



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

**Monografía**

**“DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD EL  
SINCOYAL, MUNICIPIO DE MORRITO, RÍO SAN JUAN”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Maryuri Liseth Sobalvarro Velásquez.

Br. Escarleth Judith Tenorio Lorío.

**Tutor**

Ing. Manuel de Jesús González Murillo.

**Asesor**

Ing. Lázaro José González Herrera

Managua, Noviembre 2018



Managua, 21 de Noviembre de 2018

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano - F.T.C

Estimado Dr. Ing. reciba cordiales saludos de nuestra parte,

El motivo de la presente es con el fin de dar a conocer que he realizado las debidas correcciones del presente trabajo monográfico titulado: **“Diseño de abastecimiento de agua potable en comunidad El Sincoyal, municipio de Morrito, Río San Juan.”**, dando a conocer que el tema está listo para ser defendido y examinado por el tribunal de defensa.

Sin más a que hacer referencia, me suscribo,

Atentamente,

---

Ing. Manuel de Jesús González Murillo.

Profesor titular.

Tutor

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios por haberme permitido finalizarlo. A mis padres Mariana de Jesús Velásquez Rodríguez y José Santos Sobalvarro Benítez.

A mi hermana Meyling Tatiana Sobalvarro Velásquez, a mis tías, mis abuelitos y cada uno de los integrantes de mi familia que de una u otra forma me apoyaron para lograr llegar a esta meta.

Al maestro Msc. Lucas Bernardo Calvo Rojas Q.E.D.P quien fue parte de nuestra formación profesional, gran maestro y amigo, Dios lo tenga en su santa gloria. A cada uno de los ingenieros que me han apoyado de manera incondicional, especialmente al Ing. Geovanny Miranda Tablada por su apoyo incondicional.

Al Señor Julio Flores Martínez Q.E.P.D y familia (Flores Orozco) por su apoyo recibido en el transcurso de mi formación profesional.

Maryuri Liseth Sobalvarro Velásquez.

Dedicado primeramente a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida. A mis padres: Marcelina Lorío Olivar y José Manuel Tenorio Salguera quienes han sido unos padres que me han apoyado en todo momento de mi vida.

A mi hermana Martha Lorena Tenorio Lorío Q.E.P.D, mis hermanos, mis tías, cuñados y cada uno de los integrantes de mi familia que de una u otra forma me apoyaron para lograr llegar a esta meta que Dios me ha permitido.

A mis maestros por toda su dedicación durante mi formación profesional y cada uno de los ingenieros que nos han apoyado con sus consejos y conocimientos.

Con mucho amor a mi esposo Jerry Miguel Gonzáles Salas por todo su apoyo incondicional.

Escarleth Judith Tenorio Lorío.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a Dios por habernos permitido culminar con éxito esta etapa tan importante de nuestras vidas, por darnos la fuerza, perseverancia y sabiduría necesaria para finalizar nuestra monografía.

A nuestros padres (Mariana de Jesús Velásquez Rodríguez, José Santos Sobalvarro Benítez) y (Marcelina Lorío Olivar, José Manuel Tenorio Salguera) por todo su apoyo incondicional, por ayudarnos a cumplir este anhelo, lograr llegar a la meta final, gracias a sus consejos, su ejemplo, su lucha, el amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban por nuestro avance y desarrollo de esta tesis. Gracias a ellos por cada día confiar y creer en nosotras y en nuestras expectativas, por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por la vida de nuestros padres, también porque cada día bendice nuestras vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más nos aman, y a las que sabemos que más amamos en nuestras vidas.

Gracias a todos los integrantes de nuestras familias y personas que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis, especialmente al Ing. Geovanny Miranda Tablada.

A nuestros maestros por su enseñanza, por la paciencia y tiempo que dedicaron para ser parte de nuestra formación profesional, por cada detalle y momento dedicado para aclarar cualquier tipo de duda que nos surgiera, agradecerles por la caridad y exactitud con la que nos enseñaron cada clase, discurso y lección.

Al ingeniero Manuel de Jesús González por haber elegido ser maestro, gracias a mi maestro por haberme enseñado tan bien y por haberme permitido el desarrollo de esta tesis. Gracias maestro.

Maryuri Sobalvarro y Escarleth Tenorio.

## **RESUMEN**

Actualmente en la comunidad no se cuenta con un sistema de agua potable que pueda abastecer al poblado, se cuenta únicamente con pozos perforados artesanalmente y pozo comunal que fue perforado por parte de la alcaldía del municipio en el año 2016, por ende los habitantes tienen problemas para optar el vital líquido y estos deben acarrearla, algunos desde largas distancias.

Es importante señalar que la mayoría de los pozos en el verano baja el caudal de agua, otros llegan a secarse, observándose sin protección (la tapa o el brocal) con grave contaminación de heces fecales por la cercanía de las letrinas a los pozos y hojas de los árboles, esta contaminación ocurre en el periodo invernal, debido a las inundaciones que sufre el poblado por ubicarse en terreno plano.

Cabe destacar que esta situación produce que la recolección del vital líquido sea más complicada para los pobladores.

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de agua potable por bombeo eléctrico (MABE).

La fuente de captación que se utilizará será superficial existente en la comunidad, el cual tiene un caudal óptimo de explotación a largo plazo de 25 gpm de acuerdo a un aforo realizado en el mes de octubre del año 2016 por medio de la alcaldía del municipio de Morrito.

Dicho proyecto será para abastecer a 107 viviendas a través de conexiones de patio, consiste en la construcción de un pozo perforado, línea de conducción de 128 m Ø 3", Tanque de almacenamiento sobre suelo de concreto ciclópeo capacidad de 5,000 Gln, Red de distribución de Ø2" de 2,061 m, 107 conexiones de patio.

## ÍNDICE

I.	GENERALIDADES .....	2
1.1	INTRODUCCIÓN .....	2
1.2	ANTECEDENTES.....	3
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4	OBJETIVOS.....	4
1.4.1	Objetivo General.....	4
1.4.2	Objetivos Específicos.....	4
II.	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>7</b>
2.1	Ubicación geográfica .....	7
2.2	Población.....	8
2.3	Clima y precipitación.....	8
2.4	Diagnóstico de la población .....	8
2.4.1	Educación .....	8
2.4.2	Ocupación de los miembros de familia .....	8
2.4.3	Agua Potable .....	8
2.4.4	Salud.....	9
III.	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
3.1	Proyección de la Población.....	11
3.2	Métodos de cálculo .....	11
3.2.1	Tasa de crecimiento geométrico.....	11
3.2.2	Dotación de agua potable .....	11
3.2.3	Demanda de agua potable.....	12
3.2.4	Pérdidas del sistema.....	12
3.2.5	Período de diseño.....	12
3.2.6	Fuente de abastecimiento.....	12

3.2.7 Estaciones de bombeo de pozos profundos .....	13
3.2.8 Almacenamiento .....	13
3.2.9 Red de distribución .....	13
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
4.1 Estudios en el sitio (campo).....	15
4.2 Parámetros de diseño.....	15
4.2.1 Cálculo de población.....	15
4.2.2 Dotación.....	16
4.2.3 Variaciones de consumo.....	16
4.2.4 Presiones máximas y mínimas .....	16
4.2.5 Velocidades permisibles en tuberías .....	17
4.2.6 Criterios para el cálculo del volumen de almacenamiento .....	17
4.2.7 Cobertura de tuberías .....	17
4.2.8 Pérdidas de agua en el sistema.....	18
4.2.9 Pozo perforado (PP) .....	18
4.2.10 Mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE) .....	18
4.2.11 Criterios de aceptación del pozo.....	18
4.2.12 Equipo de bombeo y motor.....	19
4.2.13 Línea de conducción.....	19
4.2.14 Presiones de trabajo .....	20
4.2.15 Velocidades permitidas.....	20
4.2.16 Diseño del equipo de bombeo .....	21
<b>V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
5.1 Datos de Población.....	24
5.1.1 Población por rango por sexo .....	24
5.1.2 Población por rango de edades .....	25



5.1.3	Escolaridad de la población .....	26
5.1.4	Ocupación de los Familiares.....	27
5.1.5	Tenencia de la vivienda .....	28
5.1.6	Construcción de las paredes de la vivienda.....	29
5.1.7	Piso de las viviendas .....	30
5.1.8	Divisiones de las viviendas .....	31
5.1.9	Estado de la vivienda.....	31
5.1.10	Situación económica de los habitantes.....	33
5.1.11	Situación de salud de la población .....	35
5.1.12	Manejo de las aguas servidas .....	36
5.1.13	Manejo de residuos sólidos .....	37
5.2	Fuente de abastecimiento.....	37
5.2.1	Captación.....	38
5.2.2	Sarta .....	38
5.2.3	Línea de conducción.....	39
5.2.4	Almacenamiento .....	39
5.2.5	Red de distribución .....	39
5.3	Aforos y estudios de calidad de agua en fuentes existentes .....	39
5.3.1	Parámetros analizados y valores (límite permisible).....	39
5.3.2	Análisis Bacteriológico .....	42
5.3.3	Análisis Arsénico .....	43
5.3.4	Memoria Topográfica .....	43
5.4	Estado del micro-cuenca existente .....	45
5.5	Inventario de pozos existentes en la comunidad .....	45
5.6	Estudio Geotécnico de la comunidad Sincoyal .....	47

5.6.1	Estudio de campo .....	47
5.6.2	Localización de bancos de material .....	48
5.7	Período de diseño.....	50
5.8	Población de diseño .....	50
5.8.1	Dotación.....	51
5.8.2	Variaciones de consumo.....	51
5.8.3	Proyección de consumo.....	52
5.9	Diseño de bomba sumergible (Para período de diseño 20 años) .....	52
5.9.1	Cálculo de proyección de población .....	52
5.9.2	Proyecciones de consumo .....	53
5.9.3	Cálculo de caudal medio diario .....	54
5.9.4	Datos a utilizar .....	54
5.9.5	Determinación de carga total estática.....	55
5.9.6	Cálculos de las pérdidas por Longitud por Hazen Williams .....	56
5.9.7	Estimación de la carga total dinámica .....	56
5.10	Diseño hidráulico de cada componente de la sarta .....	57
5.11	Cálculo de golpe de Ariete.....	58
5.11.1	Línea de conducción y red de distribución.....	60
5.11.2	Datos de Entrada en los Nodos .....	61
5.11.3	Datos de Entrada en las Tuberías .....	61
5.11.4	Diseño hidráulico de la red de distribución con consumo .....	62
5.11.5	Resultados de los Análisis Hidráulicos .....	65
5.12	Tanque de Almacenamiento .....	66
5.12.1	Concreto .....	66
5.12.2	Acero de Refuerzo .....	67

5.12.3 Acero Estructural .....	67
5.12.4 Soldadura .....	67
5.12.5 Suelos.....	67
5.12.6 Diseño de losa del techo.....	70
5.12.7 Diseño de losa de fondo .....	72
5.13 Sistema Eléctrico .....	72
5.13.1 Calculo de los conductores.....	73
5.13.2 Cálculo del dispositivo de protección de sobrecarga .....	74
5.13.3 Cálculo del Calibre del conductor de puesta a tierra .....	74
5.13.4 Cálculo del calibre de conductor de puesta a tierra de equipo .....	74
5.13.5 Fórmula para el cálculo de caída de voltaje de los conductores.....	75
5.14 Sistema de Desinfección .....	75
5.14.1 Metodología .....	76
5.15 Filtros de desinfección .....	76
5.16 Medidas de protección de la fuente hídrica .....	79
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
6.1 Conclusiones .....	82
6.2 Recomendaciones .....	83
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación Diámetro interno del pozo y caudal de bombeo. ....	19
Tabla 2. Población por Rango de Sexo .....	24
Tabla 3. Población por Rango de Edades .....	25
Tabla 4: Escolaridad de la población.....	26
Tabla 5: Ocupación familiar.....	27
Tabla 6: Tenencia de la vivienda.....	28
Tabla 7: Construcción de paredes de viviendas.....	29
Tabla 8: Construcción de pisos de viviendas .....	30
Tabla 9: Material de divisiones en las viviendas.....	31
Tabla 10: Estado de las viviendas.....	32
Tabla 11: Personas que laboran dentro y fuera de la comunidad. ....	33
Tabla 12: Situación de salud de los pobladores. ....	35
Tabla 13: Parámetros de calidad Físico – Químicos del agua. ....	40
Tabla 14: Parámetros de calidad Físico – Químicos del agua. ....	41
Tabla 15: Resultados de parámetros bacteriológicos del agua potable .....	42
Tabla 16: Resultados de parámetros Arsénicos.....	43
Tabla 17: Banco de nivel.....	44
Tabla 18: Resumen de Líneas .....	44
Tabla 19: Inventario de pozos existentes en la comunidad.....	46
Tabla 20: Prueba CBR .....	48
Tabla 21: Análisis granulométrico de material.....	49
Tabla 22: Proctor estándar.....	49
Tabla 23: Pruebas de C.B.R. Saturada .....	49
Tabla 24: Resultado de las Calicatas .....	50
Tabla 25: Componentes de la sarta .....	57
Tabla 26: Red - Nudos en 0:00 Hrs.....	62
Tabla 27: Red - Nudos en 10:00 Hrs.....	64
Tabla 28: Análisis de la estructura .....	68

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Macro Localización.....	7
Ilustración 2: Micro Localización.....	7
Ilustración 3: Rango por sexo.....	24
Ilustración 4: Rango por edades.....	25
Ilustración 5: Escolaridad de la población .....	26
Ilustración 6: Ocupación Familiar .....	27
Ilustración 7: Tenencia de la vivienda .....	28
Ilustración 8: Construcción de paredes de viviendas .....	29
Ilustración 9: Construcción de pisos de viviendas .....	30
Ilustración 10: Divisiones en las viviendas .....	31
Ilustración 11: Estados de las viviendas.....	32
Ilustración 12: Personas que laboran en la comunidad.....	34
Ilustración 13: Personas que laboran fuera de la comunidad.....	34
Ilustración 14: Tipos de enfermedades en la comunidad.....	36
Ilustración 15: Manejo de las aguas servidas.....	37
Ilustración 16: Proyección de consumo.....	52
Ilustración 17: Estructura analizada .....	68
Ilustración 18: Momento Resistente .....	69
Ilustración 19: Fuerza aplicada en la estructura.....	69

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ecuación de población.....	15
Ecuación 2 Ecuación de consumo máximo día .....	16
Ecuación 3 Ecuación de consumo máximo hora.....	16
Ecuación 4 Pérdidas de carga debido al rozamiento .....	16
Ecuación 5 Ecuación de la continuidad.....	20
Ecuación 6 Ecuación del área .....	20
Ecuación 7 Cálculo de población .....	53
Ecuación 8 Cálculo de consumo promedio diario.....	53

Ecuación 9 Cálculo de consumo promedio total diario .....	53
Ecuación 10 Cálculo de caudal promedio diario.....	54
Ecuación 11 Cálculo de diámetro económico.....	55
Ecuación 12 Cálculo de diámetro interno .....	55
Ecuación 13 Cálculo de la Ecuación de la Continuidad .....	55
Ecuación 14 Cálculo de carga total estática.....	55
Ecuación 15 Cálculo de pérdidas por longitud por Hazen Williams.....	56
Ecuación 16 Cálculo de pérdidas menores .....	56
Ecuación 17 Cálculo de pérdidas de carga de columna de bombeo.....	56
Ecuación 18 Cálculo de carga total dinámica.....	56
Ecuación 19 Cálculo de la celeridad según allievi.....	59
Ecuación 20 Cálculo de altura manométrica .....	59
Ecuación 21 Cálculo de la pendiente hidráulica.....	59
Ecuación 22 Cálculo del tiempo de parada .....	59
Ecuación 23 Cierre rápido según Michaud.....	60
Ecuación 24 Presión máxima .....	60
Ecuación 25 Cálculo de fuerza de agua .....	69
Ecuación 26 Momento debido a la acción del agua .....	69
Ecuación 27 factor de seguridad al voltio .....	70
Ecuación 28 Peso de losa .....	70
Ecuación 29 Cálculos de cargas de la losa .....	71
Ecuación 30 Cálculo de selección del filtro .....	78

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La población rural de las comunidades se puede dividir en los siguientes segmentos:

1. Rural Concentrado: son poblaciones rurales de estabilidad relativa, en algunos casos con altas tasas de crecimiento poblacional. Su actividad socio-económica está orientada principalmente a la comercialización agrícola-ganadera. Cuentan con algunos servicios básicos e infraestructura.

2. Rural Disperso: son los grupos poblacionales que se asientan en forma diseminada en valles y comarcas en las diferentes regiones del país. Carecen de servicios básicos e infraestructuras mínimas. Alto esparcimiento de viviendas y bajos ingresos con tendencia a niveles de subsistencias.

En la comunidad El Sincoyal del municipio de Morrito, Río San Juan, prevalece la población concentrada.

Para este tipo de proyectos es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

Los criterios de almacenamiento de agua son los que se aplican para determinar la capacidad del tanque y que brinda buenos resultados una vez funcionando el sistema, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua de pérdida se fija como un porcentaje de consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.



## **1.2 ANTECEDENTES.**

La comunidad El Sincoyal tiene una población de 360 habitantes de los cuales el 49% corresponde a mujeres y el 51% hombres.

Cuenta con 100 viviendas, se estima una población infantil de 30% menores de 15 años.

En el año 2015 se realizaron estudios de suelo para determinar el tipo de material que hay en el sitio, como resultado del mismo el material predominante es limo orgánico ML.

A inicios del año 2016 se elaboraron aforos para estimar la cantidad de agua que producen los pozos existentes, tanto comunales como privados alrededor de la comunidad. También se analizó la calidad de agua, para observar el comportamiento de la misma, si es apta para consumo humano, según la norma CAPRE

En base a los resultados obtenidos conforme a los estudios anteriores, se ejecutó un proyecto de construcción de pozo comunal en el mes de octubre del año 2016, debido a la falta de agua en tiempo de verano producto a que la fuente hídrica no produce la suficiente cantidad de vital líquido, para el abastecimiento a toda la población de la comunidad.

Para darle seguimiento al proyecto ejecutado se realizó una segunda etapa donado por FIEMCA, correspondiente a la calidad del agua por medios de bio-filtros de estructura de concreto que contienen material filtrante como grava y carbón activado, para purificar el agua mediante este proceso y de forma adicional después de la filtración se agrega cloro, para eliminación de bacterias.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

La comunidad Sincoyal no posee un sistema de abastecimiento de agua potable calificada, de modo que actualmente es insuficiente y de mala calidad.

En dicha comunidad no existe una red de Agua Potable, de modo que su medio de abastecimiento es mediante pozos públicos perforados y artesanales, en los cuales 9 Familias tienen propios y 97 no tienen, siendo su utilización para cubrir todas sus necesidades como: aseo personal, lavar ropa, para consumo y preparación de alimentos, acarreada de 4 pozos Perforados comunales ubicados en diferentes lugares de la comunidad.

Mediante el crecimiento poblacional y demanda de los servicios básicos, se crea la necesidad de mejorar las condiciones de abastecimiento de agua potable.

De tal manera que se ven afectaciones serias en la salud, proliferando las enfermedades gastrointestinales por ingesta de agua no potabilizada y la práctica del fecalismo al aire libre, siendo más vulnerables a ellas los niños y ancianos.

Debido a la presencia de contaminantes en el suelo, habiendo letrinas cerca de los pozos afectando de manera directa a los mismos, ocasionando daños en la salud de los habitantes, Surgiendo la necesidad inmediata de cambiar la situación actual para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población, mediante el acceso de los beneficiarios a servicios de agua potable.

Con el objeto de reducir este riesgo y contribuir a la protección de los acuíferos, se utilizarán los requisitos mínimos para las fases de construcción, operación y cierre de pozos de agua, para lo que se expide la presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 006–11 Requisitos Ambientales para la Construcción, Operación y Cierre de Pozos de Extracción de Agua.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar el abastecimiento de agua potable en la comunidad El Sincoyal, municipio de Morrito, Río San Juan.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar aforo y estudios de la calidad de agua en las fuentes existentes.

2. Realizar levantamientos topográficos en los diferentes tramos de las líneas en estudio.
3. Efectuar estudios de población y consumo que permita el diseño del sistema de agua potable.
4. Proveer el diseño final y especificaciones técnicas del nuevo sistema de agua potable en la comunidad El Sincoyal, del municipio de Morrito, Río San Juan que cumpla con las normas técnicas del INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario).
5. Cuantificar los costos de ejecución física del proyecto diseñado beneficiando a los habitantes de la comunidad.

## CAPITULO II

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

## II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1 Ubicación geográfica

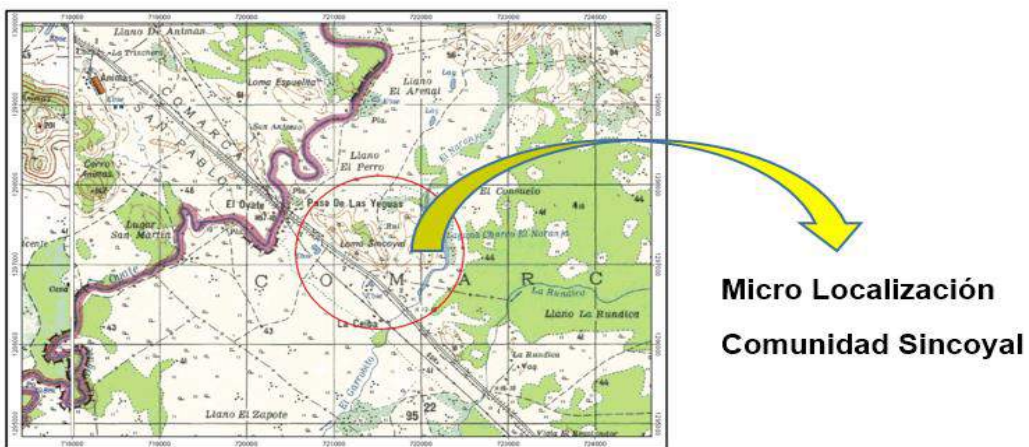
La comunidad El Sincoyal se localiza en las Coordenadas UTM WGS84 Este: 0721385 y Norte: 1297142 con una altura que asciende aproximadamente a los 70msnm el cual sus límites son: norte: comunidad El Oyate, Sur: comunidad Banco 7, este: Comunidad La Pizota, oeste: Lago Cocibolca.

#### Ilustración 1: Macro Localización.



Fuente: Google Earth Pro

#### Ilustración 2: Micro Localización



Fuente: Google

## **2.2 Población**

La comunidad tiene una población de 360 habitantes, cuenta con 107 viviendas, se estima una población infantil de 30% menores de 15 años.

## **2.3 Clima y precipitación**

El clima predominante del municipio es de sabana tropical, caracterizado como semi-húmedo, la temperatura varía entre los 25° y 26° grados C. La precipitación oscila entre los 2,000 y 2,400 mm.

## **2.4 Diagnóstico de la población**

### **2.4.1 Educación**

El mayor porcentaje de educación en la comunidad radica en el nivel de primaria en un 40%, el 23% con índice de iletrado, el 25% ha alcanzado nivel de secundaria, con estudios superiores el 7%, con estudios técnicos el 1%, preescolar con el 4%.

De acuerdo al ministerio de educación, el centro educativo 14 de Septiembre asisten un total de 95 alumnos de ambos sexos distribuidos en Preescolar Formal multinivel 21, Primaria Multigrado 59, EBA 15; con un personal de 8 docente, un Director, 5 Maestro de aula.

### **2.4.2 Ocupación de los miembros de familia**

La ocupación de los habitantes de la comunidad se determina que el 37% es ama de casa, con un 34% corresponde a la ocupación de otro tipo de trabajo, el 15% son jornaleros, seguido con un 8% de estudiantes, siendo en menor porcentaje con el 6% agricultores.

### **2.4.3 Agua Potable**

La comunidad de Sincoyal no cuenta con un sistema de agua potable, algunas familias tienen pozos en sus viviendas, otras no tienen, el agua la utilizan para

aseo personal y lavar ropa, para consumo y preparación de alimentos, la acarrear de los 4 pozos comunales ubicados en diferentes lugares de la comunidad.

La calidad del agua que se consume es mala, ya que presenta sedimentos, por lo que es necesario tomar medidas de desinfección del agua para evitar enfermedades relacionadas a la contaminación a través del agua.

#### **2.4.4 Salud**

Las enfermedades que más predominan en los niños son: parasitosis, diarrea, tos, resfriados, dengue, enfermedades dermatológicas. En hombres y mujeres: Diarrea, Tos, Resfriados, malaria, dengue, Parasitosis, Dengue, Infecciones Renales y Dérmicas.

Cabe destacar que en el 100% los niños de la comunidad se encuentran vacunados. El 99% de la población realizan un buen lavado de manos, un buen uso del agua, en el caso del buen uso de letrina un 87%. La población en la comunidad El Sincoyal cuenta con puesto de salud donde son atendidos los pobladores.

La comunidad cuenta con puesto de salud donde son atendidos los pobladores. En el cual existe un sistema de agua por medio de un pozo perforado de 250 pie, perforado en el año 2016.

## CAPITULO III

### MARCO TEÓRICO



### **III. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1 Proyección de la Población**

Es necesario determinar la cantidad de pobladores existentes en la comunidad de años que se fijará el diseño, Los datos de población se utilizan para obtener la demanda y cantidad de agua de consumo y establecer el período de diseño del sistema de agua potable.

#### **3.2 Métodos de cálculo**

##### **3.2.1 Tasa de crecimiento geométrico**

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas basándose en el crecimiento histórico.

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento mayor del 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
- 3) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
  - a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
  - b) Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
  - c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

##### **3.2.2 Dotación de agua potable**

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas se recomienda usar los valores de consumo medio diario.

### **3.2.3 Demanda de agua potable**

Los factores de demanda promedio diario, estarán expresados en porcentajes:

- a) Demanda del máximo día: Será en un parámetro del 130% al 150%
- b) Demanda de la hora máxima: Será igual al 250% del mismo día.

### **3.2.4 Pérdidas del sistema**

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fuga o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

### **3.2.5 Período de diseño**

Para diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema, debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad, que partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema.

### **3.2.6 Fuente de abastecimiento**

Por medio de pozo perforado, Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM (pozo excavado a mano), MAG (mini acueductos por gravedad) y CM (captaciones de manantial) no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a) El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo.

b) El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

### **3.2.7 Estaciones de bombeo de pozos profundos**

Las características de esta son de bombear el agua de pozos perforados profundos, los equipos usados normalmente son bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible. La profundidad e instalación de la bomba debe estar definidas por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse, tomando en consideración lo siguiente: Nivel de bombeo de acuerdo a prueba de bombeo, variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en verano e invierno, sumergencia de la bomba y factor de seguridad.

En las tuberías no usar diámetro menor a los diámetros de descarga de la bomba, la línea de sección debe ser lo más corta y recta posible, evitar cambios de dirección especialmente cerca de la bomba. En la descarga escoger el diámetro más apropiado de la tubería de impulsión en la descarga de la bomba proyectarse una válvula de compuerta y válvula de retención.

### **3.2.8 Almacenamiento**

En cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que estos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema.

### **3.2.9 Red de distribución**

La red de distribución de agua potable tiene como objetivo primordial garantizar el suministro eficiente y continuo, con las presiones adecuadas para poder abastecer cada una de las viviendas que se van a intervenir en la obra.

## CAPITULO IV

# DISEÑO METODOLÓGICO

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

El sistema principalmente se basa en las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99) del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), aplicados para el sistema rural.

### **4.1 Estudios en el sitio (campo)**

- ❖ Se efectúa un levantamiento altimétrico y planimétrico para determinar la ubicación de las tuberías, desde la fuente de abastecimiento, la columna de bombeo, línea de conducción, almacenamiento y red de distribución.
- ❖ Se lleva a cabo muestreos de suelo en el sitio de la obra.
- ❖ Se realizan los determinados estudios de calidad de agua para determinar el medio de purificación.

### **4.2 Parámetros de diseño**

#### **4.2.1 Cálculo de población**

La información base que se utiliza son los datos de censo de INIDE en 2005 de la comunidad El Sincoyal del municipio de Morrito, realizando la proyección de población por medio del método geométrico:

Ecuación 1 Ecuación de población

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

Dónde:

$P_n$  = Población del año "n"

$P_o$  = Población al inicio del período de diseño.

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

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

#### 4.2.2 Dotación

Expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: Nivel de servicio adoptado, factores topográficos, factores culturales y uso del agua.

#### 4.2.3 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo son 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:

Ecuación 2 Ecuación de consumo máximo día

$$CMD = 1.5 * CPD \text{ (Consumo promedio diario)}$$

Ecuación 3 Ecuación de consumo máximo hora

$$CMH = 2.5CPD \text{ (Consumo promedio diario)}$$

#### 4.2.4 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas al funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que se cumplan dentro de un rango permisible: presión mínima: 5 m.c.a, presión máxima: 50 m.c.a

Ecuación 4 Pérdidas de carga debido al rozamiento

$$HL = \frac{10.57x Q^{1.85}}{C^{1.85} x D^{4.87}} x L$$

Dónde:

Hf= pérdidas de carga debido al rozamiento.

C= coeficiente de rugosidad

L= longitud de la tubería (m)

Q= caudal del agua en la tubería (l/s)

D= diámetro interior (mm)

#### **4.2.5 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: velocidad mínima=0.4 m/s, velocidad máxima=2.0 m/s.

#### **4.2.6 Criterios para el cálculo del volumen de almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento 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.

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará como el 35% del consumo promedio diario, para satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo=15% CPD.
- b) Volumen de reserva: Para atender eventualidades en caso de emergencia=20 % CPD.

#### **4.2.7 Cobertura de tuberías**

Para sitios que correspondan a cruces de carretera 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.

#### **4.2.8 Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas en cada uno de los componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

#### **4.2.9 Pozo perforado (PP)**

Para la utilización de pozo perforado empleando una bomba manual se deberá cumplir los siguientes criterios:

1. Caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo.
2. El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

#### **4.2.10 Mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE)**

Será considerada en el caso que exista disponibilidad de fuente abastecimiento, disponibilidad de energía eléctrica y capacidad de pago de la comunidad.

#### **4.2.11 Criterios de aceptación del pozo**

- Caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal de máximo recomendado de explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.



#### 4.2.12 Equipo de bombeo y motor

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

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuado al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse según el cuadro siguiente:

**Tabla 1: Relación Diámetro interno del pozo y caudal de bombeo.**

Diámetro interno ademe del pozo		Caudal de bombeo	
(pulgada)	Mm	Gpm	Lps
6	150	160	10
8	200	240	15
10	250	400	25

Fuente: Normativa de INAA, NTON 09 003-99

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor de 5% de su longitud.

#### 4.2.13 Línea de conducción

En el diseño de una línea de conducción, se debe considerar que:

- a) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo de diseño.

b) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberán ajustarse a la máxima economía.

c) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo específicamente para la tubería, a su protección y a su mantenimiento.

d) Diámetro económico  $D = K (Q^n)$ , (similar a la de Bresse, con  $K=0.9$ ,  $n=0,45$ )

#### **4.2.14 Presiones de trabajo**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que estas cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes: Presión mínima debe ser de 5 m.c.a y la máxima de 50 m.c.a.

#### **4.2.15 Velocidades permitidas**

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes: Velocidad Mínima deberá ser de 0.4 m/s y la Velocidad Máxima de 2 m/s.

Para calcular la velocidad con la que tiene que trabajar:

Ecuación 5 Ecuación de la continuidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 6 Ecuación del área

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

#### 4.2.16 Diseño del equipo de bombeo

- ❖ Altura dinámica total de Bombeo, Caudal Requerido y longitud de la columna de bombeo.
- ❖ Las pérdidas por fricción se determinara por Hazen William u otro similar en la línea de conducción.
- ❖ Se debe calcular el diámetro económico puede aplicarse la formula siguiente ampliamente usada en los estados unidos de norte América (similar a la de Bresse, con  $K=0.9$  y  $n=0,45$ ),  $D= 0.9 Q^{0.45}$  donde el diámetro  $D=$  metros  $Q=m^3/s$ .
- ❖ El caudal de diseño será  $Q_{\text{bombeo}} = CMD \times K$ ,  $K$ : Coeficiente que depende de las horas de bombeo, para 16 horas de bombeo al día  $K$  es 1.5.
- ❖ La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir presiones altas, y deberá ser protegida contra el golpe de ariete Instalando Válvulas Aliviadora de presión en las vecindades de descargas de las bombas.
- ❖ En la tubería de descarga se debe efectuar un análisis económico comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado.
- ❖ La eficiencia del conjunto bomba y motor es la que está en la curva del fabricante.
- ❖ La pérdida de carga en la columna bombeo no será mayor al 5% de su longitud
- ❖ La velocidad del flujo no será menor a 0.6 m/s ni mayor 1.5 m/s.
- ❖ En la curva característica no se aceptara el punto de trabajo fuera del rango de eficiencia, debido a la disminución progresiva del pozo que se produce por descenso del nivel freático del pozo.
- ❖ El diámetro del equipo de bombeo por lo menos debe ser 2" menor al diámetro de encamisado del pozo.
- ❖ La ubicación del nivel la bomba sumergible debe ser ubicada por debajo del nivel dinámico comprobado en la prueba de bombeo, así como también se debe haber otras previsiones en el diseño, debido al descenso por dos efectos: disminución de los niveles en la época de estiaje más el efecto climatológico.
- ❖ Se tiene que considerar como norma emplear un factor de servicio  $F.S=1.15$  para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las perdidas mecánicas.

- ❖ La bomba se debe ubicar en el tramo de tubería ciega para evitar turbulencia dentro del pozo o encamisar la bomba.
- ❖ El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberá ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba se debe conectar una reducción excéntrica.

## CAPITULO V

# ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

## V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Datos de Población

#### 5.1.1 Población por rango por sexo

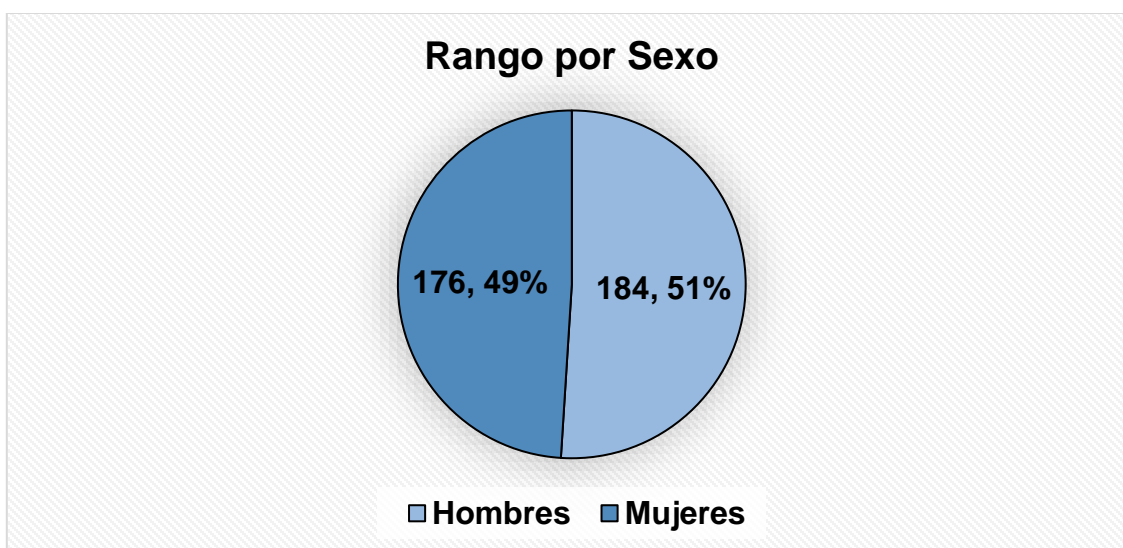
A continuación se muestran los gráficos de resultados de población por rango de sexo y edades: La comunidad cuenta con 107 viviendas (incluyendo instituciones) con una población de 360 habitantes de los cuales el 49% son mujeres y el 51% hombres.

**Tabla 2. Población por Rango de Sexo**

Sexo	Cantidad de habitantes	Porcentaje (%)
Hombre	184	51%
Mujer	176	49%
Total:	360	100%

Fuente: NTON 09 003-99

#### Ilustración 3: Rango por sexo



Fuente: Propia

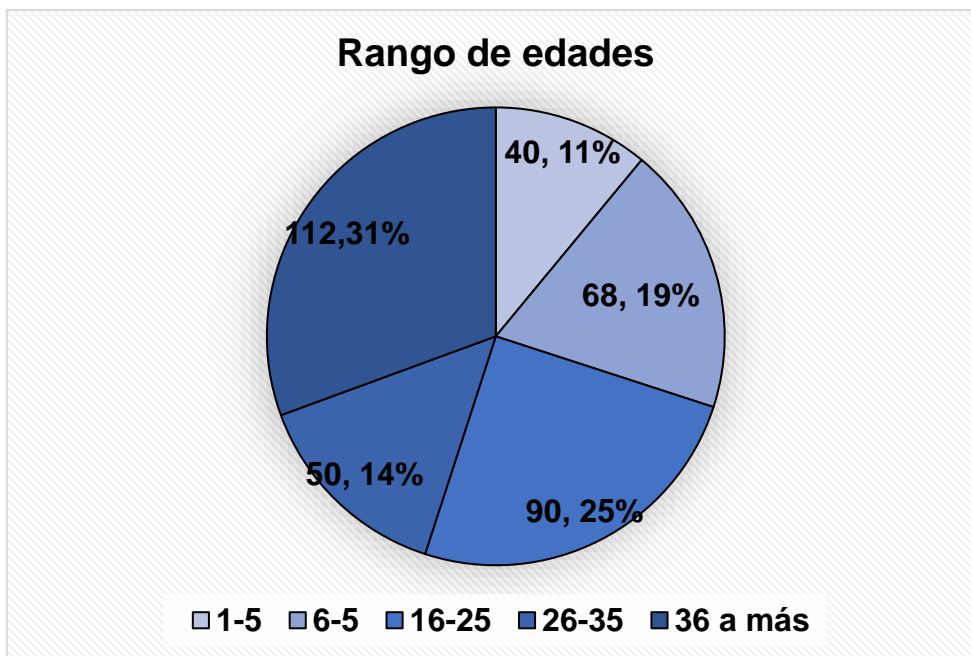
### 5.1.2 Población por rango de edades

Tabla 3. Población por Rango de Edades

Edades	Porcentaje (%)
1-5	11%
6-15	19%
16-25	25%
26-35	14.4%
36 a más	30.6%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: NTON 09 003-99

Ilustración 4: Rango por edades



Fuente: Propia

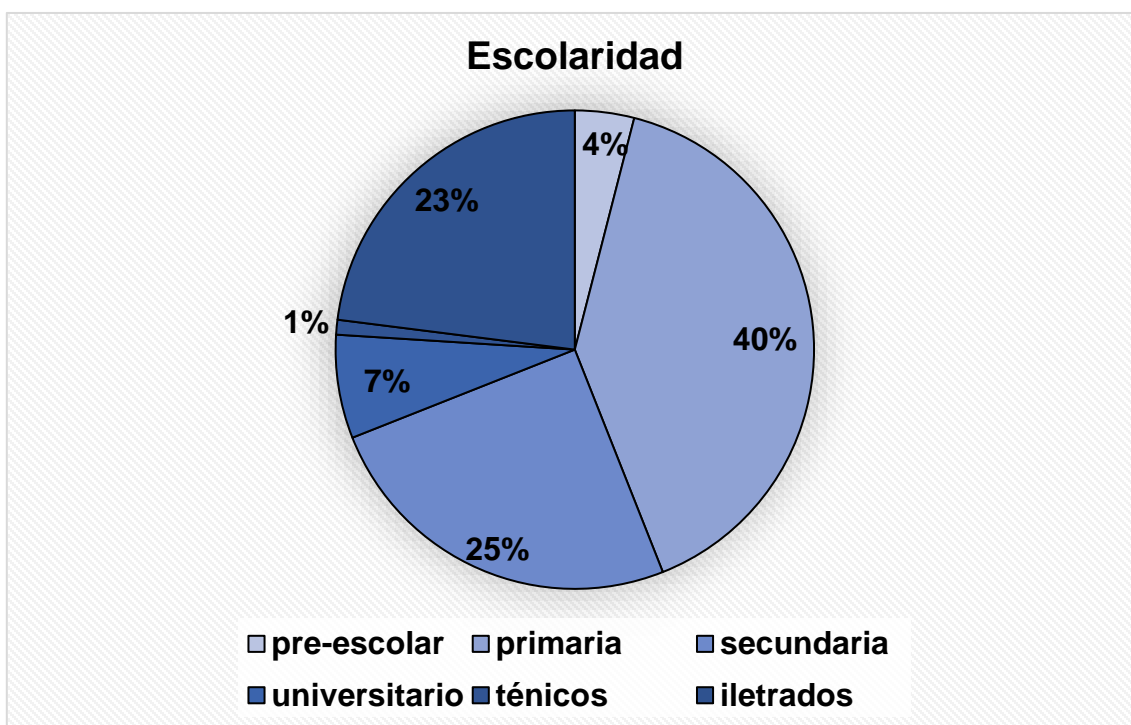
### 5.1.3 Escolaridad de la población

Tabla 4: Escolaridad de la población.

Escolaridad	Porcentaje (%)
Pre-escolar	4%
Primaria	40%
Secundaria	25%
Universitario	7%
Técnico	1%
Iletrado	23%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

Ilustración 5: Escolaridad de la población



Fuente: Propia



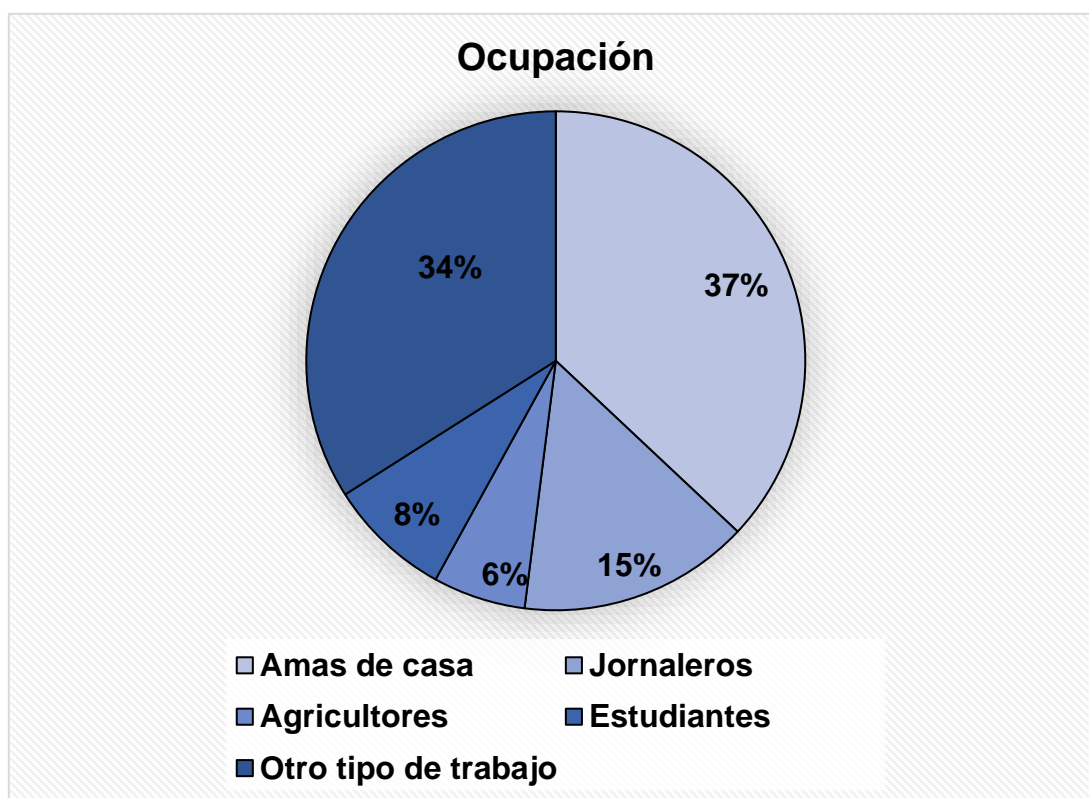
#### 5.1.4 Ocupación de los Familiares.

Tabla 5: Ocupación familiar

Ocupación	Porcentaje (%)
Amas de casa	37%
Jornaleros	15%
Agricultores	6%
Estudiantes	8%
Otro tipo de trabajo	34%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

Ilustración 6: Ocupación Familiar



Fuente: Propia

### 5.1.5 Tenencia de la vivienda

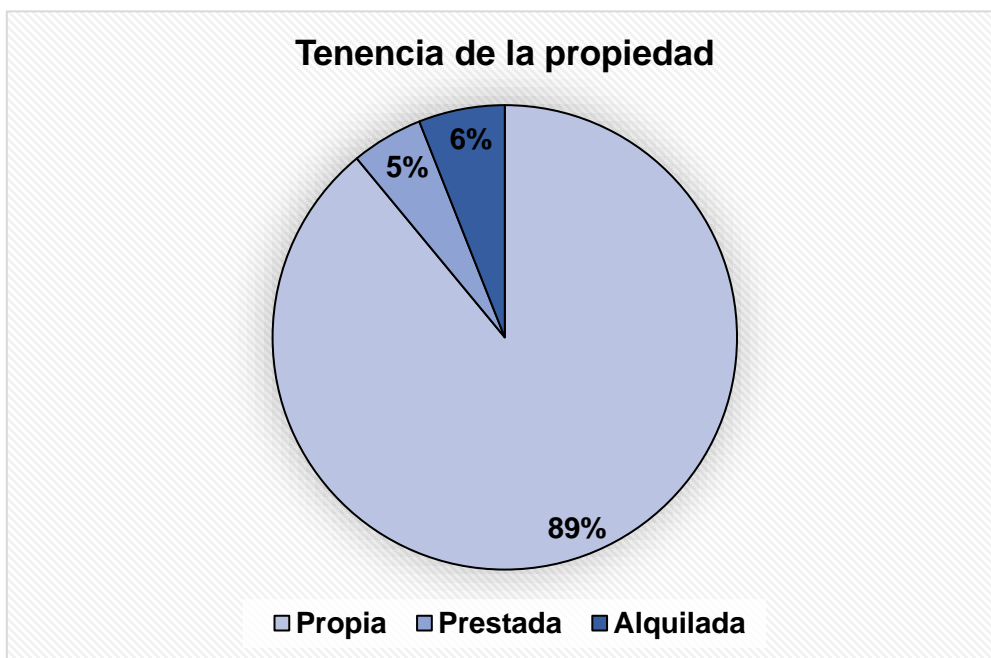
En cuanto a la tenencia de la vivienda los resultados obtenidos, en cuanto al tipo de propiedad del hogar reflejan que en un 89% la tenencia es propia, un 5% de las propiedades son prestadas, un 6% de las propiedades alquiladas este indicador refleja un alto índice de propiedad de la vivienda.

**Tabla 6: Tenencia de la vivienda**

Tenencia	Porcentaje (%)
Propia	89%
Prestada	5%
Alquilada	6%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Ilustración 7: Tenencia de la vivienda**



Fuente: Propia

### 5.1.6 Construcción de las paredes de la vivienda

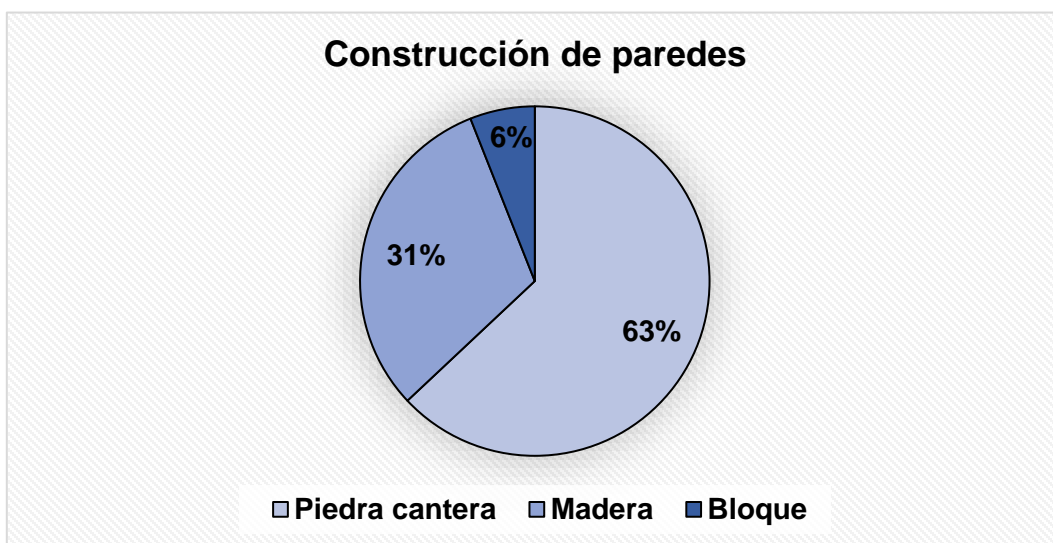
En cuanto a la construcción de las paredes de las viviendas, los datos revelan que el 63% de las viviendas son de piedra cantera, seguido con el 31% de madera y 6% de bloque. Estos datos indican que predominan las construidas con piedra cantera, seguida las construidas con madera, pero construyen viviendas con paredes mixtas sobresaliendo las de piedra cantera y Madera.

**Tabla 7: Construcción de paredes de viviendas**

Paredes	Porcentaje (%)
Piedra Cantera	63%
Madera	31%
Bloque	6%
<b>Total</b>	100%

Fuente: Propia

**Ilustración 8: Construcción de paredes de viviendas**



Fuente: Propia

### 5.1.7 Piso de las viviendas

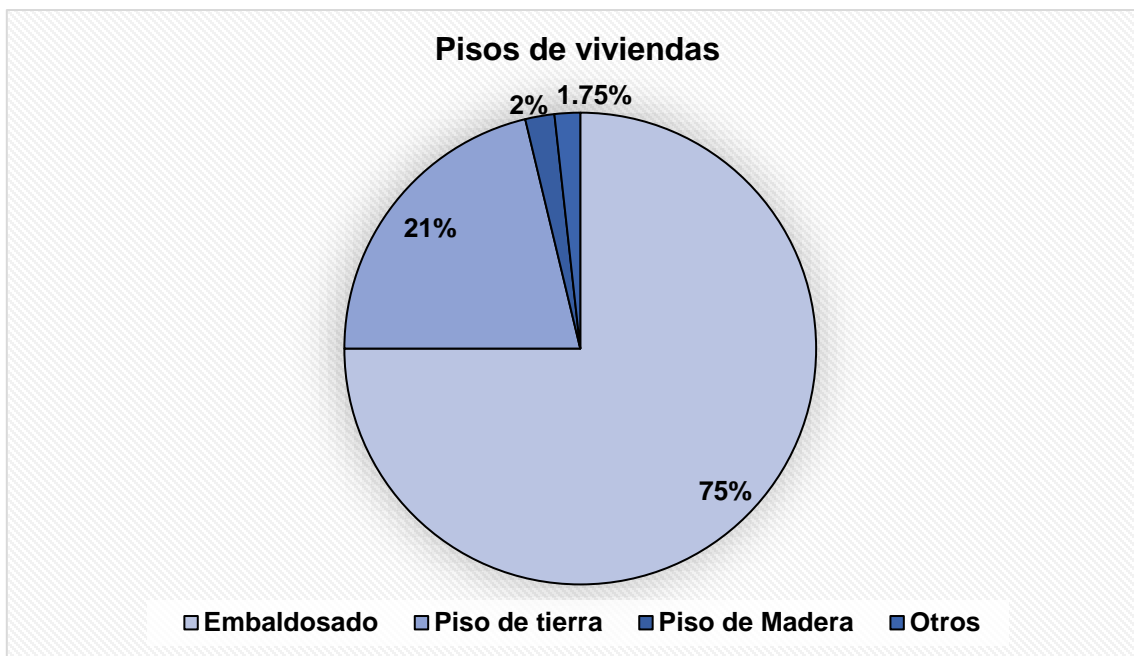
En cuanto al piso de los hogares, predominan con un mayor porcentaje las viviendas con piso embaldosado con un 75%, seguido los hogares con piso de tierra con un 21.25%, un 2% viviendas con piso de madera, las de menor porcentaje corresponde con el 1.75% con piso de otros.

**Tabla 8: Construcción de pisos de viviendas**

Piso	Porcentaje (%)
Embaldosado	75%
Piso de tierra	21.25%
Piso de Madera	2%
Otros	1.75%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Ilustración 9: Construcción de pisos de viviendas**



Fuente: Propia

### 5.1.8 Divisiones de las viviendas

En cuanto al número de divisiones de las viviendas, las que predominan con un porcentaje mayor del 60% son las casas que cuentan con dos divisiones, seguidas las que tienen tres divisiones en su hogar con el 11%, un 25% no tiene división en su vivienda y en menor porcentaje con un 4% las viviendas que tienen cuatro divisiones.

**Tabla 9: Material de divisiones en las viviendas**

Divisiones	Porcentaje (%)
Dos	60%
Tres	11%
Cuatro	4%
No tienen	25%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Ilustración 10: Divisiones en las viviendas**



Fuente: Propia

### 5.1.9 Estado de la vivienda

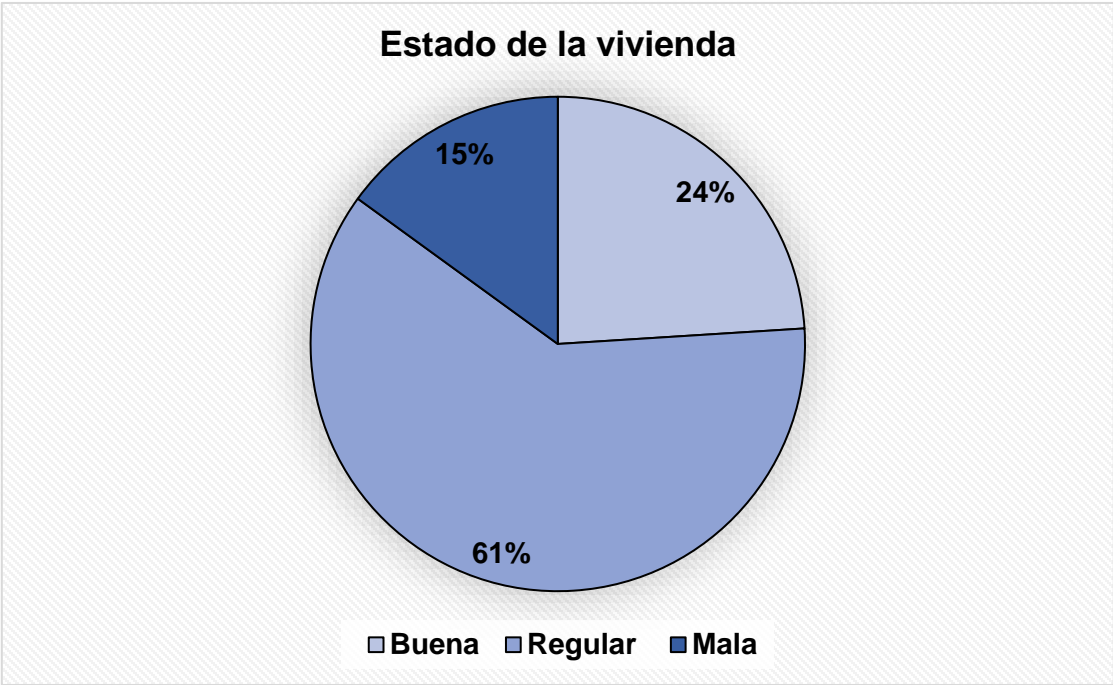
El estado de las viviendas de la comunidad según los resultados de encuestas aplicadas en un 24% se encuentran en buen estado, un 61% en regular estado y un 15% de las viviendas se encuentran en mal estado.

**Tabla 10: Estado de las viviendas**

Estado de la vivienda	Porcentaje (%)
Buena	24%
Regular	61%
Mala	15%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Propia

**Ilustración 11: Estados de las viviendas**



Fuente: Propia

### 5.1.10 Situación económica de los habitantes

Ingreso mensual del hogar: El ingreso promedio es de C\$1,000.00 a más con el 93% seguido del ingreso medio entre C\$ 401.00, en 1% de C\$ 600.00 y un 5% con el mínimo de C\$ 201.00 a C\$ 400.00.

Pago de energía: De acuerdo a la información proporcionada sobre el pago de energía eléctrica se encontró viviendas que pagaron como mínimo C\$ 22.00 y como máximo C\$ 1,950.00.

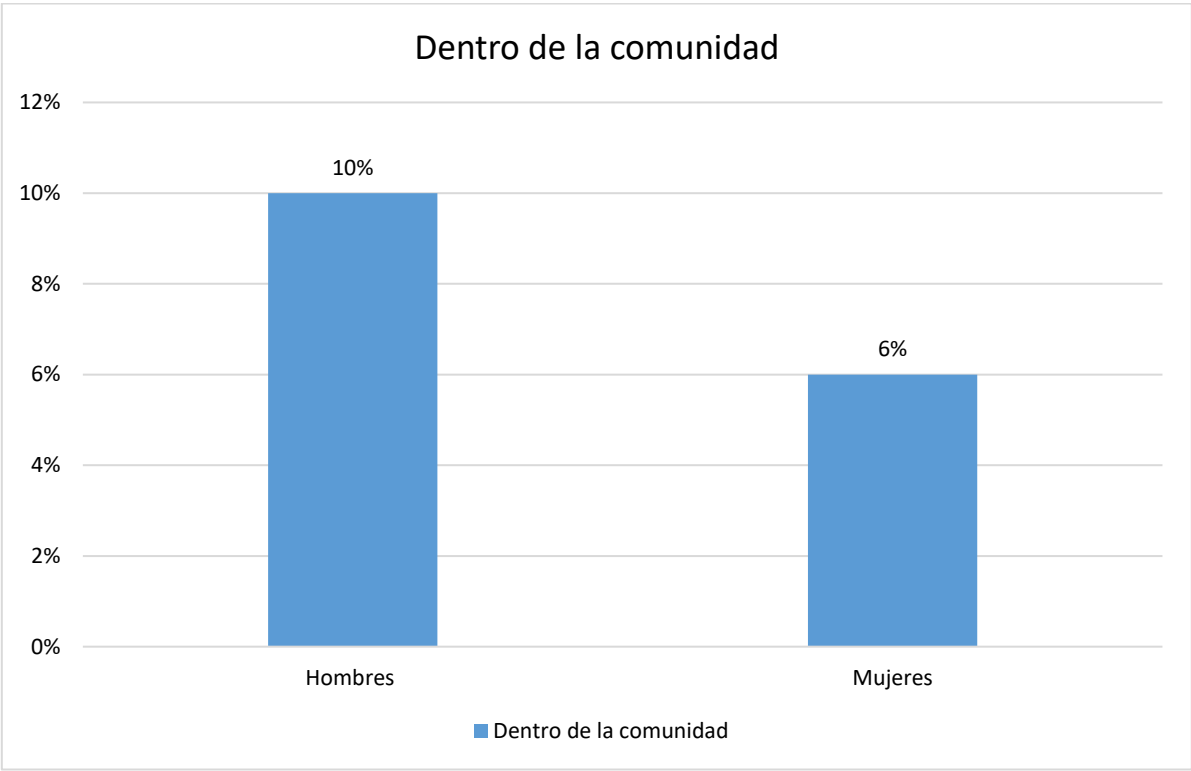
Personas que trabajan dentro y fuera de la comunidad: De los pobladores que trabajan activamente, un 10% correspondiente a hombres que laboran dentro de la comunidad, un 21% fuera de la comunidad, el 6% de las mujeres laboran dentro de la comunidad y el 2% fuera de la misma, Cabe destacar 127 habitantes tanto hombres como mujeres trabajan ya sea dentro o fuera de la comunidad, lo que representa el 39% de la población en general, los demás no laboran o se dedican a los quehaceres del hogar.

**Tabla 11: Personas que laboran dentro y fuera de la comunidad.**

<b>Categoría</b>	<b>Laboran dentro de la comunidad</b>	<b>Laboran fuera de la comunidad</b>	<b>Porcentaje dentro de la comunidad (%)</b>	<b>Porcentaje fuera de la comunidad (%)</b>
Hombres	34	68	10	21
Mujeres	20	5	6	2

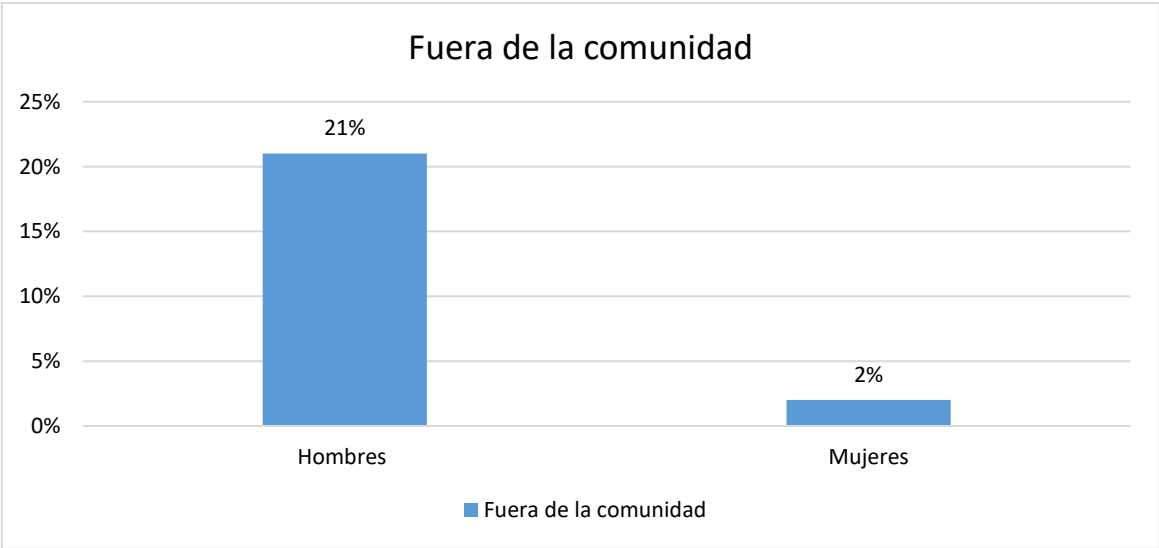
Fuente: Propia

**Ilustración 12: Personas que laboran en la comunidad.**



Fuente: Propia

**Ilustración 13: Personas que laboran fuera de la comunidad.**



Fuente: Propia



### 5.1.11 Situación de salud de la población

Las enfermedades más frecuentes en hombres y mujeres son:

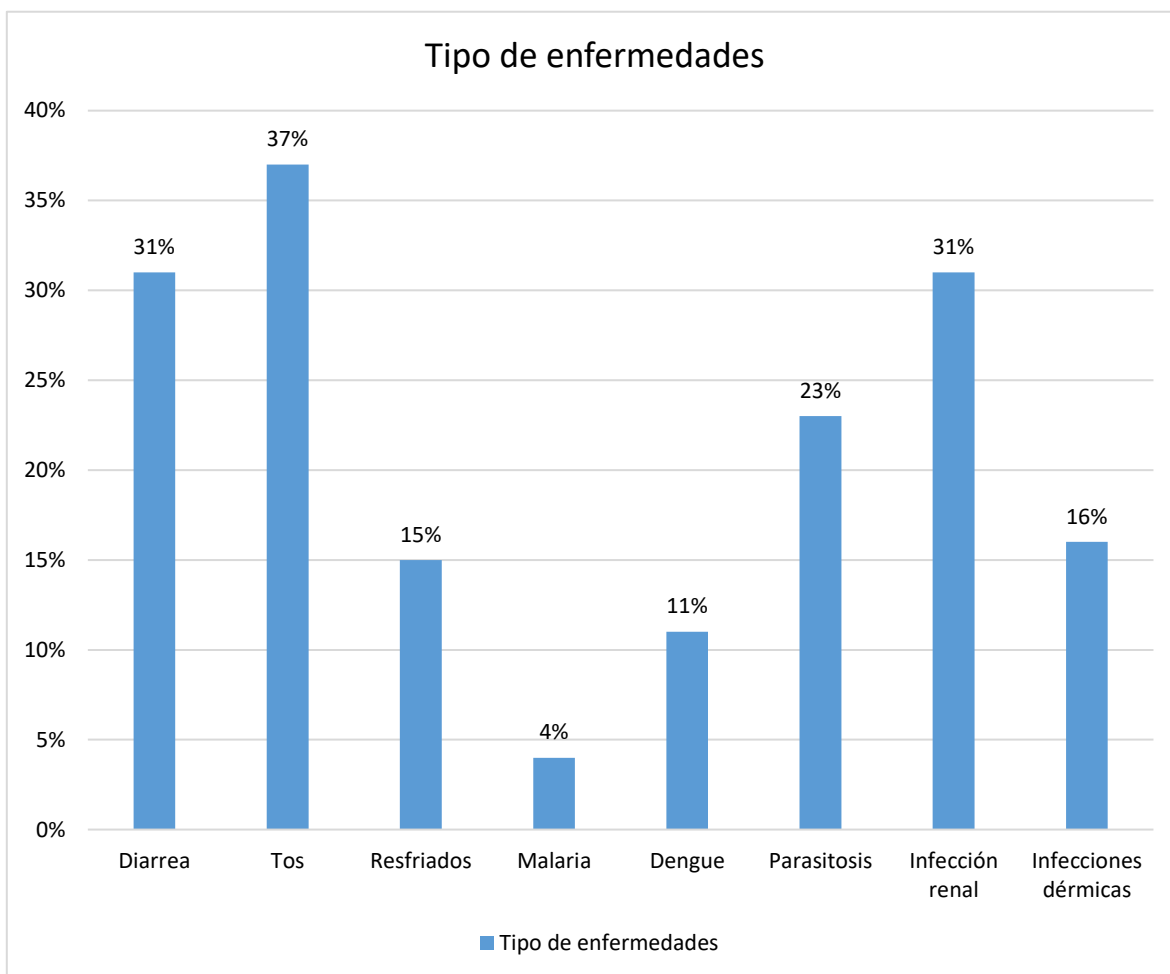
- En 31% padecieron de diarrea el año pasado, lo que corresponde a 71 personas de diferentes edades.
- El 37% de tos, lo que corresponde a 84 personas de diferentes edades.
- Con 15% de resfriados, correspondiente a 33 personas de diferentes edades.
- Un 4% con malaria, que corresponde a 9 personas de diferentes edades.
- El 11% con dengue, correspondiente a 25 personas de diferentes edades.
- Un 23% padecieron de parasitosis, correspondiente a 51 personas de diferentes edades.
- El 31% con infección renal, a lo que corresponde a 71 personas con diferentes edades.
- Un 16% padecieron de infecciones dérmicas, correspondiente a 36 personas de diferentes edades.

**Tabla 12: Situación de salud de los pobladores.**

<b>Tipos de enfermedades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Diarrea	71	31%
Tos	84	37%
Resfriados	33	15%
Malaria	9	4%
Dengue	25	11%
Parasitosis	51	23%
Infección renal	71	31%
Infecciones dérmicas	36	16%

Fuente: Propia

**Ilustración 14: Tipos de enfermedades en la comunidad.**



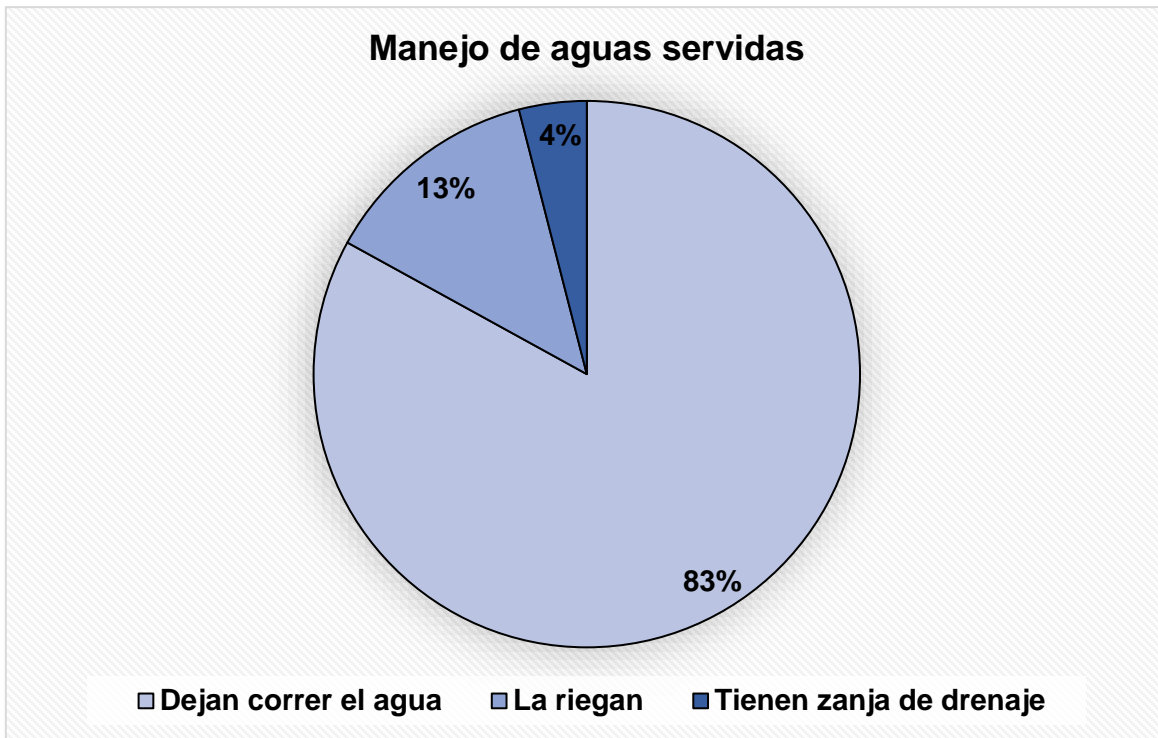
Fuente: Propia

Cabe destacar que en el 100% los niños de la comunidad se encuentran vacunados. El 99% de la población realizan un buen lavado de manos, un buen uso del agua, en el caso del buen uso de letrina un 87%. Los habitantes cuentan con un puesto de salud en la comunidad que les garantiza atención.

#### **5.1.12 Manejo de las aguas servidas**

De manera muy importante este puede tener impacto positivo y de igual forma negativa en la higiene ambiental de las comunidades o territorios, según los resultados, los habitantes indican que el 83% dejan correr el agua, el 13% la riegan, y un 4% tienen zanja de drenaje.

**Ilustración 15: Manejo de las aguas servidas.**



Fuente: Propia

### **5.1.13 Manejo de residuos sólidos**

En la comunidad no existe un sistema de manejo de residuos sólidos (recolección, transporte, disposición y tratamiento) por lo tanto se observan en el poblado bolsas plásticas, desechos sólidos domiciliarios, fecalismo de animales domésticos. Los habitantes realizan quemas de desechos sólidos en los patios, provocando así enfermedades respiratorias y afecciones en la piel.

### **5.2 Fuente de abastecimiento.**

El sistema de abastecimiento, de acuerdo a resultados de estudios realizados en el año 2016 la producción de fuentes existentes de 40 gpm, que satisface la demanda de 13 gpm de la comunidad. El caudal que se necesita para abastecer a la comunidad en el año final del diseño, es de 13 gpm, con una dotación de 60 lppd.

### **5.2.1 Captación**

La captación será por medio de un pozo perforado de 300 pie de una fuente subterránea.

#### **Diseño constructivo:**

Con el propósito de obtener el caudal de diseño que satisfaga la demanda de agua para la comunidad para los próximos 20 años (según las normas de INAA) se recomienda construir un pozo con el siguiente diseño y cumplir con sus respectivas especificaciones técnicas.

- Diámetro de perforación: 10 pulgadas
- Profundidad nominal: 300 pies
- Diámetro de revestimiento: 6 pulgadas
- Tubería ciega PVC de 6plg, abertura 3mm: 150 pies
- Empaque de grava (preliminar): 5m<sup>3</sup> de ¼" a ½" o 3/8"
- Sello sanitario: 30 pies
- Tubo Piezométrico PVC, 1 pulgada: 200 pies
- Tubo engravado PVC de 2 pulgadas: 35 pies
- Limpieza y desarrollo: 8 horas
- Caudal necesario para abastecer: 13 gpm
- Pruebas de bombeo (escalonada): 6 horas (Cada escalón de dos horas)
- Prueba de bombeo definitiva: 24 horas

### **5.2.2 Sarta**

Tubería de 2" H°G°, válvulas de 2" de diámetro hierro fundido, con una longitud total de 6m, instalándose un sistema de desinfección a base de un hipoclorador, instalado en la caseta de control y conectado con la sarta.

La bomba dosificadora Pulsatron que se puede utilizar es LC02 serie C o LD02 serie C ambas de 6 gpd de 150 psi, el recipiente debe de tener un volumen mínimo de 15 galones.

### **5.2.3 Línea de conducción**

Las aguas subterráneas provenientes de la fuente propuesta, serán conducidas a través de una línea de 128 m de tubería PVC SDR-26, de  $\varnothing = 3''$ , respectivamente.

### **5.2.4 Almacenamiento**

Se propone un tanque de concreto ciclópeo sobre suelo con una capacidad de 20 m<sup>3</sup> (5,300 galones) este cumple la demanda de almacenamiento al final del período de diseño del proyecto.

### **5.2.5 Red de distribución**

Para distribuir el agua en la comunidad, se propone construir la red de 2,061 m de tubería de  $\varnothing 2''$  cumpliendo la norma respectiva de INAA.

## **5.3 Aforos y estudios de calidad de agua en fuentes existentes**

Para evaluar tanto la potabilidad del agua, como las características del agua cruda a ser tratada, se recurre a parámetros de calidad.

Para conocer la calidad del agua del acuífero (agua subterránea), en la comunidad de Sincoyal, se toman muestras de agua de pozos comunales perforados para su análisis de bacteriológico:

- Pozo Contiguo a Taller de mecánica coordenadas X: 721389, Y: 1297100
- Pozo Contigua a Carlos González coordenadas X: 721203, Y: 1297062.

### **5.3.1 Parámetros analizados y valores (límite permisible)**

El análisis físico-químico realizado en el laboratorio, consideró los parámetros

que miden las características estéticas del agua tales como:

**Tabla 13: Parámetros de calidad Físico – Químicos del agua.**

(Pozo perforado-Contiguo a Taller de Mecánica)

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Límite permisible</b>	<b>Resultados de la Muestra</b>
Temperatura	°C	18-30	29
Ph		6.5-8.5	8.23
Cond. Electrica	µS/cm	1000	785
Turbiedad	NTU	5	0.3
Color	UC	15	0
Solid. Disueltos	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	392
Hierro	mg/l	0.3	0.2
Cloro Residual	mg/l	0.5 A 3	0
Nitritos	mg/l	0.1	-
Nitritos	mg/l	0.1	-

Fuente: Normas CAPRE

En base a los resultados del análisis físico químico del pozo perforado contiguo a taller de mecánica, indican que todas las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, según la norma CAPRE.

**Tabla 14: Parámetros de calidad Físico – Químicos del agua.**

(Pozo perforado-Contiguo a Carlos González)

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Límite permisible</b>	<b>Resultados de la Muestra</b>
Temperatura	°C	18-30	29
Ph		6.5-8.5	8.23
Cond. Eléctrica	μS/cm	1000	1060
Turbiedad	NTU	5	0.4
Color	UC	15	0
Solid. Disueltos	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	530
Hierro	mg/l	0.3	0.2
Cloro Residual	mg/l	0.5 A 3	0
Nitritos	mg/l	0.1	-
Nitritos	mg/l	0.1	-

Fuente: Normas CAPRE

En base a los resultados del pozo perforado contiguo a Carlos González, se observa en la muestra que todos los parámetros están dentro de Normas CAPRE. La conductividad y solidos están un poco alto.

### 5.3.2 Análisis Bacteriológico

Se debe evaluar tanto la potabilidad del agua, como las características del agua cruda a ser tratada, se recurre a parámetros de calidad de agua. Son de interés el análisis bacteriológico: Conocer la calidad del agua del acuífero (agua subterránea) en la comunidad Sincoyal, se tomaron dos muestras de agua de pozos comunales perforados para su análisis de bacteriológico; Pozo Contiguo a Taller de mecánica coordenadas X: 721389, Y: 1297100, Pozo Contiguo a Carlos González coordenadas X: 721203, Y: 1297062.

**Tabla 15: Resultados de parámetros bacteriológicos del agua potable**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados de la Muestra</b>
Bacteriológico pozo contiguo a taller de mecánica.	100ml	16
Bacteriológico pozo contiguo Carlos González	100ml	24

Fuente: normas CAPRE

Se realizó prueba bacteriológica a través de Laboratorio con el objetivo de investigar cualitativamente la presencia o ausencia de microorganismos patógenos en el agua. De acuerdo a resultados obtenidos la prueba resulto positiva para ambos casos.

Los resultados obtenidos en el Laboratorio respecto al número más probable de bacterias en referencia contenidas en 100 ml de la muestra (NMP x 100 ml), para la muestra tomada contiguo al taller de mecánica resulto 16 colonias y para la muestra tomada contigua a Carlos Gonzales es de 24 colonias; con este resultado se obtiene que no es apta para consumo humano, solo que se le aplique su respectivo tratamiento de desinfección, este valor tiene que ser menor



que 10 colonias en 100 ml.

### 5.3.3 Análisis Arsénico

Para la evaluar la existencia de metales pesados que puedan eventualmente acumularse en los tejidos de la población que consume el líquido, enfermándolos o peor aun quitándoles la vida.

Las personas pueden verse principalmente expuestas al arsénico a través de los alimentos y el agua, sobre todo en ciertas zonas en las que las aguas subterráneas entran en contacto con minerales que contienen arsénico.

El valor de concentración del Arsénico es de <0.001 mg/l.

**Tabla 16: Resultados de parámetros Arsénicos**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados de la Muestra</b>
Arsénico	µg/l	2

Fuente: normas CAPRE

En base a los resultados del análisis del Arsénico: Se detectó en los dos pozos un 2 µg/l de arsénico, se comprueba que no existe en cantidades perjudiciales para la salud ya que no se puede comparar con los máximos valores permisibles. Este resultado indica que el agua de la fuente subterránea Sincoyal se puede consumir sin tratamiento para eliminar metales pesados.

### 5.3.4 Memoria Topográfica

Para elaboración del presente diseño del proyecto de sistema de agua potable comunidad Sincoyal, se realizó un levantamiento topográfico con aparatos de alta exactitud como: Nivel de precisión, teodolito, estadia, cinta, plomada.

Para dar inicio se estableció un punto de control asignándoles coordenadas Geodésicas a partir de GPS manual.

El levantamiento inicio en el BM-1 o punto de control que se ubica en la base de concreto o cabezal de una alcantarilla existente, con elevación 69 msnm.

**Tabla 17: Banco de nivel**

<b>BM</b>	<b>Línea</b>	<b>Estación</b>	<b>Elevación msnm</b>	<b>Ubicación</b>
BM-1	Línea A	0+129.7	69	Alcantarilla
BM-2	Línea A	1+520	62.324	Guácimo

Fuente: Propia

**Tabla 18: Resumen de Líneas**

<b>Línea</b>	<b>Estación Inicial</b>	<b>Estación Final</b>	<b>Longitud (m)</b>
Línea A	0+000	0+680	680.00
Línea B	0+000	0+218.30	218.30
Línea C	0+000	0+230	230.00
Línea D	0+000	0+238	238
Línea F	0+000	0+215	215.00
Línea E	0+000	0+240	240.00
Línea G	0+000	0+080	80
		<b>Total</b>	<b>1,901.30</b>

Fuente: Propia

#### **5.4 Estado del micro-cuenca existente**

No existe información estadística sobre las variables que determinan la oferta hídrica de la micro-cuenca, sin embargo, se conoce el área total de la micro cuenca, la precipitación anual y en base a datos de Evaporación anual se determina la Evapotranspiración por el método de Thornthwaite.

Área = 13.5 km<sup>2</sup> (13500000 m<sup>2</sup>)

Precipitación = 1750 mm

ETR = 1339 mm (18072255.92 m<sup>3</sup>/año)

Escorrentía = 411 mm (5552744 m<sup>3</sup>/año)

Volumen Precipitado = 423625000 m<sup>3</sup>/año

La diferencia de Volumen (Precipitado y ETR) = 5.55 mm.c.a es lo que dispone la micro-cuenca.

La precipitación media anual en el micro cuenca, ha sido calculada en 1,750 mm, la Evapotranspiración media anual es de 1,800 mm, la diferencia de humedad es de 50 mm. Predominando la temperatura de 26.9 °C.

Según informe de manejo ambiental en la cuenca del Rio San Juan, la características de los acuíferos en el sector Este de la sub-cuenca rio Oyate es que pertenece al acuífero de la costa este del lago Cocibolca con un potencial de 150 mm c/año.

#### **5.5 Inventario de pozos existentes en la comunidad**

Existe un inventario de pozos existentes, a fin de conocer sus características generales. El siguiente cuadro se detalla los pozos inventariados en la comunidad, el nivel estático del agua bajo el terreno oscila entre los 8.0 m hasta 11.2 m para un valor promedio de 10.0 m.

**Tabla 19: Inventario de pozos existentes en la comunidad.**

<b>Pozo No.</b>	<b>Tipo de pozo</b>	<b>Ubicación de pozos</b>	<b>Coordenadas U.T.M</b>	<b>N.E.A (m)</b>	<b>Elevación (msnm)</b>
PE-1	Excavado	Taller de mecánica	721389 W 1297100 N	10	60
PE-2	Excavado	Contiguo CDI	721322 W 1296998 N	10	60
PE-3	Excavado	Puesto de salud	721235 W 1297010 N	10	69
PE-4	Excavado	Contiguo Carlos González	721203W 1297062 N	10	68
PE-5	Excavado	Contiguo escuela 14 de septiembre	721250W 1297083N	8.7	66
PE-6	Excavado	Contiguo Santiago Jarquín González	721187 W 12969702 N	11.2	50

N.E.A: Nivel Estático del Agua

Fuente: Alcaldía municipal de Morrito

Según comentarios de la población el pozo de mayor producción es el pozo PE-4 localizado contiguo a Carlos González con una medición de aforo de 5 gpm.

El nivel estático del agua no baja mucho en verano. Sin embargo, no es recomendable la explotación sin antes tomar medidas de preservación y retorno del recurso hídrico.

## **5.6 Estudio Geotécnico de la comunidad Sincoyal**

### **5.6.1 Estudio de campo**

Para conocer las características del suelo, se realiza un sondeo ubicado en el área proyectada para la construcción de cimiento del tanque.

Las muestras en el campo se identifican preliminarmente mediante procedimientos rutinarios, luego se tienen que trasladar al laboratorio para su correspondiente análisis la prueba de capacidad de soporte del suelo, extrayendo muestras a cada 0.50m con la prueba SPT.

El sondeo permite observar la estratigrafía del terreno y las características del mismo a cada nivel donde se aprecia cambio de textura y/o de color del suelo. (Observar figura 25 del ANEXO 2).

En cada estrato se toma muestras de suelo para enviarlas al laboratorio y se realiza pruebas de capacidad de soporte del suelo.

Estos estudios se realizan mediante normativas de ASTM (American Society of Testing Materials), para analizar el tipo de suelo que se va a utilizar en la obra a ejecutarse como se muestra en la tabla 29 del ANEXO 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos el material analizado del tanque de agua clasifica como un limo de baja compresibilidad (ML).

Con valores de CBR de 3 y 4 para 90 y 95% de compactación al establecer correlación con la prueba de penetración Estándar (3PT) se obtiene:

**Tabla 20: Prueba CBR**

CBR	Número de Golpe (N) STP	Presión Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Zapata continua	Zapata cuadrada
3	3	0.20	0.30
4	4	0.45	0.60
5	6	0.55	0.80

Fuente: Propia

El material predominante es un espesor de 2m o más por debajo del sitio de ubicación del tanque se recomienda cimentar a nivel superficial con una presión admisible de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> debiéndose mejorar con material selecto un espesor de 1 m por debajo de la cimentación proyectada con material selecto colocados en capas no mayores de 15 cm compactadas al 95% del proctor Estándar.

El mejoramiento anteriormente indicado debe abarcar al menos un metro adicional, en todo el perímetro de las dimensiones del tanque proyectado.

### **5.6.2 Localización de bancos de material**

En la comunidad de Sincoyal el banco de material se encuentra localizado en: finca Los Ángeles, propiedad de alcaldía municipal de Morrito, Río San Juan, con buen acceso al banco, con una distancia de 16km desde el punto del proyecto, ya está explotado, el tipo de suelo encontrado en dicho banco es material selecto.

Localización del banco de material en la comunidad Sincoyal coordenadas geodésicas del banco de material (773912,1291648), elevación 241 m.s.n.m.

**Tabla 21: Análisis granulométrico de material.**

<b>Tamiz</b>	<b>3/4"</b>	<b>3/8"</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>200</b>
<b>% QUE PASA</b>			100	95	87	77

Fuente: Propia

**Tabla 22: Proctor estándar.**

<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Peso volumétrico seco máximo	1,321 kg/m <sup>3</sup>
Humedad óptima	26.4%
Clasificación H.B.R	A-7-5 (11)

Fuente: Propia

**Tabla 23: Pruebas de C.B.R. Saturada**

<b>Método de compactación empleado</b>	<b>Dinámica</b>		
	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
<b>% de compactación</b>			
Peso volum. Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1,189	1,255	1,321
C.B.R saturado	3	4	5
Hinchamiento (%)	0.47	0.31	0.24
Tiempo de saturación (horas)	96	96	96

Fuente: Propia

**Tabla 24: Resultado de las Calicatas**

<b>Numero de calicatas</b>	<b>Estación</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Clasificación AASHTO</b>	<b>Nombres Típicos</b>
1	0+100 Línea C	ML	A-4	Arcilla Negra
2	0+180 Línea D	ML	A-4	Arcilla Negra
3	0+080 Línea G	ML	A-4	Arcilla Negra
4	0+500 Línea A	ML	A-4	Arcilla Negra

Fuente: Propia

### **5.7 Período de diseño**

El período de diseño de los diferentes elementos del sistema se determina considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Crecimiento de la población.
- Capacidad económica para la ejecución de obras.

El período de diseño recomendado para la infraestructura de agua potable para centros poblados rurales, como se muestra en la tabla 30 de anexo 3.

### **5.8 Población de diseño**

El método a utilizar para cálculo de población de diseño es por medio del geométrico.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo de población por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados.



Los valores anuales de la tasa de crecimiento varían de 2.5% a 4%, sin embargo, el proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

### **5.8.1 Dotación**

La dotación se define por la cantidad de agua que se asigna por cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.

Es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes:

Para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para riego de las calles, para los baños, para usos comerciales, así como para el uso público.

La dotación de agua a utilizar tiene relación con el nivel de servicio que prestará el sistema propuesto, así:

- Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará una dotación de 30 a 40 lppd.
- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará una dotación de 50 a 60 lppd.

### **5.8.2 Variaciones de consumo**

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias

Los factores de la demanda promedio diario a utilizar en el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción y red de distribución son los siguientes:

- Consumo máximo día
- Consumo máximo hora

### 5.8.3 Proyección de consumo

Ilustración 16: Proyección de consumo

No.	Tiempo del proyect.	Proyección de población	Proyección de consumo por día (CPD)	CPTD= 1.2* CPD	
	año	(Habitantes)	LPPD	LPPD	LPPS
0	2015	351	21060	25272	0.293
1	2016	360	21600	25920	0.300
2	2017	369	22140	26568	0.308
3	2018	378	22680	27216	0.315
4	2019	388	23280	27936	0.323
5	2020	398	23880	28656	0.332
6	2021	408	24480	29376	0.340
7	2022	418	25080	30096	0.348
8	2023	428	25680	30816	0.357
9	2024	439	26340	31608	0.366
10	2025	450	27000	32400	0.375
11	2026	461	27660	33192	0.384
12	2027	473	28380	34056	0.394
13	2028	484	29040	34848	0.403
14	2029	496	29760	35712	0.413
15	2030	509	30540	36648	0.424
16	2031	522	31320	37584	0.435
17	2032	535	32100	38520	0.446
18	2033	548	32880	39456	0.457
19	2034	562	33720	40464	0.468
20	2035	576	34560	41472	0.480

Fuente: Propia

## 5.9 Diseño de bomba sumergible (Para período de diseño 20 años)

### 5.9.1 Cálculo de proyección de población

Dotaciones: Conexiones domiciliar: 60 lppd

Ecuación 7 Cálculo de población

$$P_n = P_o (1 + r)^{20}$$

$$P_n = (352) (1 + 0.025)^{20}$$

$$P_n = 576 \text{ habitantes}$$

### 5.9.2 Proyecciones de consumo

Ecuación 8 Cálculo de consumo promedio diario

$$CPD = CD * P_n$$

$$CPD = 60 * 576$$

$$CPD = 34,560 \text{ lppd}$$

Convirtiendo a galones

$$CPD = \frac{34,560}{(24 \times 60 \times 3.785)} = 6.34 \text{ gpm}$$

Ecuación 9 Cálculo de consumo promedio total diario

Entonces:

$$CPTD = 1.2 * CPD$$

$$CPTD = 1.2 * 34,560$$

$$CPTD = 41,472 \text{ lppd}$$

Convirtiendo a galones

$$CPTD = \frac{41,472}{(24 \times 60 \times 3.785)} = 7.61 \text{ gpm}$$

Convirtiendo a lps

$$CPTD = 7.61 \times \frac{3.785}{60} = 0.48 \text{ lps}$$

### 5.9.3 Cálculo de caudal medio diario

Ecuación 10 Cálculo de caudal promedio diario

$$QMD = 0.8 \text{ lps}$$

### 5.9.4 Datos a utilizar

- Horas de bombeo= 16 hrs
- Longitud de tubería H°G° D= 2"= 6m
- Longitud de tubería PVC D= 2"= 128m
- Elevación del pozo= 70.8m
- Elevación de la bomba sumergible, nivel dinámico + 40' = 30m
- Elevación del tanque= 100.56m
- Altura del tanque de concreto ciclópeo= 1.85m
- Elevación de la bomba=  
elevación del tanque + altura del tanque de concreto ciclópeo = 100.56m +  
1.85m = 102.41m
- Eficiencia de la bomba= 59% (Dato proporcionado por fabricante de la bomba)
- Caudal medio diario=

$$\frac{0.8}{1000} = 0.001 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Convirtiendo a galones

$$\frac{0.8}{3.785} * 60 = 12.68 \text{ gpm}$$

- Coeficiente

$$k = \frac{24}{\text{horas de bombeo}} = \frac{24 \text{ hrs}}{16 \text{ hrs}} = 1.5$$

- Caudal de bombeo lps= Caudal medio diario \* coeficiente k  
 $Q_{\text{bombeo}} = 0.8 * 1.5 = 1.2 \text{ lps}$
- Caudal de bombeo gpm= Caudal medio diario \* coeficiente k  
 $Q_{\text{bombeo}} = 12.68 * 1.5 = 19.02 \text{ gpm}$
- Coeficiente de rugosidad para tubería

pvc= 150

- Coeficiente de rugosidad para tubería

$$H^{\circ}G^{\circ} = 100$$

- Diámetro económico=

Ecuación 11 Cálculo de diámetro económico

$$D = 1.5Q^{0.5} \text{ donde } D = \text{m}, Q = \text{m}^3/\text{s}$$

$$D = 1.5(0.001)^{0.5} = 0.047\text{mts} = 4.74 \text{ cm} \quad \text{USAR 2''}$$

Ecuación 12 Cálculo de diámetro interno

$$L.C \text{ pvc} = 2(0.02785) = 0.0557$$

$$L.C H^{\circ}G^{\circ} = 3(0.02785) = 0.0836$$

- Cálculo de la velocidad

Ecuación 13 Cálculo de la Ecuación de la Continuidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(D^2)}$$

$$V = \frac{0.0012}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(0.0836^2)} = 0.22\text{m/s} < 1.5 \text{ m/s}$$

Cumple para ambas tuberías

### 5.9.5 Determinación de carga total estática

Ecuación 14 Cálculo de carga total estática

CET= Elevación de Rebose Tanque- Altura de la Bomba= 102.41 – 30 = 72.41 m  
(para ambas tuberías)

### 5.9.6 Cálculos de las pérdidas por Longitud por Hazen Williams

Ecuación 15 Cálculo de pérdidas por longitud por Hazen Williams

$$HL = \frac{10.57 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}} * L$$

Para tubería PVC

$$HL = \frac{10.57 \times 0.0012^{1.85}}{100^{1.85} \times 0.0557^{4.87}} * 128 = 1.37\text{m}$$

Para tubería H°G°

$$HL = \frac{10.57 \times 0.0012^{1.85}}{100^{1.85} \times 0.0836^{4.87}} * 40.8 = 0.06\text{m}$$

Sarta-Tubo H°G°

$$HL = \frac{10.57 \times 0.0012^{1.85}}{100^{1.85} \times 0.0557^{4.87}} * 6 = 0.06\text{m}$$

$$\Sigma HL = 1.49\text{m}$$

Ecuación 16 Cálculo de pérdidas menores

$$\Sigma HL * 0.1$$

$$HL_{\text{menores}} = 1.49 * 0.1 = 0.149$$

Ecuación 17 Cálculo de pérdidas de carga de columna de bombeo

Perdida de carga de columna de bombeo

$$HL = 0.05 * L$$

(Elevación del pozo – elevación de la bomba sumergible)

$$HL = 0.05 * (70.8 - 30) = 2.04\text{m}$$

### 5.9.7 Estimación de la carga total dinámica

Ecuación 18 Cálculo de carga total dinámica

$$CTD = CET + HL + H \text{ Locales} + \text{Presión M\u00ednima} =$$

$$CET = 72.41$$

$$HL = 1.49$$

$$H \text{ locales} = 0.149$$

Presión mínima entrada al Tanque= 5 m.c.a

$$CTD = 72.41 + 1.49 + 0.149 + 5 = 79.05 * 3.28 = 259.28 \text{ pie}$$

$$\text{Diseño de la bomba HP} = \frac{Q_B * CTD}{3960 * E_{\text{Bomba}}}$$

$$\text{Potencia de la bomba} = \frac{19.022 * 276}{3960 * 0.59} * 1.15 = 3\text{HP}$$

La bomba Sumergible a instalar debe tener las siguientes características:

- Bombear mínimo 13 gln/min, CTD= 259.28 pie
- Una eficiencia= 59 %
- Potencia de la Bomba 3 Hp
- La energía debe de ser monofásica

## 5.10 Diseño hidráulico de cada componente de la sarta

**Tabla 25: Componentes de la sarta**

Componente	Criterio	Diámetro
Diámetro de la sarta	Caudal menor a 80 gpm	2"
Diámetro de la válvula de alivio	Caudal menor a 60 gpm	1"
Diámetro de válvula de aire y vacío	Caudal de aire < 140 m <sup>3</sup> /hora	2"
Diámetro de columna de bombeo	Caudal menor a 30 gpm	3"

<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Diámetro</b>
Manómetro	Mínimo CDT (carga total dinámica) metros/0.7	150 PSI
Diámetro de válvula de retención	Igual al diámetro de la sarta	2"
Diámetro de la válvula de pase y limpieza	Igual al diámetro de la sarta	2"

Fuente: Propia

Observación: Técnicamente la válvula necesaria de alivio es de 1" HF, pero en el catálogo solo establece de 2" HF como mínimo.

### 5.11 Cálculo de golpe de Ariete

Datos a utilizar:

- Elevación del Rebose= 102.41 m
- Elevación de la Sarta= 72 m
- Caudal de Bombeo lps  $Q_{\text{bombeo}} = 0.8$
- Caudal de Bombeo gpm  $Q_{\text{bombeo}} = 12.68$
- Módulo de Elasticidad del Material constituido  $\epsilon = 3 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$
- Coeficiente en función módulo de elasticidad del Material de la tubería  $K = 33.33$
- Longitud de la línea de conducción  $L = 128 \text{ m}$
- Velocidad del flujo  $V = 0.328 \text{ m/s}$
- Aceleración de la Gravedad  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- Espesor de la tubería  $e = 2.31 \text{ mm}$
- Diámetro interno  $D = 55.7 \text{ mm}$
- Potencia de la bomba  $P = 3\text{HP}$
- Eficiencia de la bomba  $E = 59\%$



Ecuación 19 Cálculo de la celeridad según allievi

$$a = \frac{9,900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}$$

$$a = \frac{9,900}{\sqrt{48.3 + 33.33 * \frac{55.7}{2.31}}} = 339.20 \text{ m/s}$$

Ecuación 20 Cálculo de altura manométrica

Proporcionado por el equipo de bombeo

$$H_m = P * 3960 \frac{E}{Q}$$

$$H_m = 99.74 \text{ Pie} * 3.28 = 30.41 \text{ m}$$

Ecuación 21 Cálculo de la pendiente hidráulica

$$= \frac{H_m}{L} = \frac{99.74}{128} = 0.24$$

Ecuación 22 Cálculo del tiempo de parada

$$T = C + \frac{K * L * V}{gH_m}$$

Criterios para selección de C según Mendiluce=

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

Criterios para selección de K según Mendiluce=

$$L < 500 \rightarrow K = 2$$

$$L \approx 500 \rightarrow K = 1.75$$

$$500 < L < 1500 \rightarrow K = 1.5$$

$$L \approx 1500 \rightarrow K = 1.25$$

$$L > 1500 \rightarrow K = 1$$

$$C = 0.60$$

$$K = 2$$

$$T = C + \frac{K * L * V}{gHm}$$

$$T = 0.60 + \frac{2 * 128 * 0.328}{9.81 * 30.41} = 0.881 \text{ S}$$

$$\frac{2L}{a} = \frac{2 * 128}{339.20} = 0.755 < 0.881$$

Criterio

$$\frac{2L}{a} > T \text{ Cierre Rápido Allievi}$$

$$\frac{2L}{a} < T \text{ Cierre Lento Michaud}$$

Ecuación 23 Cierre rápido según Michaud

$$\Delta H = 2L * \frac{v}{g * T}$$

$$\Delta H = 2 * 128 * \frac{0.328}{9.81 * 0.881} = 9.71 \text{ m. c. a}$$

Ecuación 24 Presión máxima

$$P_{\text{máx}} = H_{\text{manometrica}} + \Delta H \quad \text{Presión permisible SDR-26}$$

$$P_{\text{máx}} = 30.41 + 9.71 = 40.1204 \text{ m. c. a} < 112 \text{ m. c. a}$$

### 5.11.1 Línea de conducción y red de distribución

En la conformación de la estructura física del modelo hidráulico del sistema proyectado, se utilizó la aplicación hidráulica computarizada EPANET. En su

elaboración se utilizó la información obtenida de los diferentes estudios de campo realizados: Levantamiento topográficos (predios para fuentes y tanques de almacenamiento, longitud de línea de conducción fuente-tanque-red, y longitud de la red de distribución, etc.) y el estudio de Caracterización Geológica realizado.

El esquema de la estructuración que se elaboró en EPANET, se obtuvieron de datos relativos:

- Las características de los elementos que constituyen los componentes del sistema, incluyendo la geometría del tanque de almacenamiento, la línea de conducción y la red de distribución.
- Los nodos de la red de distribución con su elevación y la demanda aplicada en ellos, así como las longitudes, diámetros y material de los tramos de tubería entre nodos.

#### **5.11.2 Datos de Entrada en los Nodos**

- Demanda Base: Caudal promedio a partir del Consumo Promedio Diario. La unidad de medida utilizada es, litros por segundos [lps] (Como se muestra en la ilustración 26 de ANEXO 4).
- Elevación: Cota (elevación) de los nodos, respecto al nivel del mar, la cual es una referencia común para toda la red. La elevación se obtiene de los planos topográficos de la localidad, y se utiliza sólo para calcular la presión en el nudo. La unidad de medida utilizada es, metros sobre el nivel del mar [m].

#### **5.11.3 Datos de Entrada en las Tuberías**

- Longitud de Tubería: Longitud de tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos, conforme a datos de levantamiento topográfico realizado en la comunidad. La unidad de medida utilizada es, metros lineales [m]
- Diámetro de Tubería: Designa la medida teórica de la tubería. O sea, el diámetro interno de la tubería que se utilizará entre dos nodos consecutivos. La unidad de medida utilizada es, milímetros [mm]

- Rugosidad de Tubería: Es un coeficiente que se asigna a la tubería adoptada, y que es definido por la fórmula de cálculo utilizada para estimar las pérdidas por fricción.

- Para este caso se selecciona la ecuación de Hazen-Williams, en la que el valor de la Rugosidad para tubería de PVC nueva es de 150; para tubería de PVC usada es de 130; y para tubería de H°G°. es de 100. La unidad de medida es, adimensional.

#### 5.11.4 Diseño hidráulico de la red de distribución con consumo

**Tabla 26: Red - Nudos en 0:00 Hrs**

ID Nudo	Elevación	Altura(m)	Presión (m)
Conex PI-3	67.57	101.55	33.98
Conex PI-3A	69.12	101.54	32.42
Conex PI-17	66.49	101.55	35.06
Conex PI-17A-G	65.9	101.55	35.65
Conex PI-17A	62	101.55	39.55
Conex PI-8	64.54	101.54	37.00
Conex PI-7	66.13	101.54	35.41
Conex PI-6	67.71	101.54	33.83
Conex PI-4	68.71	101.54	32.83
Conex PI-13	63.16	101.54	38.38
Conex PI-14	61.64	101.54	39.90

<b>ID Nudo</b>	<b>Elevación</b>	<b>Altura(m)</b>	<b>Presión (m)</b>
Conex PI-12	62.82	101.54	38.72
Conex PI-15	62.02	101.54	39.52
Conex PI-11	62.37	101.54	39.17
Conex PI-16	61.83	101.54	39.71
Conex PI-10	61.2	101.54	40.34
Conex PI-9	62.08	101.54	39.46
Conex 19	31	102.02	71.02
Conex PI-1	72	101.98	29.98
Conex 22	72	101.94	29.94
Conex 23	100.56	101.59	1.03
Conex 24	102.41	101.58	0.83
Conex PI-5	68.29	101.54	33.25
Conex 1	100.56	101.59	1.03
Conex 2	102.41	101.57	0.84
Depó 20	30	30.00	0.00
Tanq TANQUE	100.56	101.56	1.00

Fuente: Propia

**Tabla 27: Red - Nudos en 10:00 Hrs**

<b>ID Nudo</b>	<b>Elevación</b>	<b>Altura(m)</b>	<b>Presión (m)</b>
Conex PI-3	67.57	101.22	33.65
Conex PI-3A	69.12	101.04	31.92
Conex PI-17	66.49	101.18	34.69
Conex PI-17A-G	65.9	101.18	35.28
Conex PI-17A	62	101.18	39.18
Conex PI-8	64.54	100.73	36.19
Conex PI-7	66.13	100.74	34.61
Conex PI-6	67.71	100.76	33.05
Conex PI-4	68.71	100.84	32.13
Conex PI-13	63.16	100.77	37.61
Conex PI-14	61.64	100.76	39.12
Conex PI-12	62.82	100.75	37.93
Conex PI-15	62.02	100.75	38.73
Conex PI-11	62.37	100.73	38.36
Conex PI-16	61.83	100.73	38.90
Conex PI-10	61.2	100.72	39.52

<b>ID Nudo</b>	<b>Elevación</b>	<b>Altura(m)</b>	<b>Presión (m)</b>
Conex PI-9	62.08	100.73	38.65
Conex 19	31	102.46	71.46
Conex PI-1	72	102.42	30.42
Conex 22	72	102.39	30.39
Conex 23	100.56	102.04	1.48
Conex 24	102.41	102.03	0.38
Conex PI-5	68.29	100.80	32.51
Conex 1	100.56	102.04	1.48
Conex 2	102.41	102.01	0.40
Depó 20	30	30.00	0.00
Tanq TANQUE	100.56	102.21	1.45

Fuente: Propia

### **5.11.5 Resultados de los Análisis Hidráulicos**

Se realiza el análisis a las 00:00 hrs debido a que no hay consumo por ende las presiones son máximas, y a las 10:00 hrs cuando el consumo es máximo y llega a las presiones mínimas producidas por el sistema.

- El análisis dinámico, con consumo en la red a la 00:00 hora (como se puede observar en la ilustración 27 en ANEXO 4), da como resultado que las presiones residuales oscilan entre un mínimo de 32.42 m y un máximo de 40.34 m.

- El análisis dinámico, con consumo en la red a la 10:00 hora (como se puede apreciar en la ilustración 28 en ANEXO 4), da como resultado que las presiones residuales oscilan entre un mínimo de 31.86 m y un máximo de 39.35 m.
- En el gráfico del Balance del Flujo se puede observar que hay capacidad de un abastecimiento continuo sin interrupciones, (como se observa en la ilustración 29 en ANEXO 4)
- Las presiones están dentro del rango permisible por las Normas, establece un mínimo de 5 m un máximo de 50 m; permitiéndose presiones estáticas hasta de 70 m, en condiciones topográficas irregulares y en nodos aislados.

## **5.12 Tanque de Almacenamiento**

Tendrá una capacidad de 20,000 litros equivalente a 20 m<sup>3</sup>, equivalentes a 5000 galones. Como se puede observar en la ilustración 30 de ANEXO 5.

Esta memoria de cálculo justifica el diseño estructural de un tanque de aproximadamente 5300 gls.

Sus dimensiones cumplen los requerimientos que establecen que el volumen de almacenamiento debe ser igual al 35% del Consumo Promedio Diario.

Los materiales utilizados para los componentes estructurales del tanque son: techo de losa de concreto reforzado, paredes del tanque a base de mampostería de piedra, sistema de soporte del tanque estará formando por una losa de concreto reforzado.

El tanque de almacenamiento es un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable. Las plantas de tratamiento se dimensionan por lo tanto para que puedan producir la cantidad total de agua comunidad consume a lo largo del día, y los tanques absorben las variaciones horarias.

### **5.12.1 Concreto**

- En el concreto una resistencia mínima a la compresión:



$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (3000 lbs/plg<sup>2</sup>) a los 28 días de extensión.

- Peso volumétrico del concreto reforzado=  $2400 \text{ kg/m}^3$  (150lbs/pie<sup>3</sup>).

#### **5.12.2 Acero de Refuerzo**

- El acero de refuerzo a utilizar de grado 40.
- Con un esfuerzo a la fluencia:  
 $F_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$  (40,000 lbs/plg<sup>2</sup>).
- Módulo de elasticidad:  
 $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$  (29,000 ksi)
- Tipo ASTM A-40.
- Corrugado para el caso del refuerzo longitudinal mayor o igual al N°3, y liso para el caso del acero transversal N°2.
- peso volumétrico del acero=  $7,850 \text{ kg/m}^3$  (490 lbs/pie<sup>3</sup>).

#### **5.12.3 Acero Estructural**

- El acero de refuerzo a utilizar tipo A-36
- Con un esfuerzo a la fluencia:  
 $F_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2$  (36,000lbs/plg<sup>2</sup>).
- Módulo de elasticidad:  
 $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$  (29,000 ksi).
- Peso volumétrico del acero=  $7,850 \text{ kg/m}^3$  (490 lbs/pie<sup>3</sup>).

#### **5.12.4 Soldadura**

- Tipo de electrodo según normas ASTM A-233, E-60XX.
- Esfuerzo admisible al cortante=  $956 \text{ kg/cm}^2$  (13.6 ksi).
- Capacidad de 100 kg/cm para 1/16" de tamaño.

#### **5.12.5 Suelos**

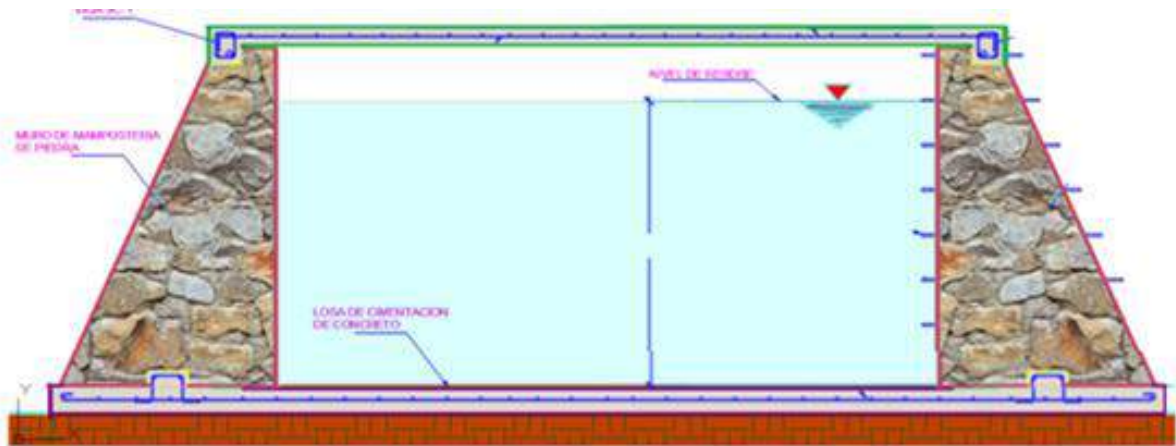
Debe basarse en un estudio de mecánica de suelos que permita definir las características mecánicas del subsuelo hasta una profundidad en la que los esfuerzos transmitidos por la estructura dejen de ser significativos. De manera conservadora se usa una capacidad admisible de suelo igual a  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla 28: Análisis de la estructura

FIGURA	ÁREA M <sup>2</sup>	VOLUMEN M <sup>3</sup> /ML	BRAZO DE PALANCA	W CUERPO	MOMENTO
			M	Kg(/mL)	Kg-m(/mL)
1	0.96	0.96	1.10	2112.00	2323.20
2	1.08	1.08	0.60	2376.00	1425.60
<b>Total</b>	<b>2.04</b>	<b>2.04</b>	<b>1.70</b>	<b>4488.00</b>	<b>3748.80</b>

Fuente: Propia

Ilustración 17: Estructura analizada



Peso específico del material del Muro (Kg/m<sup>3</sup>)

$$\gamma_c = 2200$$

mampostería de piedra

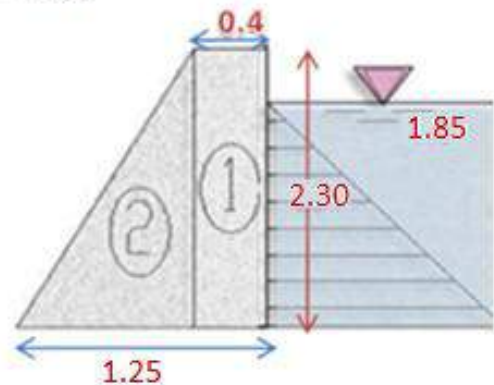
Altura del muro (m) 2.30

Nivel de Rebose (m) 1.85

Ancho superior (m) 0.40

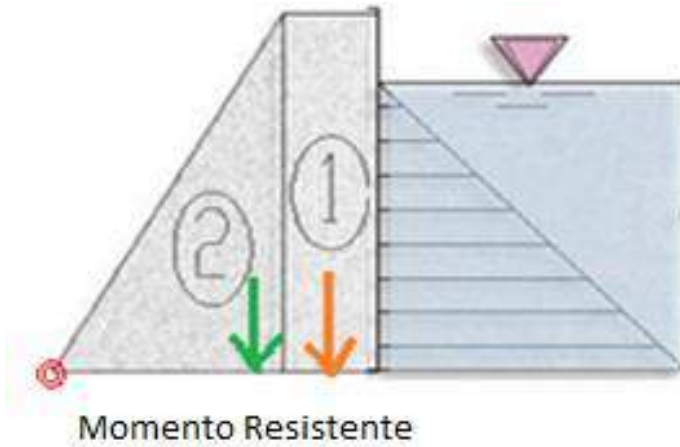
Ancho Inferior (m) 1.25

ancho triangulo 0.85



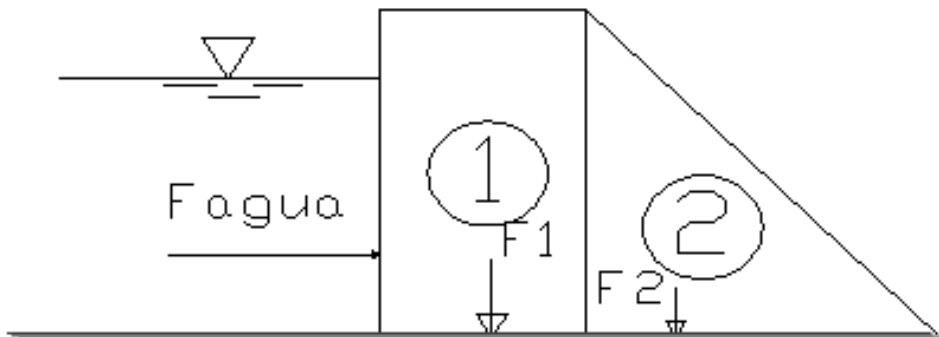
Fuente: Propia

**Ilustración 18: Momento Resistente**



Fuente: Propia

**Ilustración 19: Fuerza aplicada en la estructura**



Fuente: Propia

Ecuación 25 Cálculo de fuerza de agua

$$F = \gamma w * \frac{h^2}{2}$$

$$F = 1000 * \frac{1.85^2}{2}$$

$$1712 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 26 Momento debido a la acción del agua

$$M = F * d$$

$$d = 0.63$$

$$M = 1,712 * 0.63$$

$$M = 1,078.56 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 27 factor de seguridad al voltio

El factor de seguridad al voltio se determina como:

$$F_s = \frac{M_r}{M_{\text{voltio}}} > 1.5$$

En donde  $M_r$  es el momento resistente proporcionado por el muro mismo y  $M_{\text{voltio}}$  es el momento de volteo o momento actuante el cual se debe a la acción del agua.

$$\frac{M_r}{M_{\text{voltio}}} = \frac{3748.80}{1078.90} = 3.47$$

$$F_s \text{ voltio} = 3.37 > 1.5 \quad \text{ok}$$

### 5.12.6 Diseño de losa del techo

Dimensiones de losa superior

$$\text{Base } B = 3.30\text{m}$$

$$\text{Long } L = 3.30\text{m}$$

$$\text{Espesor } e = 12.5\text{cm}$$

$$\text{Peso vol. Concreto } \gamma_c = 2400\text{kg/m}^3$$

Ecuación 28 Peso de losa

$$W_{\text{losa}} = B * L * e * \gamma_c$$

$$W_{\text{losa}} = 3.30\text{m} * 3.30\text{m} * 12.5\text{m} * 2,400\text{kg/m}^3$$

$$W_{\text{losa}} = 3.30\text{m} * 3.30\text{m} * 12.5\text{m} * \frac{2,400\text{kg}}{\text{m}^3} \div 100$$

$$W_{\text{losa}} = 3,267 \text{ kg}$$

Ecuación 29 Cálculos de cargas de la losa

Factor de cargas

$$CM = 1.2$$

$$CV = 1.6$$

$$CM \text{ losa} = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$CM \text{ extra} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\Sigma CM = 350 * 1.2 = 420 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 100 * 1.6 = 160 \text{ kg/m}^2$$

$$C \text{ Total} = 580 \text{ kg/m}^2$$

La deflexión en la losa de techo es de 0.27cm

$$\text{Deflexión máxima permisible} = \frac{L}{360} = \frac{330}{360} = 0.92 \text{ cm}$$

La deflexión actuante es 0.27cm inferior al permisible (0.92cm) por tanto la sección es satisfactoria, Empleando análisis de placas (Observar ilustración 31 Plates and Shell TIMOSHENKO adjunta en ANEXO 5)

Relación b/a= 1

Centro

$$MX = \alpha_6 * q * l^2$$

$$MX = 0.0213 * 580.40 * 4^2$$

$$MX = 198$$

$$MY = \beta_6 * q * l^2$$

$$MY = 0.0213 * 580.40 * 4^2$$

$$MY = 198$$

### **5.12.7 Diseño de losa de fondo**

#### **Análisis de la losa de fondo empleando safe12.**

El modelo se idealiza como losa sobre suelo tipo "Mat- foundation" cuyas cargas son las debidas al peso propio de los elementos perimetrales (muros) y losa superior de techo, para idealizar las paredes y el efecto de estas (peso) se modelaron muros perimetrales del proyecto.

El efecto del suelo elástico se modela con el Modulo de subgrado (ks) en dependencia de la capacidad admisible del mismo (1.5 kg/cm<sup>2</sup>) a través de la siguiente ecuación:

$K_s = \text{factor seguridad} * 40$  (Esfuerzo admisible en kpa)

$K_s = 2 * 40 * 196 = 15680 \text{KN/m}^3$ , el cual se introduce al programa SAFE.

El esfuerzo bajo el suelo es de 0.96kg/cm<sup>2</sup>, inferior al permisible, la geometría es satisfactoria.

El levantamiento al centro de losa cuando el tanque está vacío es de 0.029cm y la deformación bajo los muros es de 0.46cm hacia abajo.

La máxima área de acero requerida es 8.14 cm<sup>2</sup>/m, lo cual es satisfecha empleando el área de refuerzo de #5 @ cms.

### **5.13 Sistema Eléctrico**

El sistema eléctrico se ajusta a los requerimientos de seguridad, eficiencia, flexibilidad, manejo y funcionalidad, exigidos a un sistema eléctrico moderno, para lo cual se emplearon los criterios de diseño:

Los criterios de diseño empleados en el proyecto tienen como base el National Electrical Code 2008 (NEC) y el código de instalaciones Eléctricas de Nicaragua 1996 (CIEN). El sistema eléctrico se diseñó en función monofásico a 120/240 VAC 60hz, se utilizó un panel general de 12 espacios con capacidad de barras 125 amperios, 120/240 V.

El conductor de acometida es calibre No.6 AWG-THHN (panel a mufa) y No.4 ACSR (tramo aéreo), el interruptor principal es de 2 x 60 amperios, la canalización será aérea con un diámetro de tubo de  $\varnothing 1$ "EMT, el electrodo de puesta a tierra a utilizar una varilla copperweld 10'x5/8", y conductor para conectar el electrodo de puesta a tierra de calibre No.8AWG-THHN.

### **5.13.1 Calculo de los conductores**

Cuando se introducen varios conductores en una tubería (sobre todo metálica) se presentan fenómenos de inducción hacia las mismas ya sea de calor y de inductancia (algo similar en sus efectos a la resistencia óhmica). En estos casos debe considerarse una disminución de la corriente eléctrica que soporta cualquier conductor.

La ampacidad de los conductores fue determinada en consideración al Artículo 310- conductores para instalaciones en general (tablas 310.16 y30.17) y factor de corrección de ampacidad para una temperatura ambiente 30°C, NEC 2008.

La selección del calibre AWG de los conductores, está determinada por la carga (Amperios), el tipo de uso (Carga no continua o Carga Continua), de acuerdo al Artículo No. 210-19-a, 215-1, NEC 2008.

Se ha prevenido de no exceder el número de conductores en conduits, para evitar la corrección de la ampacidad por agrupamiento de cables, en correspondencia al Artículo No. 310-15(b) (2) (a), NEC 2008.

Cuando el número de conductores activos en un cable o canalización es mayor a tres, la capacidad de corriente se debe reducir, como se indica a continuación.

Excepciones:

➤ Cuando conductores de sistemas diferentes, están instalados en una canalización o cable común, los factores de reducción. Se deben aplicar únicamente al número de conductores de potencia y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

- Estos factores de reducción no se deben aplicar a conductores en niples cuya longitud no supere los 600 mm (24 pulgadas).
- No se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio o conduit no metálico rígido, en una longitud no superior a 3.05 m (10 pies) y si el número de conductores no pasa de cuatro.
- No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC sin chaqueta exterior total. Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento cuando son más de 20 los conductores portadores de corriente en estos cables que están empaquetados o apilados en una longitud de más de 600 mm (24 pulgadas) sin conservar la separación.

### **5.13.2 Cálculo del dispositivo de protección de sobrecarga**

El cálculo se determina en conformidad al artículo No. 210-20(a) NEC 2008, cuando un circuito ramal alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de sobre corriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua.

### **5.13.3 Cálculo del Calibre del conductor de puesta a tierra**

Este conductor se calculó tomando en cuenta el conductor de entrada de la acometida de acuerdo al artículo 250-66(Tabla 250-66), NEC 2008.

### **5.13.4 Cálculo del calibre de conductor de puesta a tierra de equipo**

Este conductor se calculó tomando en cuenta el artículo 250-122(Tabla 250-122), NEC 2008. Según el artículo 250-95, Cuando haya conductores en paralelo en varios conductos o cables, como lo permite el Artículo 310-4, el conductor, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor instalado en paralelo debe tener un calibre determinado sobre la base de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobre-corriente que proteja los conductores del circuito en el conducto o cable.



Cuando se instalen conductores de varios calibres para compensar caídas de tensión, se deberán ajustar proporcionalmente según su sección transversal. Cuando un conductor sencillo vaya con circuitos múltiples en el mismo conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobre-corriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.

#### **5.13.5 Fórmula para el cálculo de caída de voltaje de los conductores**

Se obtiene una eficiencia operativa razonable si la caída de tensión de un alimentador o la caída de tensión de un circuito ramal se limita al 3%. Sin embargo, la caída de tensión total de un circuito ramal más un alimentador puede llegar al 5% y seguir alcanzando una eficiencia de operación razonable.

La siguiente formula básica se puede usar para determinar la caída de tensión en un circuito bifilar de c.c, un circuito bifilar de c.a, un circuito monofásico de c.a trifilar, todos ellos con una carga balanceada a un factor de potencia del 100% y donde la reactancia puede ser despreciada.

#### **5.14 Sistema de Desinfección**

Se propone la utilización un Bomba Eléctrica Dosificadora de cloro de 6 gpm y 80 psi como mínimo, para que satisfaga la demanda de dosificación proyectada.

Se utilizará la solución de hipoclorito de calcio más un bidón plástico de 40 galones.

Desinfección del agua por medios químicos a partir del hipoclorito de calcio lográndose por este medio la aniquilación de microorganismos patógenos de origen hídrico, esto es aquellos que se desarrollan en un medio acuoso por encontrar en éste las condiciones óptimas para su proliferación.

Una de las formas más precisas de dosificación de hipoclorito es mediante las bombas de inyección que tienen la forma de ajustar la dosificación proporcional al flujo a tratar para tal efecto se prepara una solución de hipoclorito de calcio previo

a la dosificación considerando que el producto de solubilidad es de un gramo por 100 mililitros para tener una solución altamente clorada.

#### **5.14.1 Metodología**

Se desinfectará las aguas mediante una solución preparada de Hipoclorito de Calcio  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , la cual es comercializada en forma granular, con una concentración del 65%. La concentración de la solución, agua +  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , será del 1% y la dosificación a aplicar al agua cruda será de 2.0 mg /lt.

Es importante señalar que todos los cálculos se han realizado con la base de una dosificación de 2.0 mg/lt, valor medio en acueductos rurales. Durante la operación del sistema se debe garantizar una dosificación en el punto más alejado de la red de 0.5 mg/lt, por lo que la dosificación en el punto de suministro podría variar

Los cálculos se realizan tomando como base el volumen del Consumo Promedio Diario Total para cada uno de los años del periodo de diseño.

Donde se obtiene datos ubicados en ilustración 32 de ANEXO 6.

En la elección de la bomba dosificadora se debe tomar en cuenta elegir una que tenga un margen sobre el valor calculado, generalmente y por no coincidir comercialmente las capacidades resultantes se toman los valores inmediatamente superiores, ofrecidas en el comercio.

Como se puede apreciar los modelos que marcan el rango de funcionamiento del proyecto (3.45 a 4.41 gpd) tienen como capacidad mínima 6 gpd, valor superior a lo demandado, por lo tanto se puede elegir la siguiente:

Como la presión en la sarta es 34.72 entonces utilizaremos Pulsatron Serie C modelo LC02 capacidad nominal de 6 gpd y 150 psi o 105 m.c.a de presión (Como se puede observar en ilustración 33 adjunta en ANEXO 6).

#### **5.15 Filtros de desinfección**

Un filtro de agua es un aparato compuesto generalmente de un material poroso y carbón activo, que permite purificar este líquido que viene directamente del

acueducto y llega a través de los grifos. Al pasar por el filtro, este atrapa las partículas que el agua trae y pueden ser tóxicas o perjudiciales para la salud, algunos de estos elementos son arena, barro, oxido, polvo, hierro, altas cantidades de cloro y bacterias, entre otros.

La Batería de Filtros propuesto está compuesta de 2 Filtros para remoción de sedimentos (Filtros 16"-Turbidex) y 2 Filtros de Carbón Activado (Filtros 16"-Carbon), el agua no tratada pasara por un proceso de filtración y posteriormente a través de los filtros cargados con carbón, este medio tiene la capacidad de adsorber contaminantes orgánicos, también se contempla una etapa final de desinfección para la eliminación de coliformes fecales y totales a través de la incorporación de Hipoclorito de Calcio en pastilla, a la salida de FPR, de tal manera que se garantiza el suministro de agua con la calidad bacteriológica establecida por las normas CAPRE.

Caudal Diseño=  $3.54 \text{ m}^3/\text{hr} - 13 \text{ gpm}$

Velocidad de Filtrado= $10 \text{ m/hr}$

Área de Filtración= $1 \text{ m}^2$

Presión de Operación requerida a la entrada del Sistema: 20 PSI mínimo – 40 PSI máximo.

El agua no tratada procedente de un pozo perforado comunidad El Sincoyal, pasará a través de una batería de filtración (2 Tanques 16") cargados con medio Turbidex + grava soporte, este realizará el proceso de remoción de cualquier sedimento que pueda traer el agua, posteriormente el agua filtrada, pasara a la batería de carbón activado (2 Tanques 16") cargados con medio Carbón + grava soporte, el carbón es un medio adsorbente de contaminantes orgánicos.

El Sistema está compuesto por 4 Tanques de 16" diámetro, de Acero al carbón st-37-2, pintado con pintura epoxica para agua potable, que trabajarán en paralelo y serán operado con válvulas manuales de 3 vías.

Los elementos principales que componen el Sistema FPR son los siguientes:

- 2 Tanques 16" cargados con Turbidex + grava soporte Modelo F610.
- 2 Tanques 16" cargados con Carbón + grava soporte Modelo F610.
- 4 Válvulas Manuales 1" de 3 vías, para la operación de filtrado y Retro lavado.
- 3 Válvula de bronce 1" para bypass.
- 2 Cloradores en línea, uno a la entrada y otro a la salida.

Ecuación 30 Cálculo de selección del filtro

$$\emptyset = 16" = 0.4064 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (0.4064^2) = 0.1297 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal } 13 \text{ gpm} \approx 3.54 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$A = \frac{Q}{V_{\text{filtración}}}$$

$$A = \frac{3.54 \text{ m}^3/\text{hr}}{10 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0.354$$

Número de filtros

$$\# \text{ filtros} = \frac{\text{Área}}{A_{\text{cilindro}}}$$

$$\# \text{ filtros} = \frac{0.354}{0.1297} = 2.72 \approx 4 \text{ filtros}$$

Se seleccionan cuatro filtros por efecto de retro lavado, debido a que en este proceso se realiza primeramente uno y luego lava el otro, seleccionando dos de carbón activado para control de olor, color y sólidos disueltos, y dos de turbidex que tiene propiedades electrostáticas, para retener lo sólidos suspendidos, pueden

retener hasta tres veces más sólidos por ciclo entre retro lavados que los filtros comunes de arena. (Ver ilustración 34 y 35 en ANEXO 7 Modelo de filtros)

## **CLORADOR EN PASTILLAS HIPOCLORITO DE CALCIO**

La desinfección del agua tratada se realizara aplicando Hipoclorito de Calcio mediante un clorador de Pastillas, instalado en línea.

La desinfección se realiza para la eliminar Coliformes totales y Fecales que puedan estar presentes en el agua. La dosis inicial propuesta es de 3 ppm, pero esta deberá ajustarse a las condiciones reales de operación del sistema, de tal forma que se garantice un residual de cloro de 0.3 a 0.6 ppm en la casa más alejada de la red.

### **5.16 Medidas de protección de la fuente hídrica**

La fuente de agua constituye el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, mejorando de esta manera la calidad de vida de los pobladores de la comunidad a ser beneficiada con el vital líquido. En este contexto, es importante el análisis ambiental, procedimiento mediante el cual se identifican, valoran y se incorporan las medidas que previenen los efectos adversos que logran ocasionar al medio ambiente los proyectos de infraestructura de agua potable.

Las medidas de prevención deben ser de carácter integral mediante propuesta de acciones que garanticen la disminución de los impactos adversos del cambio climático al medio ambiente, por lo que se recomienda las siguientes medidas mediante la aplicación de prácticas de manejo sustentable del agua y del suelo:

- Fomentar en la comunidad, la protección de las fuentes de agua superficial y subterránea.
- Establecer un perímetro de protección de la fuente de agua necesaria para el mantenimiento y la productividad de la misma.

- Siembra de árboles frutales y maderables; siendo estas actividades las más comunes que la comunidad podría emplear considerando las prácticas agrícolas.
- Implementar, Obras de Conservación de Suelo que ayuden a aumentar la infiltración del agua en el suelo y eviten la erosión.
- Implementar un plan de manejo ambiental para reforestar y controlar las actividades humana en la cuenca de recarga de la fuente propuesta, a fin de regular el régimen hídrico.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- Los estudios y aforos realizados en las fuentes existentes de agua dieron un resultado positivo, que cumple con cada uno de los parámetros: físico-químico, arsénico y bacteriológico, concluyendo que este no es perjudicial para la salud.
- Por medio de la ejecución del levantamiento topográfico, se logró determinar que la posición tanto del tanque como cada uno de los puntos de la red suministran la presión suficiente para conducir el agua potable a cada hogar.
- Se efectuaron estudios de población en base a los datos de censo de INIDE en el año 2005, y consumos que permiten satisfacer la demanda en un período de diseño de 20 años.
- Cada uno de los estudios empleados en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad El Sincoyal, municipio de Morrito, Río San Juan, fueron elaborados bajo las normas técnicas de INAA.
- Mediante la cuantificación de gastos de ejecución física del proyecto se logró estimar que el costo total del mismo asciende a C\$ 3,989,251.36



## 6.2 Recomendaciones

En base a los trabajos de campo, resultados de laboratorio y las conclusiones anteriores, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda construir el sistema de abastecimiento de agua a como ha sido diseñado, y así asegurar que se dote a la comunidad de un servicio eficiente, continuo y sanitariamente seguro.
- Capacitar debidamente a la población para la fase de operación y mantenimiento del sistema, así como también en los aspectos Legales, económicos y administrativos para lograr la sostenibilidad del sistema, durante su vida útil.
- Orientar a la población medidas de prevención ante la contaminación de las fuentes hídricas.
- Agregar una camisa de enfriamiento
- Realizar estudios químicos a mayor profundidad para la disminución de conductividad eléctrica en el agua de algunos pozos existentes.
- Dar el mantenimiento y cuidado adecuado a cada una de las partes que conforman el sistema.
- Realizar lavados de los filtros cuando la presión regulada en el manómetro baja y esta se vuelve más lenta.

## BIBLIOGRAFÍA.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Alcantarillados, I. N. (2004). *Guía técnica para la reducción de vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Managua, Nicaragua.
2. Alcantarillados, I. N. (2004). *Normas de INAA sector rural*. Managua, Nicaragua.

## **WEBGRAFÍA**

3. Alcantarillado, I. N. (03 de Enero de 2018). Obtenido de [ec.europa.eu/echo/.../NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc](http://ec.europa.eu/echo/.../NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc)
4. Commission, E. (03 de Enero de 2018). *protección civil Europea y operaciones de ayuda humanitaria*. Obtenido de [ec.europa.eu/echo/.../NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc](http://ec.europa.eu/echo/.../NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc)
5. energía, I. N. (2008). *Código eléctrico nacional*. Obtenido de <http://sie.gob.do/images/sie-documentos-pdf/marco-legal/audiencias-publicas/CODIGO-ELECTRICO-NACIONAL/2%20%20Propuesta%20Codigo%20EI%C3%A9ctrico%20Nacional.pdf>
6. INIDE. (2005). *Caracterización sociodemográfica del departamento de Río San Juan*. Managua.
7. Morrito, A. d. (2012). *CARACTERIZACION DEL MUNICIPIO DE MORRITO*. Morrito, Río San Juan.
8. REGULADOR, I. N. (2000). *NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)* . Managua, Nicaragua.
9. Salud, O. P. (2004). *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*. Lima.

ANEXOS.

## ANEXOS

### ANEXO 1: IMÁGENES DEL SITIO

Ilustración 20: Fotografía 1



Fuente: propia

Ilustración 21: Fotografía 2



Fuente: propia

Ilustración 22: Fotografía 3



Fuente: propia

Ilustración 23: Fotografía 4



Fuente: propia

Ilustración 24 Fotografía 5



Fuente: propia

## **ANEXO 2: GEOTECNIA DEL SITIO.**

**Tabla 29: Ensayo de Laboratorio**

<b>Ensayo</b>	<b>Especificaciones A.S.T.M</b>
Granulometría de los suelos	D-422
Limite líquido de los suelos	D-4318
Índice de plasticidad de los suelos	D-4318
Humedad	D-2216

Fuente: normas ASTM

Ilustración 25: Clasificación de suelos.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS								
INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION								
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.5 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)								
		SUCS	AASHTO	NOMBRES TÍPICOS				
		SIMBOLOS DEL GRUPO	SIMBOLOS DEL GRUPO					
<b>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (Las partículas de 0.075 mm de diámetro (malla N° 200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista)	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	<b>GRAVAS LIMPIAS</b> (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>GW</b>	<b>A-1-a</b>	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos		
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>GP</b>	<b>A-1-a</b>	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos		
		<b>GRAVAS CON FINOS</b> (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo)	<b>GM</b>	<b>A-1-b</b>	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	<b>GC</b>	<b>A-1-b</b>	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla		
		<b>ARENAS LIMPIAS</b> (Poco o nada de partículas finas)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>SW</b>	<b>A-1-b</b>	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos		
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>SP</b>	<b>A-1-b / A-3</b>	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos		
	<b>ARENAS CON FINOS</b> (Cantidad apreciable de partículas finas)	Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo)	<b>SM</b>	<b>A-2-4 / A-2-5</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y limo			
		Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	<b>SC</b>	<b>A-2-6 / A-2-7</b>	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla			
	<b>SUELOS DE PARTICULAS FINAS</b> Más de la mitad del material pasa la malla N° 200 (Las partículas de 0.075 mm de diámetro (malla N° 200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista)	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido menor de 50	<b>PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40</b>					
				<b>RESISTENCIA EN ESTADO SECO</b> (características al)	<b>DILATANCIA</b> (Reacción al agitado)	<b>TENACIDAD</b> (Consistencia cerca del)		
			Nula o ligera	Rápida o lenta	Nula	<b>ML</b>	<b>A-4</b>	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
			Media a alta	Nula a muy lenta	Media	<b>CL</b>	<b>A-6</b>	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido mayor de 50		Ligera a media	Lenta	Ligera	<b>OL</b>	<b>A-4</b>	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
		Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	<b>MH</b>	<b>A-5</b>	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos	
		Alta a muy alta	Nula	Alta	<b>CH</b>	<b>A-7-6</b>	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	<b>OH</b>	<b>A-7-5</b>	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad	
		<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b>			<b>PT</b>	<b>A-8</b>	Turba y otros suelos altamente orgánicos	
		Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa						

Fuente: CBR Plus

### **ANEXO 3: PERÍODO DE DISEÑO**

**Tabla 30: Período de diseño de los elementos de un sistema de agua potable.**

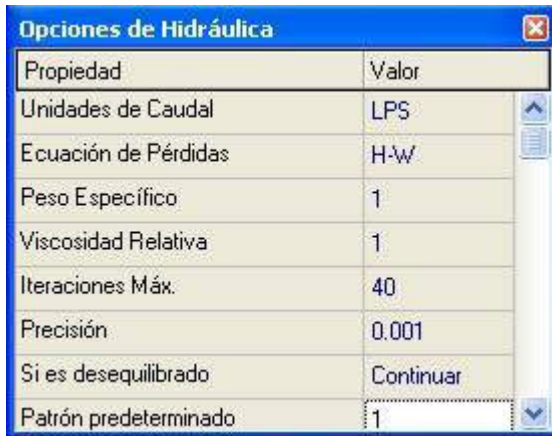
<b>Componente/ Elemento</b>	<b>Período de diseño (años)</b>
Pozos excavados	10
Pozos perforados	20
Captaciones superficiales	20
Desarenador	20
Filtro lento	20
Línea de conducción	15
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	15

Fuente: Normas INAA



## ANEXO 4: MEMORIA HIDRÁULICA

Ilustración 26: Opciones hidráulicas analizadas

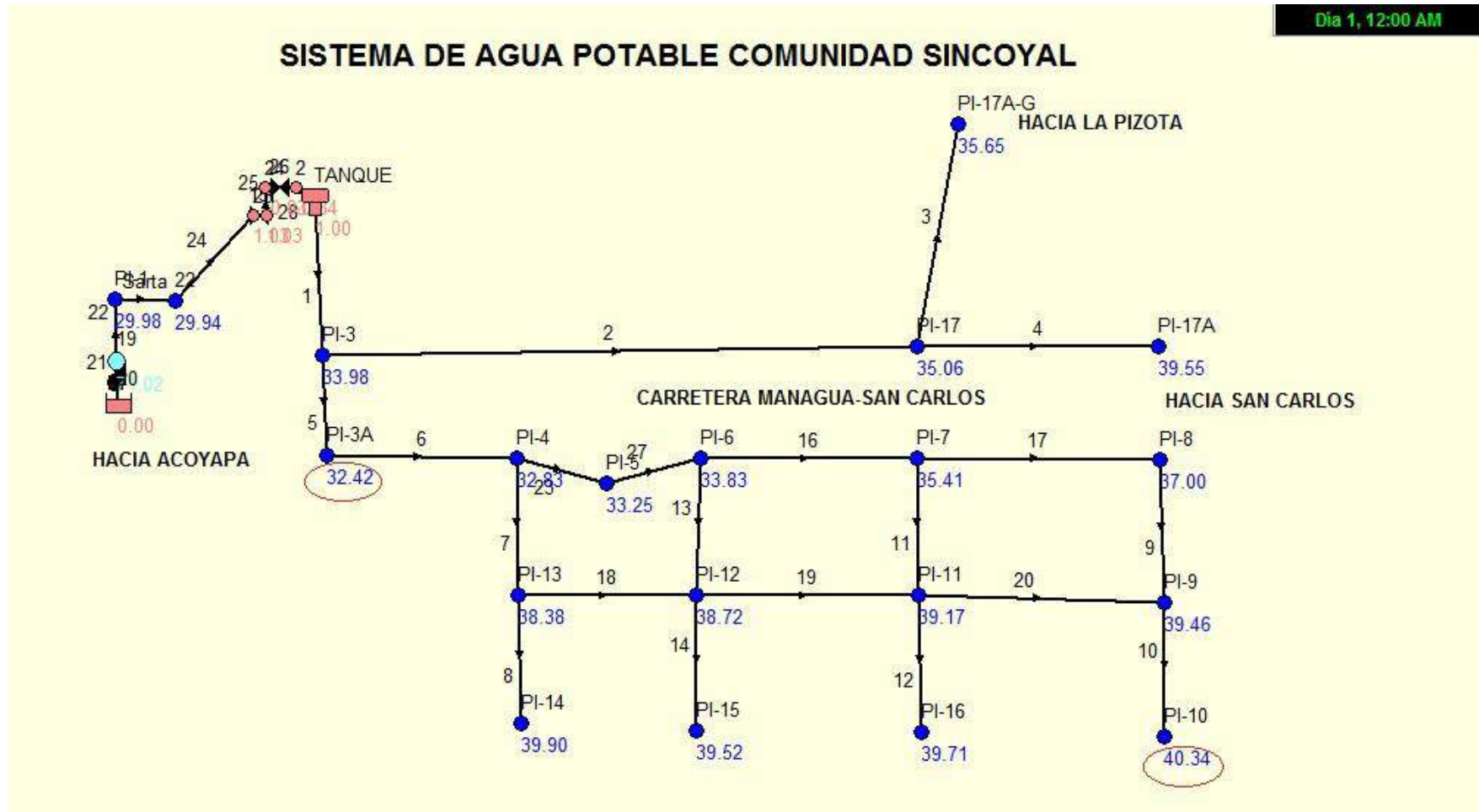


The image shows a software dialog box titled "Opciones de Hidráulica" (Hydraulic Options). It contains a table with two columns: "Propiedad" (Property) and "Valor" (Value). The table lists several hydraulic parameters and their current settings. On the right side of the table, there are vertical scroll arrows and a list icon.

Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	H-W
Peso Específico	1
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Si es desequilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1

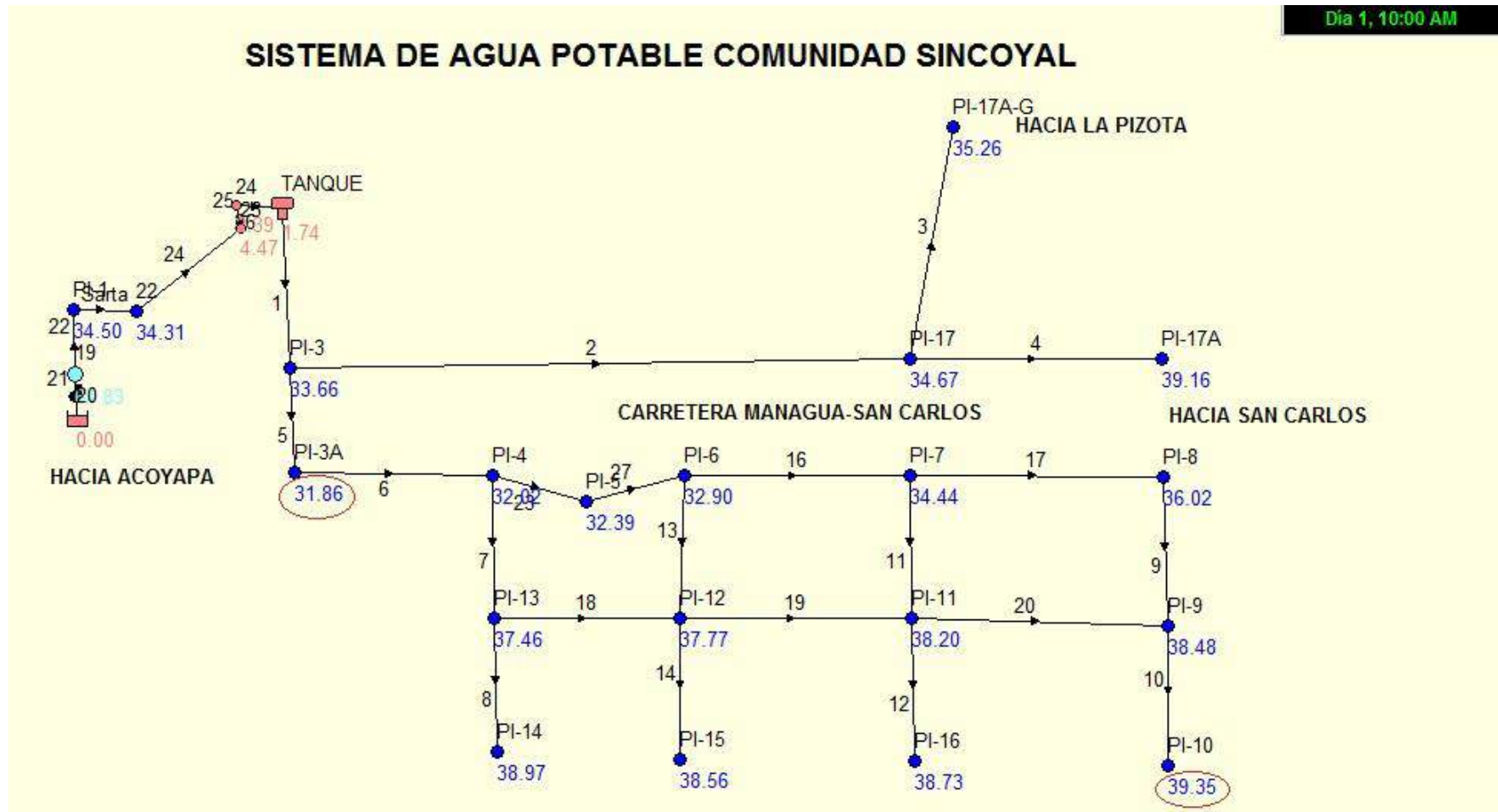
Fuente: Propia

Ilustración 27: Análisis dinámico a las 00:00 horas



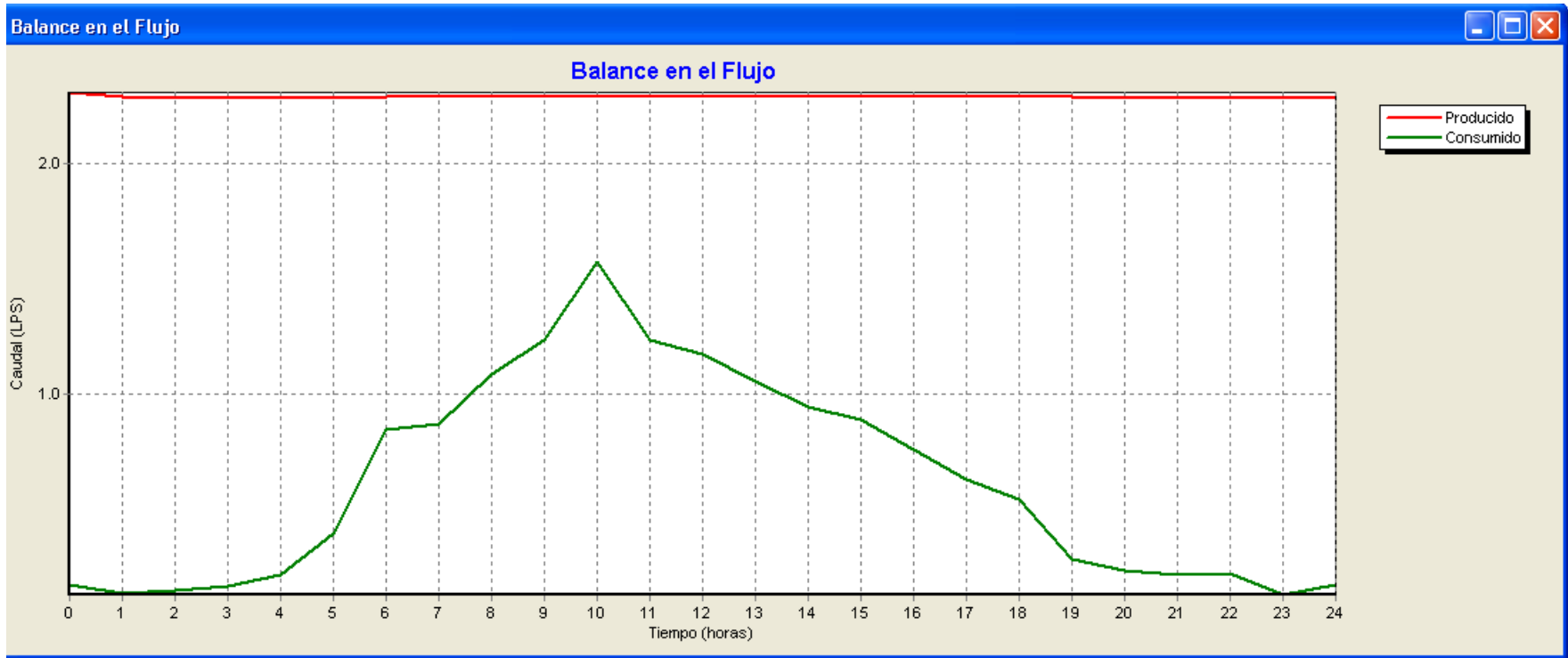
Fuente: EPANET

Ilustración 28: análisis dinámico a las 10:00 am



Fuente: EPANET

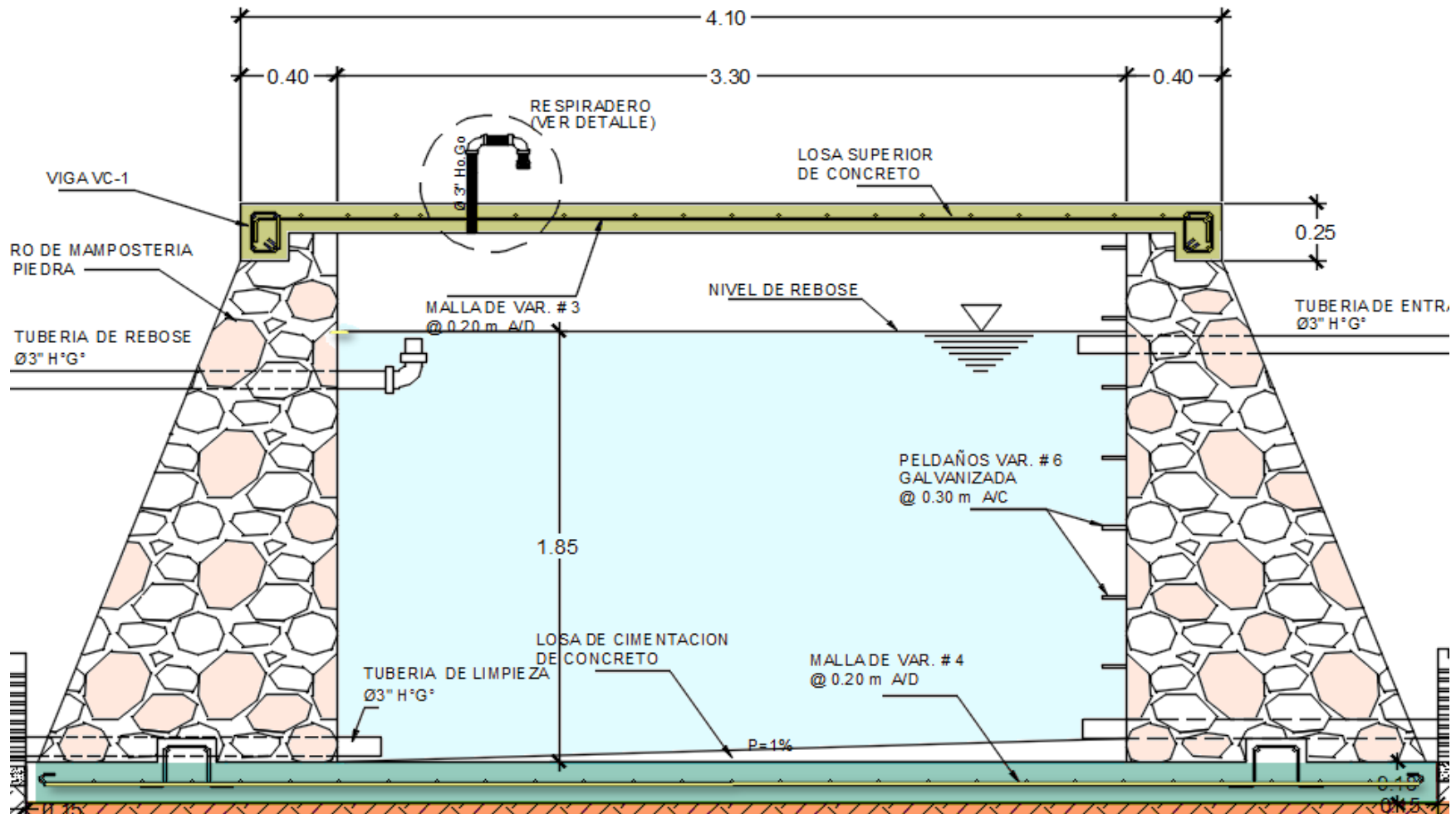
### Ilustración 29: Balance en el flujo



Fuente: EPANET

## ANEXO 5: TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Ilustración 30: Detalles y perfil del tanque



Fuente: Propia

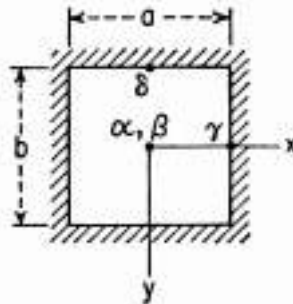


FIG. 121

TABLE 56. BENDING MOMENTS FOR UNIFORMLY LOADED PLATES IN CASE 6  
 $\nu = 0.2$ ,  $l =$  the smaller of spans  $a$  and  $b$

$b/a$	Center of plate		Middle of fixed edge		Factor
	$M_x = \alpha_\epsilon q l^2$	$M_y = \beta_\epsilon q l^2$	$\tilde{M}_x = \gamma_\epsilon q l^2$	$\tilde{M}_y = \delta_\epsilon q l^2$	
	$\alpha_\epsilon$	$\beta_\epsilon$	$\gamma_\epsilon$	$\delta_\epsilon$	
0	0.0083	0.0417	-0.0571	-0.0833	$qb^2$
0.5	0.0118	0.0408	-0.0571	-0.0829	
0.6	0.0150	0.0381	-0.0571	-0.0793	
0.7	0.0178	0.0344	-0.0569	-0.0736	
0.8	0.0198	0.0299	-0.0559	-0.0664	
0.9	0.0209	0.0252	-0.0540	-0.0588	
1.0	0.0213	0.0213	-0.0513	-0.0513	$qa^2$
1.1	0.0248	0.0210	-0.0581	-0.0538	
1.2	0.0284	0.0203	-0.0639	-0.0554	
1.3	0.0313	0.0193	-0.0687	-0.0563	
1.4	0.0337	0.0181	-0.0726	-0.0568	
1.5	0.0358	0.0169	-0.0757	-0.0570	
1.6	0.0372	0.0157	-0.0780	-0.0571	
1.7	0.0385	0.0146	-0.0799	-0.0571	
1.8	0.0395	0.0136	-0.0812	-0.0571	
1.9	0.0402	0.0126	-0.0822	-0.0571	
2.0	0.0408	0.0118	-0.0829	-0.0571	
$\infty$	0.0417	0.0083	-0.0833	-0.0571	

Fuente: Plates and Shell TIMOSHENKO

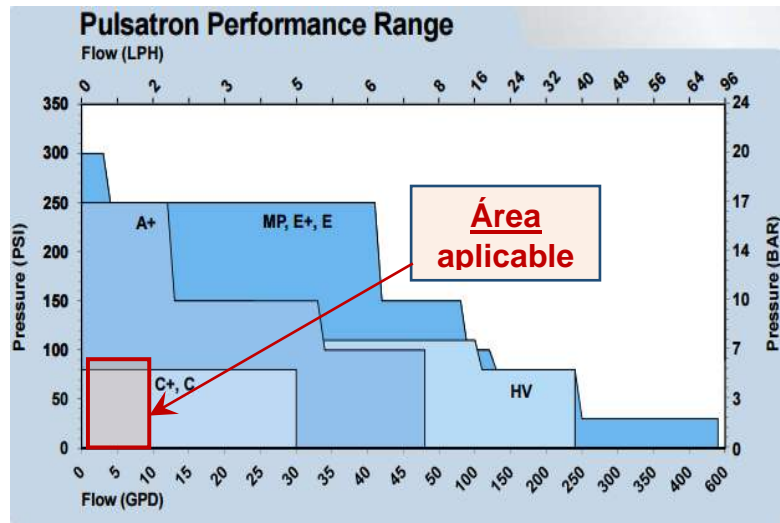
## ANEXO 6: DATOS DE DOSIFICACIÓN

### Ilustración 32: Cálculos de dosificación

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Dosis promedio</b>  <math>d = 2.00 \text{ mg/l}</math>  <b>FMD = 1.50</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Concentración comercial</b>  <math>Cc = 0.65</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>Concentración Solución</b>  <math>Cs = 0.01</math> </div> </div>											
<b>CPDT    T Bom = 24 hrs    Cambio Bom cada 5 años</b>											
Año	CPDT lpd	CMD lps	Caudal de Bombeo (Q Bom.)			T Bom. hrs	Vol. Cloro lb./ día	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. de Solución	
			lps	gpm	gpm			lb./ día	gr./ día	lts./ día	GPD
2015	33,216	0.5767	0.3844	6.09	7.79	18.77	0.15	0.23	102.05	10.20	2.70
2016	33,989	0.5901	0.3934	6.24	7.79	19.20	0.15	0.23	104.42	10.44	2.76
2017	34,839	0.6048	0.4032	6.39	7.79	19.68	0.15	0.24	107.03	10.70	2.83
2018	35,765	0.6209	0.4140	6.56	7.79	20.21	0.16	0.24	109.88	10.99	2.90
2019	36,625	0.6359	0.4239	6.72	7.79	20.69	0.16	0.25	112.52	11.25	2.97
2020	37,562	0.6521	0.4348	6.89	7.79	21.22	0.17	0.25	115.40	11.54	3.05
2021	38,505	0.6685	0.4457	7.06	7.79	21.76	0.17	0.26	118.30	11.83	3.13
2022	39,453	0.6850	0.4566	7.24	7.79	22.29	0.17	0.27	121.21	12.12	3.20
2023	40,407	0.7015	0.4677	7.41	7.79	22.83	0.18	0.27	124.14	12.41	3.28
2024	41,439	0.7194	0.4796	7.60	7.79	23.41	0.18	0.28	127.31	12.73	3.36
2025	42,477	0.7374	0.4916	7.79	9.98	18.75	0.19	0.29	130.50	13.05	3.45
2026	43,521	0.7556	0.5037	7.98	9.98	19.21	0.19	0.29	133.71	13.37	3.53
2027	44,643	0.7751	0.5167	8.19	9.98	19.71	0.20	0.30	137.16	13.72	3.62
2028	45,772	0.7946	0.5298	8.40	9.98	20.20	0.20	0.31	140.62	14.06	3.72
2029	46,907	0.8144	0.5429	8.61	9.98	20.71	0.21	0.32	144.11	14.41	3.81
2030	48,049	0.8342	0.5561	8.82	9.98	21.21	0.21	0.33	147.62	14.76	3.90
2031	49,270	0.8554	0.5703	9.04	9.98	21.75	0.22	0.33	151.37	15.14	4.00
2032	50,498	0.8767	0.5845	9.27	9.98	22.29	0.22	0.34	155.14	15.51	4.10
2033	51,734	0.8982	0.5988	9.49	9.98	22.84	0.23	0.35	158.94	15.89	4.20
2034	53,049	0.9210	0.6140	9.73	9.98	23.42	0.23	0.36	162.98	16.30	4.31
2035	54,371	0.9439	0.6293	9.98	9.98	24.00	0.24	0.37	167.04	16.70	4.41

Fuente: Propia

**Ilustración 33: Modelos aplicables a la capacidad de los proyectos**



## PULSATRON® Series A Plus Specifications and Model Selection

MODEL		LBC2	LB02	LBC3	LB03	LB04	LB64	LBC4	LB62	LB63	LB64	
Capacity nominal (max.)	GPH	0.25	0.25	0.42	0.50	1.00	1.25	2.00	0.50	1.38	2.42	
	GPD	6	6	10	12	24	30	48	12	33	58	
	LPH	0.9	0.9	1.6	1.9	3.8	4.7	7.6	1.9	5.2	9.14	
Pressure <sup>1</sup> (max.)	GFPP, PVDF, 316SS or PVC (V code) w/TFE Seats)	PSIG (Bar)	250 (17)	150 (10)	250 (17)	150 (10)	100 (7)	100 (7)	50 (3.3)	250 (17)	150 (10)	100 (7)
	PVC (V code) Viton or CSPE Seats / Diaphragm Liquid End	(Bar)	150 (10)							150 (10)		
Connections:	Tubing	1/4" ID X 3/8" OD						3/8" ID X 1/2" OD		1/4" ID X 3/8" OD		
	Piping	1/4" FNPT										
Strokes/Minute	SPM	125						250				

Note 3: Pumps with rated pressure above 150 PSI will be de-rated to 150 PSI Max. when selecting certain valve options, see Price Book for details.

## PULSATRON® Series C Specifications and Model Selection

MODEL		LC02	LC03	LC04	LC54
Capacity nominal (max.)	GPH	0.25	0.50	1.00	1.25
	GPD	6	12	24	30
	LPH	0.9	1.9	3.8	4.7
Pressure (max.)	PSIG	80	80	80	80
	BAR	5.6	5.6	5.6	5.6
Connections:	Tubing	1/4" ID X 3/8" OD 3/8" ID X 1/2" OD			
	Piping	1/4" FNPT			

## PULSATRON® Series C Plus Specifications and Model Selection

MODEL		LD02	LD03	LD04	LD54
Capacity nominal (max.)	GPH	0.25	0.50	1.00	1.25
	GPD	6	12	24	30
	LPH	0.9	1.9	3.8	4.7
Pressure (max.)	PSIG	80	80	80	80
	BAR	5.6	5.6	5.6	5.6
Connections:	Tubing	1/4" ID X 3/8" OD 3/8" ID X 1/2" OD			
	Piping	1/4" FNPT			

Fuente: Pulsatron



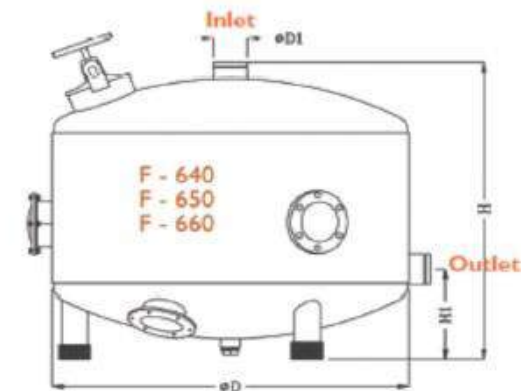
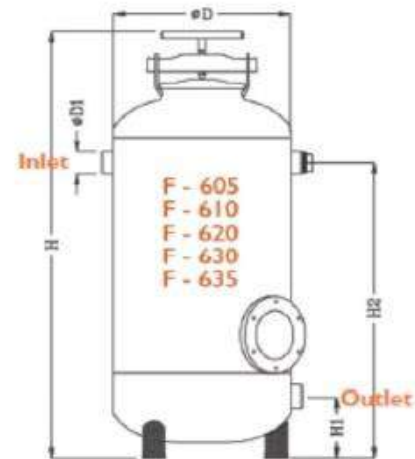
## ANEXO 7: MODELOS DE FILTROS

### Ilustración 34 Modelo de filtros

#### Model Specifications

Model Number	Flow Rate (M <sup>3</sup> /h)	Min. Flushing Flow Rate (M <sup>3</sup> /h)	ØD (inch)	ØDI (inch)	H (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
F 605	3-6	6	12	1	1127	150	785
F 610	3-10	10	16	1 1/2	1150	150	840
F 620	5-16	17	20	2	1275	180	880
F 630	5-16	26	20	3	1275	180	880
F 635	8-25	26	25	2	1310	180	880
F 640	11-35	37	30	3	1070	300	-
F 650	16-50	54	36	3	1110	300	-
F 660	28-90	96	48	4	1110	330	-

Note: Standard connections for 12"- 25" filters – threaded.  
Standard connections for 30"- 48" filters – Flange



Fuente: wáter project

Ilustración 35 Partes del filtro



Fuente: YAMIT FILTRTATION

## **ANEXO 8: COSTO Y PRESUPUESTO**

## **ANEXO 9: PLANOS CONSTRUCTIVOS**

## **ANEXO 10: DOCUMENTOS PERSONALES**