



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

**Monografía**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE VILLA EL CARMEN, DEPARTAMENTO DE  
MANAGUA. .**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Isaac Mauricio Carballo Carranza

Br. Edwing José López Mairena

**Tutor**

Msc. José Ángel Baltodano

Managua, Mayo 2019



## **DEDICATORIA**

### **Isaac Carballo**

Esta tesis se la dedico a Dios quien ha estado siempre en mi vida y me ha llevado por un buen camino y me ha dado fuerzas para seguir adelante. A mis padres quienes por ellos soy lo que soy actualmente. Me han enseñado mis valores, mis principios, el empeño, la perseverancia para cada aspecto de mi vida

Gracias también a cada uno de las personas que nos apoyaron para la elaboración de esta monografía.

### **Edwing López**

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres y mi esposa que han estado a mi lado todo este tiempo que he trabajado en este proyecto, y a toda mi familia por estar siempre atentos en mis estudios. Igual a todas las personas que nos brindaron de su tiempo y ayuda para lograr nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **Isaac Carballo**

Primeramente quiero agradecerle a Dios, por permitirme terminar mis estudios universitarios y cuidarme en cada una de las etapas de mi vida. Gracias a mis padres por creer en mí y apoyarme en cada una de mis decisiones o proyectos y gracias por su amor, dedicación y paciencia que cada día se preocupaban por los avances de la tesis.

Igualmente al Ing. José Ángel Baltodano por habernos apoyado, con paciencia, en cada una de las etapas de elaboración de este trabajo monográfico.

### **Edwing López**

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido realizar este trabajo monográfico con satisfacción y culminar mis estudios. A mis padres que siempre me han apoyado para poder realizar mis sueños y estuvieron ahí en todo el proceso de mi vida estudiantil.

De igual forma agradezco al profesor Ing. José Baltodano que sin él, no habríamos podido realizar esta monografía, su apoyo fue muy importante para finalizar este documento.

## RESUMEN POR CAPITULO

El presente trabajo está dividido en cuatro capítulos, los cuales a su vez se dividen en temas específicos que a continuación se detallan.

El capítulo primero incluye una visión generalizada de la importancia de la red de Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento en la ciudad de Villa El Carmen. Se dan a conocer las razones más sobresalientes que impulsaron la necesidad de contar con un diseño de dicho sistema, entre las cuales están la contaminación del río que circunda la ciudad y el aumento de las enfermedades hídrico-entéricas. A continuación se realiza una descripción física, social y económica de la ciudad, incluyendo en ella temas de importancia específica como topografía, suelo y población.

También abarca los componentes medulares del trabajo: el marco teórico y la metodología seguida para realizar los diseños. Se plantean los fundamentos teóricos en que nos basamos, tales como conceptos, parámetros, normas de calidad, descripciones de los diferentes sistemas incluidos, normas técnicas. Y plantea la forma en que se realizaron los diseños, dando a conocer los criterios tomados y describiendo, en cada elemento del Sistema de Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento, los métodos más comunes, modernos y eficientes del proceso de dimensionamiento.

En el capítulo Segundo vemos los estudios técnicos del proyecto realizado., describe independientemente las características del sistema que componen el Alcantarillado Sanitario y la planta de tratamiento para Villa El Carmen: los estudios de recopilación de datos, estudio de suelo, metodología a utilizada para cálculo del Sistema de Recolección, con sus alternativas de drenaje, y el Sistema de Tratamiento, con todos los elementos y componentes del mismo.

En el capítulo tercero se presentan los cálculos y resultados del proyecto según “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales” de INAA (Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado)

En el Cuarto y último capítulo se anotan las Conclusiones más importantes obtenidas del trabajo en general, y se realizan las Recomendaciones que se consideran pertinentes. Finalmente encontraran toda la Bibliografía utilizada en el trabajo.

## Tabla de contenido

Capítulo I – Generalidades .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos:.....	4
1.4.1. Objetivo general: .....	4
1.4.2. Objetivos específicos: .....	4
1.5. Descripción del área de estudio .....	5
1.5.1. Ubicación geográfica y topográfica .....	5
1.5.2. Población .....	6
1.5.3. Clima y precipitación .....	6
1.5.4. Accidentes geográficos .....	6
1.5.5. Servicios existentes: .....	7
1.5.5.1. Servicio de educación .....	7
1.5.5.2. Salud.....	7
1.5.5.3 Energía eléctrica y telecomunicaciones .....	7
1.5.5.4 Vivienda .....	8
1.5.5.5 Agua potable y alcantarillado .....	8
1.6 Marco Teórico .....	9
1.6.1 Generalidades.....	9
1.6.2 Período de diseño .....	9
1.6.3 Proyección de población .....	9
1.6.4 Cantidad de aguas residuales .....	10
1.6.5 Caudal Medio.....	10
1.6.5.1 Caudal Máximo .....	10
1.6.5.2 Caudal Mínimo .....	11
1.6.5.3 Caudal de Infiltración .....	11
1.6.6 Hidráulica de las alcantarillas .....	11
1.6.6.1 Formula y coeficiente de rugosidad.....	11
1.6.6.2 Diámetro mínimo.....	12

1.6.6.3 Pendiente mínima .....	12
1.6.6.4 Pérdida de carga adicional.....	12
1.6.6.5 Cambio de diámetro .....	12
1.6.6.6 Ángulos entre tubería.....	12
1.6.6.7 Velocidad de mínima.....	13
1.6.6.8 Velocidad máxima.....	13
1.6.6.9 Cobertura sobre tubería .....	13
1.6.6.10 Conexiones domiciliarias .....	13
1.6.7 Pozos de visita.....	14
1.6.8 Tratamientos de aguas residuales .....	14
1.6.8.1 Tipos de tratamiento .....	14
1.6.8.1.1 Tratamientos Preliminares .....	15
1.6.8.1.2 Rejas.....	15
1.6.8.1.3 Desarenadores.....	15
1.6.8.1.4 Tratamiento primario .....	15
1.6.8.1.5 Decantadores:.....	16
1.6.8.2 Tratamiento Secundario o Biológico.....	16
1.6.8.2.1 Clasificación de los tratamientos secundarios .....	17
1.6.8.2.1.1 Lagunas de estabilización: .....	17
1.6.8.2.1.2 Biofiltros .....	17
Capitulo II – Estudio técnico del proyecto .....	19
2.1 Fase estudio de campo.....	19
2.1.1 Recopilación de información. ....	19
2.1.2 Reconocimiento y análisis de la zona en estudio .....	19
2.1.3 Estudio Socioeconómico.....	19
2.1.4 Estudio de Suelo.....	19
2.1.5 Levantamiento topográfico .....	20
2.2 Fase estudio de gabinete.....	20
2.2.1 Proyección de la población y consumos.....	20
2.2.1.1. Población .....	20
2.2.2 Estimación del caudal de diseño .....	20
2.2.2.1 Caudal Medio:.....	21

2.2.2.2 Caudal Máximo: .....	21
2.2.2.3 Caudal de Diseño.....	22
2.2.3 Red de recolección .....	22
2.2.3.1 Trazado de la red .....	22
2.2.3.2 Calculo hidráulico de la red .....	22
2.3 Tratamiento de aguas residuales domésticas .....	23
2.3.1 Ubicación del sitio de tratamiento.....	23
2.3.2 Selección del tipo de tratamiento .....	23
2.3.2.1 Los tipos de tratamiento previstos son los siguientes: .....	23
2.3.2.2 Tratamiento preliminar .....	23
2.3.2.2.1 Rejas de limpieza manual .....	23
2.3.2.2.1.1Caudal de diseño .....	23
2.3.2.2.1.2 Velocidad de paso.....	23
2.3.2.2.1.3 Área útil efectiva (Au) .....	24
2.3.2.2.1.4 Área total de las Rejas .....	24
2.3.2.2.1.5 Eficiencia.....	24
2.3.2.2.1.6 Ancho de Rejas (b) .....	24
2.3.2.2.1.7 Pérdida de carga (Hfo) .....	25
2.3.2.2.1.8 Pérdida de carga parcialmente obstruida .....	26
2.3.2.2.1.9 Verificación de la velocidad promedio .....	26
2.3.2.2.1.10 Tirante del canal de la Reja.....	26
2.3.3 Tratamiento primario .....	27
2.3.3.1 Tanque Imhoff.....	27
2.3.4 Biofiltros .....	27
Capitulo III –Resultados y Discusión .....	31
3.1 Conceptualización del proyecto .....	31
3.1.1 Estudio socioeconómico .....	31
3.1.2 Proyección de Población.....	35
3.1.2.1 Tasa de Crecimiento .....	35
3.1.2.2 Calculo de la Proyección de la Población.....	35
3.2. Estudio de suelos – Villa el Carmen. Managua .....	36
3.2.1. Programa de exploración y equipos utilizados .....	36

3.2.2. Métodos de muestreo y ensayos.....	36
3.2.3 Características del sub-suelo .....	37
3.2.3.1 Estratigrafía.....	37
3.2.4 Resistencia a la penetración estándar (S.P.T) .....	38
3.2.5 Análisis de condiciones .....	38
3.3 Resumen del trazado de red de alcantarillado .....	39
3.3.1 Estimación del caudal de diseño .....	39
3.3.2 Trazado de colectores.....	39
3.4 Resumen de cantidad de obras del alcantarillado sanitario.....	50
3.5 Elementos de la planta de tratamiento de agua residual .....	51
3.5.1 Canal de entrada: .....	51
3.5.2 Rejas:.....	52
3.5.3 Desarenador: .....	53
3.5.4 Canaleta Parshall:.....	54
3.5.5 Tanque Imhoff:.....	57
3.5.6 Biofiltros primario: .....	60
3.5.7 Cloración:.....	62
3.5.8 Remoción de contaminante en las diferentes etapas de tratamiento:.....	64
3.5.9 Tratamiento Preliminar: .....	64
3.5.10 El tratamiento Primario:.....	66
3.5.11 Tratamiento secundario:.....	67
3.5.12 Tratamiento Terciario: .....	67
3.6 Presupuesto del proyecto .....	68
Capítulo IV – Conclusiones y Recomendaciones .....	70
4.1. Conclusión. ....	70
4.2. Recomendaciones .....	71

## **Bibliografía**

## **Anexos**

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica Villa El Carmen.....	05
Figura 2. Gráfico de distribución poblacional de los barrios de Villa el Carmen.....	32
Figura 3. Gráfico de porcentajes de adultos y niños.....	32
Figura 4. Gráfico clasificación de la población por sexo.....	33
Figura 5. Gráfico actividad laboral.....	33
Figura 6. Gráfico ingreso mensual por familia.....	34
Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia.....	34
Figura 8. Fotografía Trazado de colectores villa el Carmen.....	40
Figura 9. Tanque Imhof+Biofiltro.....	50
Figura 10. Esquema de canaleta Parshall.....	56

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Tasa de crecimiento geométrico.....	10
Ecuación 2. Población Proyectada.....	10
Ecuación 3. Gasto máximo de aguas residuales domesticas.....	10
Ecuación 4. Caudal de Diseño.....	11
Ecuación 5. Velocidad.....	11
Ecuación 6. Radio Hidráulico.....	12
Ecuación 7. Población de diseño.....	20
Ecuación 8. Caudal Medio.....	21
Ecuación 9. Consumo promedio diario .....	21
Ecuación 10. Caudal Máximo.....	21
Ecuación 11. Factor de Harmon.....	21
Ecuación 12. Caudal de Diseño.....	22
Ecuación 13. Área útil efectiva (Au).....	24
Ecuación 14. Área total de las Rejas.....	24
Ecuación 15. Eficiencia.....	24

Ecuación 16. Ancho de Rejas (b).....	24
Ecuación 17. Pérdida de carga (Hfo).....	25
Ecuación 18. Pérdida de carga parcialmente obstruida.....	26
Ecuación 19. Pérdida de carga parcialmente obstruida.....	26
Ecuación 20. Verificación de la velocidad promedio.....	26
Ecuación 21. Tirante del canal de la Reja.....	26
Ecuación 22. Tiempo de Resistencia Hidráulica.....	28
Ecuación 23. Área Superficial.....	28
Ecuación 24. Concentración de Coliformes Fecales en el Efluente.....	28
Ecuación 25. Velocidad de Reacción.....	28
Ecuación 26. Carga Orgánica Superficial .....	28
Ecuación 27. Dimensiones L, B .....	29

#### Índice de cuadros

Cuadro 1. Proyección de la población a partir del año 2018.....	35
Cuadro 2. Métodos de ensayos.....	37
Cuadro 3. Parámetros Físicos – Mecánicos.....	37
Cuadro 4. Capacidad de soporte.....	38
Cuadro 5. Cálculo de topografía de la red de alcantarillado sanitario.....	41
Cuadro 6. Resultados de cálculo de caudal de diseño en la red de alcantarillado.....	44
Cuadro 7. Resultados de cálculo de hidráulicos en la red de alcantarillado.....	47
Cuadro 8 Dimensiones del canal de entrada.....	51
Cuadro 9. Datos de la reja manual.....	52
Cuadro 10. Desarenador propuesto.....	53
Cuadro 11. Canaleta Parshall.....	54
Cuadro 12. Criterios, dimensiones y caudales de la canaleta Parshall.....	55
Cuadro 13 Valores de Calibración del canaleta Parshall.....	56
Cuadro 14. Tanque Imhoff.....	57

Cuadro 15. Criterio de temperatura de agua para tiempo de digestión.....	58
Cuadro 16. Biofiltro primario.....	61
Cuadro 17. . Distribución de la población según Sexo.....	73
Cuadro 18. Distribución de Viviendas.....	73
Cuadro 19. Periodos de Diseño para Estructura de los Sistemas.....	73
Cuadro 20. Coeficientes de Rugosidad .....	74
Cuadro 21. Clasificación de los Tratamientos de Aguas Residuales.....	74
Cuadro 22. Parámetros de Tanques Imhoff.....	75
Cuadro 23. Componentes Unitarias en las Lagunas de Estabilización.....	76
Cuadro 24. Eficiencia de lagunas anaeróbicas.....	76
Cuadro 25. . Relación Entre La Temperatura, Periodo De Retención Y Eficiencia.....	77
Cuadro 26. Coeficiente de Mortalidad Para Determinar las Reducciones Bacterianas.....	77
Cuadro 27. Dimensiones laguna de Maduración.....	77
Cuadro 28. Parámetros Empíricos para el Proceso de Lodos Activados.....	78
Cuadro 29. Características de Operación de Lodos Activados.....	79
Cuadro 30. Normas de tratamiento y reuso del agua residual según INAA.....	80

# **Capítulo I**

## **Generalidades**

## **Capítulo I – Generalidades**

### **1.1 Introducción**

El Sistema de alcantarillado sanitario, consiste en una serie de tuberías y otras estructuras complementarias, con la finalidad de recibir, conducir y evacuar las aguas residuales de una vivienda, negocio, industria, etc.

La acumulación y estancamiento del agua residual puede generar contaminación y la presencia de numerosos organismos patógenos presentes en las mismas, que generan enfermedades en los seres humanos.

En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos, que son sujetos a putrefacción. Con los sistemas de alcantarillados sanitarios se tiene la prevención de enfermedades infecciosas y evita la contaminación del medio ambiente.

Por esta razón se pretende diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que transporte las aguas residuales, hacia una planta de tratamiento, con el fin de limpiar y exterminar la contaminación de dichas aguas, para que puedan ser reutilizadas y sean aptas para el consumo humano, recreación, irrigación, etc.

El sistema de alcantarillado con corrientes de aguas servidas resuelve el problema de eliminar las contaminaciones creadas por los habitantes de las ciudades.

El objetivo de diseñar la planta de tratamiento es el remover materiales orgánicos y eliminar agentes productores de enfermedades, así como proteger la calidad de los recursos hídricos de la región.

Como parte del desarrollo, se diseñara el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento del Municipio de Villa el Carmen, Departamento de Managua.

## 1.2 Antecedentes

Según el censo realizado en el año 2005, en Nicaragua solo el 25% de la población tiene acceso a un sistema de alcantarillado. Tomando en cuenta las letrinas estas cifras aumentarían hasta el 59%, siendo estas cifras aún muy bajas, haciendo referencia a casi siete millones de habitantes actualmente.

Actualmente el Municipio de Villa el Carmen no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Descargan sus aguas servidas a sumideros.

En el año 1995 INAA<sup>1</sup>, con la colaboración del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). La colaboración de UNICEF ha sido, principalmente, a través de financiamientos para la construcción de obras de agua y saneamiento con la tecnología apropiada para la zona, como los son los acueductos por gravedad, perforación de pozos con máquina y excavados a manos, equipos de bombeos y capacitaciones a las personas implicadas.

UNICEF en 1996 realizó únicamente estudios en el municipio de Villa el Carmen para realizar diagnósticos para formular planes de recolección y saneamiento de las aguas de estos municipios y además de brindar información a nivel de pre factibilidad de los tipos de sistemas a construir.

INAA y UNICEF determinaron que la tecnología conveniente para esta zona sería la elaboración de letrinas de hoyos secos, con una profundidad de tres metros con una sección cuadrada de 1.20 m \*1.20 m.

---

<sup>1</sup> INAA: Instituto Nicaragüense Acueducto y Alcantarillado

### **1.3. Justificación**

El motivo de realizar este proyecto ha surgido de la necesidad del mejoramiento de vida de los habitantes, de Villa el Carmen, el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento en esta localidad ayudaría a la erradicación enfermedades epidemiológicas causadas por las aguas residuales.

El municipio de Villa El Carmen actualmente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales. La mayor parte de la población utiliza las letrinas que disponen en sus viviendas y un pequeño porcentaje practica el fecalismo al aire libre.

Las aguas residuales son focos de contaminación directa de un sinnúmero de enfermedades bacteriológicas. Las aguas negras son el lugar idóneo para el desarrollo de estas bacterias, microbios y virus causante de enfermedades infecciosas.

De acuerdo a la información suministrada por el MINSA (Ministerio de Salud) las enfermedades que más han incidido en la región en el regio en los últimos años son Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA), Cólera, Dengue Clásico y Hemorrágico y Malaria.

Con la ejecución del proyecto beneficiara al casco urbano del municipio, se brindaría una forma rápida y eficaz para la recolección de estas aguas, para su correcto tratamiento.

## **1.4. Objetivos:**

### **1.4.1. Objetivo general:**

Diseñar el Sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento en la ciudad de Villa el Carmen, del departamento de Managua.

### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- ❖ Realizar estudio de población y consumo para la estimación de la población y cantidad de aguas residuales, para un periodo de 20 años
- ❖ Revisar y verificar los levantamientos topográficos existentes y completar en caso que falte sitios sin levantamiento.
- ❖ Diseñar un sistema de tratamiento para las aguas residuales que se ajuste a las condiciones socioeconómicas y ambientales del sitio.
- ❖ Elaborar el trazado de la red de recolección de aguas residuales que se ajuste a las condiciones naturales del terreno para que funcione por gravedad y el análisis hidráulico con el programa Civil 3D y Excel.
- ❖ Elaborar los planos constructivos del proyecto.
- ❖ Calcular las cantidades de obras y el costo estimado del proyecto.

## 1.5. Descripción del área de estudio

### 1.5.1. Ubicación geográfica y topográfica

El municipio de Villa el Carmen pertenece al departamento de Managua y está ubicado a 42 km de la cabecera departamental Managua

El municipio cuenta con una extensión territorial de 562.01 Km

Está ubicado entre las coordenadas 11° 58' latitud norte y 86° 30' longitud oeste y tiene sus límites:

- Al Norte Municipio de Mateare.
- Al Noreste Municipio de Ciudad Sandino. Al Sur Municipio de San Rafael del Sur. Al Sureste Municipio de el Crucero.
- Al Este Municipio de Managua.
- Al Oeste Municipio de Nagarote (Dpto. de León) y Océano Pacífico.

Figura 1. Ubicación Geográfica Villa El Carmen



### **1.5.2. Población**

El Municipio Villa El Carmen en 1,971 contaba con 6,816 habitantes, en 1995 la población aumentó a 24,230 habitantes, lo que representa una tasa anual de crecimiento del 5.43%, en el último período intercensal 71-95, mientras que para el periodo 95-2000 la tasa de crecimiento anual fue del 4.64%. Como puede observarse ambas tasa de crecimiento anual para los periodos 71-95 y 95-2000 son muy alta comparándolas con la tasa de crecimiento anual de Nicaragua 3.42% y 3.09%. Estas tasa de crecimiento municipal son superadas solamente por los municipios de Tipitapa y Mateare, los cuales presentas una de las TAC<sup>2</sup> más altas del País. Distribución de la población según Sexo (Anexo Cuadro 17)

La población del municipio por sexo se distribuye en 51.5% mujeres y un 48.5% hombres.

Proyecciones estadísticas de INIDE<sup>3</sup> señalan que para las elecciones de Octubre de 1,996 la población del municipio alcanzó los 26,220 habitantes, 12,657 mayores de 16 años y 13,562 menores de 16. La densidad poblacional es: 64 hab/km<sup>2</sup>.

### **1.5.3. Clima y precipitación**

En términos generales el clima es de tipo tropical seco con variaciones en Septiembre y Octubre, con clima húmedo en invierno; en Noviembre, Diciembre y Enero se presenta clima fresco.

Las precipitaciones en el municipio han sido bajas e irregulares. El promedio anual es de 1,097 mm. Los meses con mayores lluvias son Septiembre y Octubre con 262.2 y 217.6 mm respectivamente. La temperatura máxima es de 28.4° C. y la mínima es de 25.8° C. en todo el municipio.

### **1.5.4. Accidentes geográficos**

El municipio carece de fenómenos orográficos de importancia pues ocupa una extensa planicie. Riegan el municipio los pequeños ríos de: El Carrizal, El Jicote,

---

<sup>2</sup> TAC: Tasa anual de crecimiento

<sup>3</sup> INIDE: Instituto Nicaragüense de Estadística

Citalapa, El Carmen, La Chinampa, Soledad, La Aduana, San Diego, Güiscoyol y Ebse.

#### **1.5.5. Servicios existentes:**

##### **1.5.5.1. Servicio de educación**

Según el Ministerio de Educación, en el municipio existe una población estudiantil compuesta por 7,000 estudiantes que representan el 24% de la población apta para estudiar. Según estudio de Sociedad Agrícola en preescolar y primaria alcanzo 5,700 alumnos inscritos en 1,999 suma que representa el 20% de la población apta para estudiar.

##### **1.5.5.2. Salud**

Según la Delegación del Ministerio de Salud, el municipio de Villa El Carmen cuenta con 9 unidades de salud compuestos por: 1 centro de salud, sin camas, 8 puestos de salud en los que labora un auxiliar de salud diario y un médico que asiste periódicamente según las necesidades de la población.

Las enfermedades de mayor predominio en el área de salud son las siguientes: Enfermedades respiratorias agudas, parasitosis, e infecciones de vías urinarias. Y diarreas.

##### **1.5.5.3 Energía eléctrica y telecomunicaciones**

El municipio cuenta con el servicio de teléfonos y correos cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL). Villa El Carmen cuenta con una oficina de telecomunicaciones con un operador y un teléfono que proporciona servicio al público.

El municipio cuenta con el servicio público de energía domiciliar, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL).

El servicio de energía está extendido en las comunidades más pobladas del municipio, existen 1,742 viviendas que cuentan con este servicio, lo que representa una cobertura del 60% de las viviendas del municipio.

#### **1.5.5.4 Vivienda**

Villa El Carmen cuenta con 6,212 viviendas, con un índice habitacional de 5 personas por viviendas, las que están distribuidas en la cuadro 17, ubicada en Anexos.

En el municipio la vivienda es un problema generalizado debido al crecimiento poblacional, lo que provoca que normalmente en una vivienda vivan varias familias.

#### **1.5.5.5 Agua potable y alcantarillado**

Villa El Carmen cuenta con servicio público de agua potable cuya administración está a cargo de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

El sistema de agua potable existe en 7 comunidades: Los Cedros, Villa El Carmen y Santa Rita, Samaria, El Valle los Aburtos, El Caimito, Nandayosis 1 y 2. El resto de las comunidades se abastecen por medio de pozos y ríos. Dichas aguas fueron examinadas por personal del MINSA, la cual es clorada periódicamente para evitar cualquier enfermedad. Las conexiones domiciliarias están ubicadas mayoritariamente en las áreas urbanas del municipio, existen 1,269 conexiones, es decir un 25% de cobertura del total de las viviendas del municipio

En el municipio no existe servicio de alcantarillado sanitario, la población utiliza comúnmente la letrina tradicional de la que dispone un porcentaje de las viviendas y otro porcentaje no cuenta con ningún tipo de sistema de saneamiento y se da el fecalismo al aire libre en las poblaciones rurales.

## **1.6 Marco Teórico**

### **1.6.1 Generalidades**

Se denomina alcantarillado o también red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de tuberías y construcciones usado para la recogida y transporte de las aguas residuales, industriales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan. Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios

### **1.6.2 Período de diseño**

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, 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. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema (Anexo Cuadro 19), Período de Diseño para Estructuras de los Sistemas

### **1.6.3 Proyección de población**

Considerando el tiempo de diseño y con los datos brindados por el INIDE, se determina la tasa de crecimiento con la cual se obtuvo la proyección de la población utilizando el método de proyección geométrica

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 en base al crecimiento histórico.

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

Ecuación 1. Tasa de crecimiento geométrico

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

Ecuación 2. Población Proyectada

Dónde:

r (%): tasa de crecimiento

P<sub>f</sub>: Población Futura

P<sub>o</sub>: Población Inicial

n: años

### 1.6.4 Cantidad de aguas residuales

El sistema de alcantarillado de aguas residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua, así que los aportes de aguas circulan por las tuberías están casi a su totalidad constituida por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales, etc. Sin embargo se puede observar que no toda el agua abastecida por el acueducto vuelve, en forma de agua usada en el sumidero, debido a que una parte es descargada del sistema de recolección.

### 1.6.5 Caudal Medio

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

#### 1.6.5.1 Caudal Máximo

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon:

$$Q_{m\acute{a}x} = \left[ 1 + \frac{14}{4+P^{1/2}} \right] \times Q_m \quad \text{Ecuación 3. Gasto máximo de aguas residuales domésticas}$$

Donde:

Q máx.: Caudal máximo de aguas residuales domésticas.

P: Población servida en miles de habitantes.

Q<sub>m</sub>: Caudal medio de aguas residuales domésticas.

### 1.6.5.2 Caudal Mínimo

El caudal mínimo es un quinto del caudal promedio diario

### 1.6.5.3 Caudal de Infiltración

No se puede evitar la infiltración de aguas subterráneas principalmente freáticas a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la unión de colectores con las cámaras de inspección y en las mismas cámaras cuando permiten la infiltración de agua.

El coeficiente de infiltración varía según:

- ❖ La altura del nivel freático sobre el fondo del colector
- ❖ Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual
- ❖ Dimensión, estado y tipo de alcantarilla.

$$Q_d = Q_{m\acute{a}x} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst} \quad \text{Ecuación 4. Caudal de Diseño}$$

## 1.6.6 Hidráulica de las alcantarillas

### 1.6.6.1 Formula y coeficiente de rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning.

La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados y tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 5. Velocidad}$$

Dónde:

V= Velocidad (m/s)

n= Coeficiente de rugosidad

R= Radio Hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

Ecuación 6. Radio Hidráulico

Dónde:

Am= Área de la sección Mojada (m<sup>2</sup>)

Pm= Perímetro de la Sección Mojado

En la cuadro 20 (**Anexos**) se indican valores de coeficientes de rugosidad “n” de Manning, para la tubería de uso más corriente.

#### **1.6.6.2 Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la tubería deberá ser 150 mm

#### **1.6.6.3 Pendiente mínima**

La pendiente mínima se determina basada en la velocidad mínima que cumpla con auto limpieza, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de tensión de arrastres.

#### **1.6.6.4 Pérdida de carga adicional**

Al hacer un cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a  $0.25 (V_m)^2/2g$  entre la entrada y la entrada del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno los casos menor a 3 cm.

#### **1.6.6.5 Cambio de diámetro**

En los cambios de diámetros, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías. En el caso de que un pozo de visita descarguen 2 o más tuberías, deberá coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de la tubería de entrada a nivel más bajo con el de la tubería de salida.

#### **1.6.6.6 Ángulos entre tubería**

En todos los pozos de visitas o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y salida deberá tener un valor mínimo de 90 grados y máximo de 270 grados medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

#### **1.6.6.7 Velocidad de mínima**

La velocidad de arrastre es la mínima velocidad del flujo, que evita la sedimentación de los sólidos para prevenir la obstrucción del sistema. Para asegurar el buen funcionamiento del sistema el valor mínimo permitido será de 0.60 m/s a tubo lleno.

#### **1.6.6.8 Velocidad máxima**

La velocidad máxima se limita para reducir el daño por abrasión en las alcantarillas fijando en 3 m/s como valor máximo. Cuando una alcantarilla alcanza esta velocidad, es importante verificar la velocidad Crítica.

#### **1.6.6.9 Cobertura sobre tubería**

Por algunas circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

#### **1.6.6.10 Conexiones domiciliarias**

Las tuberías que conectan las descargas de aguas residuales de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías colectoras del alcantarillado sanitario, son denominadas conexiones domiciliarias. Ellas deberán instalarse por debajo de las tuberías del acueducto, inclusive de las tuberías inter domiciliarias.

### **1.6.7 Pozos de visita**

Un pozo de visita o cámara de inspección, es un elemento de la infraestructura urbana que permite el acceso, desde la superficie a las tuberías de sistemas de alcantarillado. Los pozos de visitas permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en los cambio de diámetro, dirección y pendiente.

La práctica más conveniente es localizarlos en cada cambio de dirección, de pendiente, de tamaño de tuberías, en las intersecciones de calles con una separación de 100 metros máximo.

### **1.6.8 Tratamientos de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.

En las operaciones físicas, prevalece la aplicación de las fuerzas físicas, entre estas se pueden ocupar rejas, mezclado, floculación, sedimentación, flotación y filtración.

En el proceso químico se produce la eliminación de los contaminantes, esto es provocado por la adición de compuestos químicos como la precipitación, transferencias de gases, absorción y la desinfección.

Los procesos biológicos son métodos en el cual se trata el agua para lograr eliminar sustancias orgánicas biodegradables presente en las aguas residuales, convirtiendo estas en gases que pueden escapar a la atmosfera y tejido celular biológico que puede eliminarse por sedimentación.

#### **1.6.8.1 Tipos de tratamiento**

Los tipos de tratamiento se determinan en dependencia de los niveles de aplicación del tratamiento y las características de las aguas residuales, pueden ser tratamientos preliminares, primarios, secundarios y terciarios. Sus unidades más importantes se presentan en la siguiente Cuadro 21 (Anexos).

#### **1.6.8.1.1 Tratamientos Preliminares**

Estos son destinados a preparar las aguas residuales para que reciban los tratamientos subsiguientes, sin perjudicar los equipos mecánicos y sin obstruir las tuberías. Las formas de tratamiento preliminares son:

- ❖ Protección de equipos mecánicos contra la abrasión.
- ❖ Reducción de la formación de depósitos pesados en tuberías.
- ❖ Separación de sólidos con sedimentadores, centrifugados filtros finos.
- ❖ Separación de gases con aeración, tanques de compensación u homogenización.

#### **1.6.8.1.2 Rejas**

Se usa para tratar aguas servidas domésticas y en la mayoría de las industrias, especial aquellas de tipo agrícola, alimenticio, etc. Su función es atrapar sólidos grandes como papeles, envases, trozos de madera, etc.

#### **1.6.8.1.3 Desarenadores**

Su función es remover arena, grava, cenizas u otro tipo de materiales sólidos pesados que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que los sólidos orgánicos putrescibles de las aguas residuales.

Los Desarenadores se deberán de usar cuando se quiera cumplir:

- ❖ Protección de equipos mecánicos.
- ❖ Reducción de la formación de depósitos pesados en tuberías.
- ❖ Reducción de la frecuencia de limpieza de las arenas acumuladas en los tanques de sedimentación primarios.
- ❖ Minimizar las pérdidas de volumen en los tanques de tratamiento biológicos.

#### **1.6.8.1.4 Tratamiento primario**

El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí que se conoce también como tratamiento mecánico.

Es un proceso físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión. En esta etapa se quiere reducir el DBO en hasta un 20% antes del vertido y un 50% de los sólidos en suspensión.

#### **1.6.8.1.5 Decantadores:**

Son unidades destinadas a remover solidos sedimentables de muy pocas partículas granulares y muchas floculantes.

De acuerdo con el funcionamiento:

- ❖ Tanques Sépticos: Sistemas convencionales muy utilizado en las áreas rurales por su costo relativamente bajo y el limitado mantenimiento que requiere.
- ❖ Tanque imhoff: Dos cámaras bien definidas, una superpuesta destinada a una decantación, una cámara inferior en donde se procesa la digestión de la materia orgánica depositada.
- ❖ Decantadores comunes y Separados: Tanque donde se verifica apenas la sedimentación, los lodos son removidos periódicamente.

#### **1.6.8.2 Tratamiento Secundario o Biológico**

Este tratamiento elimina la materia orgánica biodegradable de las aguas, que no han sido retiradas por el tratamiento primario. Este puede ser de tipo aerobio y anaerobio, eliminados de un 40% a un 60% de los sólidos suspendidos y de un 20% a un 40% la DBO<sub>5</sub>, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. El tratamiento secundario se acelera los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables.

### **1.6.8.2.1 Clasificación de los tratamientos secundarios**

Este sistema de tratamiento se puede clasificar en convencionales y no convencionales.

Los procesos convencionales abarcan aquellos que involucran mecanización de los sistemas, en tanto que los no convencionales no involucran mecanización pero requieren grandes áreas de terreno, estando enfocados mayormente al tratamiento de aguas servidas domésticas. Entre los sistemas se encuentran las lagunas de estabilización, lagunas anaeróbicas y Wetteland (lagunas de baja profundidad con presencia de plantas acuáticas).

Los principales tratamientos denominados no convencionales son los siguientes:

#### **1.6.8.2.1.1 Lagunas de estabilización:**

Este tipo de alternativas, las mayores difusiones las constituyen las lagunas de estabilización, con un amplio espectro de configuraciones dependiendo de las componentes unitarias involucradas. Las más aplicadas presentan las siguientes configuraciones:

- ❖ Facultativas en Serie o Paralelo
- ❖ Anaeróbicas – Facultativas

#### **1.6.8.2.1.2 Biofiltros**

El Biofiltro es un sistema que imita los humedales naturales, donde las aguas residuales se depuran por procesos naturales. Los Biofiltros son humedales artificiales de flujo subterráneo, diseñados para maximizar la remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales.

# **Capítulo II**

## **Estudio técnico del proyecto**

## **Capítulo II – Estudio técnico del proyecto**

Para el diseño de alcantarillado sanitario propuesto en esta monografía se realizó el procedimiento descrito a continuación, utilizando el método de investigación aplicada.

### **2.1 Fase estudio de campo**

#### **2.1.1 Recopilación de información.**

Se recopiló toda la información necesaria para realizar los diseños tales como datos poblacionales existentes, registro de consumo de agua, calidades de afluentes y efluentes en plantas de tratamientos cercanos, etc.

#### **2.1.2 Reconocimiento y análisis de la zona en estudio**

Se reconoció cada una de las zonas en estudio destacando las variaciones topográficas pertinentes.

#### **2.1.3 Estudio Socioeconómico**

Los datos poblacionales y socioeconómicos se obtuvieron mediante la página web: [www.INIDE.com.ni](http://www.INIDE.com.ni) que nos proporcionó la información poblacional actual del municipio.

Los planos topográficos se obtuvieron mediante estudios anteriores de la topografía del terreno, puntos con sus elevaciones respectivas para el análisis del terreno donde se propuso el punto más bajo para la planta de tratamiento así las aguas residuales llegan por gravedad.

#### **2.1.4 Estudio de Suelo**

Se realizó el estudio de suelo en el lugar donde se ubicará la planta de tratamiento y por donde pase la red de alcantarillado para saber las características y los comportamientos de los suelos presentes y estimar el costo de corte y relleno.

### **2.1.5 Levantamiento topográfico**

En el levantamiento topográfico se tomó la planimetría y altimetría de todas las calles de la zona de estudio ubicando todo lo que sea de importancia y que se tome en cuenta en el diseño. Además se levantó el predio donde se ubicara la planta de tratamiento.

## **2.2 Fase estudio de gabinete**

### **2.2.1 Proyección de la población y consumos**

#### **2.2.1.1. Población**

El método propuesto para el cálculo de la tasa de crecimiento es del tipo geométrico por ser el más utilizado en Nicaragua el cual se define como:

$$Pd = Po \times (1 + r)^n \qquad \text{Ecuación 7. Población de diseño}$$

Donde:

Pd: población de diseño

Po: población actual

r: tasa de crecimiento anual de la población

n: periodo de diseño del proyecto

### **2.2.2 Estimación del caudal de diseño**

La producción de agua residual se calculó con las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales” de INAA, de acuerdo a las características del terreno, los caudales: medios, máximos y de infiltración se calcularán con las formulas citadas a continuación:

### 2.2.2.1 Caudal Medio:

$$Q_{med} = \frac{C \times P \times Dot}{86400}$$

Ecuación 8. Caudal Medio

$$Q_{med} = \frac{0.80 \times P \times Dot}{86400}$$

Donde:

Q: Caudal medio.

C: Coeficiente de retorno (0.80)

P: Población que puede ser de acuerdo al cálculo del caudal máximo o mínimo

Dot: Consumo promedio de agua, en litros por persona por día.

### 2.2.2.2 Caudal Máximo:

$$CPD = Q_m \times P$$

Ecuación 9: Consumo promedio diario

$$Q_{max} = H \times CPD$$

Ecuación 10. Caudal Máximo

Donde H: factor de Harmon se define como:

P: población de diseño en miles de persona

CPD: Consumo Promedio Diario

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Ecuación 19. Factor de Harmon

### **2.2.2.3 Caudal de Diseño**

$$Qd = Qmax + Qinf + Qind + Qcom + Qint$$

Ecuación 10. Caudal de Diseño

Dónde: Qd: caudal máximo de diseño.

Qmax: caudal máximo

Qinf: caudal infiltración

Qind: caudal industrial

Qcom: caudal comercial

Qint: Caudal institucional o público.

Se verifico que existan áreas destinadas a comercio o la posibilidad de instalación de industria, escuelas, expansión territorial de la población u otra institución.

### **2.2.3 Red de recolección**

#### **2.2.3.1 Trazado de la red**

Se estudiaron las diferentes alternativas de trazado de acuerdo a la topografía y se analizó cual se ajusta mejor a las condiciones del terreno, para que permita que el agua drene por gravedad y presente menores profundidades de excavación.

#### **2.2.3.2 Calculo hidráulico de la red**

Se realizó un análisis hidráulico en las alternativas trazadas mediante una hoja de cálculo utilizando Microsoft Excel y mediante el programa Civil 3D y se presentaran los resultados en tablas de datos de los caudales de diseños, caudales de relaciones hidráulicas, velocidad de flujo, elevaciones invertidas, profundidades y volúmenes aproximado de excavación entre cada tramo entre otros.

## **2.3 Tratamiento de aguas residuales domésticas**

Las unidades de tratamiento de las aguas residuales se diseñó según los parámetros recomendados en las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales” del Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA), según procedimientos presentados anteriormente y criterios que se muestran según el caso.

### **2.3.1 Ubicación del sitio de tratamiento**

Se seleccionó el sitio para la planta de tratamiento que se puede drenar por gravedad y cumpla con las normas del INAA.

### **2.3.2 Selección del tipo de tratamiento**

Para identificar el tipo de tratamiento se investigó los parámetros de calidad de las aguas residuales en el municipio del Managua y en San Rafael del Sur, por ser este el lugar más cercano que cuenta con sistema de alcantarillado sanitario y de esta manera se asumió el dato de DBO<sub>5</sub> y coliformes fecales. Se tomara en cuenta el lugar donde estará ubicado, el área que se disponga, la cantidad de población a servir, el nivel freático y el sitio donde se descargarán los efluentes.

#### **2.3.2.1 Los tipos de tratamiento previstos son los siguientes:**

##### **2.3.2.2 Tratamiento preliminar**

###### **2.3.2.2.1 Rejas de limpieza manual**

###### **2.3.2.2.1.1 Caudal de diseño**

Caudal máximo y caudal medio del día.

###### **2.3.2.2.1.2 Velocidad de paso**

Velocidad mínima = 0.40 m/s – 0.60 m/s

Velocidad máxima = 0.75 m/s – 0.90 m/s

Hay que verificar la velocidad para el caudal medio.

### 2.3.2.2.1.3 Área útil efectiva (Au)

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{V}$$

Ecuación 11. Área útil efectiva (Au)

Dónde:

Hmax = profundidad del agua del canal (cajas de las rejas)

### 2.3.2.2.1.4 Área total de las Rejas

Conociendo la abertura de las barras (a) así como el espesor de la misma (t) se puede calcular el área total o sección de flujo aguas arriba.

$$S = A_{\text{total}} = \frac{A_u}{E}$$

Ecuación 12. Área total de las Rejas

### 2.3.2.2.1.5 Eficiencia

Representa la relación entre el área libre y el área total del canal.

$$E = \frac{a}{a+b}$$

Ecuación 13. Eficiencia

Varia de 0.60 – 0.85. Usualmente 0.75

### 2.3.2.2.1.6 Ancho de Rejas (b)

$$A_t = b \times H_{\max}$$

Ecuación 14. Ancho de Rejas (b)

$$b = \frac{A_t}{H_{\max}}$$

b= ancho de las rejas

### 2.3.2.2.1.7 Pérdida de carga (Hfo)

El nivel de aguas de la rejas es determinado por el nivel de agua de la unidad o canal subsiguiente o por la pérdida de carga en la reja:  $H_{fo} > 0.15\text{m}$ ,  $\text{max} = 0.30\text{m}$ .

Formula de Kirschmer (Barras limpias)

$$h_{fo} = K \left( \frac{t}{a} \right) \sin \theta \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

Ecuación 15. Pérdida de carga (Hfo)

$h_{fo}$  = pérdida de carga en m.

K = factor que depende la forma de la sección rectangular  $k=2.42$ , circular  $k=1.79$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$a$  = cobertura o espacio libre entre las barras

$t$  = espesor de las barra

$\Theta$  = ángulo que las barras hacen con la horizontal

$V$  = velocidad aguas arriba m/s

### 2.3.2.2.1.8 Pérdida de carga parcialmente obstruida

$$Hf = (E/E_0)^2 hfo \quad \text{Ecuación 16. Pérdida de carga parcialmente obstruida}$$

E= relación de área abierta con reja limpia para el 25%

Eo= relación área abierta bajo la condición. Parcialmente obstruida

$$Hf = (E/0.75E_0)^2 \quad \text{Ecuación 17. Pérdida de carga parcialmente obstruida}$$

### 2.3.2.2.1.9 Verificación de la velocidad promedio

$$At' = b \times Hmed$$

$$Au' = At' \times E$$

Ecuación 18. Verificación de la velocidad promedio

$$Vprom = \frac{Hmed}{Au'} \quad \text{Ecuación 19. Verificación de la velocidad promedio}$$

$$0.40 \frac{m}{s} < Vprom < 0.75 \frac{m}{s}$$

### 2.3.2.2.1.10 Tirante del canal de la Reja

$$y = Hmax + Hfo + B.L \quad \text{Ecuación 20. Tirante del canal de la Reja}$$

BL= borde libre.

### **2.3.3 Tratamiento primario**

#### **2.3.3.1 Tanque Imhoff:**

Los parámetros para el diseño del tanque se exponen en el cuadro 21 (Anexos)

#### **2.3.4 Biofiltros:**

Los principales parámetros de diseño para este tipo de tratamiento, se sustentan en los resultados de calidad del efluente (carga orgánica en  $DBO_5$  y coliformes fecales), la profundidad y geometría, el tiempo de residencia hidráulica y la carga hidráulica.

##### **❖ Calidad del Efluente:**

Se ajustarán al criterio del diseñador y se comparará que el resultado de coliformes fecales sea menor a  $1.0E+0.3$  NMP/100ml. con estos valores se dimensionará los Biofiltros ajustándolos a los demás criterios.

##### **❖ Profundidad, geometría y pendiente:**

La profundidad del lecho se establece de una manera conocida entre el rango establecido en la norma, 0.6 m a 0.9 m. La relación largo y ancho  $L/B \geq 2$  con taludes con relación 1:1.5.

##### **❖ Tiempos de Retención Hidráulica:**

El tiempo de retención será de 3 a 7 días. El tiempo de retención por remoción de E. Coli se requiere de un mínimo de 5 días, cuando se trabaja tratamiento secundario.

##### **❖ Carga Hidráulica:**

La distribución del flujo de agua pre tratada afluente al Biofiltros será uniforme en toda superficie y la carga hidráulica utilizada entre el rango 470 a 1870  $m^3/Ha \cdot día$ .

##### **❖ Lecho Filtrante:**

El material del terreno del lecho filtrante será hormigón rojo de 15 a 50 mm, en la mayoría con una conductividad hidráulica de 8000 m/día y de pedrín en la entrada y salida de cada unidad.

### ❖ **Vegetación:**

El tipo de vegetación a usar será platanillo y el césped de ambas plantas resulta efectivas en el tratamiento de aguas residuales y pueden elegirse si se desea obtener algún efecto.

### ❖ **Tiempo de Residencia Hidráulica (TRH)**

Ecuación 21. Tiempo de Residencia Hidráulica

$$Trh = \frac{As * Hm * n}{Qm}$$

Ecuación 22. Tiempo de Residencia Hidráulica

### ❖ **Área Superficial**

$$As = \frac{Qm(LnSo - LnS)}{Kd * Hm * n}$$

Ecuación 23. Área Superficial

### ❖ **Concentración de Coliformes Fecales en el Efluente**

$$N = No * e^{-Kd * Tr}$$

Ecuación 24. Concentración de Coliformes Fecales en el Efluente

### ❖ **Constancia de Velocidad de Reacción en Función de la Temperatura**

$$Kd = K_{20^{\circ}C} * (1.06^{T-20^{\circ}C})$$

Ecuación 25. Velocidad de Reacción

### ❖ **Constante de Velocidad de Reacción en 20°C**

$$K_{20^{\circ}C} = 1.839 * 37.31 * n^{4.172}$$

### ❖ **Carga Orgánica Superficial**

$$Lorg = \frac{So * Hm * n}{Tr}$$

Ecuación 26. Carga Orgánica Superficial

❖ Dimensiones L, B

$$B = \frac{As^{0.5}}{x}$$

Ecuación 27. Dimensiones L, B

$$X = \frac{L}{B}$$

$$L \frac{As}{B}$$

Donde:

Qm: Caudal promedio a través del humedal.

Hm: Profundidad media del lecho filtrante

As: Área Superficial

Kd: Constante de velocidad de reacción en función de la temperatura

n: Porosidad del sistema o lecho filtrante

So: Concentración de DBO<sub>5</sub> en la entrada en mg/l

S: concentración de DBO<sub>5</sub> en la salida en mg/l

# **Capítulo III**

## **Resultados y Discusión**

## **Capítulo III –Resultados y Discusión**

### **3.1 Conceptualización del proyecto**

Con el objetivo de brindar solución al sistema de alcantarillado sanitario en los barrios del sector de Villa el Carmen y proponer una planta de tratamiento del mismo. Aplicando cada uno de los criterios técnicos que establecen los parámetros de diseño.

#### **3.1.1 Estudio socioeconómico**

La población de los barrios del sector de Villa el Carmen departamento de Managua está distribuido de la siguiente manera: El 40% de la población son hombres, el 35% mujeres y el 25% niños. Se muestra en la figura 2 del gráfico de distribución poblacional de los barrios de Villa el Carmen y es representativamente homogénea. El 54% son personas adultas y un 46% niños. Se muestra en la figura 2 del gráfico de clasificación de la población.

El 58% de los jefes de familia son varones y el 42% mujeres. Se muestra en la figura 4 del gráfico de clasificación de la población por sexo.

En la figura 5 del gráfico de actividad laboral se muestra que el desempleo es lo que más predomina ya que un 33% de la población se encuentra desempleada, el resto se dedica a las siguientes actividades: el 22% jornaleros, el 22% comerciante, el 21% asistente del hogar y el 2% guarda de seguridad.

Figura 2. Gráfico de distribución poblacional de los barrios de Villa el Carmen



Fuente. Propia

Figura 3. Gráfico de porcentajes de adultos y niños



Fuente. Propia

Figura 4. Gráfico clasificación de la población por sexo



Fuente. Propia

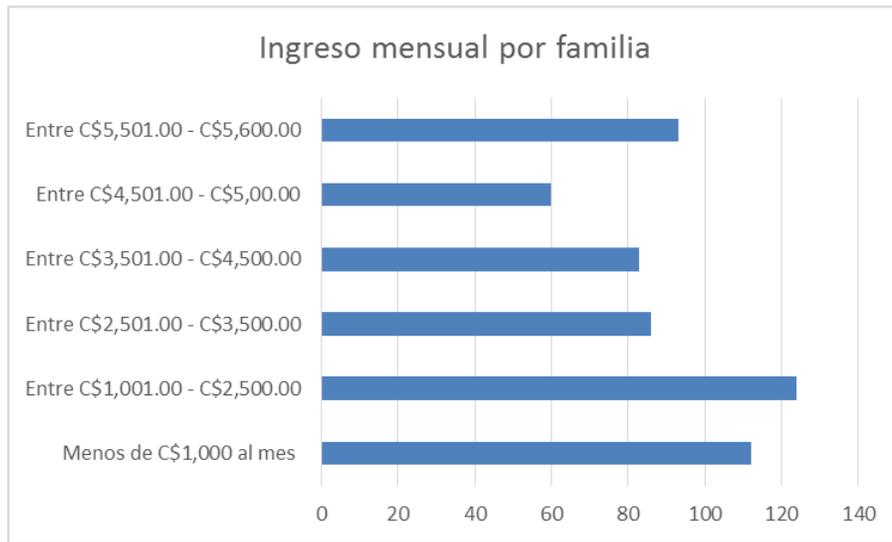
Figura 5. Gráfico actividad laboral



Fuente. Propia

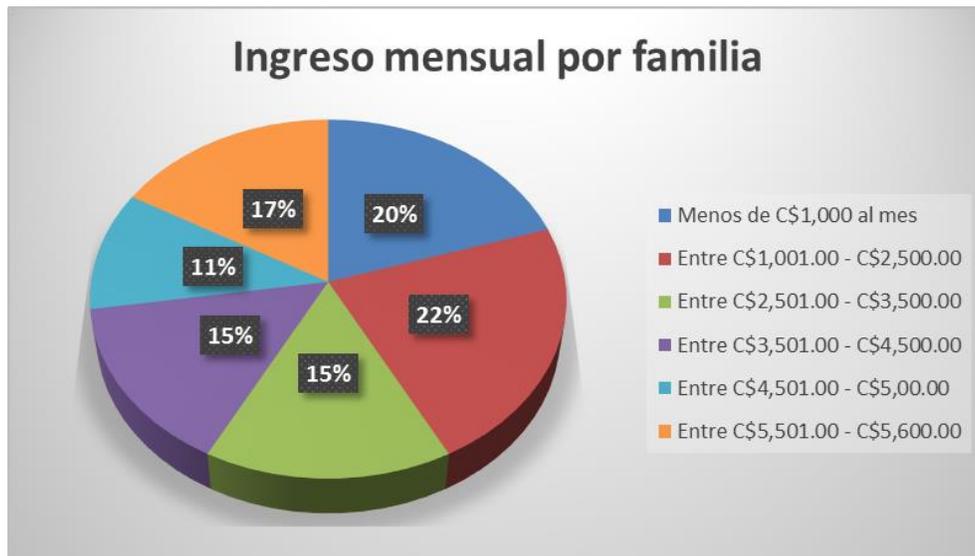
En la figura 5 del gráfico de actividad laboral se deduce que en la mayoría de los hogares es el hombre el que lleva la responsabilidad de obtener ingresos económicos y es de suponer que las mujeres se dedican en mayor parte a la labor del hogar.

Figura 6. Gráfico ingreso mensual por familia



Fuente. Propia

Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia



Fuente. Propia

En la figura 7 del grafico muestra el ingreso mensual por familia más predominante anda entre C\$1,001.00 a C\$2,500.00 con un 22%. Siendo el ingreso más bajo mensual por familia menos de C\$1,000.00 con un 20%, de C\$5,501.00 a C\$5,600.00 con un 17%, de C\$2,501.00 a C\$3,500.00 con un 15%, de C\$3,501.00 a C\$4,500.00 con un 15% y de C\$4,501.00 a C\$5,000.00 con un 11%.

### 3.1.2 Proyección de Población

#### 3.1.2.1 Tasa de Crecimiento

Se tomó como valor a representar de la tasa de crecimiento para Proyección de la Población 4%, este valor se encuentra dentro del rango de las normas (2.5 - 4.0%), para poblaciones urbanas y/o rurales en Nicaragua.

#### 3.1.2.2 Calculo de la Proyección de la Población

La población de diseño de nuestro proyecto se calculó aplicando la fórmula de Población al final del Periodo de Diseño

Cuadro 1. Proyección de la población a partir del año 2018

<b>Año</b>	<b>Población Villa El Carmen</b>
2019	10143
2020	10396
2021	10656
2022	10923
2023	11196
2024	11476
2025	11762
2026	12056
2027	12358
2028	12667
2029	12983
2030	13308
2031	13641
2032	13982
2033	14331
2034	14690
2035	15057
2036	15433
2037	15819
2038	16215
2039	16620

Fuente. Propia

En el cuadro 1 se muestra los resultados de cálculo de la proyección de la población para un periodo de 20 años siendo la población inicial de 10,143 habitantes al final del periodo para el año 2039 resulto una población de 16,620 habitantes.

### **3.2. Estudio de suelos – Villa el Carmen. Managua**

El siguiente estudio de suelo fue realizado en el KM 43 carreteras Masachapa-Managua con el fin de utilizarlo para el proyecto de Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento en el sitio Villa El Carmen, Managua.

#### **3.2.1. Programa de exploración y equipos utilizados**

Los trabajos de perforación se efectuaron con una (1) maquina perforada marca ACKER DRILL, con sus aditamentos para la explotación de suelos. Al efectuar los sondeos se tomó un registro continuo de muestra del subsuelo, extrayéndose estas en la medida de la dureza del subsuelo, con el saca muestras dividido o cuchara normal (SPLIT SPOON), y ejecutándose a la vez la Prueba Normal de Penetración Estándar de acuerdo con el Método ASTM D 1586-85.

Las muestras extraídas de los sondeos se clasificaron visualmente y el tacto en el campo, y luego fueron trasladado al Laboratorio, donde se seleccionaron tres (3) muestras típicas a las que se le efectuaron las pruebas necesarias para su identificación definitiva de acuerdo al método de clasificación ASTM D 2487

En total se perforaron 6 metros, a través de un (1) sondeo de 20 pies de profundidad.

#### **3.2.2. Métodos de muestreo y ensayos**

Las muestras de los sondeos fueron extraídas con la cuchara normal al momento de la ejecución de la prueba STP (ASTM D 1586-85). En los ensayos de laboratorio de los suelos se emplearon los métodos ASTM siguientes:

Cuadro 2. Métodos de ensayos

ENSAYES DE LABORATORIO	DESIGNACION A.S.T.M
<b>Granulometría</b>	A.S.T.M C 136 Y C 117
<b>Límites de Atterberg</b>	A.S.T.M D 4318
<b>Clasificación de suelos para fines de ingeniería</b>	A.S.T.M D 2487
<b>Humedad Natural</b>	A.S.T.M D 2216

Fuente. Laboratorio Uni-Esteli

### 3.2.3 Características del sub-suelo

#### 3.2.3.1 Estratigrafía

Los suelos encontrados desde la superficie del terreno hasta el final del sondeo corresponden a un estrato de textura arcillosa con arena, con coloración café oscuro, grisácea y café claro. Si clasificación es **(CL)**, y tiene límite líquido que va de 39 a 46% e índice plástico que va de 18 a 24% y sus partículas pasan de 85 a 86% por el tamiz #4 y de 69 a 80% por el tamiz #200.

En condiciones de laboratorio se realizó Ensaye Triaxial en la muestra de suelo arcilloso con arena, reproducida a un 95% Proctor Estándar que es la densidad con la se deberá compactar el material en el sitio del proyecto.

Seguidamente se fabricaron tres (3) probetas para efectuar el Ensaye Triaxial con esfuerzo confinante de **0.5 1.0 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup>**, según el método A.S.T.M D 2850 para obtener los parámetros físico-mecánico que se presentan a continuación:

Cuadro 3. Parámetros Físicos - Mecánicos

PARAMETROS MEDIDOS	RESULTADOS
<b>Peso volumétrico al 95% Proctor Estándar,(kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1,650
<b>Angulo de Fricción Interna,(grados)</b>	20
<b>Cohesión, C (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	1.4
<b>Contenido de humedad natural,(%)</b>	33.5

Fuente. Laboratorio Uni-Esteli

### 3.2.4 Resistencia a la penetración estándar (S.P.T)

La resistencia a la Penetración Estándar (STP) encontrada en el sondeo desde la superficie hasta los 2.74 metros de profundidad indica que el suelo presenta una condición de baja a mediana compactidad con valores de 3 a 27 golpes/pies.

Seguidamente y hasta el final de los sondeos, la resistencia del sub-suelo aumenta con la profundidad a condiciones medianamente compactas y muy compactas con valores de 47 y más de 50 golpes/pies.

A las profundidades exploradas no se encontró Nivel Freático. La humedad natural del suelo encontrada en los sondeos vario de 28.8% a 47.2%.

### 3.2.5 Análisis de condiciones

Con los resultados de la Prueba de Penetración Estándar (SPT) y aplicando la teoría de Meyerhof, se obtuvo la capacidad soporte en las profundidades de desplante que se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 4. Capacidad de soporte

No.Sondeo	1
Profundidad de Desplante, pie(mts)*	5(1.52)
N, Golpes prof.Activa,N	13
Capacidad Admisible, Kg/cm <sup>2</sup>	2.38
Capacidad Recomendada, Kg/cm <sup>2</sup>	1.0

Fuente. Laboratorio Uni-Esteli

\*La profundidad de Desplante, está referida a la superficie del terreno existente al momento de la ejecución de los análisis.

### **3.3 Resumen del trazado de red de alcantarillado**

#### **3.3.1 Estimación del caudal de diseño**

La producción de agua residual se realiza con las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales” de INAA, de acuerdo a las características del terreno, los caudales: medios, máximos y de infiltración se calcularán con las formulas citadas en el marco teórico de este estudio:

#### **3.3.2 Trazado de colectores.**

Del plano general de la comunidad con curvas de nivel se ubicaron las tuberías con lo establecido en las normas de diseño, que dando ubicadas de la siguiente manera:

Se presentan los resultados de las memorias de:

- ❖ Memoria de cálculo de diseño de la red.
- ❖ Memoria de cálculo de hidráulicos de la red
- ❖ Calculo topográfico de la red

Figura 8. Fotografía Trazado de colectores villa el Carmen



Fuente. Propia

Cuadro 5. Cálculo de topografía de la red de alcantarillado sanitario

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO																		
Tramo	Pozos de Visita		Longitud	Diametro	Pendiente		Elevacion Terreno		Elevacion Corona		Elevacion Invertida		Profundidad Corona		Profundidad Excavacion		Caída Calculada	Caída Propuesta
	Numero	Del Pozo			Al pozo	Terreno	Tubería	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba	A. Abajo	A. Arriba		
			(m)	(mm)	%	%	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	STR - (511)	STR - (512)	77.17	150	1.1	3	109.8	108.95	108.25	106.47	108.4	106.32	108.55	106.47	1.4	2.63	0.03	0.03
2	STR - (512)	STR - (513)	92.83	150	1.89	3	108.95	107.2	106.47	105.72	106.32	105.57	106.47	105.72	2.63	1.63	0.04	0.04
3	STR - (513)	STR - (514)	83.88	150	2.18	3	107.2	105.37	105.72	103.35	105.57	103.2	105.72	103.35	1.63	2.17	0.05	0.05
4	STR - (514)	STR - (515)	90.95	150	1.65	3	105.37	103.87	103.35	101.86	103.20	101.71	103.35	101.86	2.17	2.16	0.06	0.06
5	STR - (515)	STR - (516)	90.48	150	0.86	3	103.87	103.09	101.86	101.02	101.71	100.87	101.86	101.02	2.16	2.22	0.07	0.07
6	STR - (516)	STR - (517)	90.22	150	0.68	3	103.09	102.48	101.02	100.26	100.87	100.11	101.02	100.26	2.22	2.37	0.07	0.07
7	STR - (517)	STR - (518)	87.89	150	1.23	3.5	102.48	101.4	100.26	99.42	100.11	99.27	100.26	99.42	2.37	2.13	0.08	0.08
8	STR - (518)	STR - (519)	84.86	200	1.41	3	101.4	100.2	99.47	98.76	99.27	98.56	99.47	98.76	2.13	1.64	0.09	0.09
9	STR - (519)	STR - (520)	93.02	200	1.04	3	100.2	99.23	98.76	97.31	98.56	97.11	98.76	97.31	1.64	2.12	0.09	0.09
10	STR - (520)	STR - (521)	86.73	200	1.05	3	99.23	98.32	97.31	96.2	97.11	96	97.31	96.2	2.12	2.32	0.1	0.1
11	STR - (521)	STR - (522)	90.44	200	0.81	3	98.32	97.59	96.2	95.4	96.00	95.2	96.2	95.4	2.32	2.39	0.1	0.1
12	STR - (522)	STR - (523)	85.27	200	0.8	3	97.59	96.91	95.4	94.88	95.20	94.68	95.4	94.88	2.39	2.23	0.1	0.1
13	STR - (523)	STR - (524)	84.98	200	1.38	3	96.91	95.74	94.88	93.58	94.68	93.38	94.88	93.58	2.23	2.36	0.11	0.11
14	STR - (524)	STR - (525)	60.04	250	2.02	3	95.74	94.53	93.63	93.42	93.38	93.17	93.63	93.42	2.36	1.36	0.11	0.11
15	STR - (525)	STR - (526)	107.44	250	1.82	3	94.53	92.57	93.42	91.13	93.17	90.88	93.42	91.13	1.36	1.69	0.11	0.11
16	STR - (526)	STR - (527)	80	250	1.42	2.5	92.57	91.43	91.13	89.56	90.88	89.31	91.13	89.56	1.69	2.12	0.11	0.11

Fuente. Propia

Cuadro 5. Cálculo de topografía de la red de alcantarillado sanitario

17	STR - (591)	STR - (592)	60	150	-1.97	3	112.94	114.12	112.4	112.15	112.25	112.00	112.4	112.15	0.69	2.12	0.03	0.03
18	STR - (592)	STR - (593)	84.98	150	0.82	3	114.12	113.42	112.15	111.96	112.00	111.81	112.15	111.96	2.12	1.61	0.04	0.04
19	STR - (593)	STR - (594)	61.88	150	1.16	3	113.42	112.7	111.96	110.77	111.81	110.62	111.96	110.77	1.61	2.08	0.05	0.05
20	STR - (594)	STR - (595)	63.03	150	2.3	3	112.7	111.25	110.77	110.04	110.62	109.89	110.77	110.04	2.08	1.36	0.06	0.06
21	STR - (595)	STR - (596)	87.45	150	1.46	3	111.25	109.97	110.04	108.46	109.89	108.31	110.04	108.46	1.36	1.66	0.07	0.07
22	STR - (596)	STR - (597)	59.03	150	3.34	3.5	109.97	108	108.46	106.55	108.31	106.4	108.46	106.55	1.66	1.6	0.08	0.08
23	STR - (597)	STR - (598)	56	150	4.13	4.5	108	105.69	106.55	104	106.40	103.85	106.55	104	1.6	1.84	0.11	0.11
24	STR - (598)	STR - (599)	63.07	200	2.14	3	105.69	104.34	104.05	103.43	103.85	103.23	104.05	103.43	1.84	1.11	0.09	0.09
25	STR - (599)	STR - (600)	94.55	200	1.7	3	104.34	102.73	103.43	102.07	103.23	101.87	103.43	102.07	1.11	0.86	0.09	0.09
26	STR - (600)	STR - (601)	84.14	200	0.49	3	102.73	102.32	102.07	101.19	101.87	100.99	102.07	101.19	0.86	1.33	0.1	0.1
27	STR - (601)	STR - (602)	95.86	200	0.63	3	102.32	101.72	101.19	100.45	100.99	100.25	101.19	100.45	1.33	1.47	0.1	0.1
28	STR - (602)	STR - (603)	70	200	0.84	3	101.72	101.13	100.45	99.73	100.25	99.53	100.45	99.73	1.47	1.6	0.1	0.1
29	STR - (603)	STR - (604)	101.93	250	0.73	3	101.13	100.39	99.78	99.12	99.53	98.87	99.78	99.12	1.6	1.52	0.11	0.11
30	STR - (604)	STR - (605)	90.89	250	0.94	3	100.39	99.54	99.12	98.25	98.87	98	99.12	98.25	1.52	1.54	0.11	0.11
31	STR - (605)	STR - (606)	87.18	250	0.91	3	99.54	98.75	98.25	97.58	98.00	97.33	98.25	97.58	1.54	1.42	0.11	0.11
32	STR - (606)	STR - (607)	90	250	0.68	3	98.75	98.14	97.58	96.98	97.33	96.73	97.58	96.98	1.42	1.41	0.12	0.12
33	STR - (607)	STR - (608)	90	250	0.81	3	98.14	97.41	96.98	96.31	96.73	96.06	96.98	96.31	1.41	1.35	0.12	0.12
34	STR - (608)	STR - (609)	64.41	250	2.1	2.5	97.41	96.06	96.31	94.95	96.06	94.7	96.31	94.95	1.35	1.36	0.11	0.11
35	STR - (609)	STR - (610)	61.18	250	1.55	2.5	96.06	95.11	94.95	94.27	94.70	94.02	94.95	94.27	1.36	1.09	0.11	0.11
36	STR - (610)	STR - (611)	80	250	0.6	2.5	95.11	94.63	94.27	93.45	94.02	93.2	94.27	93.45	1.09	1.43	0.11	0.11
37	STR - (611)	STR - (612)	80	250	0.75	2.5	94.63	94.03	93.45	92.01	93.20	91.76	93.45	92.01	1.43	2.27	0.11	0.11
38	STR - (612)	STR - (527)	80	250	3.25	2.5	94.03	91.43	92.01	89.56	91.76	89.31	92.01	89.56	2.27	2.12	0.11	0.11

Fuente. Propia

Cuadro 5. Cálculo de topografía de la red de alcantarillado sanitario

39	STR - (632)	STR - (633)	63.57	150	3.87	5	99.95	97.49	97.23	96.49	97.08	96.34	97.23	96.49	2.87	1.15	0.04	0.04
40	STR - (633)	STR - (634)	81.39	150	-1.65	3	97.49	98.83	96.49	96.17	96.34	96.02	96.49	96.17	1.15	2.81	0.04	0.04
41	STR - (634)	STR - (635)	61.49	150	1.46	3	98.83	97.93	96.17	95.86	96.02	95.71	96.17	95.86	2.81	2.22	0.05	0.05
42	STR - (635)	STR - (636)	73.19	150	2.42	3	97.93	96.16	95.86	93.90	95.71	93.75	95.86	93.9	2.22	2.41	0.06	0.06
43	STR - (636)	STR - (637)	60.91	150	0.64	3	96.16	95.77	93.9	93.65	93.75	93.5	93.9	93.65	2.41	2.27	0.06	0.06
44	STR - (637)	STR - (638)	61.58	150	0.6	3	95.77	95.4	93.65	92.90	93.50	92.75	93.65	92.9	2.27	2.65	0.07	0.07
45	STR - (638)	STR - (639)	60.38	150	0.51	3.5	95.4	95.09	92.9	92.71	92.75	92.56	92.9	92.71	2.65	2.53	0.08	0.08
46	STR - (639)	STR - (640)	73.94	150	-3.1	4	95.09	97.38	92.71	92.52	92.56	92.37	92.71	92.52	2.53	5.01	0.1	0.1
47	STR - (640)	STR - (641)	60	150	-1.48	5	97.38	98.27	92.52	92.48	92.37	92.33	92.52	92.48	5.01	5.94	0.12	0.12
48	STR - (641)	STR - (642)	60.02	200	2.4	3	98.27	96.83	92.53	92.42	92.33	92.22	92.53	92.42	5.94	4.61	0.09	0.09
49	STR - (642)	STR - (643)	61.12	200	6.23	5	96.83	93.02	92.42	91.57	92.22	91.37	92.42	91.57	4.61	1.65	0.13	0.13
50	STR - (643)	STR - (644)	66.33	200	5.52	5	93.02	89.36	91.57	88.66	91.37	88.46	91.57	88.66	1.65	0.9	0.14	0.14
51	STR - (644)	STR - (645)	72.6	200	3.02	3	89.36	87.17	88.66	85.88	88.46	85.68	88.66	85.88	0.9	1.49	0.1	0.1
52	STR - (645)	STR - (646)	70	200	1.6	3	87.17	86.05	85.88	84.89	85.68	84.69	85.88	84.89	1.49	1.36	0.1	0.1
53	STR - (646)	STR - (647)	70	200	0.01	3	86.05	86.04	84.89	84.85	84.69	84.65	84.89	84.85	1.36	1.39	0.1	0.1
54	STR - (647)	STR - (531)	62.24	200	-1.91	3	86.04	87.23	84.85	84.82	84.65	84.62	84.85	84.82	1.39	2.61	0.11	0.11
55	STR - (527)	STR - (528)	90.8	300	2.3	2	91.43	89.34	89.61	87.68	89.31	87.38	89.61	87.68	2.12	1.96	0.121	0.121
56	STR - (528)	STR - (529)	83.1	300	1.73	2	89.34	87.9	87.68	86.38	87.38	86.08	87.68	86.38	1.96	1.82	0.121	0.121
57	STR - (529)	STR - (530)	75.85	300	-0.04	2	87.9	87.93	86.38	85.70	86.08	85.4	86.38	85.7	1.82	2.53	0.121	0.121
58	STR - (530)	STR - (531)	80	300	0.88	3.5	87.93	87.23	85.7	84.92	85.40	84.62	85.7	84.92	2.53	2.61	0.209	0.209

Fuente. Propia

Cuadro 6. Resultados de cálculo de caudal de diseño en la red de alcantarillado

CALCUIO DE CAUDALES DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO																	
Tramo	Pozos de Visitas		Longitud	No. De Lotes			Poblacion		Area			Harmon		Qprom	Qmax	Qinf	Qdiseño
Numero	Del Pozo	Al Pozo		Local	Tributaria	Total	Servida	Acumulada	Local	Tributaria	Total	Calculado	Propio				
			(m)				(hab)	(hab)	(m2)	(m2)	(m2)			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	STR - (511)	STR - (512)	77.17	107	0	107	0	303	7522.777	0	7522.78	4.08	3	0.315	0.945	0.045	0.99
2	STR - (512)	STR - (513)	92.83	90	107	197	303	558	12404.39	7522.78	19927.17	3.95	3	0.58	1.74	0.12	1.86
3	STR - (513)	STR - (514)	83.88	115	197	312	558	884	10845.789	19927.17	30772.96	3.83	3	0.919	2.757	0.185	2.942
4	STR - (514)	STR - (515)	90.95	107	312	419	884	1187	10276.326	30772.96	41049.29	3.75	3	1.234	3.702	0.246	3.948
5	STR - (515)	STR - (516)	90.48	113	419	532	1187	1507	11777.46	41049.29	52826.75	3.68	3	1.567	4.701	0.317	5.018
6	STR - (516)	STR - (517)	90.22	87	532	619	1507	1754	11567.343	52826.75	64394.09	3.63	3	1.824	5.472	0.386	5.858
7	STR - (517)	STR - (518)	87.89	107	619	726	1754	2057	10478.647	64394.09	74872.74	3.58	3	2.139	6.417	0.449	6.866
8	STR - (518)	STR - (519)	84.86	213	726	939	2057	2660	57927.92	74872.74	132800.66	3.49	3	2.766	9.65334	0.797	10.45
9	STR - (519)	STR - (520)	93.02	112	939	1051	2660	2977	9779.61	132800.66	142580.27	3.45	3	3.096	10.6812	0.855	11.536
10	STR - (520)	STR - (521)	86.73	105	1051	1156	2977	3275	6607.007	142580.27	149187.28	3.41	3	3.406	11.61446	0.895	12.509
11	STR - (521)	STR - (522)	90.44	100	1156	1256	3275	3558	5481.747	149187.28	154669.03	3.38	3	3.7	12.506	0.928	13.434
12	STR - (522)	STR - (523)	85.27	103	1256	1359	3558	3850	7029.006	154669.03	161698.04	3.35	3	4.004	13.4134	0.97	14.383
13	STR - (523)	STR - (524)	84.98	105	1359	1464	3850	4147	8011.081	161698.04	169709.12	3.32	3	4.313	14.31916	1.018	15.337
14	STR - (524)	STR - (525)	60.04	115	1464	1579	4147	4473	8549.139	169709.12	178258.26	3.29	3	4.652	15.30508	1.07	16.375
15	STR - (525)	STR - (526)	107.44	98	1579	1677	4473	4751	9405.918	178258.26	187664.18	3.27	3	4.941	16.15707	1.126	17.283
16	STR - (526)	STR - (527)	80	93	1677	1770	4751	5014	3735.754	187664.18	191399.93	3.24	3	5.215	16.8966	1.148	18.045

Fuente. Propia

Cuadro 2. Resultados de cálculo de caudal de diseño en la red de alcantarillado

17	STR - (591)	STR - (592)	60	112	0	112	0	317	3144.678	0	3144.68	4.07	3	0.33	0.99	0.019	1.009
18	STR - (592)	STR - (593)	84.98	107	112	219	317	620	6410.183	3144.68	9554.86	3.92	3	0.645	1.935	0.057	1.992
19	STR - (593)	STR - (594)	61.88	118	219	337	620	955	5174.038	9554.86	14728.9	3.81	3	0.993	2.979	0.088	3.067
20	STR - (594)	STR - (595)	63.03	125	337	462	955	1309	6109.214	14728.9	20838.11	3.72	3	1.361	4.083	0.125	4.208
21	STR - (595)	STR - (596)	87.45	113	462	575	1309	1629	14178.46	20838.11	35016.57	3.65	3	1.694	5.082	0.21	5.292
22	STR - (596)	STR - (597)	59.03	126	575	701	1629	1986	3630.523	35016.57	38647.09	3.59	3	2.065	6.195	0.232	6.427
23	STR - (597)	STR - (598)	56	117	701	818	1986	2317	2978.499	38647.09	41625.59	3.54	3	2.41	7.23	0.25	7.48
24	STR - (598)	STR - (599)	63.07	105	818	923	2317	2615	2254.582	41625.59	43880.17	3.49	3	2.72	8.16	0.263	8.423
25	STR - (599)	STR - (600)	94.55	118	923	1041	2615	2949	5282.758	43880.17	49162.93	3.45	3	3.067	10.58115	0.295	10.876
26	STR - (600)	STR - (601)	84.14	112	1041	1153	2949	3266	7169.413	49162.93	56332.34	3.41	3	3.397	11.58377	0.338	11.922
27	STR - (601)	STR - (602)	95.86	113	1153	1266	3266	3586	3801.089	56332.34	60133.43	3.38	3	3.729	12.60402	0.361	12.965
28	STR - (602)	STR - (603)	70	108	1266	1374	3586	3892	2586.614	60133.43	62720.04	3.34	3	4.048	13.52032	0.376	13.896
29	STR - (603)	STR - (604)	101.93	100	1374	1474	3892	4176	7428.55	62720.04	70148.59	3.32	3	4.343	14.41876	0.421	14.84
30	STR - (604)	STR - (605)	90.89	117	1474	1591	4176	4507	8537.485	70148.59	78686.08	3.29	3	4.687	15.42023	0.472	15.892
31	STR - (605)	STR - (606)	87.18	118	1591	1709	4507	4841	7411.264	78686.08	86097.34	3.26	3	5.035	16.4141	0.517	16.931
32	STR - (606)	STR - (607)	90	106	1709	1815	4841	5142	4270.548	86097.34	90367.89	3.23	3	5.348	17.27404	0.542	17.816
33	STR - (607)	STR - (608)	90	110	1815	1925	5142	5453	3988.755	90367.89	94356.65	3.21	3	5.671	18.20391	0.566	18.77
34	STR - (608)	STR - (609)	64.41	122	1925	2047	5453	5799	2483.27	94356.65	96839.92	3.18	3	6.031	19.17858	0.581	19.76
35	STR - (609)	STR - (610)	61.18	106	2047	2153	5799	6099	1596.89	96839.92	98436.81	3.16	3	6.343	20.04388	0.591	20.635
36	STR - (610)	STR - (611)	80	108	2153	2261	6099	6405	2432.481	98436.81	100869.29	3.14	3	6.661	20.91554	0.605	21.521
37	STR - (611)	STR - (612)	80	105	2261	2366	6405	6702	2820.067	100869.29	103689.36	3.12	3	6.97	21.7464	0.622	22.368
38	STR - (612)	STR - (527)	80	113	2366	2479	6702	7023	2266.002	103689.36	105955.36	3.11	3	7.304	22.71544	0.636	23.351

Fuente. Propia

Cuadro 6 .Resultados de cálculo de caudal de diseño en la red de alcantarillado

39	STR - (632)	STR - (633)	63.57	105	0	105	0	297	30327.125	0	30327.13	4.08	3	0.309	0.927	0.182	1.109				
40	STR - (633)	STR - (634)	81.39	123	105	228	297	646	12851.359	30327.13	43178.49	3.91	3	0.672	2.016	0.259	2.275				
41	STR - (634)	STR - (635)	61.49	103	228	331	646	938	4497.961	43178.49	47676.45	3.82	3	0.976	2.928	0.286	3.214				
42	STR - (635)	STR - (636)	73.19	70	331	401	938	1136	15643.944	47676.45	63320.39	3.76	3	1.181	3.543	0.38	3.923				
43	STR - (636)	STR - (637)	60.91	103	401	504	1136	1428	2893.167	63320.39	66213.56	3.69	3	1.485	4.455	0.397	4.852				
44	STR - (637)	STR - (638)	61.58	88	504	592	1428	1677	11070.533	66213.56	77284.09	3.64	3	1.744	5.232	0.464	5.696				
45	STR - (638)	STR - (639)	60.38	97	592	689	1677	1952	2452.695	77284.09	79736.79	3.59	3	2.03	6.09	0.478	6.568				
46	STR - (639)	STR - (640)	73.94	84	689	773	1952	2190	2849.523	79736.79	82586.31	3.55	3	2.278	6.834	0.496	7.33				
47	STR - (640)	STR - (641)	60	70	773	843	2190	2388	2178.15	82586.31	84764.46	3.52	3	2.484	7.452	0.509	7.961				
48	STR - (641)	STR - (642)	60.02	94	843	937	2388	2654	2212.343	84764.46	86976.8	3.49	3	2.76	9.6324	0.522	10.154				
49	STR - (642)	STR - (643)	61.12	84	937	1021	2654	2892	2127.564	86976.8	89104.36	3.46	3	3.008	10.40768	0.535	10.943				
50	STR - (643)	STR - (644)	66.33	104	1021	1125	2892	3187	2319.232	89104.36	91423.59	3.42	3	3.314	11.33388	0.549	11.883				
51	STR - (644)	STR - (645)	72.6	108	1125	1233	3187	3493	2703.213	91423.59	94126.8	3.39	3	3.633	12.31587	0.565	12.881				
52	STR - (645)	STR - (646)	70	96	1233	1329	3493	3765	2801.744	94126.8	96928.54	3.36	3	3.916	13.15776	0.582	13.74				
53	STR - (646)	STR - (647)	70	94	1329	1423	3765	4031	2851.047	96928.54	99779.59	3.33	3	4.192	13.95936	0.599	14.558				
54	STR - (647)	STR - (531)	62.24	112	1423	1535	4031	4348	1656.748	99779.59	101436.34	3.3	3	4.522	14.9226	0.609	15.532				
55	STR - (527)	STR - (528)	90.8	83	4249	4332	12037	12272	4565.251	297355.29	301920.54	2.87	3	12.763	36.62981	1.812	38.442				
56	STR - (528)	STR - (529)	83.1	0	4332	4332	12272	12272	3935.102	301920.54	305855.64	2.87	3	12.763	36.62981	1.835	38.465				
57	STR - (529)	STR - (530)	75.85	0	4332	4332	12272	12272	3389.435	305855.64	309245.08	2.87	3	12.763	36.62981	1.855	38.485				
58	STR - (530)	STR - (531)	80	0	5867	5867	16620	16620	1897.136	309245.08	311142.22	2.73	3	17.285	47.18805	1.867	49.055				
Lotes			5867						<b>Proyeccion de Poblacion</b>												
Pob.2039			16620	<b>Hab.</b>																	
Ind. Hab			2.8328																		
Area Total			3111.42	<b>Ha</b>	311142	<b>m²</b>															
Densidad de Poblacio			5.34161251																		
Dotacion hab.			113	<b>lppd</b>	0.0013	<b>lpps</b>			<b>Normas INAA</b>												
Dot Inst. y Publica			7.91	<b>lppd</b>	0.0001	<b>lpps</b>			<b>Normas INAA</b>												
Dotacion Industrial			2.26	<b>lppd</b>	0	<b>lpps</b>			<b>Normas INAA</b>												
C. de Retencion			0.8																		
Q. Infiltracion			5000	<b>l*ha*d</b>	6E-06	<b>l*m2*s</b>			<b>Normas INAA</b>												

Fuente. Propia

Cuadro 7. Resultados de cálculo de hidráulicos en la red de alcantarillado

CALCULOS HIDRAULICOS DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO																				
Tramo	Pozos de Visita		Caudal	Longitud	Diametro	Pendientes		Condiciones Bajo Caudal de Diseño												
								Caudal		Velocidad		Relacion de Tubos Parcialmente Lleno			h Tirante	θ	R	τ Seccion llena	τ Seccion parc. llena	
								QII	Diseño	Lleno	Diseño	d/D	Qd/QII	vd/VII						
Numero	Del Pozo	Al pozo	Diseño			Terreno	Tuberia	QII	Diseño	Lleno	Diseño	d/D	Qd/QII	vd/VII	(m)		(m)	(Pa)	(Pa)	
				(m)	(mm)	%	%	(lps)	(lps)	m/s	m/s									
1	STR - (511)	STR - (512)	0.99	77.17	150	1.11	3.12	38.94	0.99	2.2	0.937	0.11	0.0254	0.426	0.0165	77.479	0.01	11.478	3.06072	
2	STR - (512)	STR - (513)	1.86	92.83	150	1.89	0.46	14.868	1.86	0.84	0.574	0.239	0.1251	0.683	0.03585	117.067	0.021	1.692	0.947646	
3	STR - (513)	STR - (514)	2.942	83.88	150	2.17	1.86	30.09	2.942	1.7	1.056	0.203	0.0978	0.621	0.03045	107.117	0.018	6.842	3.284388	
4	STR - (514)	STR - (515)	3.948	90.95	150	1.65	0.75	19.116	3.948	1.08	0.85	0.308	0.2065	0.787	0.0462	134.836	0.026	2.759	1.91295	
5	STR - (515)	STR - (516)	5.018	90.48	150	0.87	1.3	25.134	5.018	1.42	1.108	0.303	0.1996	0.78	0.04545	133.592	0.026	4.782	3.31578	
6	STR - (516)	STR - (517)	5.858	90.22	150	0.68	1.7	28.674	5.858	1.62	1.272	0.306	0.2043	0.785	0.0459	134.339	0.026	6.254	4.33602	
7	STR - (517)	STR - (518)	6.866	87.89	150	1.22	2.3	33.453	6.866	1.89	1.486	0.307	0.2052	0.786	0.04605	134.588	0.026	8.461	5.86638	
8	STR - (518)	STR - (519)	10.45	84.86	200	1.41	1.48	57.462	10.45	1.83	1.391	0.289	0.1819	0.76	0.0578	130.078	0.033	7.259	4.791204	
9	STR - (519)	STR - (520)	11.536	93.02	200	1.08	1.66	60.916	11.536	1.94	1.492	0.295	0.1894	0.769	0.059	131.59	0.034	8.142	5.536764	
10	STR - (520)	STR - (521)	12.509	86.73	200	1.01	1.31	54.322	12.509	1.73	1.405	0.326	0.2303	0.812	0.0652	139.27	0.037	6.426	4.754907	
11	STR - (521)	STR - (522)	13.434	90.44	200	0.82	3.5	88.548	13.434	2.82	2.039	0.264	0.1517	0.723	0.0528	123.671	0.031	17.168	10.64385	
12	STR - (522)	STR - (523)	14.383	85.27	200	0.8	1.7	61.858	14.383	1.97	1.606	0.328	0.2325	0.815	0.0656	139.758	0.037	8.339	6.17049	
13	STR - (523)	STR - (524)	15.337	84.98	200	1.37	2.25	70.964	15.337	2.26	1.803	0.316	0.2161	0.798	0.0632	136.815	0.036	11.036	7.9461	
14	STR - (524)	STR - (525)	16.375	60.04	250	2.02	0.7	71.686	16.375	1.46	1.184	0.325	0.2284	0.811	0.08125	139.025	0.046	4.292	3.15882	
15	STR - (525)	STR - (526)	17.283	107.44	250	1.83	2.9	146.318	17.283	2.98	2	0.232	0.1181	0.671	0.058	115.176	0.034	17.781	9.67266	
16	STR - (526)	STR - (527)	18.045	80	250	1.43	2.5	160.557	18.045	3.27	3.535	0.615	0.1124	1.081	0.15375	206.594	0.07	21.459	24.0345	

Fuente. Propia

Cuadro 7. Resultados de cálculo de hidráulicos en la red de alcantarillado

17	STR - (591)	STR - (592)	1.009	60	150	-1.97	1.26	24.78	1.009	1.4	0.687	0.138	0.0407	0.491	0.0207	87.228	0.013	4.635	1.606878
18	STR - (592)	STR - (593)	1.992	84.98	150	0.84	1.65	28.32	1.992	1.6	0.922	0.179	0.0703	0.576	0.0269	100.118	0.016	6.07	2.58984
19	STR - (593)	STR - (594)	3.067	61.88	150	1.15	1.25	24.603	3.067	1.39	0.949	0.239	0.1247	0.683	0.0359	117.067	0.021	4.598	2.575125
20	STR - (594)	STR - (595)	4.208	63.03	150	2.32	2.27	33.276	4.208	1.88	1.29	0.241	0.1265	0.686	0.0362	117.603	0.021	8.351	4.676427
21	STR - (595)	STR - (596)	5.292	87.45	150	1.45	1.5	26.904	5.292	1.52	1.18	0.3	0.1967	0.776	0.0450	132.843	0.026	5.518	3.8259
22	STR - (596)	STR - (597)	6.427	59.03	150	3.34	2.6	35.577	6.427	2.01	1.526	0.288	0.1807	0.759	0.0432	129.825	0.025	9.565	6.3765
23	STR - (597)	STR - (598)	7.48	56	150	4.13	4.5	46.728	7.48	2.64	1.935	0.271	0.1601	0.733	0.0407	125.483	0.024	16.554	10.5948
24	STR - (598)	STR - (599)	8.423	63.07	200	2.14	4.1	95.77	8.423	3.05	1.882	0.201	0.088	0.617	0.0402	106.546	0.024	20.111	9.65304
25	STR - (599)	STR - (600)	10.876	94.55	200	1.7	3.8	92.316	10.876	2.94	1.973	0.232	0.1178	0.671	0.0464	115.176	0.027	18.639	10.06506
26	STR - (600)	STR - (601)	11.922	84.14	200	0.5	1.73	62.172	11.922	1.98	1.525	0.296	0.1918	0.77	0.0592	131.841	0.034	8.486	5.770242
27	STR - (601)	STR - (602)	12.965	95.86	200	0.62	1.75	62.486	12.965	1.99	1.57	0.309	0.2075	0.789	0.0618	135.084	0.035	8.584	6.008625
28	STR - (602)	STR - (603)	13.896	70	200	0.86	2.37	72.848	13.896	2.32	1.786	0.296	0.1908	0.77	0.0592	131.841	0.034	11.625	7.904898
29	STR - (603)	STR - (604)	14.84	101.93	200	0.72	3.14	83.838	14.84	2.67	2.013	0.285	0.177	0.754	0.0570	129.065	0.033	15.402	10.165122
30	STR - (604)	STR - (605)	15.892	90.89	250	0.95	1.49	105.074	15.892	2.14	1.543	0.263	0.1512	0.721	0.0658	123.411	0.038	9.136	5.554422
31	STR - (605)	STR - (606)	16.931	87.18	250	0.91	1.92	118.822	16.931	2.42	1.716	0.255	0.1425	0.709	0.0638	121.319	0.037	11.772	6.969024
32	STR - (606)	STR - (607)	17.816	90	250	0.67	2	121.277	17.816	2.47	1.766	0.259	0.1469	0.715	0.0648	122.368	0.038	12.263	7.4556
33	STR - (607)	STR - (608)	18.77	90	250	0.82	0.98	84.943	18.77	1.73	1.391	0.32	0.221	0.804	0.0800	137.799	0.045	6.009	4.32621
34	STR - (608)	STR - (609)	19.76	64.41	250	2.1	2.1	124.714	19.76	2.54	1.859	0.27	0.1584	0.732	0.0675	125.225	0.039	12.876	8.03439
35	STR - (609)	STR - (610)	20.635	61.18	250	1.54	2.5	136.007	20.635	2.77	2.003	0.264	0.1517	0.723	0.0660	123.671	0.038	15.328	9.3195
36	STR - (610)	STR - (611)	21.521	80	250	0.6	2.6	138.462	21.521	2.82	2.05	0.267	0.1554	0.727	0.0668	124.45	0.039	15.941	9.94734
37	STR - (611)	STR - (612)	22.368	80	250	0.76	2.43	134.043	22.368	2.73	2.028	0.277	0.1669	0.743	0.0693	127.025	0.04	14.899	9.53532
38	STR - (612)	STR - (527)	23.351	80	250	0.75	2.4	133.061	23.351	2.71	2.038	0.283	0.1755	0.752	0.0708	128.556	0.041	14.715	9.65304

Fuente. Propia

Cuadro 7. Resultados de cálculo de hidráulicos en la red de alcantarillado

39	STR - (632)	STR - (633)	1.109	63.57	150	3.89	5.32	50.799	1.109	2.87	1.174	0.103	0.0218	0.409	0.0155	74.878	0.01	19.571	5.21892
40	STR - (633)	STR - (634)	2.275	81.39	150	-1.65	3.05	38.409	2.275	2.17	1.194	0.166	0.0592	0.55	0.0249	96.174	0.015	11.22	4.488075
41	STR - (634)	STR - (635)	3.214	61.49	150	1.46	1.5	26.904	3.214	1.52	1.024	0.234	0.1195	0.674	0.0351	115.718	0.021	5.518	3.09015
42	STR - (635)	STR - (636)	3.923	73.19	150	2.4	4.18	45.135	3.923	2.55	1.563	0.199	0.0869	0.613	0.0299	105.973	0.018	15.377	7.381044
43	STR - (636)	STR - (637)	4.852	60.91	150	0.66	3	38.232	4.852	2.16	1.482	0.241	0.1269	0.686	0.0362	117.603	0.021	11.036	6.1803
44	STR - (637)	STR - (638)	5.696	61.58	150	0.58	3	38.232	5.696	2.16	1.551	0.261	0.149	0.718	0.0392	122.89	0.023	11.036	6.7689
45	STR - (638)	STR - (639)	6.568	60.38	150	0.51	3	38.232	6.568	2.16	1.614	0.28	0.1718	0.747	0.0420	127.792	0.024	11.036	7.0632
46	STR - (639)	STR - (640)	7.33	73.94	150	-3.08	3	38.232	7.33	2.16	1.663	0.296	0.1917	0.77	0.0444	131.841	0.025	11.036	7.3575
47	STR - (640)	STR - (641)	7.961	60	150	-1.48	3.2	39.471	7.961	2.23	1.744	0.304	0.2017	0.782	0.0456	133.842	0.026	11.772	8.16192
48	STR - (641)	STR - (642)	10.154	60.02	200	2.38	2.4	73.476	10.154	2.34	1.643	0.251	0.1382	0.702	0.0502	120.264	0.029	11.772	6.82776
49	STR - (642)	STR - (643)	10.943	61.12	200	6.25	4	94.828	10.943	3.02	2.011	0.229	0.1154	0.666	0.0458	114.36	0.027	19.62	10.5948
50	STR - (643)	STR - (644)	11.883	66.33	200	5.52	3.8	92.316	11.883	2.94	2.026	0.243	0.1287	0.689	0.0486	118.138	0.029	18.639	10.81062
51	STR - (644)	STR - (645)	12.881	72.6	200	3	3.5	88.548	12.881	2.82	2.011	0.258	0.1455	0.713	0.0516	122.106	0.03	17.168	10.3005
52	STR - (645)	STR - (646)	13.74	70	200	1.61	1.61	59.974	13.74	1.91	1.549	0.325	0.2291	0.811	0.0650	139.025	0.036	7.897	5.685876
53	STR - (646)	STR - (647)	14.558	70	200	0.01	1.99	66.882	14.558	2.13	1.704	0.317	0.2177	0.8	0.0634	137.061	0.036	9.761	7.027884
54	STR - (647)	STR - (531)	15.532	62.24	200	-1.93	3	81.954	15.532	2.61	2.007	0.295	0.1895	0.769	0.0590	131.59	0.034	14.715	10.0062
55	STR - (527)	STR - (528)	38.442	90.8	300	2.29	1.8	187.355	38.442	2.65	2.083	0.307	0.2052	0.786	0.092	134.588	0.052	13.244	9.18216
56	STR - (528)	STR - (529)	38.465	83.1	300	1.74	1.58	175.336	38.465	2.48	1.989	0.319	0.2194	0.802	0.096	137.554	0.054	11.625	8.369892
57	STR - (529)	STR - (530)	38.485	75.85	300	-0.04	1.7	182.406	38.485	2.58	2.046	0.312	0.211	0.793	0.094	135.827	0.053	12.508	8.83881
58	STR - (530)	STR - (531)	49.055	80	375	0.86	1.5	310.224	49.055	2.81	2.051	0.269	0.1581	0.73	0.101	124.967	0.059	13.795	8.68185

n	0.009		Coeficiente de Manning
ρ	1000	kg/m <sup>3</sup>	
g	9.81	m/m <sup>2</sup>	

Fuente. Propia

### 3.4 Resumen de cantidad de obras del alcantarillado sanitario.

Los siguientes valores son un resumen de los cuadros 8 al 10 ocupados para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

1. Longitud total de tubería.

L: 4,480.29 m

2. Longitud según el diámetro de tubería

- Longitud de tubería de 6": 1,682.24 m
- Longitud de tubería de 8": 1497.16 m
- Longitud de tubería de 10": 971.14 m
- Longitud de tubería de 12": 249.75 m
- Longitud de tubería de 15": 80 m

3. Pendientes de la tubería

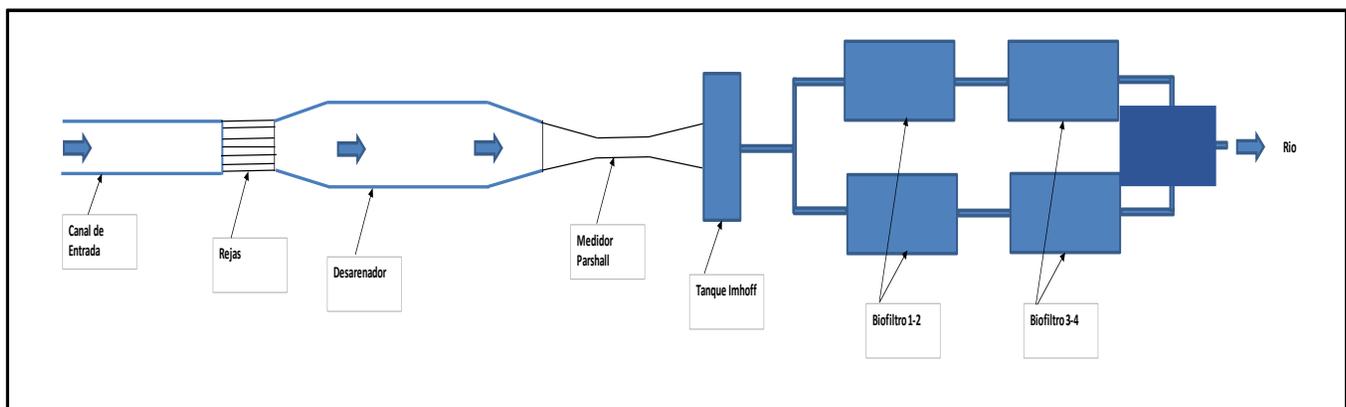
- Pendiente mínima: 0.46 %
- Pendiente máxima: 5.32 %

4. Velocidades en las tuberías

- Velocidad mínima: 0.574 m/s
- Velocidad máxima : 3.535 m/s

### Alternativas propuestas para el diseño la planta de tratamiento PTR

Figura 9. Tanque Imhoff + Biofiltro



Se propone una alternativa de sistema formado por:

### 3.5 Elementos de la planta de tratamiento de agua residual

#### 3.5.1 Canal de entrada:

El canal propuesto es de concreto, con un ancho interno de 0.80 m, borde libre de 0.30 m, altura total de 0.50 m y la pendiente de 0.25 % En el siguiente cuadro se observan los resultados.

Cuadro 8. Dimensiones del canal de entrada

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS	
Población	P	16620	hab.		
Dotación	Dot	120	lppd	16620 hab → 120 lppd (INAA)	
Ancho de Canal	B	<b>0.80</b>	m	0.30 m - 0.80 m	
Pendiente a lo largo del Canal	S	<b>0.0025</b>	m/m	Asumido	
Coefficiente de Manning	n	0.013		Concreto	
Borde Libre	BL	0.3	m	0.20 m - 0.3 m	
CÁLCULO	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudal Medio doméstico	Qm	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	18.47	l/s	
			0.018	m <sup>3</sup> /s	
Otros aportes	Q <sub>16%+infiltr</sub>	Q=Qcom+Qinst+Qind+Qinf	3.38	l/s	Pendiente Qinfiltración
			0.003	m <sup>3</sup> /s	
Caudal Medio Total	Qmedio	Qmedio = Q + Qm	21.84	l/s	
			0.021	m <sup>3</sup> /s	
Caudal de Diseño	Qd	$Q_d = Q_{máx} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst}$	58.78	l/s	
			0.059	m <sup>3</sup> /s	
Altura Máxima		$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}} = H_{máx} * B \left[ \frac{H_{máx} * B}{B + 2H_{máx}} \right]^{\frac{5}{3}}$			
		$\frac{Q_d * n}{\sqrt{S}}$	0.0153		
		$H_{máx} * B \left[ \frac{H_{máx} * B}{B + 2H_{máx}} \right]^{\frac{5}{3}}$	0.0153		
	Hmax		0.102	m	
Altura Media		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}} = H_m * B \left[ \frac{H_m * B}{B + 2H_m} \right]^{\frac{5}{3}}$		m	
		$\frac{Q_m * n}{\sqrt{S}}$	0.0056		
		$H_m * B \left[ \frac{H_m * B}{B + 2H_m} \right]^{\frac{5}{3}}$	0.0056		
	Hmed		0.054		
Velocidad Máxima	Vmáx	$V_{máx} = \frac{Q_d}{B * H_{máx}}$	0.720	m/s	0.40 - 0.75 m/s, Cumple
Velocidad Media	Vm	$V_m = \frac{Q_m}{B * H_m}$	0.5005	m/s	0.40 - 0.75 m/seg, Cumple
Área Mojada	At	$A_t = B * H_{máx}$	0.082	m <sup>2</sup>	
Altura del Canal	Hcanal		0.5	m	

### 3.5.2 Rejas:

Se propone una reja de limpieza manual. El ancho de la reja es el mismo ancho del canal 0.80 m La inclinación de las rejas es de 45°, la separación entre barras es de 4 cm y el espesor de las barras es de 0.50 cm En el siguiente cuadro se observan los resultados.

Cuadro 9. Datos de la reja manual

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS	
Población	P	16620	hab.		
Dotación	Dot	120	lppd	10,000 - 15,000 hab → 110 lppd	
Factor de Forma de la Barras	$\beta$	1.79		Circular = 1.79 , Rectangular = 2.42	
Inclinación de Reja	$\theta$	45	°	45° - 60° con la Horizontal	
Separación entre Barra	a	4	cm	2.50 cm - 5.00 cm	
Espesor Barra	t	0.50	cm	0.50 cm - 1.50 cm	
Ancho de Canal	B	0.8	m	0.30 m - 0.70 m	
Ancho de Reja	b	0.8	m	Asumido	
Pendiente a lo largo del Canal	S	0.0025	m/m	Asumido	
Coefficiente de Manning	n	0.013		Concreto	
Borde Libre	BL	0.3	m	0.20 m - 0.3 m	
CÁLCULO	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDA D	CRITERIOS
Caudal Medio	Qm	$Q_m = \frac{P \cdot \text{Dot} \cdot 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	21.844	l/s	
			0.022	m <sup>3</sup> /s	
Caudal de Diseño	Qd	$Q_d = Q_{máx} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{mat}$	58.78	l/s	
			0.059	m <sup>3</sup> /s	
Altura Máxima	Hmax	$\frac{Q_d \cdot n}{\sqrt{S}} = H_{máx} \cdot b \left[ \frac{H_{máx} \cdot b}{b + 2H} \right]^{\frac{3}{2}}$		m	
		$\frac{Q_d \cdot n}{\sqrt{S}}$	0.015		
		$H_{máx} \cdot b \left[ \frac{H_{máx} \cdot b}{b + 2H_{máx}} \right]^{\frac{3}{2}}$	0.015		
			0.100		
Altura Media de Agua antes de Reja	Hmed	$\frac{Q_m \cdot n}{\sqrt{S}} = H_m \cdot b \left[ \frac{H_m \cdot b}{b + 2H} \right]^{\frac{3}{2}}$		m	
		$\frac{Q_m \cdot n}{\sqrt{S}}$	0.006		
		$H_m \cdot b \left[ \frac{H_m \cdot b}{b + 2H_m} \right]^{\frac{3}{2}}$	0.006		
			0.054		
Velocidad Máxima antes de la Reja	Vmáx	$V_{máx} = \frac{Q_d}{B \cdot H_{máx}}$	0.735	m/seg	0.40 - 0.75 m/s, Cumple
Velocidad Media antes de la Reja	Vm	$V_m = \frac{Q_m}{B \cdot H_m}$	0.506	m/seg	0.40 - 0.75 m/s, Cumple
Área Total Mojada	At	$A_t = b \cdot H_{máx}$	0.080	m <sup>2</sup>	
Eficiencia	E	$E = \frac{a}{a + t}$	0.889		0.6 - 0.85 (CEPIS)
Área Útil	Au	$A_u = A_t \cdot E$	0.071	m <sup>2</sup>	
Velocidad de Paso	Vp	$V_p = \frac{Q_d}{A_u}$	0.827	m/s	0.40 - 0.9 m/s, Cumple

Fuente Propia

Continuación de cuadro 9 Datos de la reja manual

VERIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA					
Área Total por Velocidad Media	At'	$A'_t = b * H_{med}$	0.043	m <sup>2</sup>	
Área Útil por Velocidad Media	Au'	$A'_u = A'_t * E$	0.038	m <sup>2</sup>	
Velocidad Media	V'm	$V'_m = \frac{Q_m}{A'_u}$	0.569	m/s	0.40 - 0.75 m/s, Cumple
PÉRDIDAS					
Pérdida de Carga en Rejas Limpias	Hf	$H_f = \beta * \left(\frac{t}{a}\right)^{\frac{5}{2}} * \sin \theta * \frac{V_m^2}{2g}$	0.005	m	< 0.15, Cumple
Pérdida de Carga en Rejas (Parcialmente Obstruída)	Hfo	$h_{fo} = \left(\frac{E}{E_o}\right)^2 * H_f = \left(\frac{E}{0.75 * E}\right)^2 * H_f$	0.009	m	< 0.15, Cumple
	Eo	0.75 E	0.66666667	(0.5 - 0.75), (0.75 = Parcialmente	
Altura del Canal	Hcanal	$H_{canal} = H_{máx} + h_{fo} + BL$	0.5	m	

Fuente Propia

### 3.5.3 Desarenador:

Se proponen dos desarenadores, para que funcione uno, y cuando hay que eliminar las arenas acumuladas, se cierra el pase de agua y se abre el que está en reserva.

Las dimensiones de los desarenadores son: Largo 5.29 m, con un ancho de 0.80 m y una profundidad total de 1.14 m En el siguiente cuadro se observan los resultados.

Cuadro 10.Desarenador propuesto

DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS	
Carga Superficial	Cs	1200	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día	700 - 1600	
Caudal de Diseño	Qd	0.059	m <sup>3</sup> /s		
Velocidad de flujo	V	0.30	m/s	Valor sugerido por INAA	
Diámetro de partícula	Ø	0.2	mm	> 0.2 mm, CEPIS	
Velocidad de Sedimentación	Vs	0.021	m/s	Ver tabla D-1-3a	
Número de Desarenadores	No	2	und		
Tiempo de Retencion de Sedimento en	t	15	días	Por Mantenimiento	
DIMENSIONAMIENTO					
CÁLCULO	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Ancho	b		0.80	m	Usar B de Canal de Entrada
Altura de Agua en el Canal de Llegada	H <sub>agua</sub>	$\frac{Q_d}{b * V}$	0.24	m	Canal de Entrada, ver Apéndice D-1-1
Borde libre	BL		0.30	m	Asumido
Largo	L	$\frac{V * H_{agua} * 86400}{C_s}$	5.29	m	OPS/OMS/CEPIS
Radio Hidráulico	Rh	A/P	0.1519	m	
		Rh <sup>2/3</sup>	0.2847		
Pendiente Longitudinal del Desarenador	S	$s = \left(\frac{n * V}{Rh^{2/3}}\right)^2$	0.0188	%	
Pérdidas en el desarenador	Hf	S * L	1.0	mm	

Fuente Propia

Continuación de cuadro 10 Desarenador propuesto

VOLUMEN DE TOLVA					
CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Cantidad de material retenido	Cant.retenida		0.029	l/m <sup>3</sup>	Zona Residencial, OPS/OMS/CEPIS
Volumen Sedimentado	V <sub>sed</sub>	Q * Cant.retenida * t	2209.10	lts	
Volumen requerido de tolva	Vol.Req.Tolva	V <sub>sed</sub>	2.209	m <sup>3</sup>	
Altura de Tolva propuesta	H <sub>tolva</sub>		0.60	m	
Ancho	b		0.80	m	
Largo	L		5.29	m	
<b>Volumen propuesto de tolva</b>	V <sub>tolva</sub>	$H_{tolva} * b * L$	<b>2.539</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>≥Vol.Req.tolva, Cumple</b>
Altura Total del Desarenador	H <sub>total</sub>	Σ H <sub>agua</sub> + H <sub>tolva</sub> + BL	1.14	m	

Fuente Propia

### 3.5.4 Canaleta Parshall:

Las canaletas Parshall son un instrumento efectivo para medir caudales de agua residuales, ya que su diseño evita la sedimentación de materia orgánica e inorgánica dentro del mismo. La canaleta Parshall propuesta tiene un ancho de garganta de 15.2 cm El dimensionamiento hidráulico se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 11.Canaleta Parshall

DATOS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Caudales de Diseño	Q <sub>min</sub>	<b>0.004</b>	m <sup>3</sup> /s	
	Q <sub>d</sub>	0.059	m <sup>3</sup> /s	< 0.252
Ancho de Canal	B	0.8	m	
Ancho de Garganta	W'	0.15	m	1/3 - 1/2 de B
Ancho de Garganta Seleccionado	W	0.152	m	Ver Criterios Apéndice D-1-5
Dimensiones de Canal Parshall Seleccionado	A	0.621	m	
	2/3 A	0.414	m	
	Wc	0.315	m	
	B	0.61	m	
	C	0.394	m	
	D	0.397	m	
	E	0.61	m	
	F	0.305	m	
	G	0.61	m	
	K	0.076	m	
	N	0.114	m	
	R	0.406	m	
	M	0.305	m	
	P	0.902	m	
	X	0.076	m	
	Y	0.076	m	
k	0.381			
n	1.58			

Fuente Propia

Continuación de cuadro 11 Canaleta Parshall

CALCULO	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Carga Piezométrica en Wc (Tramo Convergente)	Ha	$\sqrt[3]{Q_{\min}/k}$	0.306	m	Despejando Q = KH <sup>n</sup>
Carga Piezométrica en Tramo Contraído	Hb	$\sqrt[3]{Q_{\min}/k}$	0.0584	m	
Ahogamiento		$H_b/H_a$	19.062	%	< 60 %, Cumple
Velocidad en la Sección Wc	Vo	$\frac{Q}{W_c \cdot H_a}$	0.609	m/s	
Carga Total en la Sección Wc	Hc	$\frac{V_o^2}{2g} + H_a + M/4$	0.402	m	
Caudal Especifico en W	q	$Q/W$	0.387	m <sup>3</sup> /m/s	
Angulo e	θ	$\cos^{-1} \left[ \frac{(-q \cdot g)}{(2/3 \cdot g \cdot H_c)^{1.5}} \right]$	1.571	rad	
Velocidad antes del Resalto	V <sub>1</sub>	$2 \left[ \frac{(2g \cdot E_o)}{3} \cdot \cos \left( \frac{\theta}{3} \right) \right]$	2.81	m/s	2.5 m/s - 3 m/s
Altura de Agua antes del Resalto	h <sub>1</sub>	$q/V_1$	0.138	m	
Froude	F	$\frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$	2.414		Régimen Supercrítico
Altura de Agua en el Resalto	h <sub>2</sub>	$\frac{h_1}{2} [\sqrt{(1 + 8F^2)} - 1]$	0.407	m	h <sub>1</sub> < h <sub>2</sub> , OK!!
Velocidad en el Resalto	V <sub>2</sub>	$\frac{Q}{W \cdot h_2}$	0.951	m/s	
Altura de agua en la Salida del Canal	h <sub>3</sub>	$h_2 - (N - K)$	0.369	m	
Velocidad en la Sección de Salida	V <sub>3</sub>	$\frac{Q}{C \cdot h_3}$	0.405	m/s	
Pérdidas	hf	$\frac{(h_2 - h_1)^3}{4 \cdot h_2 \cdot h_1}$	0.087	m	

Fuente Propia

Cuadro 12 .Criterios, dimensiones y caudales de la canaleta Parshall.

Ahogamiento		Hb/Ha < 60 %			Hb/Ha < 70 %								
Ln		7	15	22	30	45	60	90	120	150	180	210	240
W (cm)		7.6	15.2	22.9	30.5	45.7	61	91.5	122	152	183	213	244
A (cm)		46.7	62.1	88	137	145	152	168	183	198	213	229	244
2/3 A (cm)		31.1	41.4	58.7	91.4	96.5	102	112	122	132	142	152	163
Wc cm		19.8	31.5	46	66.5	83.6	120	135	170	204	239	273	308
B cm		45.7	61	86.4	134	134	150	165	179	194	209	224	239
C cm		17.8	39.4	38.1	61	76.2	91.4	122	152	183	213	244	274
D cm		25.9	39.7	57.5	84.5	103	150	157	194	230	267	333	340
E cm		61	61	76.2	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4
F cm		15.2	30.5	30.5	61	61	61	61	61	61	61	61	61
G cm		30.5	61	45.7	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91
K cm		2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
N cm		5.7	11.4	11.4	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
R cm		40.6	40.6	40.6	50.8	50.8	50.8	50.8	61	61	61	61	61
M cm		30.5	30.5	30.5	38.1	38.1	38.1	38.1	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
P cm		76.8	90.2	108	149	168	185	222	171	308	344	381	417
X cm		2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Y cm		3.8	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Caudal de Flujo	Mínimo	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.1
	Máximo	0.05	0.11	0.25	0.46	0.7	0.94	1.43	1.92	2.42	2.93	3.44	3.95

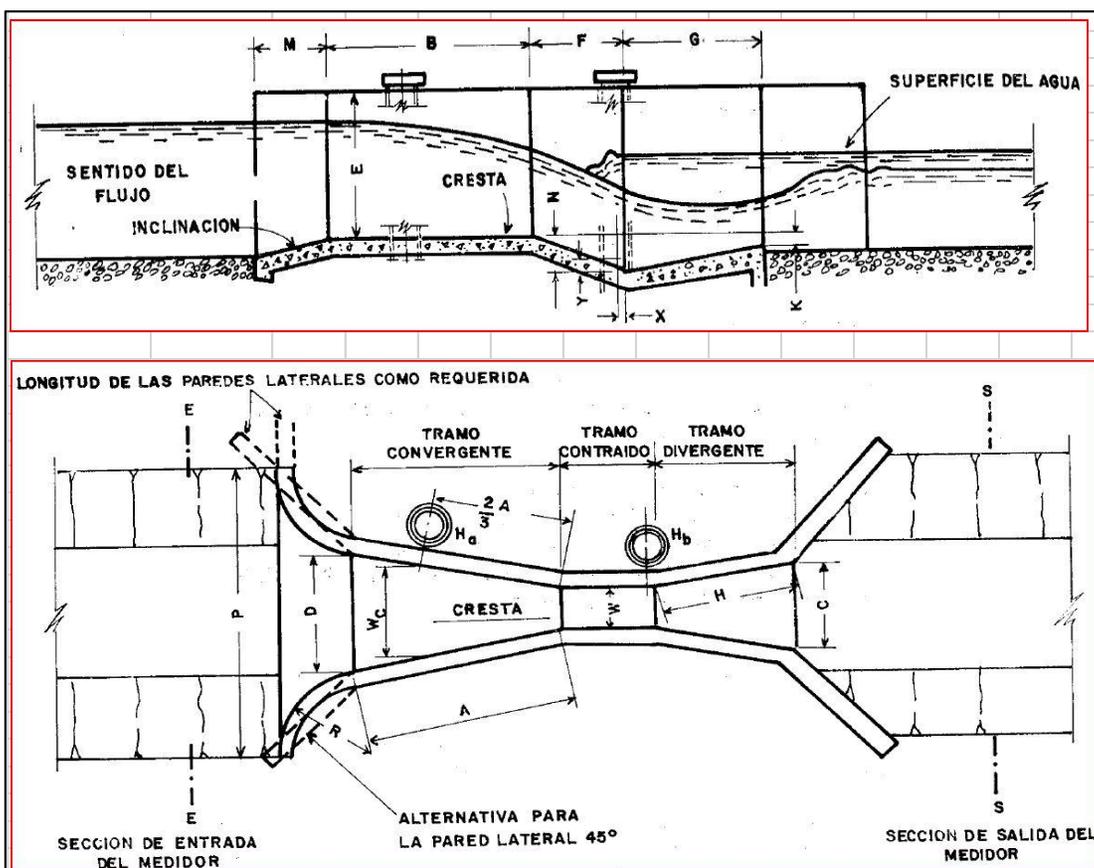
Fuente: CEPIS

Cuadro 13 .Valores de Calibración del canaleta Parshall

VALORES DE CALIBRACION.		
W cm	k	n
7.6	0.1765	1.547
15.2	0.381	1.58
22.9	0.535	1.53
30.5	0.69	1.522
45.7	1.054	1.538
61	1.426	1.55
92.5	2.182	1.556
122	2.935	1.578
152.5	3.728	1.587
183.2	4.515	1.595
213.5	5.306	1.601
244	6.101	1.606
30 - 240	$Q = 0.372 * W * (3.281 Ha)^{1.568} W^{0.026}$	
Nota: Los coeficientes de la ecuación anterior son K y n, siendo "n" los que se encuentran en forma		

Fuente: CEPIS

Figura 10.Esquema de canaleta Parshall.



Fuente: CEPIS

### 3.5.5 Tanque Imhoff:

Se propone 1 unidad de tratamiento primario de tanque Imhoff, tendrá las siguientes dimensiones: Ancho: 4.4 m, Largo: 8.8 m y una profundidad de 9.00 m

El lodo extraído del tanque Imhoff se depositará en un área de lecho de secado dividido en dos partes. Las del área de secado son: Largo total de 31.3 m, ancho total 5.0 m y dividido en dos secciones de 2.5 m cada una. El lecho de secado tendrá un muro de 0.40 m de altura como mínimo.

Los cálculos hidráulicos del tanque Imhoff y la estructura del lecho de secado de lodos se observan en los siguientes cuadros.

Cuadro 14. Tanque Imhoff-

CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD
Población	P		16,620	hab
Dotación	Dot		120	lppd
Sólidos en Suspensión	SS		361.1	mg/l
DBO <sub>5</sub> Afluyente	S <sub>o</sub>		<b>255.1</b>	mg/l
<b>Caudal Medio</b>	Q <sub>m</sub>	$Q_m = \frac{P \cdot \text{Dot} \cdot 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	0.021	m <sup>3</sup> /s
Carga per cápita de DBO <sub>5</sub>	q	S <sub>o</sub> *(Dot*0.8)	24.490	grDBO/hab/día
			0.024	KgDBO/hab/día
Carga diaria de DBO	CTA	q*P	407.017	KgDBO/día
Coliformes fecales en el afluyente	CFA		<b>2.06E+07</b>	NMP/100 ml
Porcentaje de Remoción de DBO	R		40	%
Concentración de DBO <sub>5</sub> en Afluyente	S <sub>o</sub>	$\frac{\text{DBO por día}}{Q_m}$	<b>220</b>	mg / l
<b>Concentración DBO en Efluente</b>	S	So- (R *So)	153.060	mg / l
Remoción de Coliformes			20	%
<b>Coliformes fecales en Efluente</b>	CFE	$CFA - 15\% CFA$	1.65E+07	NMP / 100 ml
<b>CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN</b>				
DATOS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Carga Superficial	Cs	1	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hr	1.0 - 1.7, INAA
Carga Sobre el Vertedero Efluente		24	m <sup>3</sup> /m/hr	7 - 25, INAA
Tiempo de retención	Trs	2	hr	2-4, INAA
<b>Velocidad Horizontal del Flujo</b>	V <sub>flujo</sub>	30	cm/min	INAA
Relación Longitud/Ancho (ΔL/Δb)	(ΔL/Δb)	2		INAA
Pendiente del Fondo	z	1.5		INAA
Abertura de Comunicación entre Cámaras		25	cm	15 - 30, INAA
Proyección Horizontal del Saliente		25	cm	15 - 30, INAA
Número de Sedimentadores	Ns	2		

Continuación del cuadro 14 Tanque Imhoff

CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Volumen Total de Sedimentación	Vs	$Q_m \cdot T_{rs}$	154.234	m <sup>3</sup>	
Volumen por Sedimentador	Vsu	$V_s / N_s$	77.117	m <sup>3</sup>	
Área Superficial mínima de Sedimentación	As	$Q_m / C_s$	77.117	m <sup>2</sup>	
Área Superficial mínima por Sedimentador	Asu	$A_s / N_s$	38.558	m <sup>2</sup>	
<b>Ancho de Sedimentador</b>	Bs	$\sqrt{A_{su} / (\Delta L / \Delta b)}$	<b>4.4</b>	m	
<b>Longitud de Sedimentador</b>	Ls	$B_s \cdot (\Delta L / \Delta b)$	<b>8.8</b>	m	
Área Transversal Rectangular de Sedimentador	Ars	$\frac{V_{su} - (A_{ts} \cdot L_s)}{L_s}$	1.55	m <sup>2</sup>	
<b>Altura Rectangular de Sedimentador</b>	Hrs	$A_{rs} / B_s$	0.35	m	
Área Transversal Triangular de Sedimentador	Ats	$\frac{B_s}{2} \cdot H_{ts}$	7.23	m <sup>2</sup>	
<b>Altura Triangular de Sedimentador</b>	Hts	$\frac{B_s}{2} \cdot z$	3.29	m	
Área Transversal Total de cada Sedimentador	ATS	$A_{rs} + A_{ts}$	8.78	m <sup>2</sup>	
<b>Altura Total de cada Sedimentador</b>	HTS	$H_{rs} + H_{ts}$	3.65	m	
<b>Revisión de Velocidad Horizontal del Flujo</b>	V <sub>flujo</sub>	$\frac{Q_m}{A_{TS} \cdot N_s}$	7.32	cm/min	< 30 cm/min, Cumple
<b>DEFLECTOR DE ESPUMA</b>					
<b>DATOS</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CRITERIOS</b>	
Por debajo de la Superficie		30	cm	INAA	
Por encima de la Superficie		30	cm	INAA	
Borde Libre	BL	60	cm	45 - 60, INAA	
<b>ZONA DE VENTILACIÓN DE GASES</b>					
<b>DATOS</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CRITERIOS</b>	
Anchura de Abertura		1	m	> 1.00 m	
Separación entre Sedimentadores		1	m	> 1.00 m	
Superficie en % del total		25	%	> 25 %	
<b>CÁMARA DE DIGESTIÓN</b>					
<b>DATOS</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CRITERIOS</b>	
Temperatura de Agua	Ta	> 25	°C		
Factor de Capacidad Relativa	fcr	0.5		Ver Cuadro D-2-1b	Al final del Apéndice D-2-1
Tiempo de retención de lodos	Trc	30	días	Ver Cuadro D-2-1a	
Pendiente del Fondo	a	2		INAA	
Tubería de Extracción de Lodos	φ	25	cm	20 - 30, INAA	
		0.15	m	Al fondo de tanque	
Número de Cámaras	Nc	2	und		

Fuente Propia

Continuación del cuadro 14 Tanque Imhoff

CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Longitud de cada Cámara	Lc	$Lc = Ls$	8.78	m	
Volumen por Cámara	Vcu	$\frac{70 \cdot P \cdot fcr}{1000}$	290.850	m <sup>3</sup>	OPS, CEPIS, 05 163, UNATSABAR
Base Mayor de Cámara de Lodos	BMc	$= 2Bs + 2(\text{Anchura de Abertura}) + \text{Separación entre Sedimentadores}$	11.782	m	
Base Menor de Cámara de Lodos	Bmc		1.000	m	
Altura en Zona Trapezoidal	Htc	$\frac{BMc - Bmc}{2 \cdot a}$	2.695	m	
Volumen en Zona Trapezoidal	Vtc	$\left(\frac{Htc}{3} \cdot \left[ (BMc \cdot Lc) + Bmc^2 + \sqrt{(BMc \cdot Lc) \cdot Bmc^2} \right] \right) / Nc$	51.497	m <sup>3</sup>	
Volumen en Zona Recta de cada Cámara	Vrc	$Vcu - Vtc$	239.353	m <sup>3</sup>	
Altura de Lodos en Zona Recta de cada Cámara	Hrc	$\frac{Vrc}{Lc \cdot BMc}$	2.313	m	
Distancia Libre hasta el nivel de Lodos			34	cm	30 - 90, INAA
<b>Profundidad Total del Tanque</b>	<b>HT</b>		<b>9.00</b>	<b>m</b>	<b>7.25 - 9.5, INAA</b>

Fuente Propia

Continuación del cuadro 14 Tanque Imhoff

LECHO DE SECADO					
DATOS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS	
Densidad de los Lodos	$\rho_{\text{lodo}}$	1.04	Kg/lt	CEPIS	
Sólidos Contenidos en los Lodos	% Sólidos	10	%	CEPIS	
Altura del Lecho	HI	0.4	m	0.2 - 0.4 m, CEPIS	
CÁLCULO	SIMBOLO	FÓRMULA	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Carga de Sólidos que Ingresan al Sedimentador	C	$Q_m \cdot SS$	668.325	Kg de SS/día	
Masa de Sólidos que Conforman los Sólidos	Msd	$0.325 \cdot C$	217.206	Kg de SS/día	
Volumen Diario de Lodos Digeridos	Vld	$\frac{M_{sd}}{\rho_{\text{lodos}} \cdot \left(\frac{\% \text{ Sólidos}}{100}\right)}$	2088.516	lts/día	
Volumen de Lodos a Extraerse del Tanque	$V_{\text{extracción}}$	$V_{ld} \cdot T_{rc}$	62.655	m <sup>3</sup>	
Área del Lecho de Secado	Als	$\frac{V_{\text{extracción}}}{HI}$	156.6	m <sup>2</sup>	
Ancho del Lecho de Secado	Bls		5.0	m	Asumido
Largo del Lecho de Secado	Lls	$\frac{Als}{Bls}$	31.3		

Fuente Propia

Cuadro 15. Criterio de temperatura de agua para tiempo de digestión en días y factor de capacidad relativa

Temperatura de Agua °C	Tiempo de Digestión en Días
5	110
10	76
15	55
20	40
> 25	30
<b>Cuadro D-2-1a</b>	
Temperatura de Agua °C	Factor de Capacidad Relativa
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
> 25	0.5
<b>Cuadro D-2-1b</b>	
Fuente: OPS, CEPIS, Lima 2005	

De acuerdo a las características de las aguas residuales propuestos (según normas INAA para fuera de Managua) se espera una producción de lodos a extraer del tanque Imhoff de 62.655 m<sup>3</sup> por cada 30 días. El retiro de lodo depende de la temperatura del medio ambiente en el agua residual. Esta se propone a extraer una vez cada 30 días.

### 3.5.6 Biofiltros primario:

Se proponen 5 Biofiltros con las siguientes dimensiones: ancho 55.0 m y longitud total 118.7 m en los siguientes cuadros se muestran los resultados.

### Cuadro 3. Biofiltro primario

DESCRIPCION.	SIMBOLO	FORMULAS	VALOR	UNIDAD	CRITERIOS
Coliformes Fecales en el Afluente	CFA		1.65E+07	NMP/100 ml	
<b>Coliformes Fecales en el Efluente</b>	<b>CFE</b>		<b>9.15E+02</b>	<b>NMP/100 ml</b>	< 1.00E+03, Cumple
Coliformes Fecales Removidos	CF <sub>remov.</sub>		99.994	%	
DBO <sub>5</sub> Afluente	S <sub>o</sub>		153.06	mg/l	
<b>DBO<sub>5</sub> Efluente Esperado</b>	<b>S</b>		<b>0.009</b>	<b>mg/l</b>	< 30, Cumple
DBO <sub>5</sub> Removido	DBO <sub>5remov.</sub>		99.994	%	
Caudal Medio	Qm		0.021	m <sup>3</sup> /s	
			1850.80	m <sup>3</sup> /d	
Medio Filtrante		Grava Media			
Porosidad	η		0.38		
Conductividad Hidráulica	Ks		8000	m/día	
<b>Profundidad Media del Humedal</b>	<b>Hm</b>		<b>0.77</b>	<b>m</b>	0.40 - 0.85 m
Temperatura del Aire en el Mes más Frio.	T <sub>aire</sub>		25.8	°C	
Temperatura del Agua en el Mes más Frio	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	28.2	°C	
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	K <sub>20°C</sub>	$1.839 * 37.31 * \eta^{4.172}$	1.211	d <sup>-1</sup>	
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente	K <sub>d(Ta)</sub>	$K_{20°C} * 1.06^{(Ta-20°C)}$	1.953	d <sup>-1</sup>	

Fuente Propia

### Continuación de cuadro 16 Biofiltro primario

SUPERFICIE REQUERIDA					
Area Superficial Requerida	As	$\frac{Q_m * [\ln(S_o) - \ln(S)]}{K_d(Ta) * H_m * \eta}$	31763	m <sup>2</sup>	
Tiempo de Retención Hidráulica	Tr	$\frac{A_s * H_m * \eta}{Q_m}$	5.02	días	
Carga Orgánica	L <sub>org</sub>	$\frac{S_o * H_m * \eta}{T_r}$	89.19	KgDBO/ha*día	< 112, Cumple
Carga Hidráulica	CH	$Q_m / A_s$	582.69	m <sup>3</sup> /ha*d	470-1870, Cumple
DISEÑO GEOMÉTRICO					
<b>Número de Biofiltros</b>	<b>N</b>		<b>5</b>	<b>unid</b>	
Superficie Unitaria	Asu	$\frac{A_s}{N}$	6352.63	m <sup>2</sup>	
Caudal Unitario	Qmu		370.16	m <sup>3</sup> /día	
Pendiente del Fondo del Lecho	i		0.006	m/m	< 0.001 m/m
Relacion Largo/Ancho	L/B		2		
<b>Ancho Unitario</b>	<b>B</b>	$\sqrt{\frac{A_{su}}{N}}$	<b>55.0</b>	<b>m</b>	
<b>Largo Unitario</b>	<b>L</b>	$A_{su} / B$	<b>115.5</b>	<b>m</b>	
DETALLES GEOMÉTRICO					
Espesor de Tierra Superficial	Ht		0.10	m	0.05 - 0.15 m
Altura de Borde Libre	BL		0.20	m	0.2 - 0.9 m
Espesor del Lecho Filtrante en la Entrada del Biofiltro	H1	$H_m - (L/2 * i)$	0.45	m	
Profundidad del Humedal en la Entrada del Biofiltro	He	$H_z + BL + H_1$	0.75	m	
Espesor del Lecho Filtrante en la Salida del Biofiltro	H2	$H_m + (L/2 * i)$	1.09	m	
Profundidad de Salida del Humedal	Hs	$H_z + BL + H_2$	1.39	m	
Talud a lo largo	zL		2/3		
Margen Extra de Longitud a la Entrada del Humedal	Le	$H_e / zL$	1.13	m	
Margen Extra de Longitud a la Salida del Humedal	Ls	$H_s / zL$	2.08	m	
<b>Longitud Total de Biofiltro</b>	<b>Lt</b>	$L + L_e + L_s$	<b>118.7</b>	<b>m</b>	
Talud de Entrada del Humedal	zB		2/3		
Margen Extra de la Base del Humedal	Bm	$H_e / zB$	1.13	m	
Talud a lo ancho de la Salida del Humedal	zB'	$H_s / B_m$	4/5		

Fuente Propia

Luego se pasa a una unidad de desinfección con cloro, para finalmente depositar el efluente en una depresión natural.

### **3.5.7 Cloración:**

Para determinar en qué etapas del proceso de tratamiento debe aplicarse el cloro y en qué cantidad para lograr el propósito que se desee, se necesita saber cuáles son los efectos que produce al agregarlo a las aguas residuales.

El cloro es una sustancia sumamente activa que reacciona con muchos compuestos, dando productos muy diversos. Si se agrega una pequeña cantidad de cloro a las aguas residuales, se consumirá al reaccionar rápidamente con sustancia como el ácido sulfhídrico y el hierro ferroso. En estas condiciones, no se logra ninguna desinfección. Si se agrega suficiente cloro para reaccionar con todas estas sustancias, que se conocen como compuestos reductores, entonces otro poco más de cloro que se agregue reaccionará con la materia orgánica presente y formará compuestos orgánicos clorados, los cuales tienen una ligera acción desinfectante.

Los principales usos del cloro y sus compuestos en la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales se indican a continuación:

- Control del crecimiento de películas biológicas
- Control de la corrosión
- Control de olores
- Eliminación de grasas
- Reducción de la DBO
- Control de moscas en los filtros
- Control de aumento del volumen de lodo
- Control de espumas en los tanques Imhoff y digestores
- Reducción de los nitratos
- Reducción bacteriana
- Desinfección

De las muy diferentes aplicaciones continúa siendo la más importante la desinfección de las aguas residuales.

Ninguno de los métodos primario o secundario de tratamiento de aguas residuales puede eliminar completamente de ellas a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente.

El punto de aplicación del cloro debe localizarse en un lugar en donde el cloro que se añada pueda mezclarse rápidamente con toda la corriente de aguas residuales y de manera que pueda sostenerse dicha mezcla durante un mínimo de 15 minutos, antes de descargarse en la corriente receptora.

Finalmente se utiliza desinfección con cloro, como tratamiento terciario o final para poder reducir los coliformes hasta lo exigido por el decreto 33-95 del MARENA.

Eficiencia en remoción de coliformes: 99.994 %

El efluente de la desinfección es:  $9.15 \times 10^2$  NMP /100 ml

Material orgánica: 0.009 mg/l menor a 90 mg/l (decreto 33-95 del MARENA)

Coliformes fecales  $9.15 \times 10^2$  menor a  $1 \times 10^3$  NMP/100 ml (decreto 33-95 MARENA)

### **3.5.8 Remoción de contaminante en las diferentes etapas de tratamiento:**

Los parámetros evaluados son la concentración de materia orgánica expresada en la forma de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y coliformes fecales.

Los datos iniciales tomadas de las normas del INAA son:

DBO<sub>5</sub>: 306 mg/l

Coliformes fecales:  $1 \times 10^7$  NMP/100 ml

Los valores limites que se permite descargarse al medio ambiente lo regula el decreto 33-95 del MARENA. Estos valores son:

DBO<sub>5</sub>: < 90 mg/l (para poblaciones menores a 70 habitantes)

Coliformes fecales: <  $1 \times 10^3$  NMP /100 ml

### **3.5.9 Tratamiento Preliminar:**

Según Normas Regular del Sistema de Tratamiento de Agua Residual y su Reuso, en el sistema de tratamiento preliminar al retener elementos flotantes como plásticos, papel y otros elementos quedan retenidos 20 % de DBO<sub>5</sub>, y el 15 % de coliformes fecales.

Por lo que el efluente del tratamiento preliminar tendrá las siguientes características:

Materia orgánica en forma de DBO<sub>5</sub>: 255.1 mg/l

Coliformes Fecales:  $2.06 \times 10^7$  NMP/100 ml

### **Eliminación de desechos retenidos en las unidades de tratamiento:**

Los sólidos retenidos en las rejillas deben someterse a un proceso de escurrimiento para eliminar del agua antes de su vertido o tratamiento. Los sólidos recogidos de las rejillas son perjudiciales, e incluso peligrosos. Se deben de adoptar medidas de seguridad para los trabajadores que manipulan estos sólidos.

Los residuos sólidos deben ser depositados en vertederos controlados (relleno sanitario) o procesados en plantas de tratamiento de sólidos.

Para un buen funcionamiento es necesario revisar diariamente el canal y semanalmente se procede a rastrillar hacia el escurrido de los materiales retenidos.

Sólidos retenidos en el desarenador: El desarenador consiste en extraer del agua bruta la grava, arena y partículas minerales más o menos finas.

Con el desarenador se consigue: Evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión; impedir sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes.

El desarenador tiene por objeto eliminar la totalidad de la arena fina y la mayor cantidad posible de lodos.

Para la limpieza del desarenador se maniobra la cortina de control y se procede a limpiar la válvula para su descarga, este trabajo puede efectuarse para las condiciones de ubicación en algunos de los puntos de tratamiento, por medios directos extrayendo las arenas con una pala especial.

Las arenas y lodos eliminado del desarenador sigue el mismo tratamiento que los sólidos retirados de las rejas, ya escurrido se ponen en un contenedor, para luego ser depositado en el relleno sanitario municipal.

El uso de productos químicos como la cal viva, sirve para el control de malos olores que pudieran generarse como consecuencia del almacenamiento de residuos sólidos procedentes de la cámara de rejas, desarenador y estructura de reparto.

Medidor de caudal: Recibe el mismo tratamiento que los conductos, es decir el retiro de cualquier tipo de material sedimentable acumulado, bien sea aguas arriba o aguas abajo.

Estructura de distribución: El principal cuidado a tener en cuenta es el retiro de material filamentosos que puede adherirse o aglomerarse en la placa de distribución o del sedimentable que pueda depositarse aguas arriba y aguas debajo de él.

### 3.5.10 El tratamiento Primario:

Tanque Imhoff, es sencillo operarlos y no exige la supervisión por parte de personal especializado. No existe equipo mecánico que mantener y su funcionamiento consiste en eliminar la espuma a diario y descargarla en las cámaras de gas más próximo y extrayendo el lodo del fondo de la cámara de digestión periódicamente hacia las áreas de secado.

El tanque Imhoff, cuya remoción de contaminantes es 40 % de remoción de materia orgánica expresada en DBO y 20 % de coliformes, esta remoción es debido al arrastre de los coliformes por las partículas que sedimenta y quedan retenidas.

Por lo que el efluente del tratamiento primario tendrá las siguientes características:

Materia orgánica en forma de DBO <sub>5</sub> :	153.060 mg/l
Coliformes Fecales: ml	1.65 x 10 <sup>7</sup> NMP/100

Considerando únicamente la calidad del agua, se debe que las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas usando tanques Imhoff, esta acarreará los siguientes efectos beneficiosos:

- Reducción de la turbidez
- Reducción de la dureza
- Oxidación de la materia orgánica
- Reducción de los coliformes
- Homogenización del caudal

Los efectos perjudiciales por el mal uso son los siguientes:

- Baja re-aireación
- Aumento de sólidos inorgánicos
- Desarrollo de algas
- Flujo estratificado
- Estratificación térmica

### **3.5.11 Tratamiento secundario:**

Reactor UASB, el control de colores en la UASB se controla si el mantenimiento es adecuado, mantenimiento preventivo y correctivo. Para lograr esto, la principal acción preventiva será el evitar que los mismos habitantes arrojen al drenaje doméstico sustancias de carácter nocivo (aceites, grasas, líquidos automotrices, solventes, pinturas, insecticidas, pesticidas, etc.).

El tratamiento secundario está formado por dos módulos de reactor UASB, cuya remoción de contaminantes es: 99.994 % de remoción de materia orgánica expresada en DBO y 99.994 % de coliformes.

Por lo que el efluente del tratamiento secundario tendrá las siguientes características:

Materia orgánica en forma de DBO<sub>5</sub>: 0.009 mg/l

Coliformes Fecales: 9.15 x 10<sup>2</sup> NMP /100 ml

### **3.5.12 Tratamiento Terciario:**

El tratamiento terciario se propone con desinfección por cloración la cual termina de eliminar los coliformes fecales y otros microorganismos que no se pueden remover en ninguno de los procesos que se plantean antes.

### **3.6 Presupuesto del proyecto**

El costo total del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento en ciudad de Villa el Carmen, del departamento de Managua es de C\$ 56, 924,253 .65 (cincuenta y seis millones, novecientos veinticuatro mil, doscientos cincuenta y tres, con 65 /100) córdobas.

## **Capítulo IV**

# **Conclusiones y Recomendaciones**

## Capítulo IV – Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1. Conclusión.

En base a los objetivos planteados puede concluirse que el propósito del estudio ha sido alcanzado, teniendo los siguientes indicadores:

1. Se realizó el estudio de población y consumo, donde se propuso el diseño de la red alcantarillado sanitario y planta de tratamiento con una población de 16,620 proyectada para el año 2039
2. Se revisó y verifico los levantamientos topográficos existentes, proponiendo el punto más bajo para construcción de la planta de tratamiento y lograr que las aguas residuales lleguen a esta por gravedad.
3. Se diseñó un sistema de tratamiento para las aguas residuales, proponiendo el siguiente sistema: Canal de entrada – Rejas – Desadenadores – Medidor de Parshall – Tanque Imhoff – Biofiltro. Este se ajusta a las condiciones socioeconómicas y ambientales del municipio.
4. El trazado de la red de alcantarillado sanitario fue realizado en el programa Civil 3D y se analizó con tabla de cálculo en el programa Excel, logrando que la recolección de las aguas residuales se ajusten a las condiciones naturales del terreno y funciones por gravedad.
5. Finalmente se establece que el proyecto tendrá un costo de C\$ 56, 924,253 .65.

## **4.2. Recomendaciones**

1. ENACAL en coordinación con la municipalidad y los pobladores, deben darle el mantenimiento adecuado al sistema, para que pueda funcionar eficientemente durante el período de diseño.
2. En el momento de la ejecución del proyecto, se debe garantizar la supervisión, para que se cumplan las normas constructivas que especifican los planos.
3. Para la ejecución de la obra es importante sugerir que se utilice mano de obra de la zona, esto para minimizar los costos de la obra.
4. Construir barreras vivas rompe vientos en los sectores aledaños a las plantas de tratamiento para evitar la erosión del suelo y la perturbación a la población con malos olores provenientes de los sistemas de tratamiento.
5. Capacitar a toda la población beneficiada con el proyecto con el fin de darles a conocer la importancia de conectarse al sistema y como darle buen uso al servicio.
6. Evaluar la planta una vez esté operando para ajustar los parámetros de calidad del agua que fueron asumidos.

# **Bibliografía**

## Bibliografía

Baldizon María. (2014) Apuntes de ingeniería sanitaria 1. Departamento de hidráulica y medio ambiente, Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua

Baldizon María (2015). Apuntes de ingeniería sanitaria 2. Departamento de hidráulica y medio ambiente. Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua

Barahona R. M, Pérez A, Velázquez C.H. (2010). Diseño del alcantarillado sanitario público y domiciliar en los barrios Monte Pavor y Tejas No. 1, del Municipio de Matagalpa.

Bermúdez B, F, Ramírez, García. (2010). Diseño de sistema de alcantarillado sanitario y de planta de tratamiento del municipio de Niquinomo, Departamento de Masaya. Periodo 2007-2010. Managua.

Instituto Nacional de Acueducto y Alcantarillado "INAA" (2012). Guía técnica de Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua, Nicaragua

Instituto Nicaragüense de Estadísticas (2015). Estudio Socio Económico. Disponible en [www. INIDE.gob.ni](http://www.INIDE.gob.ni)

Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. Ficha municipal Villa el Carmen. Disponible en [www. Iniform.gob.ni](http://www. Iniform.gob.ni)

Loaisiga H. (2010). Hidráulica de tuberías. <https://henryloaisiga.files.wordpress.com>

Pérez Wilber. (2016). Apuntes de ingeniería sanitaria II. Managua, Nicaragua.

Rodríguez G, Toval M.D (2012). Diseño de la red de Alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Nindiri, Departamento de Masaya. Managua, Nicaragua.

Stewart M. Oakley (2005). Lagunas de estabilización en honduras. Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad.

# **Anexos**

**Cuadro 17.** Distribución de la población según Sexo

Hombres	Mujeres	Tot
16,901(51.5 %)	15,917 (48.5%)	32,818 (100%)

**Cuadro 18.** Distribución de Viviendas

Urbana	Rur	Tot
1,205 (19.40 %)	5,097 (80.6%)	6,212 (100%)

**Cuadro 19.** Periodos de Diseño para Estructura de los Sistemas

<i>Tipo de Estructura</i>	<i>Características Especiales</i>	<i>Periodo de Diseño/años</i>
<b>Colectora Principales Emisarios de descarga</b>	Difíciles y Costosos de Agrandar	10 a 50
<b>Tuberías Secundarias hasta Ø375 mm</b>		25 o más
<b>Planta de Tratamiento de Aguas Servidas</b>	Puede desarrollarse por etapas. Debe considerarse las tasas de Interés por los fondos a Invertir.	10 a 25
<b>Edificaciones y Estructuras de Concreto</b>		50
<b>Equipos de Bombeo</b>		
a) <b>De gran tamaño</b>		15 a 25
b) <b>Normales</b>		10 a 15

**Cuadro 20.** Coeficientes de Rugosidad

Material	Coeficiente
Concreto	0.013
Polivinilo (pvc)	0.009
Poliétileno (pe)	0.009
Asbesto-cemento (ac)	0.01
Hierro galvanizado	0.014
Hierro fundido	0.012
Fibra de vidrio	0.01

**Cuadro 21.** Clasificación de los Tratamientos de Aguas Residuales

Tratamiento			
Preliminar	Primario	Secundario	Terciario
Rejas	Sedimentación (tanque séptico)	Filtros Anaeróbicos	Biodiscos
Tamices	Coagulación	Reactor UASB	Lechos Bacterianos
Cajas de Arena	Digestión y secado de lodos	Lodos activados	Laguna de Maduración
Trituración	Tanque de Imhoff	Zanjas de oxidación	Humedales
Retenedores de Grasas		Filtros percoladores	Biofiltros
Homogenizadores		Filtración lenta	Filtros, Ultrafiltración y desinfección
Aireación Preliminar		Filtración rápida	
		Laguna Estabilización Facultativa	
		Lagunas con Micrófitos	
		Biofiltros	
		Sedimentación Secundaria	

**Cuadro 22.** Parámetros de Tanques Imhoff

Parámetro	Unidad	Valor	
		Intervalo	Típico
<b>Cámara de Sedimentación</b>			
Volumen	M <sup>3</sup> /hab	-	0.03
Carga Superficial	M <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1.0 – 1.7	1.35
Carga sobre vertedero efluente	M <sup>3</sup> /m.h	7 – 25	1.35
Tiempo de retención	h	2.0 – 4.0	2
Velocidad de flujo	Cm/min	-	30
Longitud/Ancho	Relación	2:1 – 5:1	03:01
Pendiente de fondo (V/H)	Relación	5:4 – 7:4	03:02
Abertura de comunicación entre cámaras	Cm	15 – 30	25
Proyección horizontal del saliente	Cm	15 – 30	25
<b>Deflector de espumas</b>			
Por debajo de la superficie	Cm	25 – 40	30
Por encima de la superficie	Cm	-	30
Borde libre	Cm	45 – 60	60
<b>Zona de Ventilación de gases</b>			
Superficie en % de total	%	15 – 30	20
Anchura de abertura	cm	45 – 75	60
Volumen	M <sup>3</sup> /hab	0.05 – 0.10	0.06
Pendiente mínima del fondo	Relación	-	01:02
Tubería de extracto de lodos	Cm	20 – 30	25
Distancia libre hasta el nivel de lodos	Cm	30 – 90	60
Profundidad total del tanque	Cm	7.25 – 9.5	9

**Cuadro 23.** Componentes Unitarias en las Lagunas de Estabilización

Proceso	DBO <sub>5</sub>	Sólidos en	Bacterias	Coliformes
Rejas Finas	5 – 10	-	5 – 20	-
Cloración de desechos brutos	15 – 30	-	90 – 95	-
Sedimentación Simple	25 – 45	40 – 70	25 – 75	40 – 60
Precipitación Química	45 – 85	65 – 90	40 – 80	60 – 90
Filtración Biológica (Incluyendo Decantación)	75 – 90	70 – 90	90 – 95	80 – 90
Lodos Activados (Incluyendo Decantación)	80 – 97	85 – 95	90 – 98	90 – 96
Filtración Internamente con Arena	85 - 95	85 – 95	95 – 98	85 – 95
Cloración de Desechos tratados biológicamente	-	-	98 – 99	-

**Cuadro 24.** Eficiencia de lagunas anaeróbicas en función del periodo de retención para T>20°C

Periodo de Retención (d)	Reducción de DBO <sub>5</sub> (%)
1	50
2.5	60
5	70

**Cuadro 25.** Relación Entre La Temperatura, Periodo De Retención Y Eficiencia En Lagunas Anaeróbicas

Temperatura (°C)	Periodo de Retención (d)	Remoción de DBO <sub>5</sub> (%)
10 – 15	4 – 5	30 – 40
15 – 20	2 – 3	40 – 50
20 – 25	1 – 2	50 – 60
25 – 30	1 – 2	60 – 70

**Cuadro 26.** Coeficiente de Mortalidad Para Determinar las Reducciones Bacterianas

Carga Kg DBO <sub>5</sub> /hab/d	Coeficiente de mortalidad L/d
400	0.6
600	0.55
800	0.5
1000	0.46
1200	0.41
1400	0.37

**Cuadro 27.** Dimensiones de la Laguna de Maduración

Largo/ancho	Factor
1	1.00
2	0.5
4	0.25
8	0.12

**Cuadro 28.** Parámetros Empíricos para el Proceso de Lodos Activados

Tipos de Proceso	Carga Orgánica KgDBO <sub>5</sub> /Kg (f/m)	Carga Volumétrica KgDBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d (fq/v)	Tiempo de Detención (Horas) (t <sub>d</sub> )	Edad de Lodos (q <sub>c</sub> )	SSLM Mg/L (X <sub>t</sub> )	Retorno Fracción (r)
<b>Convencional</b>	0.25 – 0.5	0.3 – 1.0	4 – 8	5 – 15	1500 – 3000	0.25 – 0.5
<b>Completamente mezclado</b>	0.2 – 0.6	0.8 – 2.0	4 – 8	5 – 15	3000 – 6000	0.25 – 1.0
<b>Aireación Escalonada</b>	0.2 – 0.5	0.6 – 1.0	3 – 5	5 – 15	2000 – 3500	0.25 – 0.7
<b>Tasa Alta</b>	0.4 – 1.5	0.6 – 2.4	0.25 – 3	1 – 3	4000 – 5000	1.0 – 5.0
<b>Aireación Modificada</b>	1.5 – 5.0	1.2 – 2.4	1.5 – 3	0.2 – 0.5	200 – 1000	0.05 – 0.25
<b>Estabilización por contacto</b>	0.2 – 0.5	1.0 – 1.2	0.5 – 1.0	5 – 15	1000 – 3000	0.2 – 1.0
<b>Contacto Estabilizado</b>	-	Incluido ya	3 – 6	-	4000 – 10000	-
<b>Aireación Extendida</b>	0.05 – 0.25	< 0.4	18 – 36	15 – 30	3000 – 6000	0.75 – 1.5
<b>Oxígeno Puro</b>	0.4 – 1.0	2.4 – 4.0	1 – 3	8 – 20	6000 – 8000	0.25 – 1.5
<b>Zanja de Oxidación</b>	0.05 – 0.30	0.1 – 0.5	8 – 36	10 – 30	3000 – 6000	0.75 – 1.5
<b>Reactor SBR</b>	0.05 – 0.30	0.1 – 0.2	12 – 50	No aplica	1500 – 5000	No aplica

**Cuadro 29.** Características de Operación de Lodos Activados con Aireación Prolongada

Parámetros	Porcentaje de Eliminación (%)
Solidos	80 – 90
DBO <sub>5</sub>	80 – 95
Nitrógeno	30 – 40
Fosforo	20 – 30
Coliformes Fecales	85 – 95

**Cuadro 30.** Normas de tratamiento y reusó del agua residual según INAA.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)					
	DBO5	BQO	SS	Coliformes	P	N
Tratamiento Preliminar o pretratamiento	15-30	10-20	15-30	10-25	0-10	0-10
Decantación Primaria	25-40	40-70	50-70	25-75	40-70	3-5
	40-60	70-90	37-85	99	40-70	40-60
Efluente Primario + Coloración	75-95	70-92	83-99	10-90	40-46	40-60
Fosas Sépticas ó Tanques Imhoff	85-95	40-70	85-92	90	40-70	55-85
	80-90	40-70	90-99	90-98	85-91	40-60
Lodos Activados (Airación Prolongada)	70-95	40-60	70-90	98-99	85-91	90-96
Lodos Activados (Convencional)	70-85	40-80	50-90	99-99.99	85-90	90-96
	40-80	70-90	60-80	99-99.99	85-91	90-96
Lechos Bacterianos	70-90	90-95	60-80	40-60	25-40	90-96
Efluentes Secundario + Coloración	70-95	60-70	90-99	90-98		90-96
Lagunas Aerobias	70-97	70-80	75-97	70-90		30-95
Lagunas Facultativas	90-99		95-100	75-97		
Lagunas Anaerobias	92-96		95	95-1000		
Humedales de Flujo Superficial Libre (Lagunas con Macrofitas)	80-99		95	25		
				25		
Humedales sub – superficial						

# Hoja de encuesta



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA Y MEDIO AMBIENTE**  
**ENCUESTA POBLACIONAL**

El formato a utilizar es el siguiente:

Encuesta Poblacional para el municipio de Villa El Carmen.

Casa entrevistada # \_\_\_\_\_

1.- ¿Cuántos personas en total viven es esta casa? \_\_\_\_\_

2.- Clasificación por edades

Menores de 16 años:                      Hombres \_\_\_\_\_      Mujeres \_\_\_\_\_

Entre 16 y 60 años:                      Hombres \_\_\_\_\_      Mujeres \_\_\_\_\_

Mayores de 60 años:                      Hombres \_\_\_\_\_      Mujeres \_\_\_\_\_

3.- ¿Cómo hacen sus necesidades fisiológicas?

En fosa seca \_\_\_\_\_      En fosa húmeda \_\_\_\_\_      Otro \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuántos personas trabajan? \_\_\_\_\_

Tipo de trabajo: Fijo: \_\_\_\_\_      Temporal: \_\_\_\_\_

# **Costo y presupuesto del proyecto**

ETAPA	SUB ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTO C\$	
					UNIT	TOTAL
1		<b>PRELIMINARES</b>	Glb			<b>C\$62,346.52</b>
	1.1	Limpieza Inicial	m <sup>2</sup>	102.096	12.1	1,235.36
	1.2	Trazo y nivelacion	m	4,480.29	13.64	61,111.16
2		<b>SISTEMAS DE RECOLECTORAS</b>	Glb			<b>C\$8,389,311.73</b>
	2.1	TUBERIA DE 6"				1,181,130.26
	2.2	TUBERIA DE 8"				
	2.3	TUBERIA DE 10"				
	2.4	TUBERIA DE 12"				
	2.5	TUBERIA DE 15"				
	<b>2.1.1</b>	<b>Excavacion,Relleno y compactacion</b>	m <sup>3</sup>			<b>C\$139,993.18</b>
	2.1.1.1	Profundidad de 0.00 a 1.50 m	m <sup>3</sup>	242.421	159.95	38,775.24
	2.1.1.2	Profundidad de 1.50 a 2.00 m	m <sup>3</sup>	463.512	164.45	76,224.55
	2.1.1.3	Profundidad de 2.00 a 2.50 m	m <sup>3</sup>	84.888	172.05	14,604.98
	2.1.1.4	Profundidad de 2.50 a 3.00 m	m <sup>3</sup>	54.604	190.25	10,388.41
	2.1.2	Suministro e Instalacion	ml	1,727.43	671	1,159,105.53
	2.1.3	Prueba de tuberias	ml	1,727.43	12.75	22,024.73
	2.2	<b>TUBERIA DE 6"</b>				5,983,807.83
		<b>Excavacion,Relleno y compactacion</b>	m <sup>3</sup>			<b>C\$1,084,380.46</b>
	2.2.1	Profundidad de 0.00 a 1.50 m	m <sup>3</sup>	168.29775	175.945	29,611.15
	2.2.2	Profundidad de 1.50 a 2.00 m	m <sup>3</sup>	1575.5985	180.895	285,017.89
	2.2.3	Profundidad de 2.00 a 2.50 m	m <sup>3</sup>	1311.6735	188.375	247,086.50
	2.2.4	Profundidad de 2.50 a 3.00 m	m <sup>3</sup>	1085.37413	210.98	228,992.23
	2.2.5	Profundidad de 3.00 a 3.50 m	m <sup>3</sup>	1353.2805	217.008	293,672.69
2.3	Suministro e Instalacion	ml	7,970.44	737	5,874,214.28	
2.4	Prueba de tuberias	ml	7,970.44	13.75	109,593.55	
3		<b>OBRAS PARA REGISTRO</b>	Glb			<b>C\$732,566.11</b>
	3.1	POZOS DE VISITA SANITARIO				
	3.1.1	Profundidad de 0.00 a 1.50 m	c/u	9	7,856.33	70,706.99
	3.1.2	Profundidad de 1.50 a 2.00 m	c/u	7	9,223.80	64,566.58
	3.1.3	Profundidad de 2.00 a 2.50 m	c/u	17	10,046.15	170,784.48
	3.1.4	Profundidad de 2.50 a 3.00 m	c/u	5	12,318.06	61,590.32
	3.1.5	Profundidad de 3.00 a 3.50 m	c/u	12	17,254.25	207,050.98
	3.1.6	Profundidad de 3.50 a 4.00 m	c/u	4	18,406.12	73,624.50
3.1.7	Profundidad de 4.00 a 4.50 m	c/u	4	21,060.57	84,242.27	
4		<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	c/u	<b>C\$58.00</b>		<b>C\$26,913.24</b>
	4.1	<b>A Colector de 6"</b>				12,548.00
	4.1.1	Conex.Cortas (0.0-3.5 m)	c/u	16	512	8,192.00
	4.1.2	Conex.Largas (3.5-5.5 m)	c/u	22	198	4,356.00
	4.2	<b>A Colector de 8"</b>				11,140.00
	4.2.2	Conex.Cortas (0.0-3.5 m)	c/u	16	640	10,240.00
	4.2.3	Conex.Largas (3.5-5.5 m)	c/u	4	225	900.00
	4.2	<b>CAJAS DE REGISTRO</b>				
4.2.1	Cajas de Concreto	c/u	58	3167.24	3,225.24	
5		<b>ROTURA Y REPOSICION DE CARPETA</b>				<b>C\$2,745,582.95</b>
5.1	Adoquinado	m <sup>2</sup>	4750.275	577.984	2,745,582.95	
6		<b>MITIGACION DE IMPACTOS</b>				<b>C\$27,500.00</b>
6.1	Medidas de prevencion de accidentes	Glb	1	27,500.00	27,500.00	
7		<b>LIMPIEZA FINAL</b>	m <sup>2</sup>	4480.29	120.00	<b>C\$537,634.80</b>
<b>d) TOTAL</b>						
e) Costo unitario directo						
f) Costo Unitario directo (15% d)						
g) costo unitario de administracion y utilidad (10% d)						
h) Precio de venta sin impuesto (d+f+g)						
i) Impuesto a la Alcaldia (1% de h)						
j) Impuesto general de Venta (15% de h+i)						
k) Precio de venta con impuesto (h+i+j)						

### Costo y presupuesto de la red de alcantarillado:

Fuente. Propia

## Costo y presupuesto del tratamiento preliminar:

ETAPA	SUB-ETAPA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO(C\$)	
					UNITARIO	TOTAL
<b>1.0</b>		<b>Limpieza inicial</b>		Global		
	1.1	limpieza General del Todo el Campo de Tratamiento	7,500	m2		
	1.2	Trazado y Nivelacion de Obras Preliminares		m		
	1.3	Excavacion,Relleno y Compactacion		m3		
<b>2.0</b>		<b>Construccion de Canal</b>				<b>C\$4,803.56</b>
	2.1	Cemento	7	Bolsas	240	1,680.00
	2.2	Arena	0.44	m3	700	308.00
	2.3	Grava	0.65	m3	900	585.00
	2.4	Varilla de Acero 3/8"	53.71	lbs	16.00	859.36
	2.5	Varilla de Acero 1/4"	37.6	lbs	16.00	601.60
	2.6	Alambre Acero N0 18	2.7	lbs	25	67.50
	2.7	Formaleta	1.16	m2	210	243.60
	2.8	Mano de Obra	1.31	m2	350	458.50
<b>3.0</b>		<b>Construccion de Reja</b>				<b>C\$10,758.58</b>
	3.1	Cemento	1.62	Bolsas	240	388.80
	3.2	Arena	0.223	m3	700	156.10
	3.3	Grava	0.244	m3	900	219.60
	3.4	Varilla de Acero 3/8"	8.48	Lbs	16	135.68
	3.5	Varilla de Acero 1/4"	7.4	lbs	16	118.40
	3.6	Platina Metalica 3/4" * 3/16"	1	Unidad	800	800.00
	3.7	Lamina Metalica 1/4"	697.5	pulg2	12.00	8,370.00
	3.8	Electrodos Soldadores	1	Caja	500	500.00
	3.9	Mano de Obra	1	Unidad	70	70.00
<b>4.0</b>		<b>Construccion de Desarenador</b>				<b>C\$39,692.16</b>
	4.1	Cemento	31	Bolsas	240	7,440.00
	4.2	Arena	3	m3	700	2,100.00
	4.3	Grava	3.18	m3	900	2,862.00
	4.4	Varilla de Acero 3/8"	439.26	lbs	16	7,028.16
	4.5	Varilla de Acero 1/4"	175.7	lbs	16	2,811.20
	4.6	Alambre Acero N0 18	22	lbs	25	550.00
	4.7	Formaleta	30.18	m2	210	6,337.80
	4.8	Mano de Obra	30.18	m2	350	10,563.00
<b>5.0</b>		<b>Medidor Parshall</b>				<b>C\$19,276.16</b>
	5.1	Cemento	7	Bolsas	240	1,680.00
	5.2	Arena	0.45	m3	700	315.00
	5.3	Grava	0.91	m3	900	819.00
	5.4	Varilla de Acero 3/8"	38.89	lbs	16	622.24
	5.5	Varilla de Acero 1/4"	27.22	lbs	16	435.52
	5.6	Formaleta	1.74	m2	210	365.40
	5.7	Mano de Obra	1.74	m2	350	609.00
	5.8	Medidor Parshall Prefabricado	1	Unidad	14430	14,430.00
<b>6.0</b>		<b>Caja de Recoleccion y Distribucion</b>				<b>C\$9,606.90</b>
	6.1	Bloque (0.40*0.15*0.17)	10	Unidad	15	150.00
	6.2	Cemento	12	Bolsas	240	2,880.00
	6.3	Arena	0.82	m3	700	574.00
	6.4	Grava	1.55	m3	900	1,395.00
	6.5	Varilla de Acero 3/8"	139.5	lbs	16	2,232.00
	6.6	Varilla de Acero 1/4"	83.7	lbs	16	1,339.20
	6.7	Formaleta	2.62	m2	210	550.20
	6.8	Mano de Obra	1.39	m2	350	486.50
<b>7.0</b>		<b>Operación y Acabado</b>				<b>C\$790,923.0</b>
	7.1	Malla Cicon	5	Unidad	2500	12500
	7.2	Tubo de Acero 4" Galvanizado	265	Unidad	2020	535300
	7.3	Cemento	57	Bolsas	240	13680
	7.4	Arena	5.63	m3	700	3941
	7.5	Grava	6.26	m3	900	5634
	7.6	Pierda Cantera	940	Unidad	38	35720
	7.7	Varilla de Acero 3/8"	1355	lbs	16	21680
	7.8	Varilla de Acero 1/4"	1873	lbs	16	29968
	7.9	Alambre Acero N0 18	68	lbs	25	1700
	7.1	Electrodos Soldadores	10	Caja	500	5000
	7.11	Alambre de Puas	5	Unidad	700	3500
	7.12	Aborizacion	1	Global	2300	2300
	7.13	Limpieza Final	60000	m2	2	120,000.0
						<b>d ) Costo Total Directo 875,060.36</b>
						<b>e) Costos Indirectos (15%* d) 131,259.05</b>
						<b>f) Utilidades (10% *d) 87,506.04</b>
						<b>g) Precios de venta sin impuesto (d+e+f) 1,093,825.45</b>
						<b>h) Impuesto de alcaldia (1% *g) 10,938.25</b>
						<b>i) impuesto (15%*g) 1,640.74</b>
						<b>j) Precio de venta con impuesto 1,106,404.44</b>

Fuente. Propia

## Costo y presupuesto tanque + Biofiltro

ETAPA	SUB-ETAPA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO(C\$)	
					UNITARIO	TOTAL
<b>1.0</b>		<b>Mano de Obra</b>				<b>C\$28,025.91</b>
	1.1	Trazado y Nivelacion		m	35	0.00
	1.2	Operador de Excavadora	10.667	hrs	38	405.35
	1.3	Operador de Vibrocompactadora	5.87	hrs	38	223.06
	1.4	Operador de Mezcladora	202.5	hrs	38	7,695.00
	1.5	Operador de Compactadora Manual	119.15	hrs	30	3,574.50
	1.6	Oficial Carpintero	79.29	hrs	42	3,330.18
	1.7	Ayudante Carpintero	79.29	hrs	28	2,220.12
	1.8	Ayudante Armador	155.55	hrs	28	4,355.40
	1.9	Oficial Fontanero	16	hrs	42	672.00
	1.1	Oficial Albañil	79.29	hrs	42	3,330.18
	1.11	Ayudante Albañil	79.29	hrs	28	2,220.12
<b>2.0</b>		<b>Materiales</b>				<b>C\$773,276.82</b>
	2.1	Formaleta	959.93	m2	210	201,585.30
	2.2	Cemento	810.17	Bolsas	240	194,440.80
	2.3	Arena	67.16	m3	700	47,012.00
	2.4	Grava	98.11	m3	900	88,299.00
	2.5	Varilla de Acero 3/8"	514	lbs	16	8,224.00
	2.6	Varilla de Acero 1/2"	8417.78	lbs	16	134,684.48
	2.7	Varilla de Acero 5/8"	4119.67	lbs	16	65,914.72
	2.8	Alambre de Acero No 18	631	lbs	25	15,775.00
	2.9	Motobomba	2	Unidad	60500	121,000.00
	2.1	Tubo PVC SDR 41 8"	4	Unidad	1550	6,200.00
	2.11	Camisa 8"	3	Unidad	842	2,526.00
	2.12	Yee 8"	2	Unidad	950	1,900.00
	2.13	Codo 45 8"	2	Unidad	200	400.00
	2.14	Valvula de Pase 8"	2	Unidad	10000	20,000.00
<b>3.0</b>		<b>Equipos</b>				<b>C\$98,469.49</b>
	3.1	Vibrocompactadora	5.8667	hrs	820	4,810.69
	3.2	Mescladora	135	hrs	435	58,725.00
	3.3	Compactadora Manual	119.15	hrs	30	3,574.50
	3.4	Excavadora	14.933	hrs	2100	31,359.30
						<b>d ) Costo Total Directo 899,772.22</b>
						<b>e) Costos Indirectos (15%* d ) 134,965.83</b>
						<b>f) Utilidades (10% *d ) 89,977.22</b>
						<b>g) Precios de venta sin impuesto (d+e+f) 1,124,715.28</b>
						<b>h) Impuesto de alcaldia (1% *g) 11,247.15</b>
						<b>i) impuesto (15%*g) 1,687.07</b>
						<b>j) Precio de venta con impuesto 1,137,649.50</b>

Fuente. Propia

### Costo y presupuesto del lecho de secado:

ETAPA	SUB-ETAPA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO(C\$)	
					UNITARIO	TOTAL
<b>1.0</b>		<b>Mano de Obra</b>				<b>C\$9,173.51</b>
	1.1	Trazado y Nivelacion	30	m	35	1,050.00
	1.2	Operador del Tractor	13.49	hrs	38	512.62
	1.3	Auxiliar de Operador Tractor	13.49	hrs	28	377.72
	1.4	Operador de Carga Frontal	8.11	hrs	35	283.85
	1.5	Operador de Camion Volquete	38.21	hrs	35	1,337.35
	1.6	Operador de Mezcladora	34.79	hrs	35	1,217.65
	1.7	Ayudante de Excavacion	13.49	hrs	28	377.72
	1.8	Oficial Albañil	7.7	hrs	42	323.40
	1.9	Ayudante Albañil	7.7	hrs	28	215.60
	1.1	Oficial Fontanero	16	hrs	42	672.00
	1.11	Ayudante Fontanero	16	hrs	28	448.00
	1.12	Oficial Armador	25.98	hrs	42	1,091.16
	1.13	Ayudante Armador	25.98	hrs	28	727.44
	1.14	Oficial Carpintero	7.7	hrs	42	323.40
	1.15	Ayudante Carpintero	7.7	hrs	28	215.60
<b>2.0</b>		<b>Materiales</b>				<b>C\$81,587.12</b>
	2.1	Cemento	49	Bolsas	240	11,760.00
	2.2	Arena	3.87	m3	700	2,709.00
	2.3	Grava	5.91	m3	900	5,319.00
	2.4	Hormigon Rojo Semi-Cribado	4.18	m3	1300	5,434.00
	2.6	Ladrillo Rojo Cuarteron(23 cm*5 cm*11 cm)	1486	Unidad	6	8,916.00
	2.7	Varilla de Acero 3/8"	1796	Lbs	16	28,736.00
	2.8	Alambre Amarre No18	89.82	Lbs	16	1,437.12
	2.9	Formaleta	49.36	m2	350	17,276.00
<b>3.0</b>		<b>Equipos</b>				<b>C\$79,230.95</b>
	3.1	Tractor de Oruga	14.2	hrs	1800	25,560.00
	3.2	Cargador Frontal	8.54	hrs	1350	11,529.00
	3.3	Camion Volquete	38.21	hrs	820	31,332.20
	3.4	Mezcladora	24.85	hrs	435	10,809.75
						<b>d ) Costo Total Directo</b>
						<b>169,991.58</b>
						<b>e) Costos Indirectos (15%* d )</b>
						<b>25,498.74</b>
						<b>f) Utilidades (10% *d )</b>
						<b>16,999.16</b>
						<b>g) Precios de venta sin impuesto (d+e+f)</b>
						<b>212,489.48</b>
						<b>h) Impuesto de alcaldia (1% *g)</b>
						<b>2,124.89</b>
						<b>i) impuesto (15%*g)</b>
						<b>318.73</b>
						<b>j) Precio de venta con impuesto</b>
						<b>214,933.10</b>

Fuente. Propia

## Costo y presupuesto del tratamiento secundario (Biofiltro):

ETAPA	SUB-ETAPA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO(C\$)	
					UNITARIO	TOTAL
<b>1.0</b>		<b>Mano de Obra</b>				<b>C\$77,703.36</b>
	1.1	Trazado y Nivelacion	1.107	m	35	38.75
	1.2	Operador y Tractor	79.985	hrs	35	2,799.48
	1.3	Auxiliar de Operador Tractor	79.985	hrs	28	2,239.58
	1.4	Operador de Carga Frontal	112.88	hrs	35	3,950.80
	1.5	Operador de Camion Volquete	158.21	hrs	35	5,537.35
	1.6	Operador de Motoniveladora	76.56	hrs	35	2,679.60
	1.7	Auxiliar de Operador Motoniveladora	76.56	hrs	28	2,143.68
	1.8	Operador de Compactadora	109.74	hrs	35	3,840.90
	1.9	Operador de Cisterna	61.3	hrs	35	2,145.50
	1.11	Operador de Mezcladora	0.55	hrs	35	19.25
	1.12	Ayudante de Excavacion	79.985	hrs	28	2,239.58
	1.13	Oficial Albañil	675.27	hrs	42	28,361.34
	1.14	Ayudante Albañil	675.27	hrs	28	18,907.56
	1.15	Oficial Fontanero	16	hrs	42	672.00
	1.16	Ayudante Fontanero	16	hrs	28	448.00
	1.17	Oficial Aramdor	24	hrs	42	1,008.00
	1.18	Ayudante Armador	24	hrs	28	672.00
<b>2.0</b>		<b>Materiales</b>				<b>C\$2,596,432.48</b>
	2.1	Piedra Volcanica	167	m3	480	80,160.00
	2.2	Hormigon Rojo Sin-Cribar	294.336	m3	430	126,564.48
	2.3	Geomembrana	7803	m2	300	2,340,900.00
	2.4	Tubo PVC SDR 41 8"	17	Unidad	1550	26,350.00
	2.5	Tee PVC SDR 41 8"	2	Unidad	300	600.00
	2.6	Cemento	10	Unidad	240	2,400.00
	2.7	Arena	0.98	m3	700	686.00
	2.8	Grava	1.3	m3	900	1,170.00
	2.9	Ladrillo de 2*4*12	382	Unidad	6	2,292.00
	2.1	Varilla de Acero 1/4"	11	lbs	16	176.00
	2.11	Varilla de Acero 3/8"	35	lbs	16	560.00
	2.12	Alambre de Amarre No18	2	lbs	25	50.00
	2.13	Brida 6"	2	Unidad	180	360.00
	2.14	Tapon 6"	4	Unidad	400	1,600.00
	2.15	Manguera flexible 6"	1	m	80	80.00
	2.16	Cesped de Carrizo	6242	Unidad	2	12,484.00
<b>3.0</b>		<b>Equipos</b>				<b>C\$626,188.68</b>
	3.1	Tractor de Oruga	95.1	hrs	1800	171,180.00
	3.2	Cargador Frontal	112.88	hrs	1350	152,388.00
	3.3	Camion Volquete	158.21	hrs	820	129,732.20
	3.4	Motoniveladora	76.56	hrs	820	62,779.20
	3.5	Compactadora	109.743	hrs	560	61,456.08
	3.6	Camion Cisterna	61.3	hrs	790	48,427.00
	3.7	Mezcladora	0.52	hrs	435	226.20
						<b>d ) Costo Total Directo</b>
						<b>6,600,649.04</b>
						<b>e) Costos Indirectos (15%* d )</b>
						<b>990,097.36</b>
						<b>f) Utilidades (10% *d )</b>
						<b>660,064.90</b>
						<b>g) Precios de venta sin impuesto (d+e+f)</b>
						<b>8,250,811.30</b>
						<b>h) Impuesto de alcaldia (1% *g)</b>
						<b>82,508.11</b>
						<b>i) impuesto (15%*g)</b>
						<b>12,376.22</b>
						<b>j) Precio de venta con impuesto</b>
						<b>8,345,695.63</b>

Fuente. Propia

### Costo y presupuesto total del proyecto

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO(C\$)	
			UNITARIO	TOTAL
Red de alcantarillado		GLB	C\$12,521,855.34	C\$12,521,855.34
Tratamiento preliminar	1	GLB	C\$ 1,106,404.44	C\$ 1,106,404.44
Tanque + Biofiltro	1	GLB	C\$ 1,137,649.50	C\$ 1,137,649.50
Lecho de secado	2	GLB	C\$ 214,933.10	C\$ 429,866.21
Tratamiento secundario (Biofiltros)	5	GLB	C\$ 8,345,695.63	C\$ 41,728,478.15
<b>Total</b>				<b>C\$ 56,924,253.65</b>

Fuente. Propia

# PLANOS

# **Documentos académicos**