437.035 m.s.n.m.
Elevación tanque propuesto	: 808.280 m.s.n.m.
Carga hidráulica disponible	: 628.80 m.
Método de diseño	: Análisis hidráulico por medio del programa EPANET V.2

- **Resultados del análisis hidráulico:**

Considerando la demanda de agua futura de la población estimada en 2.28 lps y a la velocidad requerida del flujo, se seleccionó como diámetro de diseño 50 mm (2 plg), la velocidad del flujo a lo largo de toda la tubería es de 1.16 m/s la cual está dentro del rango de velocidad establecido en las Normas Técnicas de Diseño de INAA.

Debido a que existe una diferencia de nivel excesiva entre la obra de captación y el tanque de almacenamiento (628.80 m), es más que evidente la no necesidad de un sistema de bombeo, sino mas bien se proyectó a lo largo de la línea de conducción, la construcción de nueve pilas rompe presión (PRC), con el objetivo de mantener presiones dinámicas y estáticas por debajo de los 70.0 mca. La ubicación de cada una de estas PRC se detalla a continuación:

Pila	Ubicación	Elevación (msnm)
PRC 01	1+050.549	1381.250
PRC 02	1+514.950	1322.940
PRC 03	1+760.774	1297.400
PRC 04	2+579.171	1254.050
PRC 05	3+953.820	1190.790
PRC 06	5+615.487	1099.820
PRC 07	8+380.222	981.190
PRC 08	9+382.784	928.390

**TABLA 9.** Ubicación de Pilas Rompe Presión



La PRC 01 es un desarenador para disminuir el arrastre de sedimentos a través de la línea de conducción y al tanque de almacenamiento. De igual forma tendrá la función de romper la carga o energía hidráulica en el sitio donde se proyecta. Las dimensiones de este se calculan de la siguiente forma:

**Datos:**

- Diámetro de partícula según estudios de suelos en mm (d): 4mm = 0.40cm → (ver anexo 4)
- Velocidad cinemática ( $\gamma$ ): 1.0618 cm<sup>2</sup>/s
- Temperatura (°C): 18°

**a- Velocidad de sedimentación**

$$V_s = 90 \frac{d^2}{\gamma} = 13,56 \text{ cm/s} \longrightarrow 0.1356 \text{ m/s}$$

**b- Velocidad de arrastre**

Se calcula por la fórmula de Camps y Shields

$$V_a = 161\sqrt{d} = 101,75 \text{ cm/s} \longrightarrow 1.01752 \text{ m/s}$$



### c- Velocidad de flujo $V_h$

Tomando en cuenta las variaciones límites que sufren,  $V_s$  y  $V_a$ , la velocidad de flujo se determinará como sigue:

$$V_h = 1/3 V_a = 33,92 \text{ cm/s} \rightarrow 0.3392 \text{ m/s}$$

### d- Sección transversal.

$$a = \frac{Q}{V_h} = 0,000412768 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.00014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.008 \text{ m/s}$$

### e- Área superficial "A"

$$A = \frac{V_h}{V_s} a (\text{mts}^2) = 2,50 \text{ m}^2 \approx 2.60 \text{ m}^2$$

Por lo que se propuso un desarenador con dimensiones de 0.90m de ancho por 2.85m de largo.

También cabe mencionar que de acuerdo al análisis hidráulico de la línea de conducción, estará compuesta de las siguientes tuberías, considerando que en su diseño se ubicaron nueve Pilas Rompe Presión (PRC) para reducir las presiones estáticas hasta los rangos permisibles.

A continuación se detalla el tipo de tubería, su diámetro y cedula de acuerdo a los resultados del diseño:



PI-A PI-B	Longitud (m)	Ø (pl)	Cedula
Fuente- PRC1	1050.549	3	PVC SRD-26
PRC1 - PRC2	464.401	2	PVC SRD-26
PRC2 - PRC3	245.824	2	PVC SRD-26
PRC3 - PRC4	836.397	2	PVC SRD-26
PRC4 - PRC5	1356.649	2	PVC SRD-26
PRC5 - PRC6	1661.667	2	PVC SRD-26
PRC6 - PRC7	2704.735	2	PVC SRD-26
PRC7 - PRC8	1062.562	2	PVC SRD-26
PRC8 - Tanque	3235.759	2	PVC SRD-26
<b>Total</b>	<b>12618.543</b>		

Tabla 10. Resultado del análisis hidráulico de la línea de conducción

### Estado de los Nudos de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo 2	1381.25	0	0
Nudo 3	1381.25	0	51.75
Nudo 4	1391.35	0	41.74
Nudo 5	1401.42	0	31.77
Nudo 6	1405.67	0	27.59
Nudo 7	1407.68	0	25.64
Nudo 8	1405.07	0	28.37
Nudo 9	1406.66	0	27.08
Nudo 10	1408.38	0	25.47
Nudo 11	1411.32	0	22.68
Nudo 12	1406.93	0	27.3
Nudo 13	1403.16	0	31.51
Nudo 14	1390.01	0	45.02
Nudo 15	1387.97	0	47.09
Nudo 16	1389.38	0	45.76



ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo 17	1406.13	0	29.17
Nudo 18	1419.91	0	15.68
Nudo 19	1433.47	0	2.49
Nudo 20	1431.97	0	4.15
Nudo 21	1431.83	0	4.35
Nudo 22	1431.47	0	4.83
Nudo 23	1433.87	0	2.55
Nudo 24	1433.96	0	2.54
Nudo 25	1434.82	0	1.74
Nudo 26	1433.33	0	3.28
Nudo 27	1426.43	0	10.27
Nudo 28	1434.99	0	1.86
Nudo 29	1436.47	0	0.47
Nudo 30	1345.9	0	33.38
Nudo 31	1345.09	0	33.95
Nudo 32	1350.14	0	28.57
Nudo 33	1360.16	0	16.39
Nudo 34	1353.13	0	21.61
Nudo 35	1354.71	0	17.93
Nudo 36	1322.94	0	45.46
Nudo 37	1322.94	0	0
Nudo 38	1291.71	0	28.77
Nudo 39	1292.77	0	27.29
Nudo 40	1297.4	0	18.73
Nudo 41	1268.61	0	23.97
Nudo 42	1265.62	0	20.7
Nudo 43	1246.56	0	31.56
Nudo 44	1261.05	0	16.08
Nudo 45	1261.05	0	16.08
Nudo 46	1219.55	0	12.13
Nudo 47	1219.55	0	12.13
Nudo 48	1160.12	0	27.87
Nudo 49	1160.12	0	27.87
Nudo 50	1099.82	0	44.96
Nudo 51	1099.82	0	0
Nudo 52	1243.03	0	32.56
Nudo 53	1254.05	0	20.66
Nudo 54	1225.36	0	26.97
Nudo 55	1240.88	0	9.03



ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo 56	1218.6	0	26.15
Nudo 57	1224.12	0	16.87
Nudo 58	1204.19	0	28.23
Nudo 59	1200.69	0	30.04
Nudo 60	1208.93	0	18.56
Nudo 61	1173.99	0	43.53
Nudo 62	1190.79	0	25.17
Nudo 63	1151.34	0	34.58
Nudo 64	1134.06	0	47.28
Nudo 65	1142.44	0	32.24
Nudo 66	1108.1	0	60.57
Nudo 67	1125.02	0	38.84
Nudo 68	1106.57	0	53.28
Nudo 69	1118.5	0	38.41
Nudo 70	1104.96	0	50.86
Nudo 71	1116.87	0	37.99
Nudo 72	1104.86	0	49.34
Nudo 73	1139.34	0	11.33
Nudo 74	1036.87	0	32.03
Nudo 75	1036.87	0	32.03
Nudo 76	981.19	0	41.55
Nudo 77	981.19	0	0
Nudo 78	928.39	0	25.05
Nudo 79	928.39	0	0
Nudo 80	868.94	0	31.12
Nudo 81	868.94	0	31.12
Nudo 82	808.28	2.28	30.55
Nudo 83	1091.51	0	4.78
Nudo 84	1050.76	0	39.66
Nudo 85	1053.83	0	31.77
Nudo 86	1042.91	0	41.05
Nudo 87	1048.4	0	33.96
Nudo 88	1023.233	0	53.09
Nudo 89	1029.84	0	34.65
Nudo 90	1014.72	0	46.53
Nudo 91	1030.6	0	27.56
Nudo 92	1027.93	0	28.44
Nudo 93	1010.9	0	40.18
Nudo 94	1013.69	0	35.56



ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Nudo 95	982.84	0	61.05
Nudo 96	994.17	0	41.32
Nudo 97	985.58	0	39.76
Nudo 98	969.07	0	7.4
Nudo 99	956.82	0	11.67
Nudo 100	968.54	0	4.93
Nudo 101	927.86	0	28.44
Nudo 102	918.76	0	7.17
Nudo 103	901.76	0	17.98
Nudo 104	902.89	0	14.97
Nudo 105	879.21	0	25.44
Nudo 106	866.36	0	31.3
Nudo 107	861.15	0	32.14
Nudo 108	858.51	0	31.18
Nudo 109	838.73	0	39.93
Nudo 110	828.08	0	38.21
Nudo 111	812.49	0	49.6
Nudo 112	816.881	0	44.29
Nudo 113	792.74	0	53.01
Nudo 114	807.1	0	33.76
Nudo 115	1190.79	0	0
Nudo 116	1254.05	0	0
Nudo 117	1297.4	0	0
Embalse 1	1437.035	Sin Valor	0

Tabla 11. Estados de los nudos de Red.



Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 2	25.72	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 3	21.09	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 4	39.161	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 5	24.821	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 6	12.647	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 7	14.784	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 8	21.455	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 9	31.616	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 10	31.42	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 11	14.201	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 12	42.35	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 13	96.463	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 14	75.81	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 15	42.07	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 16	19.311	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 17	8.05	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 18	94.13	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 19	113.67	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 20	59.68	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 21	38.58	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 22	30.5	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 23	78.16	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 24	30.17	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 25	15.94	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 26	17.29	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 27	25.75	75	150	2.28	0.52	3.84
Tubería 28	25.71	75	150	2.28	0.52	3.85
Tubería 30	70.95	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 31	8.703	50	150	2.28	1.16	27.7
Tubería 32	12.127	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 33	77.96	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 34	65.234	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 35	75.749	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 36	152.98	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 38	88.7	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 39	15.166	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 40	141.958	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 41	173.99	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 42	225.86	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 43	295.543	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 44	35.993	50	150	2.28	1.16	27.72
Tubería 48	55.36	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 49	31.651	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 50	61.996	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 51	87.334	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 52	186.173	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 53	135.941	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 54	309.163	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 55	26.598	50	150	2.28	1.16	27.71
Tubería 56	34.312	50	150	2.28	1.16	27.7



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 57	117.042	50	150	2.28	1.16	27.7
Tubería 58	359.882	50	150	2.28	1.16	27.7
Tubería 59	56.215	50	150	2.28	1.16	27.7
Tubería 60	101.157	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 61	212.47	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 62	127.512	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 63	23.99	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 64	34.71	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 65	39.271	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 66	106.131	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 67	144.819	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 68	173.703	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 69	217.366	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 70	240.546	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 71	165.227	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 72	74.758	50	150	2.28	1.16	27.69
Tubería 77	127.658	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 78	212.003	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 79	174.249	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 80	58.895	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 81	57.879	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 82	218.124	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 83	268.297	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 84	93.874	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 85	366.626	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 86	303.528	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 87	193.579	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 88	66.142	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 89	191.026	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 90	64.681	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 91	111.83	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 92	116.976	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 93	159.338	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 94	103.505	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 95	440.086	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 96	180.217	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 97	108.215	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 98	170.539	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 99	165.804	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 100	477.126	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 101	68.208	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 102	223.338	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 103	89.002	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 104	73.23	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 105	176.876	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 106	556.895	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 107	33.508	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 108	151.527	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 109	447.165	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 110	398.459	50	150	2.28	1.16	27.68



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 111	158.188	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 112	129.844	50	150	2.28	1.16	27.68
Tubería 113	86.589	50	150	2.28	1.16	27.68
Válvula 1	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	51.75
Válvula 29	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	45.46
Válvula 37	Sin Valor	75	Sin Valor	2.28	0.52	0
Válvula 45	Sin Valor	75	Sin Valor	2.28	0.52	0
Válvula 46	Sin Valor	75	Sin Valor	2.28	0.52	0
Válvula 47	Sin Valor	75	Sin Valor	2.28	0.52	44.96
Válvula 73	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	0
Válvula 74	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	41.55
Válvula 75	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	25.05
Válvula 76	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	0
Válvula 114	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	25.17
Válvula 115	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	20.66
Válvula 116	Sin Valor	50	Sin Valor	2.28	1.16	18.73

Tabla 12. Estado de las líneas de Red.

- **Obras especiales:**

Para el buen funcionamiento de la línea de conducción se propone la instalación de válvulas de aire en los puntos que debido a su altura topográfica y cercanía con la línea de altura piezométrica que pueden provocar bolsas de aire que no permitan el paso del flujo. Lo mismo que válvulas de limpieza en los puntos más bajos del perfil topográfico para evacuar sedimentos en la tubería o el flujo de agua para realizar labores de reparación en las tuberías. Los cruces especiales en quebradas y otros detalles se presentan en los planos constructivos de detalles.

Como recomendación general la tubería debe enterrarse como mínimo a 0.80 m y 1.20 en cruces de caminos y zonas donde el terreno es erosionable o muy inclinado. En los terrenos inclinados se recomienda realizar túneles de tramos cortos de forma intermitente y no zanjear de forma continua para evitar la erosión del suelo.



## 6. Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento se proyectará para el final del período de diseño el cual es de 20 años con una capacidad de 15,000 galones o 57.0 m<sup>3</sup>, que corresponde al 40% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 2029. Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento en las captaciones.

Otra de las funciones del tanque de almacenamiento es mantener las presiones hidráulicas dentro del rango establecidos en las normas, es por esto, y debido a que el terreno donde se ubica la comunidad es regular, que se propone proyectar un tanque de almacenamiento próximo al sitio del tanque de almacenamiento existente.

En el sitio donde se emplazará el tanque se realizará un corte de 0.75 m aproximadamente de los cuales 0.30 m corresponden a mejoramiento de suelo con suelo cemento en proporción 1:4, 0.15 m corresponde al espesor de la losa inferior y el resto será cubierto con material selecto compacto tal como se detalla en el plano constructivo.

El tanque tendrá las siguientes características:

<b>Ubicación</b>	: Comunidad Santa Rosa de Achuapa.
<b>Dimensiones internas</b>	: 5.80 x 5.80 x 1.80 m.
<b>Altura de rebose</b>	: 1.75 m. (Medido a partir del fondo del tanque)
<b>Altura de Tub. de entrada</b>	: 1.80 m. H <sup>o</sup> G <sup>o</sup> 2"
<b>Altura de Tub. de salida</b>	: 0.10 m. H <sup>o</sup> G <sup>o</sup> 2"
<b>Espesor de las paredes</b>	: Variable. Mampostería de piedra bolón.



- Espesor de losa inferior** : 0.15 m. concreto reforzado acero # 4 en A/D @ 0.20 m.
- Espesor de losa superior** : 0.10 m. concreto reforzado acero # 4 en A/D @ 0.20 m.
- Volumen de almacenamiento** : 15,000 galones.

Para determinar las dimensiones de este, se calcula de la siguiente forma:

**Datos:**

CPDT = 1.52 lt/s

1- Volumen compensador:

$$\text{Vol.Com} = 25\% \text{ CPDT} = 33 \text{ m}^3 \quad (19)$$

2- Reserva para eventualidades y/o emergencias:

$$\text{Vol. Emergencia} = 15\% \text{ CPDT} = 20 \text{ m}^3 \quad (20)$$

3- Pre dimensionamiento

$$\text{V. total} = \text{V compensador} + \text{V emergencia} = 53 \text{ m}^3 \quad (21)$$

Redondeando esta cantidad el Volumen total será: **57 m<sup>3</sup>**

$$H = (\text{Vol. total}/3) + K = 2.19 \text{ m} \quad (22)$$

Según normas de ENACAL para la construcción de tanques con piedra bolón, no debe de exceder los 2 m de altura. Por lo que proponemos una altura (H) de **1.80 m.**

$$d = \sqrt{\text{vol}/H} = 5.8 \text{ m} \quad (23)$$



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

En la comunidad existe un tanque de almacenamiento de mampostería de ladrillo cuarterón reforzado, se encuentra en buenas condiciones y se propone que continúe operando por consiguiente la cota de rebose del tanque propuesto, debe coincidir con la cota de rebose del tanque existente.

## 7. Red de Distribución

- **Consideraciones generales para el diseño.**

A manera general la red de distribución se diseña bajo la condición del Consumo de Máximo Hora (CMH) a fines del período de diseño. En la red de distribución actual el agua es suministrada por gravedad a través del tanque de almacenamiento, el cual es alimentado directamente desde la fuente de abastecimiento. Está compuesta por tuberías PVC de 50 mm de diámetro en su totalidad. Cabe mencionar que los alcances de obra sujetos de financiamiento, no incluyen la red de distribución por lo tanto *El comportamiento hidráulico de la red no es objeto de este estudio.* Sin embargo los miembros del Comité de Agua Potable que administran el sistema, afirman que la red de distribución funciona adecuadamente y que solo se acoplara al nuevo sistema.

El suministro de agua potable a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias, las cuales ya se encuentran instaladas, sin embargo se recomienda la instalación de medidores en cada una de las viviendas para evitar los sobre



consumos de agua y mejorar el sistema comercial del acueducto mediante el cobro del metro cúbico de agua consumida, esto permitirá revisar el consumo actual y aplicar las tarifas para garantizar la sostenibilidad del sistema de agua potable.

## **8. Desinfección del agua**

El sistema de tratamiento consiste en la desinfección preventiva del agua por cloración, debido a que el área de la captación es abierta y existe un alto riesgo de contaminación microbiológica.

El proceso de desinfección consiste en la aplicación de cloro, a través de un hipoclorador de carga constante, así como de la presencia de un lecho filtrante a base de carbón activado. Esto para eliminar el exceso de hierro contenido en el agua. (Ver anexo 2).

La dotación del cloro proporcionará una concentración de 5 ppm en el punto de aplicación, todo ello para lograr un cloro residual de 2 mg/lit en cualquier punto de la red de distribución. La dosificación variará conforme el control y seguimiento que se haga durante su operación.



## **CAPITULO V. DOCUMENTOS TECNICOS**

### **1. Planos**



## 2. Especificaciones Técnicas



## **1.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA SOBRE SUELO**

### **1.1 Condiciones Generales**

Toda mención hecha en estas especificaciones ó indicadas en los planos obliga al **Contratista** a suplir e instalar cada artículo o material con el proceso ó método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

### **1.2 Movimiento de Tierra**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación, relleno, tal como es descrito en los planos, o razonablemente implicado en ellos. Se removerán también del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. **El Contratista** tomará todas las precauciones necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

### **1.3 Concreto Reforzado.**

Consiste en suministro de los materiales, mano de obra, equipo, herramientas y demás complementos para suplir el concreto reforzado para esta obra de acuerdo a las **Especificaciones** subsiguientes y con los detalles que aparecen en los **planos**. El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los **28 días** de **3,000 libras** por pulgada cuadrada. Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo



con las **Normas 613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del **Ingeniero**.

#### 1.4 **Materiales**

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será **Cemento Portland Tipo 1**, sujeto a las Especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros. El agregado fino será arena natural Motastepe, manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica ó detrito de conchas marinas, sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM-C-33-92**; en caso de usarse arena de Cauce de la Zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga. El agregado grueso será piedra triturada ó grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a Especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será **un quinto (1/5)** de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, ó **tres cuarto (3/4)** del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la **Norma ASTM C-33** y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la **Sección 33** del reglamento. El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido ó cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto ó refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el **Ingeniero**.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de **40,000 lb. por pulgada cuadrada**, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras



impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia ó su adherencia al concreto.

### **1.5 Almacenaje de Materiales**

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizará cemento dañado ó ya endurecido. Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños. Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

### **1.6 Colocación del Acero de Refuerzo**

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se harán de acuerdo con las normas y recomendaciones **318-89 del ACI**, y las especificaciones del **CRST**. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un centímetro. Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro. Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre ó tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No. 16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente. No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del **Ingeniero**.



## 1.7 Dosificación y Mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobadas por el Ingeniero. Se harán en base a pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el **Ingeniero**.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por el **Contratista**. Informes certificados de las pruebas deberán ser presentados al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El **Contratista** no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del **Ingeniero** y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas **613-54 y 614-59 del ACI**.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento y verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de **4"** pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el **Contratista** y aprobado por el **Ingeniero**.

## 1.8 Colocación del Concreto

La colocación ó vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las **Normas 318-89,605-59 y 614-59 del ACI** y en la forma que aquí se modifica. El transporte



y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación. No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua ó lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave ó tierra seca ó porosa. El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada directamente al concreto a menos que el **Ingeniero** lo apruebe de otra manera. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

### 1.9 Curado del Concreto

El **Contratista** prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de **7 días**. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

### 1.10 Paredes de Concreto Ciclópeo

Los muros de los tanques de mampostería serán construidos con piedra bolón de tamaño máximo de **4" a 10"** de diámetro, estas piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones ó material fácilmente disgregable. El mortero a emplearse en la pegada de la piedra bolón tendrá una proporción de una parte de cemento por cuatro partes de arena colada con la malla **No. 16**. El volumen de piedra bolón ocupará como máximo el **75%**



del volumen total del muro. La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no hagan espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

### 1.11 Excavación

El **Contratista** replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo. El **Ingeniero** establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles. El **Contratista** será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectuó los estudios y que se anexan a estas especificaciones. Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra será removida fuera del predio por el **Contratista**. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad indicada en los planos de fundaciones con un soporte adecuado, el **Contratista** notificará inmediatamente al **Ingeniero**. El **Contratista** no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El **Contratista** mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a



nivel libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El **Contratista** mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el **Ingeniero** deberá ser notificado, y el **Contratista** deberá proveer sin costo adicional desagües para el agua por medio de zanjas y drenajes hacia lugar apropiado de desagüe.

Si por error del **Contratista** se llevara la excavación más abajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de concreto sobre tierra, el **Contratista** rellenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para "EL CONTRATANTE". A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

### 1.12 Limpieza

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del **Contratista**. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.



### **1.13 Partes a ser Construidas de Concreto.**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

### **1.14 Curado del Concreto.**

El **Contratista** prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras. Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de **(10) días** después que el concreto haya sido colocado y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.,) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar ó sin la resistencia adecuada.

### **1.15 Remoción de Formaletas y Obras Falsas.**

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los **21 días** después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del **Ingeniero** para removerse a los **28 días**. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.



### **1.16 Acabado de Superficies Expuestas**

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros ó protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el **Ingeniero** sin costo adicional para el **Dueño**.

### **1.17 Trabajos Defectuosos**

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, será reparado de inmediato después que el **Ingeniero** lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, ó muestra excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado cuyos defectos a criterio del **Ingeniero** no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida ó reemplazada sin que ello represente costo adicional para "**EL CONTRATANTE**" por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

### **1.18 Pruebas**

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de **48 horas**, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejará lleno el tanque por **72 horas** más no debiendo rebajar el nivel del agua más de **9 centímetros**. Cualquier fuga deberá ser revisada por el **Ingeniero** y



recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para “**EL CONTRATANTE**”.

### **1.19 Acabado Interno de Paredes**

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de **1.5 centímetros**, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

### **1.20 Accesorios de Tanque**

El **Contratista** deberá suministrar los accesorios que se muestran en los planos constructivos ó que aquí se especifican.

### **1.21 Escalera Interior**

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero de refuerzo galvanizado de  $\frac{3}{4}$ ” **pulgadas** de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de **0.40** siendo el espaciamiento de los mismos de **0.30** metros.

### **1.22 Manhole ó Boca de Inspección**

Se construirá una boca de inspección de acceso en el techo, dicho boca de inspección deberá construirse conforme al detalle mostrado en los planos constructivos.



### **1.23 Respiradero**

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

### **1.24 Tubería de Entrada y Limpieza.**

El tanque se proveerá de un tubo de entrada y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

**1.25 Rebosadero:** El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

## **2.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y DE CONSTRUCCIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERIAS.**

### **2.1.- Requisitos Generales.**

- a) **El Contratista** considerará en la ejecución de la obra, los siguientes requisitos obligatorios:
  
- b) Programará la obra a ejecutar con la aprobación de **El Ingeniero.**



- c) Cuando **El Contratista** requiera cortar el servicio de agua en el sector donde ejecuta sus labores, deberá solicitar a "**EL CONTRATANTE**" con la aprobación de **El Ingeniero**, que ejecute el respectivo corte, e igualmente el restablecimiento del servicio.
- d) Deberá cubrir la tubería y accesorios instalados, previa aceptación de **El Ingeniero**, una vez verificada su correcta instalación y efectuado todas las pruebas en las mismas.
- e) Será responsable de la conservación de la **Obra** en ejecución, hasta la fecha que se le extienda el **Certificado de Recepción Definitiva** de parte de **El Ingeniero**.
- f) Deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras existentes sobre o bajo tierra, y respetará la propiedad dentro y en áreas adyacentes de los trabajos.
- g) Los cambios de alineamientos o niveles de la tubería, cuando se consideren necesarios, deberán ser autorizados por **El Ingeniero**.
- h) Deberá instalar o colocar las facilidades necesarias, para no bloquear la entrada de personas y vehículos a las viviendas.
- i) Al finalizar la instalación, deberá limpiar el **Sitio de la Obra**, de manera que quede libre de residuos, basura, material sobrante, etc.
- j) Deberá tomar las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, ocasionada por polvo, ruido, obstrucciones, etc.



- k) No podrá alegar desconocimiento de causa sobre este particular y en caso de duda deberá hacer las consultas por escrito a **"EL CONTRATANTE"** previo a la presentación de la **Oferta** de esta **Licitación**. La presentación de la **Oferta** significa la aceptación de su parte sobre el contenido conceptual de cada parte de obra y se someterá entonces a la interpretación que de ésta haga **El Ingeniero**, a la luz de lo establecido en estas **especificaciones**.

## **2.2 Instalación de Tuberías.**

Este capítulo incluye el suministro de todo material, mano de obra, herramientas, equipo, etc., necesarios para la instalación apropiada de la tubería de agua potable conforme las ubicaciones, trazos, profundidades, dimensiones y materiales señalados en los **planos** y descritos en estas **especificaciones** o indicadas por **El Ingeniero**. Bajo el concepto **Instalación de Tuberías**, se comprenderá las sub-etapas constructivas de excavación, instalación, prueba y desinfección de tubería; bloques de reacción y anclajes; relleno y compactación y disposición del material sobrante, de la siguiente manera:

### **2.2.1 Excavación.**

#### **2.2.1.1 Recursos y procedimientos.**

Debido a que en la excavación de zanjas, pozos de sondeo etc., se pueden encontrar eventualmente, materiales de diferentes grados de dureza, esta actividad constructiva requiere diferentes maneras de ejecución y/o de uso de herramientas y/o equipos. Las excavaciones de otros materiales más duros que **"tierra normal"** y/o a profundidades adicionales ordenadas por **El Ingeniero**, se consideran conceptos de obras complementarios, cuyas definiciones y aplicaciones se



determinan en el capítulo - **EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION ESPECIAL Y/O ADICIONAL.**

#### **2.2.1.2 Trabajos iniciales.**

Antes de iniciar la excavación de las zanjas, **El Contratista deberá verificar si las tuberías o cualquier otra obra de infraestructura existente, está o no dentro del área de las tuberías a instalar y avisar y suministrar la información requerida a El Ingeniero**, para que éste revise y dictamine sobre los cambios de alineación y niveles propuestos por **El Contratista**. **Todo aviso y notificación al respecto deberá hacerse por escrito, acompañado si fuera necesario, con detalles constructivos (esquemas).** **El Contratista** deberá planear y colocar en los lugares aprobados por **El Ingeniero**, las señales necesarias que permitan a los conductores de vehículos, orientarse sobre las precauciones que deben tomar al transitar por el lugar de trabajo.

#### **2.2.1.3 Dimensiones de la excavación.**

- a) El ancho de zanja será igual al diámetro nominal de tubería más un máximo de **0.45 m**, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de zanja en toda su extensión. No se reconocerá a **El Contratista** en la forma de **pago**, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización de **El Ingeniero**.
- b) En general, a menos que los **planos** indiquen lo contrario, la profundidad de la zanja será de **1.20 m**, arriba de la corona del tubo. Cuando por necesidad constructiva se requieran profundidades menores, la tubería deberá protegerse con concreto tal como se muestra en **planos** constructivos y con la aprobación de **El Ingeniero**.



- c) El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado, sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente.
- d) En caso de que en la excavación se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el zonzocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique **El Ingeniero**, pero no menos de **0.30 m.** abajo del fondo previsto, y el material excavado deberá reponerse con material aceptado por **El Ingeniero**, dentro de las **especificaciones** señaladas en la **Sección de Relleno Especial**.
- e) Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera, se removerá ésta a una profundidad de **15 centímetros** bajo la rasante de la línea inferior del tubo. Esta excavación comúnmente conocida como **excavación adicional**, se rellenará después con material aprobado por **El Ingeniero** de la manera descrita en la **Sección de Relleno Especial**, o como lo indique **El Ingeniero**.
- f) En caso de curvas horizontales con pequeños ángulos de deflexión, deberá dársele a la excavación un sobre-ancho, el cual estará determinado por las deflexiones permisibles en las uniones de las tuberías.

#### **2.2.1.4 Restricciones y calidad del trabajo.**

- a) No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de **tres (3) días**. El relleno y compactación de zanjas, se realizará inmediatamente después que la tubería haya sido probada hidráulicamente, desinfectada y aceptada por **El Ingeniero**.



- b) Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación.
- c) Se reservará una orilla despejada de **50cm.** de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería.
- d) Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del **Sitio de la Obra** de una manera aprobada por **El Ingeniero**. Los costos de esta operación serán asumidos por **El Contratista**.
- e) Aún, suponiendo que el relleno de la tubería instalada, se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería.
- f) Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de **El Contratista** de ademar o desaguar la zanja, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá de **El Contratista** y a su cuenta, remover el material inestable y rellenar la zanja de la manera descrita.
- g) **El Contratista** removerá toda agua que se colecte en las zanjas antes y después de que los tubos estén instalados. En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación, o por la tubería, sin permiso de **El**



**Ingeniero.** El agua encontrada será eliminada por **El Contratista** de una manera satisfactoria para **El Ingeniero**.

- h) En caso de que en la excavación se presentaran mantos rocosos que demanden el uso de explosivos, **El Contratista** deberá presentar a **El Ingeniero** un programa de ejecución para la excavación controlada, elaborado por personas o empresas especializados en estos trabajos, y deberá obtener el permiso por escrito de las **Autoridades Militares competentes**, incluyendo su compra, traslado, almacenamiento y manejo en obra, a fin de prever explosiones accidentales, que causen daños a personas, inmuebles y otros bienes que se encontraren cercanos, daños por los que **El Contratista** sería responsable.

#### **2.2.1.5 Tipos de excavación.**

Los tipos de excavación de una zanja o de un pozo de exploración pueden catalogarse por su rango de profundidad o por el grado de compactación o dureza (**tipo de material**), es decir por la dificultad de la excavación.

##### **2.2.1.5.1 Excavación en tierra normal.**

Se considerará excavación en "**tierra normal**", siempre que la actividad sea realizada manualmente o con equipo mecánico y el grado de compactación o dureza del material permita utilizar las herramientas comunes para excavar tierra de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas, hormigón suelto, talpuja o combinaciones entre ellas serán consideradas como "**tierra normal**" ante el hecho de que éstas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir el uso de barra.



#### 2.2.1.5.2 Otros tipos de excavación.

Debido al tipo de material (grado de compactación o dureza) que se encuentre podrán ser: **a)** en cascajo; **b)** en cantera; **c)** en roca firme.

### 2.2.2 Instalación de Tuberías.

#### 2.2.2.1 Recursos y procedimientos.

Los materiales, mano de obra, herramientas, equipos, etc., para dejar instalada y en completa operación la línea de agua potable, serán suministrados por **El Contratista**.

#### 2.2.2.2 Cortes y rectificaciones en tubería.

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del **Trabajo**, principalmente cuando fuere necesario instalar tramos de tuberías intercalados con tuberías existentes, o la instalación de accesorios y válvulas, o bien, cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo o acarreo al sitio de la obra. Asimismo, durante el desarrollo de la obra, puede requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado, o para efectuar curvas en el alineamiento, haciendo uso de las desviaciones permitidas para las juntas; en tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida, y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.



### **2.2.2.3 Remoción de agua en general.**

**El Contratista** removerá inmediatamente toda agua superficial, o de infiltración, que provenga de alcantarillas, drenajes, zanjas u otras fuentes, que puedan acumularse en las zanjas durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento

### **2.2.2.4 Instalación de las tuberías.**

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja y, si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la **Obra**. Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria. Siguiendo en general las recomendaciones del fabricante, en el manejo debe evitarse el uso de métodos bruscos, tal como dejar caer los tubos. El almacenamiento de la tubería debe ser hecho sobre suelo llano, exento de piedras, y de preferencia bajo cubierta y a la sombra.

El modo de bajar a la zanja los tubos depende de su peso. Los livianos serán descargados a mano; los de peso mediano, por medio de cuerdas; y los muy pesados, por medio de equipos mecánicos elevadores (tecles, grúas, etc.), no dejarlos caer sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre pavimento o adoquinado, teniendo cuidado especial de que no dañen los tubos.

Se revisará el interior de los tubos a instalarse, con el objeto de verificar su limpieza. Los accesorios a usarse en la tubería, serán igualmente revisados y sometidos a una limpieza general.

La rasante de los tubos y accesorios, deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la



circunferencia de cada tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme y además se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas.

Los extremos de los tubos que ya hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por **El Ingeniero**, para evitar que tierra y otras suciedades penetren en los tubos. La instalación de tuberías de agua potable a través de carreteras, líneas férreas, cauces, puentes, etc., será protegida con una camisa consistente en tubos de mayor diámetro ya sea **HF** o **Acero**, conforme encamisado que a continuación se detalla:

PARA TUBERÍA DE:	USAR CAMISA DE:
2"	4"
4"	8"
6"	10"
8"	12"
10"	14"
12"	16"
16"	24"

**Tabla 13.** Camisas para Tuberías

Cuando el zanjeo sea en forma de curva horizontal, con ángulos de deflexiones menores y radios de curvas muy grandes, la instalación podrá hacerse sin el uso de codos, aprovechando las desviaciones angulares permisibles que cada junta puede alcanzar, la cual será la especificada por el fabricante de la tubería. Conviene recordar que el montaje se realiza a partir de tubos perfectamente alineados. La desviación sólo debe realizarse, después que el montaje de la junta se encuentre totalmente terminado. En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar los tubos que se van instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.



#### **2.2.2.5 Uniones especiales para tuberías, juntas Dresser.**

Estas **Juntas** se adaptan y cubren un amplio rango en los espesores de tubos de Acero, **H.F., A.C. y P.V.C.** Una **Junta Dresser** consiste en un **anillo cilíndrico** central de acero, dos anillos laterales también de acero, dos empaques de hule (**caucho**) y un juego de **pernos de acero**. Su forma de instalación es similar a la forma de instalación de la **Junta Gibault**. Al apretar los pernos se aproximan los anillos laterales apretando los empaques en el espacio entre ellos, el anillo central y la superficie del tubo.

#### **2.2.2.6 Instalación de válvulas y accesorios.**

Para instalaciones de **válvulas**, en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas deben seguirse los pasos explicados para estos conceptos en los artículos precedentes.

Antes de proceder con la instalación de las **válvulas**, y cualquier otro accesorio, **El Contratista** los examinará cuidadosamente. El accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

Las **válvulas** serán inspeccionadas para comprobar la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de la **válvula** y especialmente el asiento, daños por el manejo y grietas.

Las **válvulas** deberán ser instaladas en los lugares fijados por los **planos** o en los sitios indicados por **EL INGENIERO**. Toda **válvula** deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.



Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas piezas cortas.

Se instalará una **caja de válvulas** por cada **válvula** a ser instalada; de acuerdo con los detalles de los planos constructivos. Todas las **cajas de válvulas** deberán ser colocadas de manera que no transmitan impactos o esfuerzos a la **válvula**, y deberán ser centradas y colocadas a plomo sobre la tuerca de operación de las **válvulas**. Los costos de las cajas deben integrarse al precio ofertado para Suministro e Instalación de válvulas del **Formulario de la Oferta**.

#### **2.2.2.7 Anclajes y bloques de reacción.**

Accesorios en general como **Tees, Reductores, Codos, Tapones, Válvulas, etc.**, serán afianzados por medio de anclajes y bloques de reacción, a fin de impedir su desplazamiento bajo la presión del agua.

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento, y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien en capas de **10 cm** hasta llegar al nivel natural del terreno o rasante. Si por alguna razón se tiene un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden construirse a cada tercer tubo.

No se harán pagos por separado por la instalación de bloques de reacción y anclajes, debiendo su costo estar incluido en los precios unitarios ofrecidos en la instalación de tubería y válvulas. Estos precios unitarios deben incluir todos los suministros de materiales, mano de obra y conexos necesarios en su totalidad.



### **2.2.2.8 Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad.**

La finalidad de las pruebas de presión a que debe someterse la instalación, es la de verificar que todas sus partes hayan quedado correctamente instaladas, y que los materiales empleados estén libres de defectos o roturas.

El objeto de la prueba, no es la de verificar una vez más la calidad de los materiales, sino hallar averías posibles causadas por maltrato de la tubería o fallas en el montaje de las distintas partes de la línea. Puesto que el objeto de la prueba es comprobar todas las partes de la instalación, es indispensable que el tramo que va a probarse se halle totalmente terminado; por tanto, debe verificarse que la tubería esté correctamente soportada, los bloques de anclaje estén contruidos y fraguados.

La prueba de la tubería se hace a medida que la obra progresa, y en tramos no mayores de **200 metros**, aunque a criterio de **El Ingeniero** podrá variarse la longitud por razones prácticas tales como las facilidades de aislamiento por válvulas y los tiempos de llenado y vaciado de las tuberías. La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática, equivalente a **1.5 veces** la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a **150 psi**. Estas presiones de prueba deberán mantenerse durante no menos de una hora. Los costos del agua que se utilice para realizar las pruebas hidrostáticas deben ser integrados en los precios unitarios de la **Oferta**.

En tubería de diámetro grande o longitud larga, es necesario utilizar bomba con motor de gasolina para inyectar el agua de prueba. Puesto que en algunos casos deberán probarse tramos de una línea, habrá que utilizar bloques de reacción temporales para este propósito. En este caso, no olvidar que el empuje en los extremos cerrados puede ser de varias toneladas; por consiguiente, el gato hidráulico, el tablón y las cuñas de madera que se usen para construir los bloques



temporales, deben ser suficientemente fuertes y estar bien colocados para resistir este empuje. La pérdida de agua en la sección de tubería sometida a la presión indicada, y después de transcurrida una hora, dependiendo de su diámetro, no deberá ser mayor a la abajo indicada:

DIÁMETRO	GALONES POR CADA 100 JUNTAS UNIONES
30"	6.12
28"	5.74
24"	4.89
16"	3.26
12"	2.45
10"	2.05
8"	1.63
6"	1.23
4"	0.82

**Tabla 14.** Galones por cada junta para diferentes diámetros

Los valores de la tabla están basados en una fuga permisible de **8.20 gpd/km** de tubería por pulgada de diámetro (**1.22 L/día/km** de tubería por milímetro de diámetro de tubería) cuando es probada a **150 psi (1034 kPa)**, con tuberías de **6 metros de longitud**. En el caso de usarse tuberías de otras longitudes, tendrán que ajustarse los nuevos valores utilizando el valor unitario permisible.

Si es necesario, el volumen de fuga permisible puede ser determinado por el uso de la fórmula:

$$F = (n \cdot D \cdot (P)^{1/2}) / 3,700 \quad (24)$$



**Donde:**

**F** = Volumen de pérdidas permisible en la prueba de 1 hora;  
galones/hora.

**n** = Número de juntas en el tramo de prueba;

**D** = Diámetro nominal de la tubería en pulgadas;

**P** = Presión de prueba en libras por pulgada cuadrada;

En el uso de la fórmula debe tomarse en consideración que si la longitud de los tubos es diferente a **4 metros**, el valor resultante debe corregirse proporcionalmente a la longitud real. Si el tubo fuera de **6 m.**, por Ej., el valor de **F** debe multiplicarse por **2/3**. Si las fugas en cualquier sección resulta mayor que la permisible, las fugas deben ser localizadas y reparadas, y la prueba repetida hasta que el volumen de pérdidas de agua quede dentro del rango permisible. En la preparación, ejecución y después de efectuada la prueba, debe procederse como sigue:

- a) Verificar que todos los accesorios y los extremos muertos, tengan su bloque de reacción, y éstos estén sólidamente asentados. Debe haber transcurrido un tiempo de fraguado suficiente, un mínimo de tres **(3)** días, a menos que **El Ingeniero** apruebe otro tiempo, desde el colado del último bloque de reacción hasta la fecha de la prueba.
- b) Proveer en todos los extremos de la tubería y donde se considere necesario, perforaciones de un tamaño apropiado, para permitir la expulsión del aire y una vez probada, lavar y evacuar por estos mismos puntos.
- c) Rellenar en forma de montones, toda la extensión del tubo, dejando descubiertas las **juntas**.



- d) La presión de prueba será alcanzada en forma gradual y no bruscamente. La llave de control será operada lentamente y sin brusquedad, a fin de evitar sobrepresiones violentas que puedan dañar la tubería.
- e) La presión debe leerse en dos manómetros, de precisión adecuada, y localizados en el punto de prueba. La lectura promedio será considerada como la presión de prueba. Ambas lecturas deben ser razonablemente iguales, con una tolerancia de **5 psi**, a menos que **El Ingeniero** acepte una desviación mayor, en cuyo caso para efectos de la prueba, la presión de prueba será la indicada por la menor lectura del manómetro.
- f) Durante la prueba deben revisarse todas y cada una de las juntas y accesorios, a fin de detectar cualquier filtración.
- g) Mantener durante el período de prueba la presión constante mediante la inyección de agua. Si después de transcurrido el período de prueba, el **manómetro** señala algún descenso en la presión, debe alcanzarse la presión inicial y medir la cantidad de agua que ha sido necesaria para alcanzar este punto. La pérdida de agua acumulada no debe exceder a las recomendadas en la tabla anterior.

#### **2.2.2.9 Protección de obras no terminadas.**

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de los tubos que no hayan sido tapados, y cualquier material extraño que se encuentre deberá ser removido por cuenta de **El Contratista**.



### **2.2.3 Relleno y Compactación.**

Para toda zanja o pozos de exploración abiertos para la instalación de tuberías o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá de **El Contratista** el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación de los mismos. El relleno y la compactación deben ser realizados adecuadamente para cerrar las zanjas, pozos exploratorios etc. En general, esta actividad utiliza como material, el mismo que fue extraído de la zanja y que libre de elementos inadecuados, recibe el nombre de "**relleno común**".

En el caso de requerirse otro tipo de material de relleno, debido a situaciones específicas encontradas durante las excavaciones como sería la sustitución de material inadecuado (inestable, piedras, roca, desechos, etc.) o reposición en sub-excavaciones ordenadas por **El Ingeniero** por haber lechos de piedra cantera o rocosos, deberá importarse material selecto de banco y/o otros tipos de rellenos.

#### **2.2.3.1 Requerimientos generales.**

A menos que se indique lo contrario o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfectada y lavada satisfactoriamente. Durante el relleno de las zanjas (ver sección típica de zanja y rellenos en planos de detalles generales de tubería) es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

**a)** Se iniciará el relleno con capas de **10 centímetros** de espesor y material seleccionado aceptado por **El Ingeniero**, cuidadosamente apisonadas una sobre otra y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a **1/4** del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja,



se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.

**b)** Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de **10 centímetros**, hasta alcanzar un espesor de **30 centímetros** arriba de la parte superior de la tubería.

**c)** En esta primera etapa (**a y b**) sólo se utilizarán materiales escogidos de la excavación (**relleno común**), tierra suelta libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptibles de descomposición, etc. También podrá utilizarse material selecto o una combinación de ambos, u otro material aprobado por **El Ingeniero**. La compactación mínima aceptable para estas capas de relleno será del **95% PROCTOR Standard**.

**d)** Desde **0.30 metros** sobre el tubo hasta la sub-rasante en calles revestidas, se rellenará con material de la excavación; pero escogido, colocado y apisonado en capas de **15 centímetros**. Piedras de más de **10 centímetros** serán excluidas de todo relleno.

**e)** Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (**falta de agua**) ni excesivamente saturada (**exceso de agua**) será compactada adecuadamente con apisonadoras de madera o metálicas hasta lograr una apariencia de compactación sólida y densidad uniforme

**f)** En terrenos erosionables, o donde puedan encauzarse corrientes superficiales que puedan arrastrar el material de relleno, es necesario proveer retenciones de concreto simple a todo lo ancho de la zanja y a intervalos convenientes, de manera que eviten el deslave del material. La forma, dimensiones e intervalo de construcción serán dispuestos por **El Ingeniero**.



### **2.2.3.2 Tipos de relleno.**

#### *a)- Relleno común.*

Consistente en material aprobado y seleccionado, sacado de la excavación de la zanja o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales degradables. El relleno deberá tener alrededor del **2%** de agua natural, con relación al peso seco del suelo original.

#### *b) Relleno especial.*

En vista que las normas establecidas requieren para rellenos de zanjas para tuberías, cierto grado de calidad de material dependiendo de las condiciones específicas encontradas en el subsuelo, algunas veces se obligará el mejoramiento y/o la sustitución del material existente en la excavación, por otro catalogado como relleno especial; **Ver el capítulo - EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION ADICIONAL.** Tales rellenos podrán ser: **a)** de material selecto para sustituir o para mezclar; **b)** material especial granular; **c)** material especial arenoso.

## **2.3 Tubería y Accesorios PVC (Cloruro de Polivinilo)**

### **2.3.1 Tubería PVC.**

Se deberá suministrar tubería de **Cloruro de Polivinilo (PVC)**, designada por **SDR-26, SDR-17 y SDR-13.5** según la Especificación Estándar **ASTM D 2241-89**. La tubería mayor o igual a **2" de diámetro**, será **Clase SDR-26** del tipo de unión flexible, tipo **PUSH-ON ó TYTON ó JUNTA RAPIDA**, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.



En el caso que se requiriera utilizar tubería de **1", 3/4" de diámetro**, deberá ser **Clase SDR-17** del tipo de unión cementada. La tubería de **1/2" de diámetro**, deberá ser **Clase SDR-13.5** del tipo de unión cementada. Las propiedades físicas de las tuberías serán probadas de conformidad a la última versión de las **Normas ASTM D2241, D1598 y D1599**, para la presión sostenida, presión de estallido, integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión. Todas las tuberías **PVC** deberán llevar marcado lo siguiente:

- a) **Marca del fabricante.**
- b) **Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.**
- c) **Diámetro nominal.**
- d) **Tipo, Grado, Valor SDR y la presión de servicio.**
- e) **ASTM D 2241.**
- f) **Sello o marca del Laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.**

La tubería de **PVC** será fabricada de compuestos vírgenes de clase igual o superior a las clases **12454-B, 12454-C, 14333-D**, según lo define la **Especificación ASTM D 1784**. Las tuberías deben ser diseñadas para una presión hidrostática de **2000 PSI (14 MPa)** para agua a **23° C**, designadas como **PVC1120, PVC1220 y PVC2120**. Los compuestos usados en la fabricación de las **tubería y accesorios** no deben contener ingredientes solubles en agua en una cantidad tal que su migración en determinadas cantidades en el agua sea tóxica y no permitida, según las normas de calidad **OPS/OMS** para el agua potable. Es de hacer notar que no se aceptarán materiales que contengan plomo y sus derivados, o materiales solubles en agua u otros que perjudiquen la **calidad específica de la tubería**.



**Dimensiones:** Los diámetros, espesores de paredes y longitudes de la tubería serán determinados conforme a lo establecido por el **Método de Prueba Estándar ASTM D2122-88**.

**Longitudes Estándares:** La tubería debe suministrarse en **longitudes estándares de 20 pies $\pm$ 1 pulgada (6.1 m $\pm$ 25 mm)**. Un máximo del **5%** de la longitud de cada diámetro puede suministrarse en longitudes variables que no sean menores a los **10 pies (3 m)**.

**Empaques de Caucho y Lubricantes:** Los **empaques y lubricantes** proyectados para usarse con la tubería de **PVC**, deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el crecimiento de bacterias ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada. Los **empaques de caucho** de la **tubería PVC** serán moldeados en una sola pieza y serán conforme con los requerimientos de **ASTM F477** para aplicación de alta carga hidráulica.

### **2.3.2 Accesorios PVC :**

Todos los accesorios serán **Cédula 40**.- Los accesorios mayores a **2"** serán del **Tipo Junta rápida (Push On)**, los demás serán de extremos lisos (**Slip x Slip**) para junta cementada. Los **Adaptadores Hembra (female adapter)** y **Adaptadores Machos (male adapter)** de **1/2"** tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado **S. T. (Slip x THREAD)**. Para el caso de las **Abrazaderas de 2" \* 1/2"**, **rosca recta en la boca de servicio**, deberá cumplir la **Norma ASTM D-2466-74**, para una presión de trabajo de **250 PSI**. Otros nombres utilizados para las abrazaderas son collares de derivación o silletas roscadas (**threaded services addle**). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.



### **2.3.3 Pegamento PVC:**

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la **Norma D-2564**, la cual rige las **Especificaciones para Cemento Solvente**. Esta es una solución de **PVC** clase **12454-B**.- Debe suministrarse en recipientes de **1/4 de galón o menor**.

## **2.4 Accesorios y Válvulas de Bronce y Hierro Fundido.**

### **2.4.1 Válvulas de Pase de Bronce. (CURB STOP):**

El material de fabricación de las **válvulas** será de una aleación de bronce, que contenga un **85%** de cobre y un **5%** de estaño, plomo y zinc, de acuerdo a los requerimientos mecánicos y químicos de **ASTM B62 O ASTM B584**. Serán diseñadas, fabricadas y probadas según la **Norma ANSI/AWWA C800**, última revisión. Las **válvulas** de **1/2"**, **3/4"** y **1"** aquí especificadas serán del tipo de llave invertida (**inverted key curb stop**) para servicio domiciliario, con cierre de **1/4** de vuelta, extremos roscados hembra (**F.I.P. threads**). Las **válvulas** de **1/2"** serán similares a los modelos **FORD ZX11-111** y **MUELLER H-10202**. Las **válvulas de 3/4"** y de **1"** serán similares a los modelos **FORD Z11-333** y **MUELLER H-10202 O SIMILAR**.

Las **válvulas de 2"** serán del tipo de bola, de **1/4** de vuelta, extremos roscados hembra, similares a los modelos **FORD B11- 777** y **MUELLER B-20283 O SIMILAR**. No estarán provistas de manija solidaria con el mecanismo interno y serán, por el contrario, operadas mediante una llave acoplable de **Hierro Fundido**, similar al modelo **Mueller H-10321** para las válvulas de 2", con una longitud de **3 pies**. Las llaves serán suministradas a razón de una **(1)** llave por cada veinte **(20)** válvulas.



#### **2.4.2 Válvula de Compuerta H. F. con extremos Push-on y con extremos de brida.**

Serán fabricadas conforme a las Normas **AWWA C-509-87**.- Las válvulas de compuerta ofertadas serán del tipo de **Cierre Elástico de vástago no-levadizo (NRS RESILIENT SEATED GATE VALVE)**, con la compuerta o cuña de hierro fundido, encapsulada en elastómero, diseñadas para una presión de trabajo de **200 PSI**, vástago de bronce no levadizo, con cierre en sentido de las manecillas del reloj. Las **válvulas** vendrán provistas de tuerca de operación de **2" x 2"** con extremos, con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (**PVC SDR-17 ó 26**); llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones **ANSI B-16.1, CLASE 125**, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido, con rosca hembra I.P. (**Female Iron Pipe Threads**), pernos, tuercas y empaques.

#### **2.4.3 Válvulas de Aire y Vacío**

Deberán ser de hierro fundido cumpliendo con las Normas ANSI / AWWA C-512, última versión, para agua fría y presión de trabajo mínima de 175 m.c.a. Serán del tipo de flotador, de cámara única, con rosca hembra I.P. de acuerdo con la especificación N.P.T de ANSI / ASME B 1.20.1 para las bocas de entrada.

Las válvulas de aire y vacío, para instalarse en tuberías de conducción y distribución, deberán ser diseñadas para permitir el escape de grandes cantidades de aire cuando la tubería se esté llenando y el cierre hermético cuando el líquido entre en la válvula. También deberán permitir la entrada de gran cantidad de aire cuando la tubería se esté vaciando para producir el rompimiento del vacío. El área del orificio de descarga deberá ser igual o mayor que el orificio de entrada en la válvula. La válvula deberá consistir de un cuerpo, cubierta, deflector (baffle), flotador y asiento. El deflector deberá ser diseñado para proteger al flotador del contacto directo con la



embestida del aire y agua, previendo que el flotador produzca el cierre prematuro en la válvula. El asiento deberá ser sujetado con la cubierta de la válvula sin distorsión y deberá ser fácilmente removido cuando sea necesario.

El flotador deberá ser de acero inoxidable diseñado para soportar un fatiga de 70 bar o más. Las válvulas deberán ser protegidas contra la corrosión, con una capa gruesa de minio TTP86 tipo IV, ó similar. Todos los materiales empleados en la fabricación de las válvulas deberán cumplir con las especificaciones siguientes:

Cuerpo, Cubierta y Deflector: de Hierro fundido ASTM. A 48 Clase 30.

Flotador: de acero inoxidable ASTM. A 240

Asiento: Nitrile Rubber.

#### **2.4.4 Accesorios y Piezas Especiales de Hierro Dúctil**

Estos **Accesorios**, deberán estar de acuerdo al **American National Standard for Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings, 3 in Through 48 In, for Water and Other liquids, designación ANSI/AWWA C110/A21.10-87** (última versión). Los **Accesorios de Extremos Bridados** serán diseñados para una presión de trabajo de **250 PSI**, los de **Extremos de Junta Rápida** con empaque de caucho, lo serán para presión de trabajo de **350 PSI**. Las **bridas** serán conforme a la **Especificación ANSI B-16.1-75**. Deberán traer sus respectivos compañeros de **bridas de Ho. Fo. CON SUS EMPAQUES DE CAUCHO, PERNOS Y TUERCAS DE ACERO** con **tratamiento especial anticorrosivo, tal como una protección a base de cadmio.**

#### **2.4.5 Uniones Mecánicas (DRESSER) De Transición:**

Serán de **Hierro Dúctil** y servirán de acople directo entre los **Accesorios de Hierro Fundido y Hierro Dúctil** de extremos lisos y los extremos maquinados de las



tubería de **PVC SDR-17 ó 26 y AC CLASE 20**, o para unir tubería de **PVC SDR-17 ó 26 y Hierro Dúctil** de igual diámetro nominal y diferentes diámetros exteriores. Serán similares a las fabricadas por **FORD**, estilo **FC2A**, según la **SECCION M3, 9/90** de su último catálogo. La **Tabla 2-1** resume los diámetros exteriores de las tuberías **PVC, AC y HD** para los que se usarán estas uniones.

Cada unión deberá constar de un **(1)** anillo central de hierro dúctil, según **ASTM A536 80**, con acabado de esmalte de un compuesto de aceite de uretano modificado, dos **(2)** aros o contra bridas de Hierro dúctil, según **ASTM A536 80-65-45-12**, dos **(2)** empaques de un compuesto de caucho especial con sección en forma de cuña y un número suficiente de pernos y tuercas de acero inoxidable, con cabeza del tipo usado en empalmes de rieles para comprimir adecuadamente los empaques, con cuello elíptico y roscas laminadas.- El fabricante deberá suministrar información acerca del par de torsión recomendado que se deberá aplicar para apretar los pernos en las contra bridas, éstas deberán ser de sección ovalada, a fin de obtener una mayor resistencia.

Los empaques del acoplamiento deberán estar hechos de un compuesto consistente en una base de caucho puro o sintético, combinados con otros productos para producir un material que no se deteriore bajo los efectos del envejecimiento, el calor o la exposición al aire bajo condiciones normales de almacenamiento, según **ASTM D2000 80M 4AA 809**. El material de los empaques deberá poseer características de resistencia y deberá tener capacidad para resistir la deformación elástica en frío de tal manera que la junta permanezca sellada y hermética indefinidamente, cuando sea sometida a impacto, vibración, pulsación y cambio de temperatura ó a cualquier otro ajuste que se realice en la tubería donde será instalada. El material de los empaques no debe contener sustancias solubles en el agua y que la contaminen.



DIAMETRO NOMINAL		DIAMETROS EXTERIORES PROMEDIOS DE TUBERIA							
		P.V.C SDR-17		P.V.C SDR-26		A.C CLASE 20		H.D (K9)	
Pulg	mm	m	Pulg.	Mm	Pulg	mm	pulg	mm	pulg
2"	50	6.32	2.375	60.32	2.375				
3"	75	8.90	3.50	88.90	3.50	90	3.543	98	3.858
4"	100	114.30	4.50	114.30	4.50	119	4.685	118	4.645

**Tabla 15. TABLA DE DIAMETROS EXTERIORES DE TUBERIAS A SOLICITAR**

Se usó la equivalencia de 25.4 mm = 1 pulg.

De acuerdo a los requerimientos del tipo de unión a utilizar (**PVC – Ho. Fo, Ho. Fo. – Ho. Fo. y Ho. Fo. – AC**), ésta deberá corresponder a las especificaciones antes descritas.

### **3.0 ESPECIFICACIONES PARA CERCO DE ALAMBRE DE PUAS Y PORTON.**

#### **3.1 Cerco de Postes de Concreto y Alambre de Púas.**

Remover cercos en los costados de los predios donde éstos existan. Realizar limpieza perimetral de **2.00 m.** en cada predio, partiendo del cerco hacia la parte interna del predio. Limpieza general del predio cercado, de manera que este quede libre de todo obstáculo y/o maleza. Se construirán cercos de Alambre de Púas con postes de concreto con espaciamiento de **2.50 metros**. Se instalarán seis hiladas de alambre de púas **No. 14**, tal como se indica en los planos constructivos.

La excavación de hoyo para la instalación de los postes de concreto será de las siguientes dimensiones, **0.40** metros de ancho x **0.40** metros de largo y **0.65** metros de profundidad. A los postes se les construirá un pedestal de concreto de **210**



**Kg/cm<sup>2</sup>** de resistencia, como base con las siguientes dimensiones, **0.40 x 0.40 x 0.65** metros. El poste instalado quedará empotrado en concreto **0.5** metros, y sobresaliendo en la superficie del terreno a una altura de **2.00** metros.

En cada punto esquinero y/o donde exista un ángulo de giro mayor **30°** con respecto a la línea base de la poligonal, se deberán instalar postes de retenida, además se instalarán postes de arriostres después de cada cinco postes instalados, tal y como se muestran en los planos constructivos. El **alambre de púas** deberá ser fijado al poste de concreto con alambre de amarre **No. 16**.

### **Especificaciones de materiales.**

- a) **Alambre de púas** # 14 galvanizado a ser instalado en los cercos.
- b) **Tubos:** de hierro galvanizado cédula 40. Los diámetros y la colocación de los tubos se ajustarán de acuerdo a lo indicado en los planos.
- c) **Concreto:** para los elementos estructurales, se utilizará concreto de **210 Kg/cm<sup>2</sup>**.- Para empotrar el vertical para los cercos de malla y los postes de concreto para los cercos de alambre de púas.
- d) **Alambre de Amarre # 16:** para fijación del alambre de púas a los postes de concreto.
- e) **Postes de concreto:** Los postes serán de sección rectangular de **0.08 x 0.12 y 2.50** metros de longitud, tipo MAYCO, PROCON etc., o similar.

### **3.2 Especificaciones técnicas para portón de malla ciclón**

Estas especificaciones cubren los aspectos relevantes de los suministros de materiales y servicios que se prevén necesarios para construir **portones de Malla Ciclón** en los sitios indicados. Las **especificaciones** presentan una breve descripción de las características técnicas mínimas que deben cumplir los materiales, obras y servicios a ser suministrados por **El Contratista**. Aunque estas



**especificaciones** representan un nivel normal de información, es deber de **El Contratista** proceder de conformidad con las normas y prácticas correctas de ejecución, aplicables a obras civiles.

### 3.2.1 Portones de Malla Ciclón:

La construcción del marco de será de tubos de Hierro Galvanizado, **cédula 40**, y tendrán **2.50** metros de longitud. Los tubos verticales serán de **2"** y los tubos horizontales de **1 ½"**. Instalar un portón de tubos de hierro galvanizado **Cédula 40** con malla ciclón, el cual deberá ser empotrado en las columnas de concreto de **210 Kg/cm<sup>2</sup>** de resistencia. Las dimensiones de los elementos estructurales así como el detalle de acero de refuerzo, se refleja en el plano constructivo. El portón tendrá bisagras de platina de **3/8"** de espesor, empotradas a las columnas y soldadas al acero de refuerzo longitudinal de las columnas.

### 3.2.2 Especificaciones de materiales

- a) **Malla Ciclón** de 2.44 metros (8.00 pie). N° 12½ y rombo de 2".
- b) **Tubos** de hierro galvanizado **cédula 40**. Los diámetros y la colocación de los tubos se ajustarán de acuerdo a lo indicado en los planos.
- c) **Portón.** El portón, se deberá construir de acuerdo a los planos y a estas especificaciones. El portón deberá ser instalado con todos sus accesorios: bisagras, picaportes y pasadores de alta resistencia así como cadena y candado con tres juegos de llaves. La cuerda inferior del portón debe ser hecha conforme a la pendiente final del terreno.
- d) **Varillas lisas** de acero 1/4" de diámetro para fijar la malla a los tubos perimetrales.
- e) **Concreto** para los elementos estructurales, se utilizará concreto de **210 Kg/cm<sup>2</sup>- 3,000 P:S:I.** para empotrar el vertical de los cercos de malla en una proporción **1:2:3.**



- f) La **grava** debe ser limpia, durable y sujeta a las **especificaciones ASTM- C-33**. El tamaño máximo permitido será de un **quinto (1/5)** de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos o de **tres cuartos (3/4)** del espaciamiento libre entre las varillas de refuerzo, según recomendaciones de la **Norma ACI-613**.
- g) La **arena** debe ser natural, limpia y libre de materia orgánica preferible del cerro de **Motastepe**.



### **3. Presupuesto**



## **4. Evaluación de impacto ambiental**

Este capítulo corresponde al análisis de las posibles consecuencias de este proyecto sobre el Medio Ambiente en el área de influencia, en la comunidad de Santa Rosa – Achuapa.

La evaluación de impacto ambiental es una herramienta técnica fundamental para predecir los efectos ambientales que pueden derivarse de la ejecución del proyecto, permitiendo la valoración de los impactos generados para determinar medidas minimizadoras y correctoras que eviten comprometer la calidad de vida del ser humano y su entorno.

En este estudio se han considerado tres etapas o fases del ciclo del proyecto, cuyas actividades han sido evaluadas en función de los posibles impactos ambientales que produzcan:

- Fase de construcción de las obras civiles.
- Fase de funcionamiento y mantenimiento del sistema.
- Fase de abandono o cierre del proyecto.

### **4.1 Objetivos**

-Identificar, predecir y evaluar los impactos significativos, positivos y negativos, que pueden producir la ejecución y puesta en marcha de este proyecto de agua potable sobre el medio ambiente físico, biológico y humano del área de influencia en la comunidad de Santa Rosa – Achuapa.

-Establecer las medidas para mitigar o minimizar el nivel de significancia de los impactos ambientales negativos.



## **4.2 Marco regulatorio nacional**

En Nicaragua, se han establecido leyes, criterios y normas jurídicas para la gestión ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales. Todo ello, como parte de la búsqueda del desarrollo sustentable de la nación:

-Ley No. 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (en particular, el Capítulo II: Aguas y su reglamento).

-Decreto No 33-95: Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de aguas residuales domésticas y agropecuarias.

-Decreto No. 78–2002: Pautas y Criterios para el Ordenamiento Territorial (en particular, la sección segunda: Criterios ambientales y de recursos naturales).

-Decreto No. 45-94: Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental.

-Ley No. 620: Ley General de Aguas Nacionales.

## **4.3 Línea Base del estudio de Impacto Ambiental**

Los principales factores ambientales que mayormente se ven afectados durante la ejecución de una obra son el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna, y dentro del ambiente humano, los terrenos con los diferentes cultivos que tengan establecidos. Por lo expuesto, se determinó el impacto del proyecto en cada uno de los factores del medio ambiente físico, biótico y humano y se propuso las respectivas medidas de mitigación.



Toda la red comprende una distancia de 12.6km, de los cuales, en los primeros 8km a partir de la captación corresponde solamente a bosques y áreas para encierro de animales de corral; mas adelante encontramos la comunidad de Santa Rosa de Achuapa que cuenta con una población de 800 habitantes con un índice habitacional de 5.7 Hab/Viv. El acceso al pueblo es complicado debido a la topografía del terreno, por lo que lo hace una comunidad pequeña con una densidad de población baja, los lotes son grandes con viviendas bien separadas unas de otras la mayoría de estas están construidas de mampostería de ladrillo de barro, bloque, otras son de madera, con el techo de zinc y teja.

La actividad económica más importante en el sector es el cultivo de granos básicos, también en pequeña escala, la producción de hortalizas. El clima de la región es clasificado como Sabana tropical, con temperaturas que oscilan entre los 20° y 22°, presenta cerros en forma piramidal, llanuras extensas con bastante pasto; predominan los árboles de mango, guaba, naranja, aguacate, Pino, el roble, cedro, Guanacaste, eucalipto, ciprés, etc.

La fauna es diversa, entre ellas tenemos el vacuno porcino, aves de corral, cerdos, también en el bosque podemos encontrar diversos tipos de animales, como el zanate, guardabarranco, pericos, chocoyos, venados, ardillas, iguanas, garrobos, etc.

#### **4.4 Categorización de los impactos ambientales**

La categorización de los impactos ambientales positivos y negativos que han sido identificados y evaluados, se realiza en base al "valor de importancia del impacto", determinado en el proceso de predicción.



Se procede a conformar las 4 categorías de impactos negativos, según su nivel de afectación o relevancia. La categorización de los impactos negativos presenta la siguiente estructura:

- Crítico.
- Moderado con tendencia crítica.
- Moderado.
- Irrelevante.

La evaluación de los impactos positivos se realiza bajo el mismo procedimiento que los negativos (identificación de los impactos y aplicación de las matrices); pero teniendo en cuenta que se tratan de los beneficios que el proyecto puede generar, en el semáforo ambiental difiere, ya que se invierten los colores para relacionar al verde con el significado positivo que trae consigo en este tipo de valoraciones.

La categorización final de los impactos presenta la siguiente estructura:

- Relevantes o altamente significativos.
- Moderado con relevancia.
- Moderado.
- Irrelevantes o despreciables.



<b>Categorización de los impactos ambientales negativos.</b>	
<b>Tipo de impacto</b>	<b>Descripción</b>
<b>Impacto ambiental negativo crítico o altamente significativo</b>	Son aquellos impactos cuyo valor es mayor al rango de discriminación (intervalo de confianza) establecido en la "Matriz de importancia de impactos negativos". Corresponden a las afecciones de elevada intensidad o incidencia sobre el factor ambiental, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible, de duración permanente y de efecto directo, que se generan de manera inmediata a la acción del proyecto y cuya percepción social es alta.
<b>Impacto ambiental negativo moderado o tendencia crítica</b>	Corresponde a aquellos cuyo valor del impacto se ubica en el rango de discriminación establecido en la "Matriz de importancia de impactos negativos", pero muy cercanos al límite superior del rango, pudiéndose convertir en relevantes.
<b>Impacto ambiental negativo moderado</b>	Son aquellos cuyo valor del impacto se ubica en el rango de discriminación establecido en la "Matriz de importancia de impactos negativos", y que en general, corresponden a impactos factibles de corrección, extensión local y duración temporal, entre otras características.
<b>Impacto ambiental negativo irrelevante o despreciable</b>	Corresponde a aquellos impactos cuyo valor se ubica por debajo del rango de discriminación establecido en la "Matriz de importancia de impactos negativos". Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del "Plan de manejo ambiental"; son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual, entre otras características.

**Tabla 16.** Categorización de los impactos ambientales negativos.

**Fuente:** Documentos Técnicos de ENACAL

Es necesario señalar que nuestro Proyecto está dentro del **Impacto irrelevante o despreciable**, pues los impactos que se producen durante sus fases de ejecución, son reversibles, de poca duración y fácil de compensar, entre otras características.



#### 4.4 Fases del ciclo del proyecto.

Para la identificación de los impactos, se ha clasificado cada una de las actividades a ejecutar, en las diferentes etapas o fases del ciclo del proyecto donde se produzcan los efectos ambientales; de esta forma se han identificado sus correspondientes impactos positivos y negativos:

- Fase de construcción de las obras civiles.
- Fase de funcionamiento y mantenimiento del sistema de agua potable.
- Fase de abandono o cierre del proyecto.

#### Impactos negativos del proyecto.

<b>Identificación de impactos negativos en la fase de construcción</b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio ambiente</b>	<b>signo</b>
<b>Excavación, movimiento de tierra y construcción de talud</b>	Vegetación	Pérdida de la capa vegetal	Negativo
	Aire	Partículas en suspensión	Negativo
	Ruido	Aumento de los niveles de ruido	Negativo
	Fauna	Pérdida del hábitat	Negativo
	Suelo	Pérdida de suelo	Negativo
<b>Construcción de muros y obras del canal</b>	Aire	Partículas en suspensión	Negativo
	Ruido	Aumento de los niveles de ruido	Negativo
	Fauna	Pérdida del hábitat	Negativo
<b>Acabados de la obra</b>	Aire	Partículas en suspensión	Negativo
	Ruido	Aumento de los niveles de ruido	Negativo

**Tabla 17.** Identificación de impactos negativos en la fase de construcción



<b>Identificación de impactos negativos en la <u>fase de operación.</u></b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio</b>	<b>Signo</b>
<b>Mantenimiento de las Tuberías.</b>	Desechos	Generación de desechos orgánicos provenientes de la limpieza	Negativo
	Paisaje	Ocupación del lugar natural	
	Vías	Desvío del paso peatonal	
<b>Mantenimiento del Tanque de Almacenamiento</b>	Desechos	Generación de desechos orgánicos provenientes de la limpieza	Negativo
	Paisaje	Ocupación del lugar natural	
<b>Mantenimiento de la Pila de Captación.</b>	Desechos	Generación de desechos orgánicos provenientes de la limpieza	Negativo
	Paisaje	Ocupación del lugar natural	

**Tabla 18.** Identificación de impactos negativos en la fase de operación.

<b>Identificación de impactos negativos en la <u>fase de abandono.</u></b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio</b>	<b>Signo</b>
<b>Demolición y desmontaje total</b>	Aire	Partículas en suspensión	Negativo
	Ruido	Aumento de los niveles de ruido	Negativo
	Humano	Pérdida de empleo	Negativo
	Uso del suelo	Cambio del uso de suelo	Negativo
	Desecho	Generación de desechos de concreto	Negativo

**Tabla 19.** Identificación de impactos negativos en la fase de abandono.



**Impactos positivos del proyecto.**

<b>Identificación de impactos positivos en la <u>fase de construcción.</u></b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio</b>	<b>Signo</b>
<b>Excavación, movimientos de tierra, corte, relleno y construcción de talud</b>	Economía	Reducción del desempleo mediante una nueva actividad económica	Positivo
	Calidad de vida	Mejoramiento de las condiciones de vida o nivel de vida	Positivo
<b>Recubrimiento de concreto y colocación de de la tubería</b>	Economía	Reducción del desempleo mediante una nueva actividad económica	Positivo
	Calidad de vida	Mejoramiento de las condiciones de vida o nivel de vida	Positivo
	Humano	Generación de ingresos mediante una nueva fuente de empleo	Positivo
<b>Acabados de la obra</b>	Economía	Reducción del desempleo mediante una nueva actividad económica	Positivo
	Calidad de vida	Mejoramiento de las condiciones de vida o nivel de vida	Positivo

**Tabla 20.** Identificación de impactos positivos en la fase de construcción.

<b>Identificación de impactos positivos en la <u>fase de operación.</u></b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio</b>	<b>Signo</b>
<b>Mantenimiento de pila de captación, tuberías y tanque de almacenamiento.</b>	Humano	Generación de ingresos mediante una nueva fuente de empleo	Positivo
	Economía	Reducción del desempleo mediante una nueva actividad económica	Positivo
	Calidad de vida	Mejoramiento de las condiciones de vida o nivel de vida	Positivo

**Tabla 21.** Identificación de impactos positivos en la fase de operación.



<b>Identificación de impactos positivos en la <u>fase de abandono</u>.</b>			
<b>Acción del proyecto</b>	<b>Medio afectado</b>	<b>Efecto directo generado al medio</b>	<b>Signo</b>
<b>Cierre, demolición y desmontaje total</b>	Humano	Generación de ingresos mediante una nueva fuente de empleo	Positivo
	Economía	Reducción del desempleo mediante una nueva actividad económica	Positivo

**Tabla 22.**Identificación de impactos positivos en la fase de abandono.

❖ **Análisis de los resultados de los impactos positivos en la fase de construcción.**

**A. Excavación, corte y relleno**

La obra de movimiento de tierra, es la actividad del proyecto que genera los principales impactos positivos, sin embargo su carácter es de relevancia moderada.

De manera indirecta, se generan cambios en el nivel de vida de las personas que involucradas en la ejecución del proyecto; para el numeroso personal que requiere esta actividad y para las personas que viven en los alrededores del sitio (por la oportunidad que tendrían de instalar negocios de puestos de comida para los trabajadores).



## **B. Instalación de tuberías.**

En todas las fases del proyecto, se revela que los mayores impactos positivos corresponden a la construcción de la tubería; esto es debido a la generación de empleo al numeroso personal necesario para las actividades de excavación, relleno e instalación de las tuberías de agua potable.

## **C. Construcción del Tanque de Almacenamiento.**

Durante la construcción del Tanque de almacenamiento, el mayor efecto impactante positivamente es el que se genera por la edificación del mismo.

### **❖ Análisis de los resultados de los impactos positivos en la fase de operación y mantenimiento.**

Durante la etapa del funcionamiento, la población recibirá beneficios con el mantenimiento de las redes de tubería, el tanque y la pila de captación, y de manera directa se verán beneficiados quienes obtengan empleo en actividades permanentes durante la operación; esto se considera un impacto de gran relevancia ya que ayudará a mejorar el nivel de vida de esas personas.

### **❖ Análisis de los resultados de los impactos positivos en la fase de abandono.**

En esta etapa, los impactos en su mayoría, son de carácter negativo, pero al igual que las etapas anteriores, lo que más destaca es la relevancia media que tiene la generación de empleo para la actividad de limpieza en toda el área del proyecto.



#### 4.5 Resumen cuantitativo de impactos positivos y negativos generados por el proyecto según su fase.

Fase del proyecto	Tipo de impacto	Cantidad
Fase de construcción	Negativo	10
	Positivo	7
Fase de operación	Negativo	7
	Positivo	3
Fase de abandono	Negativo	5
	Positivo	2

**Tabla 23.** Resumen cuantitativo de impactos positivos y negativos

Analizando los resultados del resumen cuantitativo de impactos positivos y negativos, podemos concluir que a pesar de que los impactos positivos en su mayoría benefician a la población y no a la flora, fauna y ecosistema del entorno; los impactos negativos al medio ambiente podrán ser mitigados en su mayoría, tal y como se detalla en la Tabla 24:

#### 4.6 Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales

Algunos de los efectos producidos, como: la pérdida de suelo en los lugares por los que atravesarán los ramales con las tuberías, es decir, la zona de conducción, para evitar la erosión que se produciría por la construcción de los canales para colocar las tuberías es un impacto de tipo reversible, por ello, se debe ayudar al medio ambiente reforestando dichas áreas con las especies de árboles nativas.

La disminución de la cantidad de agua, es un impacto irreversible de acuerdo a la capacidad de recuperación del ambiente, puesto que el agua tomada de los ríos no se recupera fácilmente, pero en la zona de captaciones, la precipitación es



aproximadamente de 1400 mm anuales, esto puede ayudar a la recuperación parcial de la cantidad de agua de los ríos afluentes.

Los trabajos que se realicen manejando el factor agua, van a causar cambios en su calidad física, por ello se podría trabajar colocando mallas, y luego limpiar los residuos recogidos por la misma. El tratamiento final adecuado, se lo realizará con las medidas respectivas para obtener una calidad óptima para consumo humano.

El cambio de la calidad del aire es un impacto reversible, pues considerando el sitio de operación, que será en una reserva, la regeneración de la calidad del aire será rápida.

En cuanto a la Destrucción y degradación de la flora, se realizara reforestación con especies nativas hasta cubrir los espacios alterados. También se puede manejar la regeneración natural, debido a la humedad existente en la reserva.

La destrucción del hábitat y alejamiento de animales debido a los trabajos realizados se debe tratar de mantener un ecosistema similar al natural, para así mantener o afectar en menor grado a las especies animales. Solo la existencia de vegetación en su forma natural, asegurará la protección de la fauna.

En el Ambiente Humano se pueden producir pérdida de terrenos, debido a la construcción del tanque de almacenamiento en la comunidad, éste se debería indemnizar, considerando el precio del terreno en las diferentes comunidades y su área.

Los accidentes que pueden sufrir las personas por realizar trabajo pesado se puede evitar explicando a las personas el funcionamiento de la maquinaria, y sus posibles riesgos y la manera de prevenir cada uno de ellos. Es necesario contar



con un botiquín de primeros auxilios, y tener conocimiento general de lo que se debe hacer frente a un accidente.

La generación de empleo resulta ser un impacto positivo, que se puede resaltar contratando personas de las mismas comunidades beneficiarias del proyecto de agua potable.

❖ **Tabla resumen de las Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales**

<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida de Mitigación</b>
Emisiones a la atmósfera	Emisión de partículas de material y polvo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra.</li><li>- Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.</li></ul>
Efluentes líquidos	Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reutilizar el efluente producido por la prueba del estanque de regulación y la tubería.</li><li>- Disponer de baños químicos para personal en la obra.</li></ul>
Residuos Sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal.</li><li>- Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos de excavaciones.</li><li>- Retirar, transportar y disponer los residuos sobrantes, en lugares autorizados.</li></ul>
Ruidos y/o vibraciones	Incremento de los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos.</li><li>- Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.</li></ul>



Recursos Hídricos	Alteración y utilización agua superficial o subterránea	<ul style="list-style-type: none"><li>- Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines (riego, recreación).</li><li>- Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje.</li><li>- No afectar los derechos constituidos de terceros.</li></ul>
	Contaminación de cursos de agua o cauces por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	<ul style="list-style-type: none"><li>- No almacenar temporalmente, en cauces o lechos de río o en sectores que desemboquen en ellos, material de excavación.</li><li>- No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento.</li><li>- Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados.</li></ul>
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)	<ul style="list-style-type: none"><li>- No realizar directamente en el suelo las mezclas para obras de concreto.</li><li>- Realizar los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo.</li><li>- Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.</li></ul>
Vegetación y Fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores.</li><li>- Separar la capa de material orgánico de la del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización.</li><li>- Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra.</li><li>- Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.</li></ul>



Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo.</li><li>- Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.</li></ul>
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"><li>- Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga.</li><li>- Mantener una adecuada señalización en el área de obra, en etapa ejecución y operación.</li><li>- Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo.</li><li>- Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con alarma reversa.</li></ul>
Paisaje	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.</li></ul>
Patrimonio Cultural	Daño al patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"><li>- Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades se puede continuar con el trabajo.</li></ul>

**Tabla 24.** Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales.



## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. CONCLUSIONES

- Se investigaron los parámetros técnicos tales como manuales y normas, para así tener los criterios necesarios para elaborar el diseño.
- Se realizó un estudio diagnóstico de las condiciones del sistema existente y se concluyó que era necesario crear un nuevo sistema de uso exclusivo para la comunidad de Santa Rosa.
- Se realizaron los estudios (Determinar la población de servicio, aforo de la fuente, estudios de suelos, análisis físico-químico y bacteriológico de la fuente) necesarios para diseñar el sistema de agua potable.
- Se diseñó hidráulicamente: la obra de captación, la línea de conducción y el tanque de almacenamiento; para ser acoplados a la red de distribución de agua potable existente, haciendo uso de las normas y especificaciones técnicas obligatorias que rigen a nivel nacional.
- Se elaboraron los documentos técnicos, resultados del diseño.
- Haciendo un análisis técnico de la alternativa de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Santa Rosa de Achuapa concluimos que:
  - Se captará la demanda de agua de la población futura correspondiente al Consumo Máximo Día al año 2029 el cual corresponde a un caudal de 2.28 lps.



- La línea de conducción proyectada tendrá una longitud de 12,628.543 m, con diámetros de 3" y 2", el material será PVC cedula SDR-26 en todos los tramos detallados, tiene la capacidad de conducir el consumo máximo día hasta el final del periodo de diseño que corresponde a 36 gpm o 2.28 lps.
- Para reducir las presiones estáticas en las zonas más baja de la línea de conducción se propone la construcción de nueve pilas rompe carga.
- El tanque de almacenamiento será de mampostería de piedra bolón, con un volumen de almacenamiento de 15,000 GL el cual equivale al 40% del CPDT, estará ubicado en el predio del tanque existente, lo que permitirá un buen acceso durante su construcción.
- El costo del proyecto asciende a la suma de C\$ 3,669,029.7 el cual incluye el costo de materiales locales, mano de obra y transporte.
- Según resultados de los estudios de suelo se determino que la capacidad portante del 1er sitio de estudio es de 3.05 kg/cm<sup>2</sup> y el peso aproximado del tanque de almacenamiento es de 0.32 kg/cm<sup>2</sup>. La capacidad portante del 2do sitio de estudio es de 1.25 kg/cm<sup>2</sup> y el peso aproximado de la obra de captación será de 0.17 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se identifico los posibles impactos positivos y negativos, que pueden producir la ejecución y puesta en marcha de este proyecto de agua potable y se establecieron las medidas para mitigar o minimizar el nivel de significancia de estos sobre el medio ambiente físico, biológico y humano del área de influencia en la comunidad de Santa Rosa – Achuapa, concluyendo que nuestro Proyecto está dentro del Impacto



irrelevante o despreciable, pues los impactos que se producen son reversibles, de poca duración y fácil de compensar.

## 2. RECOMENDACIONES

- Informar a la comunidad y principalmente a los pobladores que se encuentran cercanos a la línea de conducción, que no podrán abastecerse de la misma, al hacerlo limitaran la llegada del agua al tanque de almacenamiento.
- Preparar planes ambientales con las comunidades para la protección de la micro-cuenca.
- Consensuar y discutir la tarifa actual con los líderes comunitarios en asamblea. Capacitar al comité en temas de administración, operación y mantenimiento del sistema.
- Implementar y mantener el sistema de cloración y filtración del agua para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en el sistema.



## **BIBLIOGRAFIA**

Méndez, Ramírez Ignacio. (1984). *El Protocolo de investigación*. Editorial Trillas

Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Guía de costos*. Managua, Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Catalogo de Etapas y Sub - Etapas*. Managua, Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua. [www.inaa.gob.ni](http://www.inaa.gob.ni)

Cámara Nicaragüense de la construcción (CNC). (2008). *Convenio colectivo de los trabajadores de la construcción*. Managua, Nicaragua.

Alcaldía Municipal de San Fernando. (2010). *Planos de sistema de agua potable de Santa Rosa de Achuapa*. San Fernando – Nueva Segovia.

Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). (2010). *Archivos recopilados de la comunidad de Achuapa*. Municipio de San Fernando.

Ficha Municipal. (2010). *Mapa de ubicación del municipio de San Fernando*.

Muñoz, R. M. (s.f.). *Guías para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable del área rural*. p. 2.



## **ABREVIATURAS UTILIZADAS**

### **ACRONIMOS**

ACI	American Concret Institute
ASTM	American Standard for testing and materials
ANSI	American Nationals Standards Institute
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
USA	United States of America
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos
MINSA	Ministerio de Salud
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
RNC	Reglamento Nacional de la Construcción
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia

### **UNIDADES DE MEDIDA**

Km	kilometro
mm	Milímetros
Cm	centímetros
m/seg	metros/segundos
m	metros
m <sup>3</sup>	metros cúbicos
mca	Metros Columna de Agua
m. s. n. m.	Metros Sobre el Nivel del Mar
mg/lt	miligramos/litros
gl	galones



lps	Litros Por Segundo
gpm	Galones Por Minuto
gppd	Galones Poblador Por Día
Psi	Pound per Square Inch
Kpa	kilo Pascal

### **DIVERSAS**

PVC	Cloruro de polivinilo
CMD	Consumo máximo día
CMH	Consumo máximo hora
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CPD	Consumo promedio diario
Viv	Vivienda
Hab	Habitante
MML	Matriz de marco lógico de investigación
MAG	Mini acueductos por Gravedad
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico
CM	Captación por Manantial
H. G.	Hierro Galvanizado
PRC	Pilas Rompe Carga
∅	Diámetro
A/D	Ambas Direcciones
@	Cada
H.F.	Hierro fundido



# ANEXOS



## **ANEXO 1**

### **MAPAS**



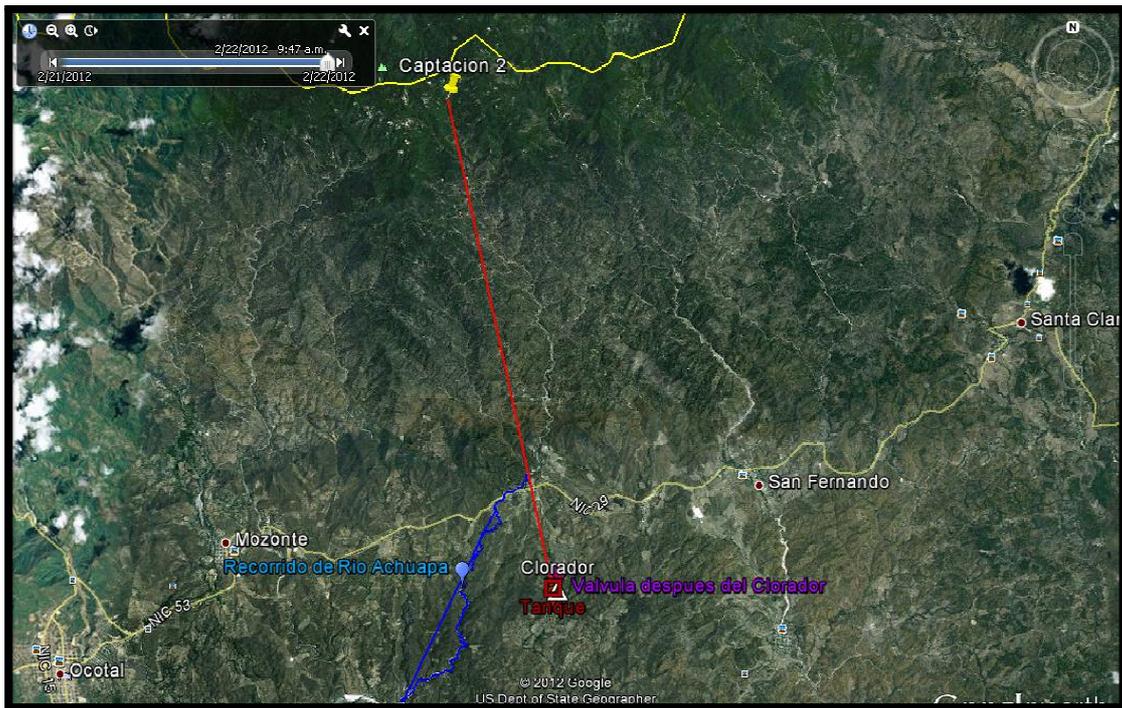


Figura 4. Foto satelital del Conjunto (1).

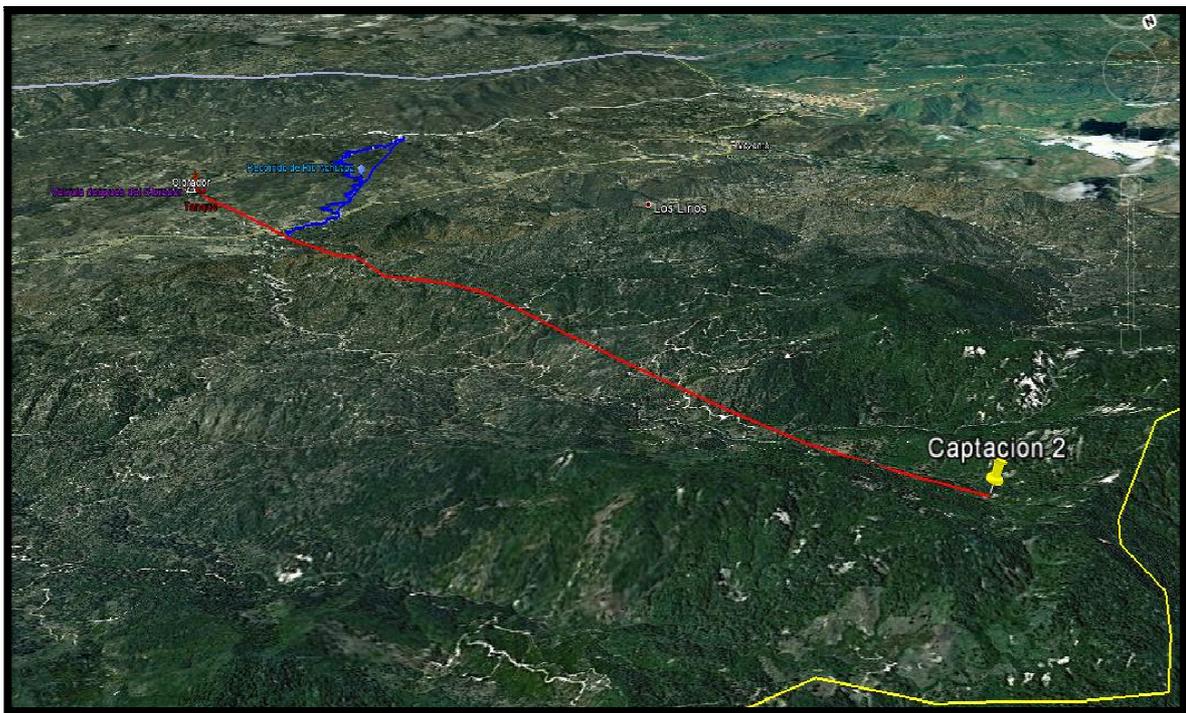


Figura 5. Foto satelital del Conjunto (2).

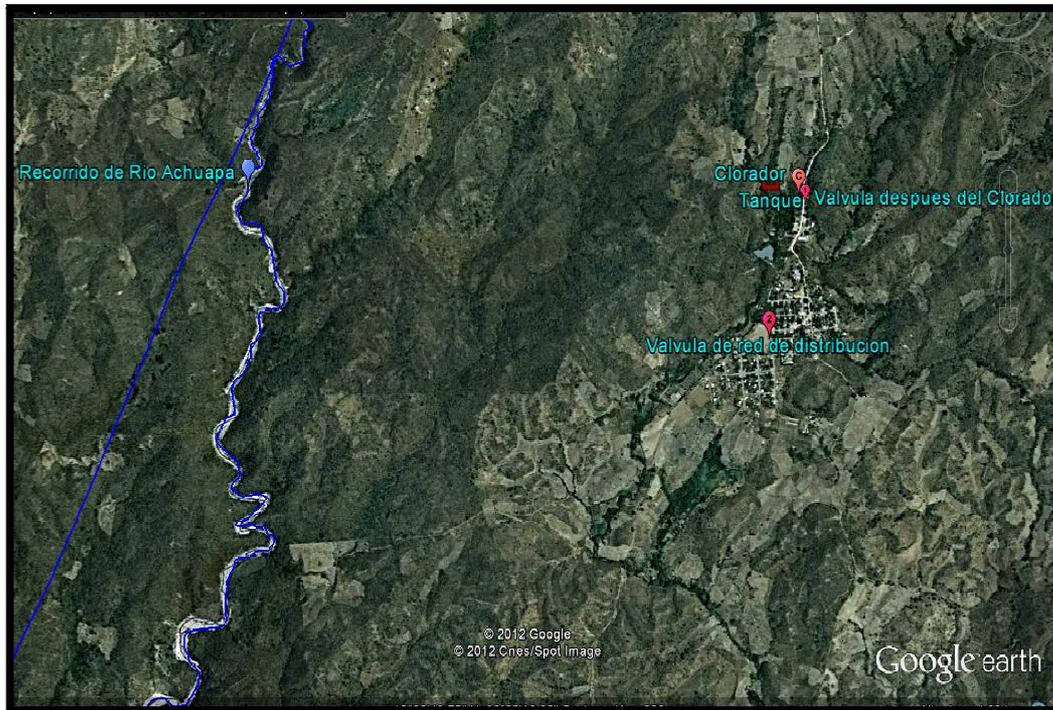


Figura 6. Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (1).

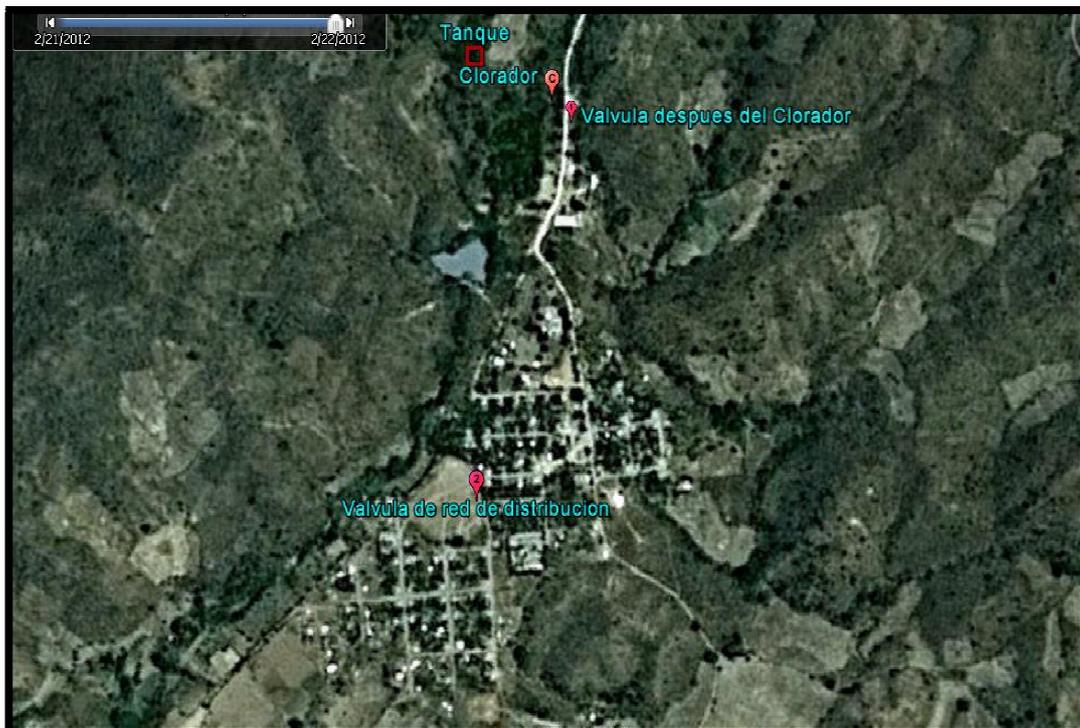


Figura 7. Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (2)

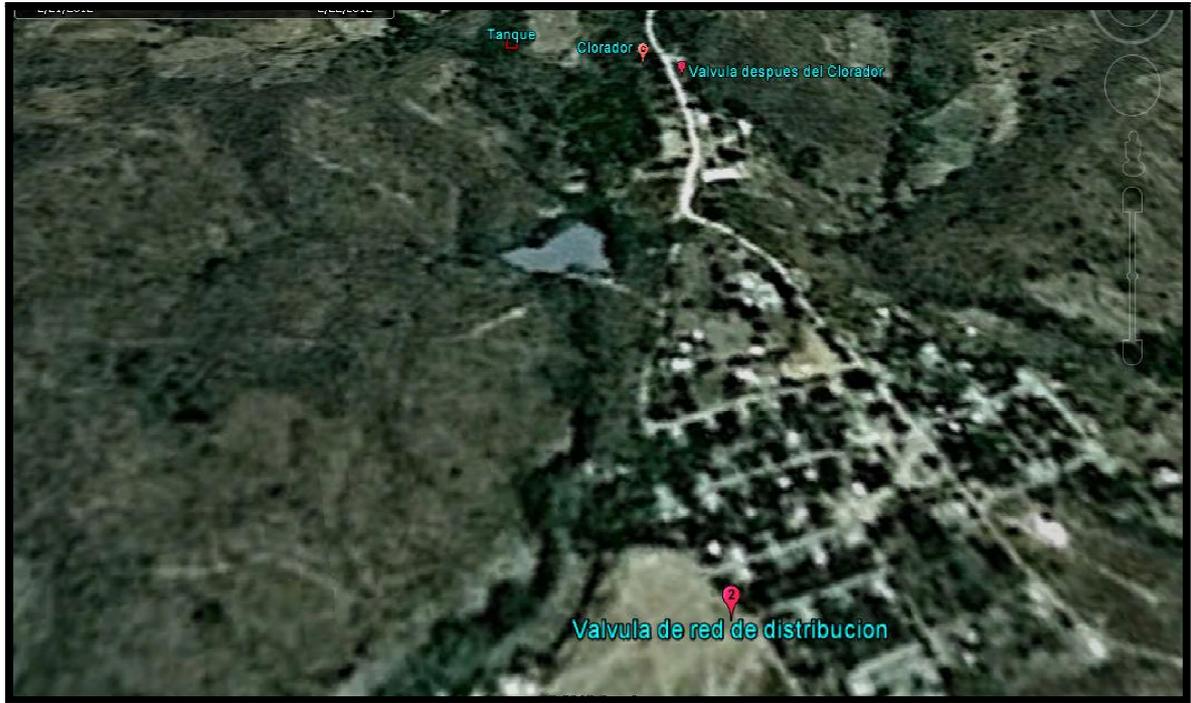


Figura 8. Foto satelital de Santa Rosa de Achuapa (3)



## **ANEXO 2**

### **ESTUDIOS DE CALIDAD DE AGUA**



## **ANEXO 3**

### **RESULTADO DE AFORO**



## **ANEXO 4**

### **ESTUDIOS DE SUELO**



## **ANEXO 5**

### **FOTOS**



Figura 9. Cascada de Achuapa  
Fuente: Recopilación propia. (31 de julio de 2011).



Figura 10. Algunas posas formadas por las aguas del rio  
Fuente: Recopilación propia. (31 de julio de 2011).



Figura 11. Camino de acceso a la fuente de captación  
Fuente: Recopilación propia. (31 de julio de 2011).



Figura 12. Tanque de almacenamiento actual  
Fuente: Recopilación propia. (31 de julio de 2011)



Figura 13. Tramo de Río Achuapa  
Fuente: Recopilación propia. (31 de julio de 2011)



## **ANEXO 6**

## **VARIOS**



Municipio, Barrio, Comarca y Comunidad	Hombre		Mujer		Principales Indicadores de Población									
	Ambos Sexos	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	RDE	RNM	Partos del Último Hijo no Atendidos en Establecimientos de Salud	% Analf. Hombre	% Analf. Mujer	% Analf. Hombre 14-29 Años	% Analf. Mujer 14-29 Años		
<b>SAN FERNANDO</b>	<b>8 549</b>	<b>1 690</b>	<b>2 670</b>	<b>-</b>	<b>1 637</b>	<b>2 549</b>	<b>-</b>	<b>75.2</b>	<b>49.0</b>	<b>577</b>	<b>26.1</b>	<b>24.4</b>	<b>17.5</b>	<b>12.2</b>
<b>Barrio</b>	<b>2 034</b>	<b>371</b>	<b>610</b>		<b>389</b>	<b>664</b>		<b>74.4</b>	<b>43.2</b>	<b>79</b>	<b>24.5</b>	<b>19.1</b>	<b>16.8</b>	<b>8.0</b>
San Fernando	2 034	371	610		389	664		74.4	43.2	79	24.5	19.1	16.8	8.0
<b>Comarca</b>	<b>6 515</b>	<b>1 322</b>	<b>2 060</b>		<b>1 248</b>	<b>1 885</b>	<b>-</b>	<b>75.5</b>	<b>51.0</b>	<b>498</b>	<b>26.7</b>	<b>26.2</b>	<b>17.6</b>	<b>13.6</b>
<b>El Urral</b>	<b>272</b>	<b>55</b>	<b>85</b>		<b>68</b>	<b>64</b>		<b>91.5</b>	<b>83.1</b>	<b>28</b>	<b>31.1</b>	<b>36.7</b>	<b>30.8</b>	<b>32.4</b>
El Urral	272	55	85		68	64		91.5	83.1	28	31.1	36.7	30.8	32.4
<b>Aranjuez</b>	<b>1 331</b>	<b>285</b>	<b>423</b>		<b>253</b>	<b>370</b>		<b>76.8</b>	<b>48.6</b>	<b>113</b>	<b>25.6</b>	<b>28.0</b>	<b>19.4</b>	<b>14.0</b>
Aranjuez	1 331	285	423		253	370		76.8	48.6	113	25.6	28.0	19.4	14.0
<b>Las Cabezas</b>	<b>58</b>	<b>12</b>	<b>24</b>		<b>7</b>	<b>15</b>		<b>56.8</b>	<b>18.2</b>	<b>6</b>	<b>51.7</b>	<b>50.0</b>	<b>41.7</b>	<b>40.0</b>
Las Cabezas	58	12	24		7	15		56.8	18.2	6	51.7	50.0	41.7	40.0
<b>Los Ángeles</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>7</b>		<b>4</b>	<b>7</b>		<b>57.1</b>	<b>57.1</b>	<b>2</b>	<b>33.3</b>	<b>42.9</b>	<b>40.0</b>	<b>25.0</b>
Los Ángeles	22	4	7		4	7		57.1	57.1	2	33.3	42.9	40.0	25.0
<b>El Encanto</b>	<b>67</b>	<b>16</b>	<b>21</b>		<b>13</b>	<b>17</b>		<b>86.1</b>	<b>73.3</b>	<b>7</b>	<b>31.8</b>	<b>22.2</b>	<b>27.3</b>	<b>18.2</b>
El Encanto	67	16	21		13	17		86.1	73.3	7	31.8	22.2	27.3	18.2
<b>Las Camellas</b>	<b>182</b>	<b>36</b>	<b>62</b>		<b>35</b>	<b>49</b>		<b>65.5</b>	<b>58.5</b>	<b>19</b>	<b>42.3</b>	<b>45.9</b>	<b>41.2</b>	<b>28.6</b>
Las Camellas	182	36	62		35	49		65.5	58.5	19	42.3	45.9	41.2	28.6
<b>Bayacun</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	<b>23</b>		<b>14</b>	<b>17</b>		<b>78.9</b>	<b>87.5</b>	<b>4</b>	<b>36.0</b>	<b>47.4</b>	<b>9.1</b>	<b>42.9</b>
Bayacun	68	14	23		14	17		78.9	87.5	4	36.0	47.4	9.1	42.9
<b>El Amparo</b>	<b>146</b>	<b>31</b>	<b>49</b>		<b>28</b>	<b>38</b>		<b>75.9</b>	<b>61.8</b>	<b>6</b>	<b>40.7</b>	<b>33.3</b>	<b>40.0</b>	<b>18.5</b>
El Amparo	146	31	49		28	38		75.9	61.8	6	40.7	33.3	40.0	18.5
<b>El Prado</b>	<b>485</b>	<b>93</b>	<b>152</b>		<b>105</b>	<b>135</b>		<b>81.0</b>	<b>60.0</b>	<b>44</b>	<b>28.8</b>	<b>30.4</b>	<b>17.5</b>	<b>17.1</b>
El Prado	485	93	152		105	135		81.0	60.0	44	28.8	30.4	17.5	17.1
<b>San Nicolás</b>	<b>427</b>	<b>101</b>	<b>130</b>		<b>73</b>	<b>123</b>		<b>76.4</b>	<b>52.4</b>	<b>29</b>	<b>22.0</b>	<b>20.4</b>	<b>9.1</b>	<b>4.5</b>
San Nicolás	427	101	130		73	123		76.4	52.4	29	22.0	20.4	9.1	4.5
<b>La Puerta</b>	<b>231</b>	<b>50</b>	<b>94</b>		<b>35</b>	<b>72</b>		<b>67.3</b>	<b>47.3</b>	<b>27</b>	<b>30.3</b>	<b>24.7</b>	<b>11.3</b>	<b>2.9</b>
La Puerta	231	50	94		35	72		67.3	47.3	27	30.3	24.7	11.3	2.9
<b>Santa Clara</b>	<b>1 539</b>	<b>291</b>	<b>462</b>		<b>295</b>	<b>491</b>		<b>76.3</b>	<b>43.2</b>	<b>112</b>	<b>23.5</b>	<b>20.2</b>	<b>11.9</b>	<b>9.5</b>
Santa Clara	1 539	291	462		295	491		76.3	43.2	112	23.5	20.2	11.9	9.5
<b>San Fernando</b>	<b>88</b>	<b>15</b>	<b>26</b>		<b>22</b>	<b>25</b>		<b>83.3</b>	<b>63.6</b>	<b>2</b>	<b>27.3</b>	<b>22.6</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>
San Fernando	88	15	26		22	25		83.3	63.6	2	27.3	22.6	6.7	6.3
<b>San José</b>	<b>78</b>	<b>12</b>	<b>30</b>		<b>14</b>	<b>22</b>		<b>50.0</b>	<b>84.2</b>	<b>3</b>	<b>32.3</b>	<b>28.0</b>	<b>40.0</b>	<b>26.7</b>
San José	78	12	30		14	22		50.0	84.2	3	32.3	28.0	40.0	26.7
<b>La Explosión</b>	<b>47</b>	<b>14</b>	<b>13</b>		<b>9</b>	<b>11</b>		<b>95.8</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>	<b>53.3</b>	<b>58.3</b>	<b>62.5</b>	<b>50.0</b>
La Explosión	47	14	13		9	11		95.8	100.0	-	53.3	58.3	62.5	50.0
<b>Achuapa</b>	<b>330</b>	<b>61</b>	<b>108</b>		<b>52</b>	<b>109</b>		<b>59.4</b>	<b>44.3</b>	<b>9</b>	<b>18.9</b>	<b>12.9</b>	<b>8.3</b>	<b>4.9</b>
Achuapa	330	61	108		52	109		59.4	44.3	9	18.9	12.9	8.3	4.9
<b>Salamaji</b>	<b>314</b>	<b>61</b>	<b>107</b>		<b>51</b>	<b>95</b>		<b>62.7</b>	<b>36.8</b>	<b>15</b>	<b>25.2</b>	<b>28.6</b>	<b>11.9</b>	<b>17.0</b>
Salamaji	314	61	107		51	95		62.7	36.8	15	25.2	28.6	11.9	17.0
<b>Alalí</b>	<b>52</b>	<b>9</b>	<b>14</b>		<b>15</b>	<b>14</b>		<b>100.0</b>	<b>50.0</b>	<b>1</b>	<b>53.3</b>	<b>40.9</b>	<b>60.0</b>	<b>25.0</b>
Alalí	52	9	14		15	14		100.0	50.0	1	53.3	40.9	60.0	25.0
<b>Orosí</b>	<b>188</b>	<b>36</b>	<b>57</b>		<b>48</b>	<b>47</b>		<b>95.8</b>	<b>46.3</b>	<b>9</b>	<b>36.2</b>	<b>30.8</b>	<b>24.1</b>	<b>18.5</b>
Orosí	188	36	57		48	47		95.8	46.3	9	36.2	30.8	24.1	18.5
<b>Santa Rosa</b>	<b>570</b>	<b>126</b>	<b>173</b>		<b>107</b>	<b>164</b>		<b>77.6</b>	<b>52.9</b>	<b>62</b>	<b>18.5</b>	<b>27.5</b>	<b>12.6</b>	<b>7.4</b>
Santa Rosa	570	126	173		107	164		77.6	52.9	62	18.5	27.5	12.6	7.4

Figura 14. VIII Censo de población hecho en 2005  
Fuente: INIDE

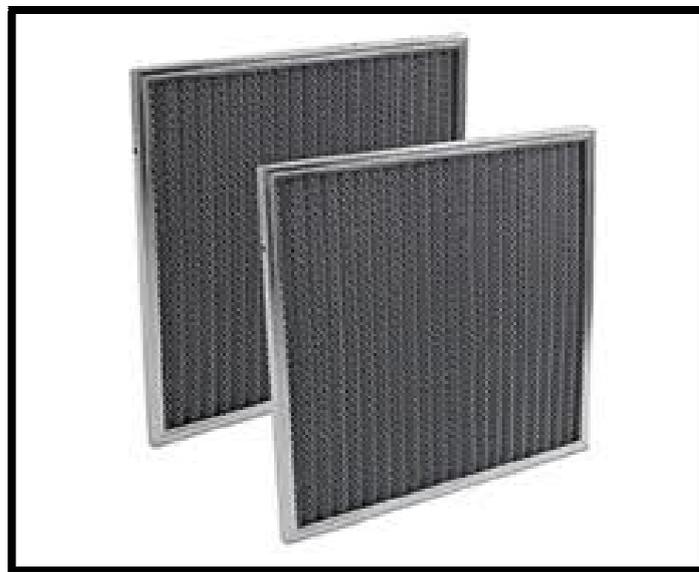


Figura 15. Paneles filtros de carbón activado  
Fuente: DURMAN ESQUIVEL

#### INTRODUCCION:

A solicitud del Ing. Eddy Postome el cual esta realizando estudios preliminar con la finalidad de construir una presa en el rio achuapa en la comunidad chamucada la que servirá para el beneficio de la población ( agua potable).

#### ALCANCES:

- DOS AFOROS LIQUIDOS
- RESULTADO DE CAUDAL LIQUIDOS

#### ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA ESTACION ACHUAPA EN LA CHAMUCADA

- 1) REALIZACION DE 2 AFOROS LIQUIDOS
- 2) FECHA 18 DE ABRIL 2010

#### OBSERVACIONES:

Se realizaron dos aforos líquidos por vadeo de quince verticales con molinete marca gurley tipo pigmeo y ecuación  $0.00 + 0.305$  utilizando el método superficial debido a la poca velocidad del rio.

Promedio de caudal liquido =  $0.0395 \text{ m}^3/\text{S}$

Adjunto copia de hoja de calculo de aforos líquidos

Aforadores: RICARDO GONZALEZ SANCHEZ

SERGIO CASTRO



0000 RIO ACHUAPA EN CHAMUCADA AFORADOR: R. GONZALEZ  
 H= 0 FECHA: 18/04/10 HORA INIC: 10:30 AM CALCULISTA: W. FONSECA  
 MOLINETE: GURLEY NW-3601

V= 0 + .305 N/T  
 Q= 0.000 0 - 0.000

VALORES FINALES

CAUDAL = 0.039M3/SEG AREA = 0.144M2  
 -----  
 LONGITUD DEL TRAMO 1.920 VELOCIDAD MEDIA= 0.269M/SEG  
 RADIO HIDRAULICO R= 0.073 FACTOR GEOMETRICO 0.025  
 FACTOR HIDRAULICO= 1.933 PROFUNDIDAD MEDIA D= 0.075  
 FACTORES FORMULA DE GRUSHANIN  
 M(1)= 0.794 M(2)= 0.024 M(3)= 0.094  
 AREA \* RAIZ D . Z = 0.039 CAUDAL DIV. POR Z= 0.981  
 PERIMETRO MOJADO P= 1.962

DATOS DE ENTRADA					DISTRIBUCION LATERAL DE Q		
L	PROF	J	N	T	%	Q(I)	Q(I)%
0.20	0.00	0			0.00	0.000	0.00
0.32	0.07	4	70	60.0	6.25	0.001	1.64
0.44	0.07	4	86	61.0	12.50	0.003	8.89
0.56	0.07	4	98	64.0	18.75	0.003	17.17
0.68	0.07	4	76	60.0	25.00	0.003	25.04
0.80	0.07	4	70	65.0	31.25	0.003	31.63
0.92	0.08	4	88	61.0	37.50	0.003	39.23
1.04	0.09	4	72	61.0	43.75	0.003	48.19
1.16	0.10	4	54	62.0	50.00	0.003	56.03
1.28	0.10	4	30	62.0	56.25	0.002	61.47
1.40	0.12	4	48	60.0	62.50	0.002	67.15
1.52	0.10	4	56	61.0	68.75	0.003	74.74
1.64	0.07	4	100	63.0	75.00	0.003	83.30
1.76	0.07	4	70	62.0	81.25	0.003	90.95
1.88	0.06	4	50	62.0	87.50	0.002	96.00
2.00	0.06	4	34	60.0	93.75	0.001	99.32
2.12	0.00	0			100.00	0.000	100.00

APORO DE CORRIENTES

APORO: 2

0000 RIO ACHUAPA EN CHAMUCADA AFORADOR: R. GONZALEZ  
 H= 0 FECHA: 18/04/10 HORA INIC: 11:03 AM CALCULISTA: W. FONSECA  
 MOLINETE: GURLEY (NW-3601)

V= 0 + .305 N/T  
 Q= 0.000 0 - 0.000

VALORES FINALES

CAUDAL = 0.040M3/SEG AREA = 0.144M2  
 -----  
 LONGITUD DEL TRAMO 1.920 VELOCIDAD MEDIA= 0.276M/SEG  
 RADIO HIDRAULICO R= 0.073 FACTOR GEOMETRICO 0.025  
 FACTOR HIDRAULICO= 1.573 PROFUNDIDAD MEDIA D= 0.075  
 FACTORES FORMULA DE GRUSHANIN  
 M(1)= 0.784 M(2)= 0.024 M(3)= 0.096  
 AREA \* RAIZ D , Z = 0.039 CAUDAL DIV. POR Z= 1.007  
 PERIMETRO MOJADO P= 1.962

DATOS DE ENTRADA						DISTRIBUCION LATERAL DE Q		
L	PROF	J	N	T	N	T	Q(1)	Q(2)
0.20	0.00	0					0.00	0.00
0.32	0.06	4	36	62.0			6.25	0.000
0.44	0.06	4	50	62.0			12.50	0.001
0.56	0.07	4	74	61.0			18.75	0.002
0.68	0.07	4	100	60.0			25.00	0.003
0.80	0.10	4	58	60.0			31.25	0.003
0.92	0.12	4	50	62.0			37.50	0.003
1.04	0.10	4	28	60.0			43.75	0.002
1.16	0.10	4	56	63.0			50.00	0.002
1.28	0.09	4	74	62.0			56.25	0.003
1.40	0.08	4	90	62.0			62.50	0.003
1.52	0.07	4	72	63.0			68.75	0.003
1.64	0.07	4	74	61.0			75.00	0.003
1.76	0.07	4	100	61.0			81.25	0.003
1.88	0.07	4	90	60.0			87.50	0.003
2.00	0.07	4	70	62.0			93.75	0.003
2.12	0.00	0					100.00	0.001

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapas	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
<b>1</b>	<b>OBRA DE CAPTACION</b>									<b>187,373.25</b>
<b>1.1</b>	<b>Dique de contención</b>									<b>174,109.50</b>
	Limpieza y acondicionamiento sitio de captación	m <sup>2</sup>	150.00	5.00	3.00	2.80	750.00	450.00	420.00	1,620.00
	Excavación en roca (basáltica)	m <sup>3</sup>	25.00		120.00	42.00	0.00	3,000.00	1,050.00	4,050.00
	Relleno y compactación manual	m <sup>3</sup>	6.00	120.00	100.00	77.00	720.00	600.00	462.00	1,782.00
	Formaleta para muros	m <sup>2</sup>	40.00	170.00	70.00	84.00	6,800.00	2,800.00	3,360.00	12,960.00
	Fundir concreto en cualquier elemento	m <sup>3</sup>	5.00		350.00	122.50	0.00	1,750.00	612.50	2,362.50
	Concreto ciclópeo (considerar piedra bolón del sitio)	m <sup>3</sup>	30.00	1,400.00	400.00	630.00	42,000.00	12,000.00	18,900.00	72,900.00
	Concreto de 3,000 PSI (con mezcladora)	m <sup>3</sup>	5.00	2,500.00	100.00	910.00	12,500.00	500.00	4,550.00	17,550.00
	Repello y fino corriente	m <sup>2</sup>	75.00	80.00	50.00	45.50	6,000.00	3,750.00	3,412.50	13,162.50
	Válvula de compuerta Ho. Fo.de 3"	c/u	1.00	5,000.00	1,200.00	2,170.00	5,000.00	1,200.00	2,170.00	8,370.00
	Tubería de Ho. Go. De 3" sin excavación	m.l.	40.00	450.00	120.00	199.50	18,000.00	4,800.00	7,980.00	30,780.00
	Codo de Ho. Go. 3" x 45 grados	c/u	6.00	500.00	100.00	210.00	3,000.00	600.00	1,260.00	4,860.00
	Codo de Ho. Go. 3" x 90 grados	c/u	4.00	500.00	100.00	210.00	2,000.00	400.00	840.00	3,240.00
	Caja de registro 0,60x0,60x0,60 m	c/u	1.00	250.00	100.00	122.50	250.00	100.00	122.50	472.50
<b>1.2</b>	<b>Cercado de predio de captación</b>	<b>M</b>	<b>75.62</b>							<b>13,263.75</b>
	Poste de concreto H =2.55 m	c/u	30.00	150.00	50.00	70.00	4,500.00	1,500.00	2,100.00	8,100.00
	Alambre de púas # 13 (rollo de 300 vrs)	rollo	3.00	400.00	200.00	210.00	1,200.00	600.00	630.00	2,430.00
	Concreto de 3,000 PSI (con mezcladora)	m3	1.13	1,400.00	400.00	630.00	1,575.00	450.00	708.75	2,733.75
<b>2</b>	<b>DESANERADOR</b>									<b>14,731.16</b>
	Concreto 3000 PSI	m3	0.74	1,400.00	400.00	630.00	1,036.35	296.10	466.36	1,798.81
	Acero Refuerzo 3/8"	lbs	169.37	12.00	4.00	5.60	2,032.45	677.48	948.48	3,658.41
	Acero Refuerzo 1/4"	lbs	16.50	12.00	4.00	5.60	198.00	66.00	92.40	356.40

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapa	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
	Alambre amarre No. 18	lbs	9.29	18.00	1.00	6.65	167.28	9.29	61.80	238.38
	Mampostería de ladrillo cuarterón	M2	4.69	210.00	60.00	94.50	984.90	281.40	443.21	1,709.51
	Mortero fino pizarra interno	m3	0.13	1,920.00	300.00	777.00	253.15	39.56	102.45	395.15
	Codo HG 3"x 900	c/u	4.00	500.00	100.00	210.00	2,000.00	400.00	840.00	3,240.00
	Tee HG 3"	c/u	1.00	500.00	100.00	210.00	500.00	100.00	210.00	810.00
	Tubería PVC SDR-26 de 3"	m	1.00	100.00	20.00	42.00	100.00	20.00	42.00	162.00
	Tubería HG de 3"	m	2.00	450.00	120.00	199.50	900.00	240.00	399.00	1,539.00
	Tapón macho PVC 3"	c/u	1.00	120.00	30.00	52.50	120.00	30.00	52.50	202.50
	Adaptador macho PVC 3"	c/u	1.00	120.00	30.00	52.50	120.00	30.00	52.50	202.50
	Unión universal PVC 3"	c/u	1.00	250.00	60.00	108.50	250.00	60.00	108.50	418.50
<b>3</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>	<b>M</b>	<b>12,700.00</b>							<b>2984,831.13</b>
<b>3.1</b>	<b>tubería y accesorios</b>									<b>2843,788.50</b>
	Excavación en material mixto	m3	6,350.00		80.00	28.00	0.00	508,000.00	177,800.00	685,800.00
	Relleno y compactación	m3	952.50	120.00	100.00	77.00	114,300.00	95,250.00	73,342.50	282,892.50
	Tubería PVC SDR-26 de 3" x 20'	ml	1,100.00	95.00	30.00	43.75	104,500.00	33,000.00	48,125.00	185,625.00
	Tubería PVC SDR-26 de 2" x 20'	ml	11,600.00	70.00	20.00	31.50	812,000.00	232,000.00	365,400.00	1409,400.00
	Tee PVC 3" x 3" x 3"	c/u	4.00	100.00	50.00	52.50	400.00	200.00	210.00	810.00
	Tee PVC 2" x 2" x 2"	c/u	28.00	80.00	30.00	38.50	2,240.00	840.00	1,078.00	4,158.00
	Reductor PVC 3" x 1/2"	c/u	2.00	90.00	40.00	45.50	180.00	80.00	91.00	351.00
	Reductor PVC 2" x 1/2"	c/u	10.00	70.00	30.00	35.00	700.00	300.00	350.00	1,350.00
	Codo PVC de 3" x 45º	c/u	2.00	80.00	30.00	38.50	160.00	60.00	77.00	297.00
	Codo PVC de 2" x 45º	c/u	25.00	70.00	30.00	35.00	1,750.00	750.00	875.00	3,375.00
	Codo PVC de 3" x 90º	c/u	3.00	90.00	40.00	45.50	270.00	120.00	136.50	526.50
	Codo PVC de 2" x 90º	c/u	4.00	70.00	30.00	35.00	280.00	120.00	140.00	540.00

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapas	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
	Válvula de compuerta HF de 3"	c/u	2.00	5,000.00	1,200.00	2,170.00	10,000.00	2,400.00	4,340.00	16,740.00
	Válvula de aire y vacío de 1/2"	c/u	12.00	1,000.00	100.00	385.00	12,000.00	1,200.00	4,620.00	17,820.00
	Válvula de compuerta HF de 2"	c/u	18.00	2,000.00	200.00	770.00	36,000.00	3,600.00	13,860.00	53,460.00
	Adaptador macho PVC de 2"	c/u	36.00	70.00	30.00	35.00	2,520.00	1,080.00	1,260.00	4,860.00
	Adaptador macho PVC de 3"	c/u	4.00	80.00	30.00	38.50	320.00	120.00	154.00	594.00
	Tubo hierro galvanizado de 2" x 20'	ml	77.00	350.00	100.00	157.50	26,950.00	7,700.00	12,127.50	46,777.50
	Tubo hierro galvanizado de 3" x 20'	ml	21.00	450.00	120.00	199.50	9,450.00	2,520.00	4,189.50	16,159.50
	Codo HG de 2" x 90º	c/u	36.00	500.00	100.00	210.00	18,000.00	3,600.00	7,560.00	29,160.00
	Codo HG de 3" x 90º	c/u	4.00	500.00	100.00	210.00	2,000.00	400.00	840.00	3,240.00
	Tapón hembra HG de 3"	c/u	2.00	400.00	100.00	175.00	800.00	200.00	350.00	1,350.00
	Tapón hembra HG de 2"	c/u	18.00	350.00	100.00	157.50	6,300.00	1,800.00	2,835.00	10,935.00
	Pegamento PVC	Galón	10.00	650.00	10.00	231.00	6,500.00	100.00	2,310.00	8,910.00
	Cemento	Saco	50.00	190.00	50.00	84.00	9,500.00	2,500.00	4,200.00	16,200.00
	Arena	m3	15.00	250.00	30.00	98.00	3,750.00	450.00	1,470.00	5,670.00
	Grava	m3	10.00	900.00	50.00	332.50	9,000.00	500.00	3,325.00	12,825.00
	Piedra bolón	m3	20.00	300.00	50.00	122.50	6,000.00	1,000.00	2,450.00	9,450.00
	Prueba hidrost. Proy. Ag. Potable hasta 3" y hasta 200m	c/u	43.00	100.00	150.00	87.50	4,300.00	6,450.00	3,762.50	14,512.50
<b>3.2</b>	<b>Pilas Rompe Cargas</b>									<b>141,042.63</b>
	Concreto 3000 PSI	m3	2.77	1,400.00	400.00	630.00	3,875.20	1,107.20	1,743.84	6,726.24
	Acero Refuerzo 3/8"	lbs	580.17	12.00	4.00	5.60	6,962.00	2,320.67	3,248.93	12,531.59
	Acero Refuerzo 1/4"	lbs	96.80	12.00	4.00	5.60	1,161.60	387.20	542.08	2,090.88
	Alambre amarre No. 18	lbs	33.85	18.00	1.00	6.65	609.27	33.85	225.09	868.21
	Mampostería de ladrillo cuarterón	M2	22.00	210.00	60.00	94.50	4,620.00	1,320.00	2,079.00	8,019.00
	Mortero fino pizarra interno	m3	0.43	1,920.00	300.00	777.00	829.44	129.60	335.66	1,294.70

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapa	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
	Tapa metálica	c/u	8.00	1,000.00	500.00	525.00	8,000.00	4,000.00	4,200.00	16,200.00
	Platina 3" x 1/8"	c/u	34.00	200.00	50.00	87.50	6,800.00	1,700.00	2,975.00	11,475.00
	Pintura anticorrosiva	Galón	2.00	350.00	240.00	206.50	700.00	480.00	413.00	1,593.00
	Unión PVC 1"	c/u	16.00	60.00	20.00	28.00	960.00	320.00	448.00	1,728.00
	Tubería HG 2"	m	8.00	350.00	100.00	157.50	2,800.00	800.00	1,260.00	4,860.00
	Codo HG 2"x 90°	c/u	32.00	500.00	100.00	210.00	16,000.00	3,200.00	6,720.00	25,920.00
	Válvula 2"	c/u	8.00	2,000.00	200.00	770.00	16,000.00	1,600.00	6,160.00	23,760.00
	Válvula de flotador	c/u	8.00	1,800.00	200.00	700.00	14,400.00	1,600.00	5,600.00	21,600.00
	Adaptador macho PVC de 2"	c/u	8.00	80.00	20.00	35.00	640.00	160.00	280.00	1,080.00
	Codo PVC 2"x 90°	c/u	8.00	100.00	20.00	42.00	800.00	160.00	336.00	1,296.00
<b>4</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>M3</b>	<b>60.56</b>							<b>482,094.23</b>
<b>4.1</b>	<b>Tanque de almacenamiento</b>									<b>401,422.74</b>
	Descapote manual	m <sup>3</sup>	20.00		50.00	17.50	0.00	1,000.00	350.00	1,350.00
	Excavación en material mixto	m <sup>3</sup>	700.00		70.00	24.50	0.00	49,000.00	17,150.00	66,150.00
	Relleno y compactación (manual)	m <sup>3</sup>	145.00	120.00	100.00	77.00	17,400.00	14,500.00	11,165.00	43,065.00
	Cemento	Saco	416.65	190.00	50.00	84.00	79,163.08	20,832.39	34,998.42	134,993.89
	Arena	m3	48.71	250.00	30.00	98.00	12,177.69	1,461.32	4,773.65	18,412.66
	Grava	m3	18.35	900.00	50.00	332.50	16,512.65	917.37	6,100.51	23,530.52
	Piedra bolón	m3	25.11	300.00	50.00	122.50	7,533.50	1,255.58	3,076.18	11,865.27
	Acero de refuerzo # 5 (5/8")	lbs	185.43	15.00	4.00	6.65	2,781.49	741.73	1,233.13	4,756.34
	Acero de refuerzo # 4 (1/2")	lbs	2,130.68	15.00	4.00	6.65	31,960.15	8,522.71	14,169.00	54,651.86
	Acero de refuerzo # 3 (3/8")	lbs	287.74	12.00	4.00	5.60	3,452.87	1,150.96	1,611.34	6,215.17
	Acero de refuerzo # 2 (3/8")	lbs	83.03	12.00	4.00	5.60	996.36	332.12	464.97	1,793.45
	Alambre de amarre # 18	lbs	53.74	18.00	1.00	6.65	967.28	53.74	357.35	1,378.37

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapa	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
	Tabla de pino 1" x 8" x 4 vrs	c/u	12.32	94.00	10.00	36.40	1,158.21	123.21	448.50	1,729.93
	Tabla de pino 1" x 12" x 4 vrs	c/u	59.32	120.00	15.00	47.25	7,118.45	889.81	2,802.89	10,811.15
	Madera de pino 2" x 1" x 4 vrs	c/u	79.00	24.00	7.00	10.85	1,896.00	553.00	857.15	3,306.15
	Cuartón de pino 2" x 4" x 4 vrs	c/u	43.00	94.00	10.00	36.40	4,042.00	430.00	1,565.20	6,037.20
	Clavos de 2"	lbs	50.00	20.00	3.00	8.05	1,000.00	150.00	402.50	1,552.50
	Bloque de cemento de 6" x 8" x 16"	c/u	49.50	15.00	2.00	5.95	742.50	99.00	294.53	1,136.03
	Piedra cantera 0.6 x 0.4 x 0.15 m	c/u	143.00	35.00	10.00	15.75	5,005.00	1,430.00	2,252.25	8,687.25
<b>4.2</b>	<b>Conexiones (entrada, salida, limpieza, respiradero)</b>	<b>C/U</b>	<b>4.00</b>							<b>22,815.00</b>
	Tubería HG de 2" x 20'	ml	2.00	350.00	100.00	157.50	700.00	200.00	315.00	1,215.00
	Válvula de HF de 2"	ml	2.00	2,000.00	200.00	770.00	4,000.00	400.00	1,540.00	5,940.00
	Codo HG de 2" x 450	c/u	3.00	500.00	100.00	210.00	1,500.00	300.00	630.00	2,430.00
	Tubería HG de 3" x 20'	c/u	2.00	500.00	100.00	210.00	1,000.00	200.00	420.00	1,620.00
	Codo HG de 3" x 900	c/u	2.00	500.00	100.00	210.00	1,000.00	200.00	420.00	1,620.00
	Codo HG de 3" x 450	c/u	2.00	500.00	100.00	210.00	1,000.00	200.00	420.00	1,620.00
	Válvula de HF de 3"	c/u	1.00	5,000.00	1,200.00	2,170.00	5,000.00	1,200.00	2,170.00	8,370.00
<b>4.3</b>	<b>Cercado de predio del tanque</b>	<b>M</b>	<b>140.19</b>							<b>37,469.83</b>
	Poste de concreto H =2.55 m	c/u	76.00	150.00	50.00	70.00	11,400.00	3,800.00	5,320.00	20,520.00
	Alambre de púas # 13 (rollo de 300 vrs)	c/u	6.68	400.00	200.00	210.00	2,670.29	1,335.14	1,401.90	5,407.33
	Concreto de 3,000 PSI (con mezcladora)	m3	4.75	1,400.00	400.00	630.00	6,650.00	1,900.00	2,992.50	11,542.50
<b>4.4</b>	<b>Portón de malla ciclón</b>	<b>M</b>	<b>5.00</b>							<b>20,386.66</b>
	Acero de refuerzo # 5 (5/8")	lbs	96.31	15.00	4.00	6.65	1,444.61	385.23	640.44	2,470.28
	Acero de refuerzo # 3 (3/8")	lbs	216.97	12.00	4.00	5.60	2,603.66	867.89	1,215.04	4,686.60
	Acero de refuerzo # 2 (1/4")	lbs	11.42	12.00	4.00	5.60	137.08	45.69	63.97	246.74
	Alambre de amarre # 18	lbs	16.24	18.00	1.00	6.65	194.82	64.94	90.92	350.68
	Tabla de pino 1" x 8" x 4 vrs	c/u	5.00	94.00	10.00	36.40	90.00	5.00	33.25	128.25

**SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSA DE ACHUAPA**

Etapa	CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Costos Unitarios (C\$)			Costo Total (C\$)			Total C\$
				Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	Materiales	Mano de Obra	Administración y utilidad	
	Tabla de pino 1" x 12" x 4 vrs	c/u	2.00	120.00	15.00	47.25	240.00	30.00	94.50	364.50
	Madera de pino 2" x 1" x 4 vrs	c/u	2.00	24.00	7.00	10.85	48.00	14.00	21.70	83.70
	Cuartón de pino 2" x 2" x 4 vrs	c/u	4.00	94.00	10.00	36.40	376.00	40.00	145.60	561.60
	Cemento	Saco	6.97	190.00	50.00	84.00	1,323.54	348.30	585.14	2,256.98
	Arena	m3	1.07	250.00	30.00	98.00	267.03	32.04	104.68	403.75
	Grava	m3	0.49	900.00	50.00	332.50	445.10	24.73	164.44	634.26
	Tubo HG 1-1/2 x 20'	ml	3.40	270.00	100.00	129.50	918.00	340.00	440.30	1,698.30
	Tubo HG 1-1/4 x 20'	ml	1.87	220.00	100.00	112.00	410.67	186.67	209.07	806.40
	Acero de refuerzo # 2 (1/4")	lbs	13.64	12.00	4.00	5.60	163.68	54.56	76.38	294.62
	Malla ciclón Cal # 12	Global	1.00	3,800.00	200.00	1,400.00	3,800.00	200.00	1,400.00	5,400.00
<b>Costos Totales en Córdoba</b>							<b>1639,574.35</b>	<b>1078,225.48</b>	<b>951,229.94</b>	<b>3669,029.76</b>
<b>Costos Totales en dólares</b>							<b>69,473.48</b>	<b>45,687.52</b>	<b>40,306.35</b>	<b>155,467.36</b>
<b>Porcentaje %</b>							44.69%	29.39%	25.93%	100.00%
<b>Tasa de cambio utilizada 23.60</b>										