

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBEN DARIO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS**



Tesis para optar al título de Ingeniero Civil

Título:

Estudio de Pre Factibilidad de la Red de Alcantarillado Sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.

Presentado por:

- ✿ *Br. Calderón Castillo Karen del Socorro*
- ✿ *Br. Loáisiga Blanco María José*
- ✿ *Br. Roque Canelo Aura Alejandra*

Tutor:

- ✿ *Msc. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado*

Asesora:

- ✿ *Ing. Norma Flores Sánchez*

Marzo, 2009



CONTENIDO	Pág. No.
CAPITULO I	10
1.1. INTRODUCCIÓN	11
1.1.1. ANTECEDENTES	13
1.1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.1.4. OBJETIVOS	17
1.1.4.1 Objetivo General	17
1.1.4.2 Objetivos Específicos	17
CAPITULO II	18
2.1. MARCO REFERENCIAL	19
2.1.1. Definiciones de Estudio de Pre factibilidad	19
2.1.2. Estudio de Mercado	19
2.1.2.1. El producto, bien o servicio (La red de alcantarillado sanitario)	20
2.1.2.2. El Consumidor	21
2.1.2.3. La demanda	21
2.1.2.4. La Oferta desde el punto de vista de la población beneficiada	23
2.1.3. Estudio Técnico	23
2.1.3.1. Descripción del proyecto	26
2.1.3.2. Tipos de proyectos	26
2.1.3.3. Instalación del servicio	26
2.1.3.4. Estudio Económico - Financiero	27
2.1.4. Financiamiento	28
2.1.4.1. Evaluación del Proyecto	29
2.1.4.2. Costos de inversión	29
2.1.4.3. Costos de operación y mantenimiento	29
2.1.4.4. Evaluación de Impacto Ambiental	30
2.2. DISEÑO METODOLÓGICO	32
2.2.1. Tipo de Investigación	33
2.2.2. Enfoque de la investigación	33
2.2.3. Tipo de estudio a realizar	33
2.2.4. Población	33
2.2.5. Muestra	33



2.2.6. Trabajo de campo	34
Recopilación de la información	34
2.2.6.1. Trabajo de gabinete	35
CAPITULO III	36
3.1. ESTUDIO DE MERCADO	37
3.1.1. Análisis y Evaluación de la Demanda del Proyecto	37
3.1.1.1. Crecimiento de la población.....	38
3.1.2. Análisis y Evaluación de la Oferta del Proyecto.....	48
3.1.2.1. Oferta del Sistema Actual.	48
3.1.2.1.1. Letrinas.....	49
3.1.2.1.2. Fosas Sépticas y Sumideros.	51
3.1.2.2. Descripción del Sistema de Evacuación Propuesto	55
3.1.2.2.1. Servicios del sistema propuesto.....	55
3.1.3. Comercialización del Sistema Propuesto.....	56
CAPI 57	
4.1. ESTUDIO DE TÉCNICO	58
4.1.1. Localización y Área de Influencia del Proyecto.....	59
4.1.1.1. Macro localización de la red propuesta.	60
4.1.1.2. Micro localización de la red propuesta.....	65
4.1.2. Descripción General del Proyecto	66
4.1.3. Ingeniería del Proyecto	69
4.1.3.1. Levantamiento topográfico realizado en el área de estudio	69
4.1.3.2. Diseño de la red de alcantarillado para los barrios Central y Palo Solo:	70
4.1.3.2.1. Criterios de diseño de la red de alcantarillado utilizando P.V.C. y TCR.....	71
4.1.3.3. Especificaciones técnicas para ambas alternativas.....	83
4.1.3.4. Programa de investigaciones futuras	84
5.1. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO	88
5.1.1. Horizonte de Evaluación de la propuesta de la red de alcantarillado.	89
5.1.2. Análisis Financiero Para ambas alternativas.....	89
5.1.2.1. Inversión Fija	89
5.1.2.2. Inversión Inicial	90
5.1.2.3. Inversión Diferida o Intangible	93
5.1.2.4. Financiamiento de la Inversión.....	94
5.1.2.5. Costos de Operación y Mantenimiento.....	95
5.1.2.6. Costo Operativo Unitario	95
CAPITULO VI.....	99
6.1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	100
6.1.1. Descripción del proyecto.....	104



6.1.2.	Situación Ambiental del Área de Influencia.	105
6.1.3.	Identificación de recursos naturales y humanos afectados.	108
6.1.3.1.	Sin Proyecto	108
6.1.3.2.	Posibles Afectaciones Futuras	108
6.1.4.	Identificación y Análisis Predictivo de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto en sus Diferentes Etapas.	109
6.1.4.1.	Etapa de Construcción	109
6.1.4.2.	Durante la Etapa de Operación.....	112
6.1.5.	Evaluación del impacto ambiental (E.I.A.)	113
6.1.5.1.	Método de los indicadores	114
6.1.5.1.1.	Criterios para la evaluación de impacto ambiental.....	115
6.1.5.2.	Determinación y valoración de impactos ambientales	119
6.1.5.3.	Medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos durante las etapas de construcción de las obras y operación del sistema.....	121
6.1.5.3.1.	Plan de Vigilancia y Control Ambiental para la Etapa de Construcción de Obras y Operación del Sistema	121
6.1.5.3.2.	Medidas precautorias o mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de tuberías	124
6.1.5.3.3.	Evaluación de impacto ambiental de la obra en general.....	125
6.1.6.	Plan De Gestión Ambiental.....	127
6.1.6.1.	Plan de monitoreo del Proyecto	128
6.1.6.2.	Plan de Seguimiento	128
CAPITULO VII		129
7.1. CONCLUSIONES		130
7.2. RECOMENDACIONES		132
7.3. BIBLIOGRAFÍA		133
7.3.1.	WEBGRAFÍA.....	134
7.4. GLOSARIO		135
7.5. MEMORIA DE CÁLCULO		138
7.6. ANEXOS		140



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios nuestro señor por habernos dado las fuerzas, protección y sabiduría

para poder culminar con la realización de este trabajo monográfico.

A nuestros padres por su aporte incondicional, no sólo de amor y comprensión, sino también económico.

A nuestro tutor y asesor. Ing. Víctor Tirado Picado e Ing. Norma Flores quienes nos brindaron su colaboración en todas las dudas surgidas en el desarrollo de nuestro tema, apoyo sin el cual no estaría finalizado este trabajo.

A todos y cada uno de los docentes, quienes durante 5 años nos transmitieron sus conocimientos formando en nosotras futuras profesionales.

A la UNAN – MANAGUA, en especial al Departamento de Becas por su apoyo y colaboración para con todos los Jóvenes estudiantes que no cuentan con suficientes recursos económicos para costear una carrera profesional.

Un agradecimiento muy especial a:

Ing. Jairo Cruz Potosme – ENACAL Central

Ing. Jimmy Calderón – ENACAL Juigalpa

Agradecimientos muy especiales a todos nuestros amigos, los cuales han estado cerca de nosotros apoyándonos con palabras de ánimo, para que a pesar de todas las dificultades encontradas en nuestro camino lográramos culminar con esta tesis.

Calderón Castillo Karen

Loáisiga Blanco María José

Roque Canelo Aura Alejandra



DEDICATORIA

Este trabajo Monográfico lo dedico:

Primeramente a Dios, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr alcanzar las metas que nos planteamos.

También lo dedico a mi MADRE **Silvia Elena Castillo Lara**, por su amor incondicional, en las buenas y en las malas; brindando siempre su consejo, educación e impartiendo valores para conducirme correctamente.

A mis hermanas Daleana Calderón, Marjorie Castillo y Lucila castillo por su apoyo y atención, quienes por muchas razones son partícipes de este logro.

Además dedico este trabajo a todos mi amig@s de los que de una u otra manera siempre recibí su apoyo.

A todos y cada uno de los docentes de la UNAN-MANAGUA, principalmente a los que tuve la oportunidad de conocer y de los cuales aprendí todas esas enseñanzas que hoy han hecho de mí una profesional con futuro.

Karen Calderón Castillo



DEDICATORIA

"Nunca un año se presentó con tantas pruebas y obstáculos, con seguridad puedo decir que los aprendizajes obtenidos en este proceso marcarán mi camino de hoy en adelante".

Dedico esta tesis y toda mi carrera universitaria primeramente a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

Con mucho cariño a mi mamá Daysi Blanco Guzmán y mi papá Ramón Antonio Loáisiga Obando que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, gracias por todo mamá y papá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, cariño y calor humano necesario, han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, son a ustedes a quien les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy segura que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

A mi pequeña hija María Gabriela Jarquín Loáisiga motor de mi vida a quien amo y protegeré siempre por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi hermano el cual ha estado a mi lado y compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos siempre alerta ante cualquier problema que se me pueda presentar.

A mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y brindado su apoyo.

María José Loáisiga Blanco



DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, quien nos da vida y nos renueva de fuerzas cada día para lograr seguir adelante y resultar victoriosos en cada prueba que en la vida se presenta.

A mis padres *Julio César Roque González* y *Aura Rosa Canelo Duarte*, por su apoyo, amor y comprensión incondicional. Gracias, no sólo por darme la vida, sino por enseñarme a vivirla confiando ciegamente en mis capacidades y metas por lograr.

A mi esposo *Álvaro Elías Portobanco Rojas* quien ha demostrado en todo tiempo total comprensión y apoyo.

A mi hija *Stephanie Alejandra Portobanco Roque* quien es mi fuente de inspiración para alcanzar las metas que me he propuesto.

A mis hermanos *Julio César Roque Canelo* y *Arick Antonio Roque Canelo*, por estar siempre presentes apoyándome y siendo motivo de superación.

A todos mis amigos y docentes, quienes han sido una gran motivación, gracias por sus palabras de ánimo y compañía en los momentos más difíciles de esta carrera.

Aura Alejandra Roque Canelo



RESUMEN

El presente trabajo monográfico recoge los resultados de los estudios que conforman la pre - factibilidad de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa realizada con el fin de evaluar desde el punto de vista social, técnico y económico la rentabilidad del proyecto, así como la valoración de los impactos ambientales que se originarán durante la construcción, operación y mantenimiento de la red.

El estudio nos reveló la necesidad urgente que posee la población de estos barrios por contar con un sistema de redes de alcantarillado que disipe los problemas de higiene y contaminación que sufren por la falta de este servicio.

En este documento también se detallan los datos generales del área de estudio, población beneficiada, los resultados obtenidos del diseño de la red, los caudales de aporte de aguas residuales y demás cálculos hidráulicos realizados.

Los estudios planteados, se realizaron dos alternativas en cuanto al tipo de material a utilizarse en los colectores que forman parte de la red de alcantarillado de aproximadamente 6.0 Km de tubería. La relevancia en el tipo de material se puede ver claramente en el estudio técnico, debido a las diferencias en el tipo de coeficientes hidráulicos utilizados en el diseño, en referencia al estudio financiero y a la variación de los costos unitarios de un material a otro.



CAPITULO I



1.1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Juigalpa, cabecera departamental y unas de las ocho ciudades que forman parte del departamento de chontales, cuenta con una extensión territorial de 726.75 km². Su casco urbano se encuentra dividido territorialmente en 8 zonas las cuales a su vez se dividen en 40 barrios (**Ver anexo I. tabla1**).

Dentro de los principales barrios se encuentran los barrios Central y Palo Solo los cuales pertenecen a las zonas III, zona IV y zona V del casco urbano de la ciudad de Juigalpa. En los barrios Central y Palo Solo se concentra gran parte del sector comercial, mercado municipal, bancos, parque central, catedral, instituciones estatales (Alcaldía municipal, INSS, Enacal), centros escolares y centros turísticos (Mirador Palo Solo y Museo).

A pesar que en estos barrios se encuentran sectores que representan un área de comercio activo, la posibilidad de un futuro crecimiento económico se ve empañado debido a la deficiencia de los servicios públicos básicos que requiere la población como lo son el servicio de agua potable y sistemas de alcantarillado sanitario. Los barrios Central y Palo Solo al igual que el resto de los barrios del casco urbano de la ciudad de Juigalpa no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, siendo la ciudad de Juigalpa una de las pocas cabeceras departamentales que no cuenta con este servicio.

Una de las necesidades más urgentes de las ciudades es contar con una red de alcantarillado sanitario que transporte las aguas servidas, desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se disponen o tratan; esto permite reducir la contaminación que surge al depositar estas aguas al exterior sin contar con las medidas de saneamiento requeridas, ya que todo individuo en su actividad diaria genera tanto residuos sólidos como líquidos, residuos que son generalmente contaminantes del medio ambiente. Una buena parte de estos residuos son materia orgánica que por naturaleza entra en descomposición y su contacto puede originar enfermedades al ser humano.



La población de Juigalpa, específicamente la de los barrios Central y Palo Solo, plantea que uno de los problemas que los afectan son las enfermedades, en particular las gastrointestinales y enfermedades de las vías respiratorias (tos, gripe etc). Así mismo, coinciden en que la contaminación ambiental en sus barrios es notoria debido al estancamiento de las aguas residuales, este estancamiento a su vez provoca deterioro de las calles, siendo estos daños una de las principales preocupaciones de la alcaldía de Juigalpa.

En cada país, existe una empresa encargada de brindar el servicio de alcantarillado sanitario a la población; en Nicaragua lo es la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), regulada por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

Es en este contexto que hemos enfocado nuestro trabajo, la realización de un estudio que consiste en la comprobación de la pre - factibilidad de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo. La pre - factibilidad se presenta dividido en cuatro estudios: Estudio de Mercado, Estudio Técnico, Estudio Económico - Financiero y Evaluación de Impacto Ambiental.

El Estudio de Mercado comprende el análisis de la demanda del servicio y la oferta la cual se aborda desde el punto de vista de la población beneficiada, el Estudio Técnico propone un diseño preliminar de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo, el Estudio Financiero por su parte corresponde al análisis de rentabilidad del proyecto mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y la Relación Beneficio/Costo (R B/C); y la Evaluación de Impacto Ambiental presenta los beneficios y perjuicios al medio ambiente que conlleva la construcción y funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario.

Por la escasez de recursos económicos y lo amplio de esta investigación nos hemos enfocado estratégicamente en los barrios Central y Palo Solo, puesto que la información más completa que obtuvimos es sobre esta zona



1.1.1. ANTECEDENTES

La ciudad de Juigalpa, cabecera del departamento de Chontales, está situada a 130 km. al Sudeste de Managua, con coordenadas a los 85°22' longitud oeste y los 12°61' latitud norte. La ciudad, que se encuentra en la hoja cartográfica 1:50,000 n°3152 III, se extiende desde los 60 m.s.n.m., en las áreas paralelas a la orilla del Río Mayales, hasta aproximadamente los 150 m.s.n.m.

Actualmente el área comprometida con usos urbanos abarca unas 73 hectáreas y se presenta delimitada al noreste y al Este por el Río Mayales, que prácticamente bordea la ciudad.

Los límites oficiales del Municipio de Juigalpa son:

- **Al Norte:** Municipio de Camoapa (dpto. de Boaco)
- **Al Sur:** Municipio de Acoyapa y el Lago de Nicaragua (Cocibolca)
- **Al Este:** Municipios de La Libertad y San Pedro del Lóvago
- **Al Oeste:** Municipio de Comalapa.

La población de Juigalpa ha experimentado un crecimiento poblacional considerado, según datos brindados por la alcaldía de Juigalpa para el año 2008 se estimó una población de 61,094 habitantes en el área urbana. Con este aumento poblacional se origina el aumento de la cantidad de agua que se consume y por lo tanto la que se desecha. La ciudad de Juigalpa nunca ha contado con un sistema colectivo de recolección de desechos sólidos. Todas las casas de habitación en el centro urbano tiran a la calles las aguas de lavado y adoptan letrinas del tipo seco o de tipo húmedo según la ubicación y el nivel económico de la vivienda.

En referencia a estudios realizados en la ciudad de Juigalpa sobre alcantarillado sanitario, la información recopilada es poca por varias razones: En primer lugar la ciudad de Juigalpa es una de las pocas cabeceras departamentales que no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario tanto que no existe un estudio completo acerca de



este tema, además que los datos con los que cuenta Enacal-Juigalpa están desactualizados.

Se tiene información de una investigación que fue realizada por parte de estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en busca de aportar nuevos conocimientos por resolver la crisis en la que se encuentra el municipio de Juigalpa, una crisis que ocasiona no sólo contaminación, sino también retrasos en el crecimiento económico, social y turístico del municipioⁱ. Esta investigación consistió en un estudio de factibilidad técnica-económica del sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Juigalpa, su estudio abordaba sólo la parte técnica del diseño y un análisis de los costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario. Su diseño era del tipo convencional y estaba dirigido para todo el casco urbano de Juigalpa.

En referencia a los estudios realizados sobre saneamiento de la ciudad de Juigalpa existe un programa con el nombre de **ESTUDIOS Y DISEÑOS FINALES EN AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO VARIAS LOCALIDADES (Convenio BID-1545ⁱⁱ)**. Dentro de este programa se consideraban los proyectos ***Estudios y diseños del alcantarillado sanitario Juigalpa y Santo Tomás.***

Siendo este estudio el único antecedente sobre el tema por parte de Enacal-Juigalpa. Estos proyectos no se ejecutaron por diversas razones, entre una de ellas estaba la

inestabilidad con el sistema de distribución de agua potable, ya que sin una concreta respuesta a este problema no era posible pensar en un sistema de saneamiento y el desarrollo de un proyecto de alcantarillado sanitario necesita obligatoriamente del servicio de agua potable.

ⁱ Tesis monográfica realizada en el 2002 por la Srta. Gema Valeria Tijerino Ramírez y Julio francisco Cabrera de la UNI.

ⁱⁱSegún el Ingeniero Jairo Sandoval, del Departamento de Planificación de Proyectos de Enacal Juigalpa.



1.1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo monográfico trata de abordar unos de los problemas que enfrentan los habitantes de los barrios Central y Palo Solo, que consiste en el desagüe de las aguas residuales al exterior, generando un alto índice de enfermedades. También genera contaminación ambiental y el deterioro de las calles debido a la circulación de estas aguas por la calzada y cunetas.

El problema de las aguas residuales (excretas humanas) en los barrios Central y Palo Solo es resuelto instalando letrinas, pozos sépticos (sumideros) o tanques sépticos. Por los niveles de los terrenos de la ciudad de Juigalpa con respecto al nivel del mar, las letrinas tienden a ser inadecuadas e insuficientes puesto que al realizarse las excavaciones no logran ser profundas. Esto contribuye a que las letrinas no sean aptas para el almacenamiento a largo plazo de las excretas.

Las aguas residuales (aguas de lavado y baño) son depositadas al exterior de las calles por medio de conexiones (tuberías) que van desde el lugar donde se originan hasta las cunetas de las calles, esto debido a que las letrinas y fosas sépticas sólo tienen capacidad de almacenamiento de las excretas humanas.

Al contar con una red de alcantarillado sanitario la población tendría una opción más eficiente de deshacerse de sus aguas residuales, se disminuirían en gran manera la problemática de la contaminación ambiental que sufren los habitantes de estos barrios, ya que este sistema de recolección es eficaz para evitar el contacto directo de las personas con las aguas servidas, la problemática del deterioro de las calles sería reducida al evitar la circulación de estas aguas por calles y cunetas, se evitaría la proliferación de las enfermedades antes mencionadas y por supuesto todo esto conllevaría el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de los barrios Central y palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.



1.1.3.JUSTIFICACIÓN

Este estudio se hace con la finalidad de aportar a la comunidad de los barrios Central y Palo Solo de la ciudad de Juigalpa un documento que sirva como referencia para la formulación de proyectos de sistemas de alcantarillado sanitario que evacuen las aguas servidas de la población de modo que se contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Ya que mediante la implementación de una red de alcantarillado sanitario se lograrán disminuir las posibilidades de transmisión de enfermedades infecciosas intestinales y enfermedades respiratorias alejando las excretas por flujo hidráulico sin exponerlas al contacto con seres humanos o insectos y otros animales que puedan facilitar el ciclo de propagación de las enfermedades.

Los beneficios que se lograrían al tener acceso al servicio de alcantarillado sanitario como sistema principal de saneamiento son la disminución de la contaminación de las aguas subterráneas con las aguas residuales, las mejoras de las condiciones de salud y el nivel de vida de las familias, menor vulnerabilidad a las enfermedades ocasionadas por contaminación de las aguas, mayores beneficios socio-económicos, ya que esto representaría un crecimiento como cabecera departamental.

El proyecto contribuiría en gran medida en la mejora del desarrollo económico, infraestructura, sistemas productivos, comercialización de la ciudad de Juigalpa. En el orden social es importante valorar cómo este proyecto tendrá impacto en las condiciones sociales y apoyará el mejoramiento del sector educación, salud y seguridad social de estos barrios de la ciudad de Juigalpa.



1.1.4.OBJETIVOS

1.1.4.1 Objetivo General

- ❖ Realizar un estudio de pre - factibilidad de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.

1.1.4.2 Objetivos Específicos

- ❖ Identificar la demanda de red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.
- ❖ Elaborar un estudio técnico de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.
- ❖ Realizar un estudio económico-financiero de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.
- ❖ Evaluar el impacto ambiental de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.



CAPITULO II



2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Definiciones de Estudio de Pre factibilidad

Un Estudio de Pre - factibilidad es una evaluación preliminar de la viabilidad técnica y económica de un proyecto propuesto. Se comparan enfoques alternativos de varios elementos del proyecto y se recomiendan las alternativas más adecuadas para cada elemento a fin de efectuar análisis. De igual manera se estiman los costos de desarrollo y operaciones, y se hace una evaluación de los beneficios previstos a fin de poder calcular algunos criterios económicos preliminares de evaluación.

Este estudio se realiza con la finalidad de detallar los aspectos que identifiquen la rentabilidad del proyecto que se está proponiendo. En el presente estudio monográfico se desglosarán cuatro estudios importantes, determinados a partir de los objetivos específicos planteados:

- ◆ Estudio de mercado
- ◆ Estudio técnico
- ◆ Estudio económico - financiero
- ◆ Evaluación de impacto ambiental

Cada estudio aborda en distintas formas las etapas de un estudio de pre-factibilidad, donde cada uno de los estudios aborda el planteamiento de dos alternativas y de esta manera realizar la evaluación que el caso amerite.

2.1.2. Estudio de Mercado

El estudio de mercado se lleva a cabo dentro de un proyecto con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica.

Estudia el comportamiento de los consumidores para detectar sus necesidades de consumo y la forma de satisfacerlas. Su objetivo final es aportar datos que permitan



mejorar las técnicas de mercado para la venta de un producto o de una serie de productos que cubran la demanda no satisfecha de los consumidores.

En este estudio de mercado se determinará el espacio que ocupa el bien o servicio de poseer un sistema de alcantarillado sanitario en un mercado específico como lo es los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.

Cuando se habla del mercado de un proyecto se está haciendo referencia a la situación de quién demanda y quién oferta el servicio que tiene un “valor para alguien”. Con el estudio de mercado se va a demostrar que existe un número suficiente de personas, que dadas ciertas condiciones presentan una demanda de un servicio que justifica la puesta en marcha de un proyecto en un cierto período de tiempo.

Este espacio que ocupará el sistema que se pretende implantar no es sino la necesidad que tiene la población actual y potencial de este sector de la ciudad de Juigalpa, no de un producto, sino de un servicio que resolverá una de sus más grandes problemáticas.

Este estudio de mercado como parte de un estudio de pre-factibilidad también sirve para determinar, desde el punto de vista social, la viabilidad del bien o servicio que se pretende brindar.

2.1.2.1. El producto, bien o servicio (La red de alcantarillado sanitario)

En esta parte se definirán las características específicas de una red de alcantarillado sanitario donde esta representa al bien o servicio principal que reúne los datos que lo identifiquen como una necesidad fundamental de la población de los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.

En la mayoría de los estudios de mercado que se realizan se determinan los diferentes productos que intervienen en el estudio tanto al producto principal, como a los productos secundarios y los productos sustitutos que puedan representar una competencia en un mercado determinado.



Por el contrario en nuestro estudio no se analizarán bienes o servicios secundarios o sustitutos que representen una competencia puestos que no existen. No sólo se tratará de probar la factibilidad de una inversión, sino que principalmente la necesidad de esta.

2.1.2.2. El Consumidor

El Consumidor será representado por la población del los barrios Central y Palo Solo que constituyen un porcentaje importante de la población total del casco urbano de la ciudad de Juigalpa. La tasa de crecimiento de la población será un parámetro importante para determinar el número de consumidores potenciales de este servicio.

2.1.2.3. La demanda

El análisis de la demanda tiene como objetivo demostrar y cuantificar la existencia en ubicaciones geográficamente definidas, de individuos o entidades organizadas que son consumidores, usuarios o beneficiarios, actuales o potenciales del bien o servicio que se espera ofrecer con el proyecto.

En su sentido más amplio, el análisis de la demanda, debe abarcar el estudio de la “cantidad deseable o necesaria”, de un bien o servicio, independientemente de la posibilidad de pago directo por parte de aquellos para quienes ese bien o servicio será ofrecido.

La mecánica para obtener los datos para proceder al análisis de la demanda son:

- La determinación o definición de los datos requeridos: constituye el primer paso y del acierto de la decisión dependerá la calidad del análisis. La definición está basada en la calidad y cantidad de los datos, que estarán en relación directa con la naturaleza del proyecto y los objetivos generales y específicos que se espera alcanzar con el mismo.



- El método y la fuente de recolección de los datos: se precisa definir el “dónde” y el “cómo” obtenerlos. Puede optarse por las vías de información primaria o secundaria.

Aquí se determinan las cantidades del bien o servicio (red de alcantarillado sanitario) que los consumidores (población de los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa) tienen la necesidad de adquirir y que justifican la inversión.

La estimación de la curva de demanda por agua es sustancial en la mayoría de los tipos de proyectos, ya que mediante los cambios en las cantidades demandadas de agua, se afectará directamente el volumen de agua servida a evacuar.

Para estimar la cantidad de agua residual a evacuar se requiere primeramente valorar la demanda por agua de la población atendida por el sistema (usuarios domésticos y no domésticos).

Se cuantificará la necesidad real o psicológica de la población de consumidores, con disposiciones de poder contribuir con recursos económicos suficientes para poder adquirir un producto que satisfaga sus necesidades.

En los proyectos de interés social como éste, cuando se habla de una determinada cobertura como sinónimo de “demanda cubierta o satisfecha”, en realidad la mayoría de las veces, por no decir siempre, no es así, ya que la oferta si bien es cierto responde a una necesidad, va a ser determinada en la práctica (en calidad y cantidad), por los recursos financieros disponibles, como por las Políticas de Estado en general.

En el estudio de mercado se incluye la situación actual de la demanda la cual no presenta ninguna estimación de consumo del bien producido (red de alcantarillado sanitario), ya que esta aún no existe.

También se hace una distribución del espacio y los tipos de consumidores que se encuentran en estos barrios, sus características, la tasa anual de crecimiento de consumo a partir de la implementación del servicio de la red de alcantarillado sanitario.



También se identifica la vida útil del servicio, para poder darle continuidad, ya que un sistema de saneamiento como este será un servicio que siempre será requerido.

2.1.2.4. La Oferta desde el punto de vista de la población beneficiada

En este espacio se debe describir la forma en que la población a atender evacúa las aguas servidas de sus viviendas, así como los costos ya sean monetarios o de molestias en los que incurre por no contar con un sistema eficiente.

Cuando no se cuenta con un sistema eficiente de evacuación de aguas servidas y excretas, generalmente recurre a pozos negros, letrinas y en otras ocasiones a fosas sépticas. Este último dispositivo aunque técnicamente es mejor, es más caro que las otras alternativas, por lo que generalmente no es empleado por la población de bajos ingresos.

Los medios de evacuación de aguas residuales con los que cuenta la población, deben describirse desde el punto de vista físico y operativo, mencionando su antigüedad, estado de conservación y su capacidad. También debe describirse, en su caso, la disponibilidad de partes del sistema de alcantarillado sanitario, como pudieran ser colectores (secundarios y primarios), plantas de bombeo (plantas elevadoras), emisarios y disposición final.

2.1.3. Estudio Técnico

El estudio técnico se define como el estudio de la materia prima y los insumos con que se cuenta para la ejecución del proyecto, la localización del proyecto, tamaño del proyecto y el estudio de la ingeniería del proyecto. El objetivo de este estudio es diseñar cómo se producirá aquello que venderás.

Se entiende por ingeniería del proyecto a la etapa de la formulación de la inversión donde se definen todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. En la ingeniería del proyecto se definen todas las partes que intervienen en el proyecto como lo son: Las máquinas y equipos que serán necesarios para la construcción, el lugar



donde se implementará, los requerimientos de recursos humanos, la cantidad de insumos, etc.

En forma general, se puede decir que el estudio técnico es analizar la tecnología del proyecto la cual se refiere al conjunto de procedimientos y medios que el proyecto utiliza o utilizará para la producción del bien o servicio para el cual se concibe.

Por lo tanto, el análisis de la tecnología para un determinado proyecto, tendrá que considerar y escoger las diversas alternativas de esos medios y procedimientos, y los beneficios y consecuencias de usar una u otra opción.

De manera que se puede expresar la tecnología de un proyecto en función de: las características de las personas usuarias, la disponibilidad de insumos, el proceso de producción de servicios, el recurso humano requerido, el equipo necesario, el impacto en el ambiente y los efectos sociales.

En este tipo de estudio se realiza el diseño de producción del servicio que se pretende brindar, en la mayoría de los casos en este estudio se realiza el diseño de producción del servicio que se le venderá al consumidor, de manera que satisfaga sus necesidades.

Adaptando la definición de Estudio técnico al tema que estamos planteando tenemos los siguientes criterios:

- a) La ubicación o instalación de la red de alcantarillado sanitario.
- b) Los tipos de materiales que se utilizarán en el diseño de la red.
- c) El tipo de equipo y maquinaria que se pretende utilizar en las instalaciones de las tuberías de la red de alcantarillado sanitario.

Este estudio técnico tiene una importancia fundamental en un estudio de pre - factibilidad ya que este sirve para realizar un análisis de los procesos por los cuales se



tendrá que pasar para poder brindar el servicio, desde el momento de la concepción del proyecto al momento en que este se utilice.

Este estudio técnico se hace con el fin de especificar de manera detallada del producto, bien o servicio que se pretende brindar, en este se incluyen las características físicas del sistema de red de alcantarillado, su presentación, las dimensiones de las tuberías y accesorios, los tipos de material, también incluye los diseños de los colectores y del sistema de tuberías que formarán parte de la red de alcantarillado sanitario.

Para el diseño de la red de alcantarillado se debe de tomar en cuenta una serie de criterios técnicos, los cuales los tomaremos de las normas técnicas para proyectos de alcantarillado sanitario, las cuales se detallan a continuación:

Hidráulica de las alcantarillas

Contempla el diseño de la red de alcantarillado para los barrios Central y Palo Solo siguiendo los criterios de diseño establecidos en las Normas Técnicas de Enacal. El diseño inicia con la proyección de la población utilizando el método geométrico. También se contempla el cálculo hidráulico de las alcantarillas, el cual se deberá hacer en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning.

Se pueden usar diferentes clases de tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo a las condiciones en que funcionara el sistema y a los costos de inversión y operación de mantenimiento. En este caso se propone el diseño de la red utilizando tres tipos de material en los colectores primarios y secundarios, de manera que se pueda elegir la alternativa más viable desde el punto de vista técnico y operativo de la construcción, operación y mantenimiento de la red.

Parámetros de Diseño:

El cálculo hidráulico de las colectoras se realizara siguiendo los siguientes parámetros de diseño:



- ✓ El empate de los colectores en los pozos se realiza considerando la cota clave, ya que presumen diámetro menores de 36 pulgadas a velocidades bajas.
- ✓ La profundidad mínima en los colectores iniciales es de 0.80m y de 1m en todos los demás colectores.

El diseño se realiza mediante un cuadro de cálculo en donde se reflejan los parámetros de diseños usados para los proyectos de redes de alcantarillado sanitario.

También determina quién o quiénes serán las personas que contribuirán a la realización del servicio, como por ejemplo la mano de obra directa e indirecta que llevarán a cabo la construcción de la red.

2.1.3.1. Descripción del proyecto

En este capítulo se deberá de especificar el tipo de proyecto que se propone, así como describirlo física y operativamente. Se deberá de incluir una descripción del proyecto como se menciona en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”.

2.1.3.2. Tipos de proyectos

En el caso de proyectos de alcantarillado sanitario, existen varios tipos de proyectos, como pueden ser: mejoramiento del servicio, ampliación del servicio e instalación del servicio. En este caso se trata de un proyecto de instalación del servicio.

2.1.3.3. Instalación del servicio

Este tipo de proyecto propone la construcción de un sistema colectivo de alcantarillado sanitario donde no existe, pues aunque no se cuente con este servicio, la población tiene una forma individual de deshacerse de sus aguas servidas y excretas.

Adicionalmente se deberá de mencionar la información siguiente:

- **Origen de los materiales:** nacional o importado.



- Para toda la mano de obra requerida para la realización del proyecto, debe de
- considerarse la siguiente clasificación:

Mano de obra semi calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades para las cuales no se requiere estudios previos está conformada también por albañiles, pintores, carpinteros u otros, y análogamente, se denominan maestros de segunda.

Mano de obra no calificada: aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo: jornaleros, cargadores, personas sin oficio definido.

Número de equipos y sus capacidades (como es el caso de bombas, motores, válvulas, transformadores, etc.), longitud de tuberías, diámetros de éstas y accesorios como codos, conectores. etc.

2.1.3.4. Estudio Económico - Financiero

Un estudio financiero se lleva a cabo a través de los siguientes componentes:

- ◆ Construcción del flujo de fondos
- ◆ Financiamiento
- ◆ Evaluación

El primer paso es la elaboración de un flujo de fondos el cual no es más que asignar en determinado tiempo los ingresos, costos e inversiones que se deriven de la ejecución y funcionamiento del proyecto.

En otras palabras para proyectos de interés social como lo son los proyectos ejecutados con fondos del gobierno o donaciones extranjeras, los cuales no generan ingresos al momento de su funcionamiento el realizar un flujo de fondos no dará en ningún momento un resultado positivo que pueda demostrar que este es un proyecto rentable. Para la realización de un flujo de fondos se deben de considerar todos los ingresos y



egresos desde un punto de vista financiero, los datos se organizan proyectados a escala de años.

La escala se proyecta según la vida útil del proyecto. La vida útil de un proyecto es el tiempo por el cual se extienden las proyecciones financieras asociadas a la inversión que se dedique el determinado proyecto. El periodo que comprenda la vida útil de un proyecto debe ser lo suficientemente extenso como para cubrir las consecuencias relevantes de la decisión, pero esto también da como resultado el aumento de los imprevistos, dentro de la vida útil del proyecto en si esta la vida útil de los activos más importantes los cuales hacen posible el funcionamiento del proyecto.

En este estudio se analizan las inversiones previas a la puesta en marcha del proyecto, las inversiones durante la operación del proyecto. Dentro de las inversiones previas podríamos considerar entre otros al capital de trabajo, que en el caso de proyectos de interés social son los fondos del gobierno y/o donaciones extranjeras.

2.1.4. Financiamiento

El objetivo de analizar el financiamiento es identificar las fuentes de recursos financieros necesarios para la ejecución y operación del proyecto, realizando una correcta distribución de los recursos haciendo los usos específicos de estos.

Las fuentes de financiamiento pueden ser fuentes internas y fuentes externas. Para esto se hacen las siguientes interrogantes que justifican la inversión: ¿Cuánto se debería invertir?

En la mayoría de los casos Enacal no cuenta con el capital suficiente requerido para dar inicio a proyectos de este tipo, es por esa razón que se buscan alternativas de préstamos bancarios, en este caso los préstamos serían donaciones realizadas por organizaciones o gobiernos extranjeros, y/o mediante el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), quien realiza grandes inversiones en toda Latinoamérica.



Como inversión extranjera directa se refiere a la aportación o colocación de capitales a largo plazo de algún país extranjero, para la creación de un servicio que satisfaga las necesidades de una determinada población.

2.1.4.1. Evaluación del Proyecto

El propósito de este estudio es identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales del proyecto en términos monetarios, a lo largo de todo el período de evaluación. Todos los flujos del proyecto deberán estar expresados en córdobas de una fecha determinada, citándolo en cada cuadro de flujos de costos y beneficios.

2.1.4.2. Costos de inversión

Los costos de inversión incluyen los costos de los equipos, las adecuaciones, modificaciones e instalación de los mismos. Todos estos recursos deberán cuantificarse y después valorarse a precios de mercado quitando los impuestos que estén incluidos en éstos, deberá de proporcionarse un desglose de los componentes que integren la inversión (materiales, mano de obra, maquinaria, equipos, etc.). En caso de equipos y materiales de importación deberán descontarse los aranceles de importación.

2.1.4.3. Costos de operación y mantenimiento

Se deberán de considerar todos los costos de la operación de los equipos, como son:

- Materiales e insumos necesarios para el funcionamiento del proyecto, como lo son el equipo tradicional para dar mantenimiento a los colectores y pozos de visitas.
- Sueldos y remuneraciones al personal que se requiere para la operación de los equipos.
- Pago de servicios para la operación de los equipos, tanto fijos como variables.

Criterio de evaluación



Para la instalación del servicio, el cual es el caso, se deberá de calcular el VAN y la TIR.

2.1.5. Evaluación de Impacto Ambiental

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

El Estudio de Impacto Ambiental explica qué es lo que un proyecto de desarrollo va a hacer, dónde y cómo. Este estudio ofrece detalles de qué es lo que va a pasar con la naturaleza, y dónde se van a sentir los efectos del proyecto. Esto se conoce como el impacto ambiental.

Este estudio es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de un determinado proyecto, si este lo amerita. Es un estudio técnico, objetivo, de gran importancia que se realiza para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.

Ya que antes de cualquier evaluación de impacto ambiental se debe realizar un estudio del mismo para poder determinar previamente los posibles resultados de este. La propuesta de un determinado proyecto depende del análisis de los posible impactos ambientales.

El Análisis Ambiental es un instrumento de gestión que permite:

- ✚ Valorar las características ambientales del entorno donde se ubica el proyecto
- ✚ Valorar los potenciales impactos ambientales que puede ocasionar el proyecto



-
- ✚ Incorporar las medidas de mitigación que se deben cumplir por parte del dueño del proyecto para minimizar o corregir los potenciales impactos negativos que pudiera generar el proyecto
 - ✚ Incorporar las medidas de respuestas ante riesgos a desastres (plan de contingencia)

Para realizarlo es necesario contar, entre otras, con la siguiente información:

- Conocimiento exhaustivo del sitio y el área de influencia o cobertura del proyecto
- Conocimiento exhaustivo del proyecto
- Requisitos Básicos Ambientales del proyecto
- Cualquier otra información ambiental del territorio objeto de estudio.



2.2. DISEÑO METODOLÓGICO

En este acápite se hará una descripción de la metodología utilizada en el transcurso y desarrollo del tema:

Objetivo General	Objetivos	Fuentes de Información	Tipo de Información	Instrumentos para recopilar la información	Procedimiento de recopilación de información	Forma de procesamiento de la información	Análisis de la información
Valorar la pre factibilidad de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.	❖ Analizar la población beneficiaria mediante la determinación y cuantificación de la demanda de la Red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.	Población de los barrios Central y Palo Solo	Información Primaria	Encuesta Socio-económica	Se elaborarán preguntas directas a la población, referentes a su sistema de saneamiento de tal forma que se pueda procesar la información.	Mediante el programa SPSS se procesará la información recepcionada de las encuestas	Se analizarán los resultados obtenidos del análisis de cada pregunta
	❖ Determinar el aspecto técnico de la Red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.	Guías técnicas para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario	Fórmulas, normas, parámetros técnicos	Documentación existente en Enacal Central	Recolectar los parámetros, normas y fórmulas que sean aplicables al diseño de la red.	Mediante los datos obtenidos, procesarlo con las fórmulas, para realizar el diseño de la red de alcantarillado	Manejo de los datos obtenidos para la elaboración de la parte financiera del diseño
	❖ Estimar la rentabilidad de la Red de alcantarillado sanitario a través de un estudio Financiero en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.	Estudios tecnico-financiero existentes realizados para redes de alcantarillado sanitario en otras localidades	Primaria y Secundaria	Documentación recopilada de entrevistas a personal técnico de Enacal	Se examinarán todos los estudios financieros de las zonas mas cercanas con características similares al área de estudio	Realizar tablas de costos de operación y mantenimiento, flujos de fondos, para evaluar el comportamiento económico del diseño y funcionamiento del proyecto propuesto	Análisis de la rentabilidad por medio del cálculo de la VAN, la TIR y la relación B/C
	❖ Realizar la Evaluación de impacto ambiental de la Red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa	Evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de alcantarillado anteriores	Secundaria	Documento de evaluación o estudio de impacto ambiental según diagramas de ____	Se elaborará un estudio o evaluación del impacto ambiental producida por la obra	Se evaluarán los posibles impactos ambientales, positivos y negativos que se originen en la ejecución de las obras	Crear medidas de mitigación para los posibles impactos ambientales negativos que surjan del estudio.



En esta etapa del trabajo abordaremos lo que es la descripción de la metodología utilizada en el transcurso de la investigación, técnicas, procedimientos y demás herramientas que nos servirán de alguna manera para realizar nuestro trabajo de tesis.

2.2.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a nuestro estudio el tipo de investigación que llevaremos a cabo es el de tipo aplicada debido a que al realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario estaremos contribuyendo con un estudio que servirá de base para la formulación de proyectos de saneamiento que beneficiarán a los habitantes de los barrios Central y Palo Solo.

2.2.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación que llevaremos a cabo en el desarrollo de nuestra tesis monográfica es el enfoque cuantitativo, ya que utilizaremos la recolección y el análisis de datos para probar la hipótesis establecida previamente.

2.2.3. Tipo de estudio a realizar

El estudio que llevaremos a cabo para la elaboración de nuestra tesis monográfica es un estudio exploratorio, ya que estamos explorando en algo nuevo, puesto que anteriormente no se han realizados estudios de saneamiento para los barrios Central y Palo Solo.

2.2.4. Población

La población a considerar será la de los barrios Central y Palo Solo para el año 2,008, la cual es de aproximadamente 2,000 habitantes según proyección geométrica realizada utilizando los datos poblacionales obtenidos del Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC) de los años 1,995, 2,000 y 2,005.

2.2.5. Muestra

El tipo de muestra que llevaremos a cabo es de tipo probabilística, ya que todos los



elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos.

La muestra (n) se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * (1-p)}{e^2 * (N-1) + Z^2 * p * (1-p)}$$

Donde: Z: nivel de confianza deseado

N: tamaño de la población

p: probabilidad a favor de la ocurrencia de los hechos

e: error de estimación

Se consideró un nivel de confianza del 95%, por lo cual Z tiene un valor de 1.96 (según tablas de probabilidades de una distribución normal); la población es de 2,010 habitantes, la probabilidad a favor de ocurrencia de los hechos del 65% y un error de estimación del 5%.

$$n = \frac{1.96^2 * 2,010 * 0.65 * (1-0.65)}{0.05^2 * (2,010-1) + 1.96^2 * 0.65 * (1-0.65)}$$

n ≈ 300 habitantes

2.2.6. Trabajo de campo

Recopilación de la información

Se recopiló la información de estudios anteriores, levantamiento topográfico, planos topográficos y otros documentos encontrados que fueron de gran utilidad para la realización del estudio de pre factibilidad de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa.



Se realizaron observaciones directas de la manera en la que se desechan las aguas residuales y las consecuencias que esta práctica ocasiona a la sociedad y al medio ambiente.

Se realizó una encuesta en los barrios Central y Palo Solo (considerando el tamaño de la muestra) con el fin de valorar los conocimientos y opinión de los pobladores sobre el alcantarillado sanitario.

Se visitaron instituciones tales como: ENACAL – Central, ENACAL – Juigalpa, Alcaldía de Juigalpa, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Se obtuvo información de instituciones tales como AMANCO TUBOSISTEMAS, CONCRETERA TOTAL, MARENA, INEC, INETER MINSA. Etc.

2.2.6.1. Trabajo de gabinete

Procesamiento y análisis de los datos recopilados

Los datos obtenidos de las encuestas se procesaron y analizaron utilizando el programa SPSS. Los resultados obtenidos se destacan mediante gráficos de barra apreciados en el estudio de mercado.

Mediante este programa se relacionaran las variables involucradas en el estudio mediante gráficos donde se aprecie de manera simple el comportamiento de variables como población, espacio, tiempo.

Programas y tablas utilizadas:

Autocad: Elaboración de planos

SPSS: Análisis de los datos obtenidos en encuestas.

Matriz de Causa-Efecto: estudio de Impacto Ambiental.

Excel: Tabla de diseño de la red de alcantarillado sanitario.



CAPITULO III



3.1. ESTUDIO DE MERCADO

Un estudio de mercado se realiza para tener una noción clara de la cantidad de consumidores que habrán de adquirir el bien o servicio que se piensa vender, dentro de un espacio definido, durante un período de tiempo determinado y a un costo específico.

En el presente estudio de mercado se pretende valorar la situación actual de saneamiento de los pobladores de los barrios Central y Palo Solo y la valoración del potencial demandante de un servicio de redes de alcantarillado sanitario en su localidad. Para tal efecto se realizó una encuesta dirigida a un número de 300 personas escogidas aleatoriamente en los barrios Central y Palo Solo.

Según los resultados de las encuestas se obtuvo información relevante acerca de la necesidad de la población de estos barrios de un sistema de alcantarillado sanitario que recolecte las aguas residuales.

Su finalidad es lograr plantear la necesidad de los pobladores de los barrios Central y Palo Solo mediante el análisis del crecimiento poblacional, ya que a mayor número de habitantes, mayor será la cantidad de agua a evacuar. La demanda potencial de redes de alcantarillado en estos barrios se debe principalmente, como ya se había mencionado, al hecho que este sector representa la mayor parte del sector comercio.

El diseño se realiza para un período de vida útil de 20 años partiendo del año 2008. Cabe destacar que preliminarmente serán las familias de los barrios Central y Palo los beneficiarios de este servicio.

3.1.1. Análisis y Evaluación de la Demanda del Proyecto

La demanda de la red de alcantarillado sanitario en estos barrios será determinada por el comportamiento del crecimiento de la población durante la vida útil del proyecto.

Para la proyección de la demanda en el caso de sistemas de agua y saneamiento urbano se considerarán un elemento o variable importante:



◆ Crecimiento de la población

Esta variable fue abordada implícitamente en la encuesta realizada a los pobladores de estos barrios. Se analizaron la antigüedad de los habitantes en cada uno de los barrios, el número de habitantes por vivienda, el tipo de sistema de saneamiento alternativo que utilizan, ente otros.

Cada una de estas interrogantes y sus respectivas respuestas fueron analizadas, combinadas y complementadas mediante el programa **SPSS**.

3.1.1.1. Crecimiento de la población

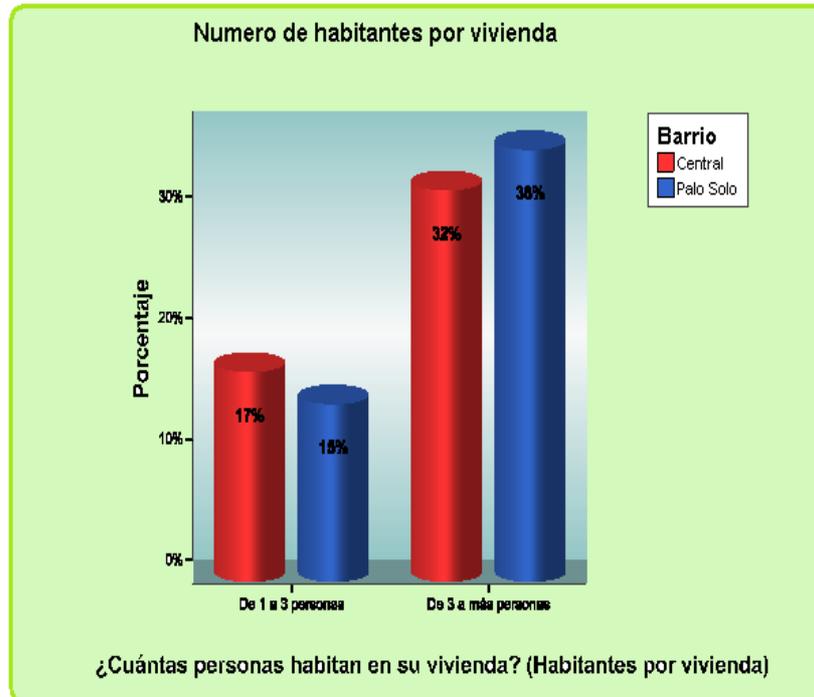
Según datos obtenidos el número de habitantes por vivienda oscila entre 5 a 6 personas; esto significa que el volumen de aguas residuales a evacuar es elevado por vivienda tomando en consideración que una persona consume aproximadamente entre 50 a 70 litros por persona por día para saciar las necesidades básicas repartidas entre el baño, la preparación de alimentos, el saneamiento y el agua para beber.

➤ **Cálculo de la demanda**

Para el cálculo de la demanda proyectada se debe utilizar la tasa de crecimiento de la población total de la ciudad de Juigalpa. Para este cálculo hemos utilizado método geométrico.



Grafico 3.1 Número de Habitantes por Vivienda



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO.

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 para el cálculo de la proyección de población. La tasa de crecimiento geométrico se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$P_n = P_o (1+r)^n \text{ o } r = (P_n/P_o)^{1/n} - 1$$

Donde:

P_n : Población en año "n" (proyectada).

P_o : Población inicial.

r : Tasa de crecimiento.

n : Número de años para la proyección.



Datos

Pn: Población proyectada para el año 2028

Po: Población inicial

Nota: Los datos de población utilizados en la proyección de la población fueron obtenidos del último censo poblacional realizado por el INEC para el año 2005. Para obtener la población actual se realizó una proyección de la población del año 2005 al año 2008 utilizando una tasa de crecimiento poblacional calculada.

➤ Tasa de crecimiento (r):

Tabla 3.1 Población por Barrios

Población Bo Central	Población Bo. Palo Solo	Población Total	Año
636	786	1422	1995
769	856	1625	2000
820	1036	1856	2005

$$r_1 = (1625/1422)^{1/5} - 1 = 0.027 = 2.70\%$$

$$r_2 = (1856/1625)^{1/5} - 1 = 0.0269 = 2.69\%$$

$$r = (r_1 + r_2)/2$$

$$r = \frac{2.70\% + 2.69\%}{2} = 2.70\%$$

Las normas técnicas de Enacal especifican utilizar para efectos de diseño los siguientes rangos:

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.



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

Tomando en consideración este criterio de diseño hemos considerado tomar una tasa de crecimiento de 2.70%.

➤ **Calculo de la población Proyectada**

$$P_{2005} - P_{2008} = 1,856 (1 + 0.027)^3 = 2,010.43$$

$$P_{2005} - P_{2008} = 2,010 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2028} = 2,010 (1 + 0.027)^{20} = 3,424.50$$

$$P_{2028} = 3,425 \text{ Habitantes}$$

Contando con la proyección de la población para el año 2,028 necesitamos conocer la estimación de la curva de la demanda de agua potable, ya que los cambios en las cantidades de agua demandada afectaran directamente la cantidad de agua servida a evacuar por la población proyectada y de la fracción de agua consumida que se vierte en la red de alcantarillado.

Para estimar la cantidad de agua residual a evacuar se requiere primeramente valorar la demanda por agua potable de la población atendida por el sistema.



Se realizó una clasificación de los tipos de usuarios de este sistema el cual será usuarios domésticos y del sector comercio. En la ciudad de Juigalpa los usuarios domésticos representan más del 80% de los beneficiarios del sistema de abastecimiento de agua potable.

Para la realización de una estimación confiable de la demanda de agua se deben tomar en cuenta un sin número de factores como lo son el precio, los ingresos familiares, la presión del agua, las precipitaciones pluviales, las temperatura del medio ambiente, costumbres de la población etc. Factores, los cuales al determinarlos generarían un estudio complicado, costoso y poco confiable.

Por tal razón hemos agrupado a los usuarios domésticos de acuerdo a su nivel socioeconómico en conjuntos homogéneos, los cuales cuentan con el servicio y con micro-medición confiable.

Según los barrios en los que nos hemos enfocado realizamos la siguiente clasificación:

- **Nivel 1:** Se considera a los usuarios domésticos cuyos usos presentan una elasticidad-precio de su demanda de agua, estos usuarios se caracterizan por ser el grupo social con mayores ingresos económicos.
- **Nivel 2:** Usuarios económicos donde la demanda de agua es determinada por los usos básicos como lo son para beber, bañarse, lavar ropa, platos etc. Y donde se pueden permitir otros usos aunque moderados como lo son el riego de plantas y jardines.
- **Nivel 3:** Lo hemos considerado como el más bajo debido a que su demanda de agua se encuentra limitada por sus bajos ingresos económicos descartando un uso excesivo de agua.

Con esta clasificación resaltamos que los estratos socioeconómicos más altos en términos generales consumen más agua que los niveles bajos, pero hay que tomar en cuenta que en nuestra área de estudio los niveles predominantes son el nivel 2 y 3.



➤ **Estimación de la curva de la Demanda**

Nos enfocaremos en revisar las estadísticas operativas del sistema de agua potable del municipio de Juigalpa para determinar las dotaciones en los últimos tres años. Estos datos muestran el consumo mensual en M³ de agua potable. Cabe señalar que estos registros del agua consumida no satisfacen la necesidad real de la población real conectada; esto debido a que la producción de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua son limitadas.

La curva de la demanda de agua la determinaremos a partir de los datos expuestos a continuación del consumo mensual de agua desde enero del año 2006 a octubre del año 2008ⁱ.

Parámetros Técnicos Operativos de Producción

Tabla 3.2 Consumo por M³ (Año 2006)

AÑO 2006	
MES	CONSUMO (M ³)
ENERO	277,296.00
FEBRERO	287,697.00
MARZO	240,464.00
ABRIL	214,497.00
MAYO	155,786.00
JUNIO	201,793.00
JULIO	233,145.00
AGOSTO	261,345.00
SEPTIEMBRE	257,960.00
OCTUBRE	260,410.00
NOVIEMBRE	280,136.00
DICIEMBRE	273,051.00
PROMEDIO	245,298.33

Tabla 3.3 Consumo por M³ (Año 2007)

AÑO 2007	
MES	CONSUMO (M ³)
ENERO	283,545.00
FEBRERO	143,411.00
MARZO	83,130.00
ABRIL	70,029.00
MAYO	59,431.00
JUNIO	192,286.00
JULIO	236,976.00
AGOSTO	269,425.00
SEPTIEMBRE	234,575.00
OCTUBRE	237,184.00
NOVIEMBRE	179,045.00
DICIEMBRE	295,135.00
PROMEDIO	190,347.67

FUENTE. DATOS OBTENIDOS DE LOS PTOPE DE ENACAL JUIGALPA.

ⁱ Datos obtenidos de las Tablas de Parámetros Técnicos operativos de Producción (PTOP) de Enacal Juigalpa



Tabla 3.4 Consumo por M³ (Año 2008)

AÑO 2008	
MES	CONSUMO (M ³)
ENERO	301,072.00
FEBRERO	304,415.00
MARZO	225,414.00
ABRIL	143,889.00
MAYO	129,448.00
JUNIO	291,927.00
JULIO	277,360.00
AGOSTO	284,400.00
SEPTIEMBRE	-
OCTUBRE	-
PROMEDIO	244,740.63

FUENTE. DATOS OBTENIDOS DE LOS PTOPE DE ENACAL JUIGALPA.

Número de conexiones del casco urbano de Juigalpa (2006 – 2008)

Tabla 3.5 Número de Conexiones

AÑO	Nº DE CONEXIONES
2006	9005
2007	9348
2008	9703

➤ **Cálculo de la dotación de agua**

Para el cálculo de la Dotación de agua para la ciudad de Juigalpa se utilizó el promedio del consumo mensual para un período de un año, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Dot: } \frac{\text{Consumo Prom.} * 1000 \text{ Lts}}{30 \text{ días/mes} * \# \text{ conexiones} * 6 \text{ hab./casa}}$$



Por Normas Técnicas se asume un índice poblacional (**IP**) de 6 Habitantes por casa

❖ **Año 2006**

$$\text{Dot: } \frac{245,298.33 \text{ m}^3/\text{mes} * 1000 \text{ Lts}}{30 \text{ días/mes} * 9005 \text{ conex.} * 6 \text{ hab/casa}} = 151.33 \text{ lts/persona/día}$$

Es decir, 39.98 gppd = 40 gppd

❖ **Año 2007**

$$\text{Dot: } \frac{190,347.67 \text{ m}^3/\text{mes} * 1000 \text{ Lts}}{30 \text{ días/mes} * 9348 \text{ conex.} * 6 \text{ hab/casa}} = 113.12 \text{ lts/persona/día}$$

Es decir, 29.88 gppd = 30 gppd

❖ **Año 2008**

$$\text{Dot: } \frac{244,740.63 \text{ m}^3/\text{mes} * 1000 \text{ Lts}}{30 \text{ días/mes} * 9703 \text{ conex.} * 6 \text{ hab/casa}} = 140.12 \text{ lts/persona/día}$$

Es decir, 37 gppd

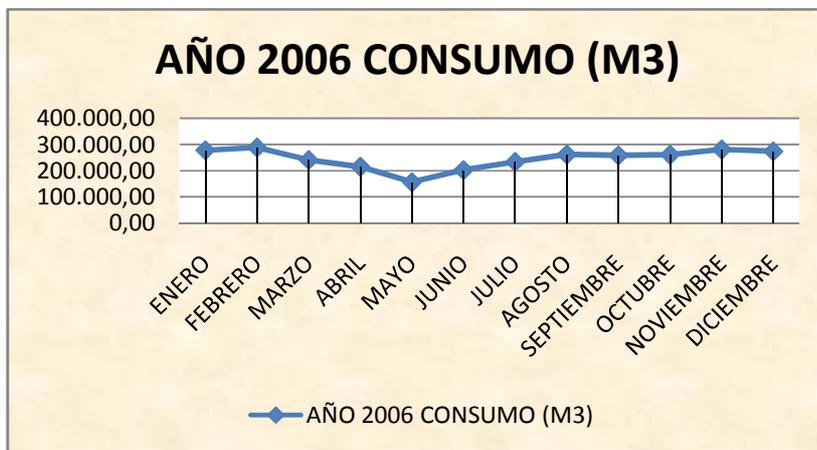
Esta dotación es considerada como el consumo doméstico promedio, pero considerando que la producción no satisface la demanda de agua requerida por la población actual conectada no se puede utilizar esta dotación, ya que no podemos diseñar un sistema con delimitaciones y tomando en cuenta la dotación para la ciudad de Juigalpa facilitada por Enacal, utilizaremos una dotación de 189 lts/pers./día.



➤ **Gráficos del consumo por metros cúbicos mensuales para la ciudad de Juigalpa.**

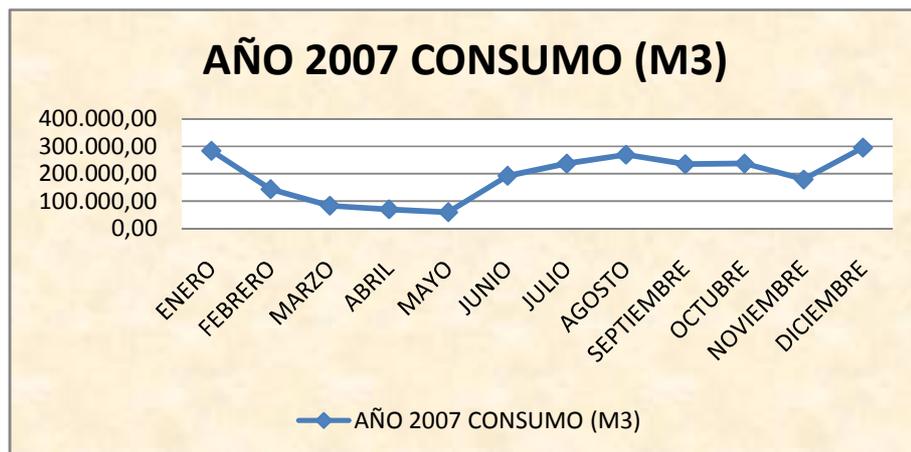
En los siguientes gráficos se muestra el comportamiento de la producción y consumo de agua mensual para la población conectada de la ciudad de Juigalpa.

Gráfico 3.2 Consumo por M³ Mensuales (Año 2006)



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

Gráfico 3.3 Consumo por M³ Mensuales (Año 2007)



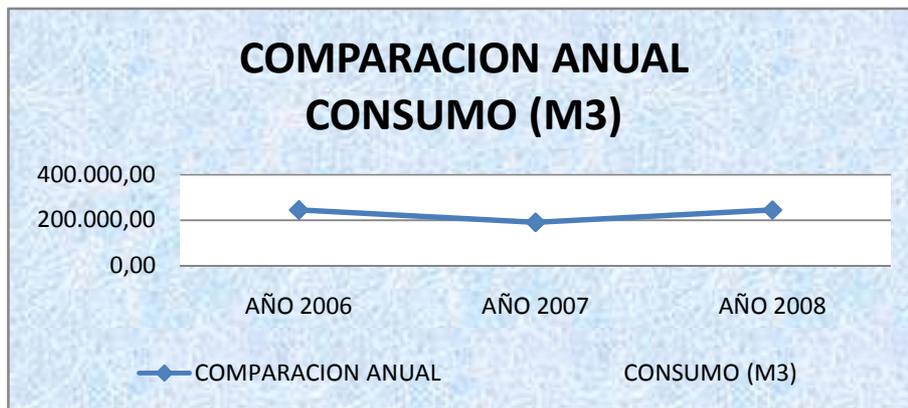
FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Según datos el consumo promedio en el año 2007 fue menor debido a la baja producción de los pozos en ese año, que se caracterizó por una gran escases y sequía



que obligó a la población a racionalizar en gran medida el agua que se lograba almacenarⁱ.

Grafico 3.4 Cuadro Comparativo de los Consumo por M³ Mensuales.



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Los datos obtenidos de la demanda de agua serán relevantes para determinar el volumen de agua residual a evacuar, ya que los aportes de agua residual que circulará por las tuberías de una red de alcantarillado sanitario están aproximadamente en su totalidad constituidos por los consumos de agua.

Estos consumos de agua, según las Normas Técnicas para el diseño del alcantarillado sanitario son consumos para fines domésticos, comerciales e industriales. Debido a la estructura socioeconómica de los barrios Central y Palo solo podemos clasificar el agua de consumo en: aguas domésticas y aguas comerciales, descartando la posibilidad del consumo industrial, puesto que por su problemática de agua potable, Juigalpa no cuenta con entidades que consuman agua para fines industriales.

Con la dotación de 189 Lts/pers./día se realizarán los cálculos del diseño preliminar de la red de alcantarillado sanitario en el área de estudio.

ⁱ Según pobladores del sector – Entrevistas realizadas



➤ **Estimación de la población beneficiaria del servicio propuesto**

El fin de estimar a la población beneficiaria del sistema de red de alcantarillado sanitario que se propone en los barrios Central y Palo Solo es para tener un aproximado de la cantidad de viviendas que se conectarán a la red para dar uso de este sistema y evacuar sus aguas servidas y excretas.

3.1.2. Análisis y Evaluación de la Oferta del Proyecto.

3.1.2.1. Oferta del Sistema Actual.

➤ **Descripción del sistema de evacuación actual**

Como ya se había mencionado los habitantes de los barrios Central y Palo Solo al igual que los demás barrios del casco urbano de la ciudad de Juigalpa en la actualidad evacúa sus aguas servidas al exterior.

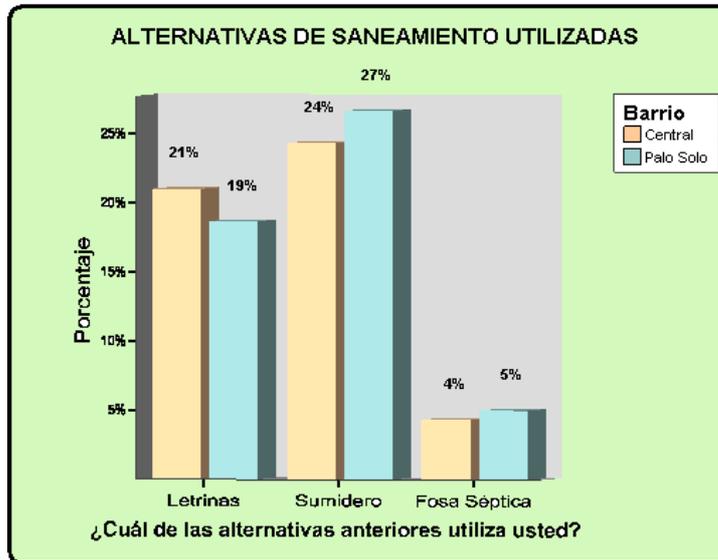
En Juigalpa las aguas domésticas corren por las cunetas de las calles sin ningún control generando no solo malos olores, sino también contaminación del ambiente que conlleva a enfermedades hídrico-enterinas que causan peligros a la salud de la población así como también el deterioro de sus calles debido a la humedad, las cuales en su mayoría se encuentran adoquinadas.

Cuando no se cuenta con un sistema eficiente de evacuación de aguas residuales como lo es el caso de la ciudad de Juigalpa las opciones de la población son recurrir a la construcción de sumideros, fosas sépticas y en la mayoría de los casos letrinas, ya que este recurso resulta ser más accesible económicamente para la población de escasos recursos.

La descripción de los medios de evacuación que utiliza la población de este sector la hemos realizado a través de una encuesta socioeconómica de cuyo análisis se obtuvieron datos importantes que determinan de manera cualitativa y a la misma vez cuantitativa el sistema de evacuación actual que utiliza la población.



Gráfico 3.5 Alternativas de Saneamiento Utilizadas



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO

De esta manera podemos clasificar los medios de evacuación existentes en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de Juigalpa. Esta clasificación la realizamos desde el punto de vista físico y operativo de cada sistema utilizando nuestros datos estadísticos. Esto dará como resultado una estimación de los costos, antigüedad, capacidad, disponibilidad de los sistemas actuales y poder realizar una comparación con el sistema que proponemos el cual sustituiría los sistemas de saneamientos existentes.

3.1.2.1.1. Letrinas.

Descripción Física

Descrita desde el punto de vista físico el tipo de letrina que mayormente utilizan los pobladores de los barrios Central y Palo Solo son del tipo seco, este tipo de letrina es el más utilizado en Nicaragua.

Se trata simplemente de un hoyo en el terreno cubierto con una plancha de concreto o madera en la que se ha practicado un agujero donde se coloca una taza o banco de madera o concreto.



El banco o retrete se encuentra cubierto generalmente con un cerramiento de madera o láminas de zinc y en muchos casos de plástico negro, así como también en unos pocos casos encontramos cerramiento de mampostería (**ver anexo V**).

Este tipo de letrina es recomendada en localidades con poca densidad de población, y debe estar localizada a más de 30 m de la vivienda y de la fuente de agua potable, estos factores no se cumplen en su totalidad en estos barrios, debido a que en la mayoría de los casos las letrinas no se encuentran ubicadas a esa distancia, ya sea por la falta de conocimiento que presenta la población en relación al caso o al reducido espacio catastral que presentan las viviendas.

Estas letrinas se caracterizan por emitir malos olores, además que tienen que ser cambiadas de lugar en dependencia de la capacidad de almacenamiento de éstas, también depende del volumen de excretas que sean depositadas anualmente y principalmente del tipo de material con el que sean construidas.

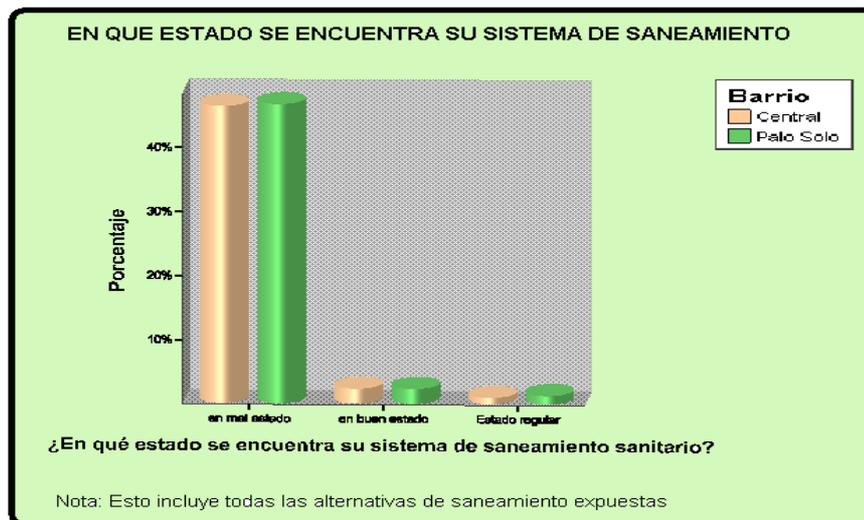
Descripción Operativa.

Según datos proporcionados por los pobladores de los barrios las letrinas tienen que cambiarse de lugar, sobre todo en período de invierno debido a que se saturan de agua y no pueden usarse, además de la gran contaminación que se genera cuando estas letrinas incurrir en filtraciones y derrames. Pero considerando el nivel económico de la población solamente se espera el paso del invierno para que bajen las aguas y se puedan usar nuevamente.

La mayor parte de las letrinas con las que cuentan estos pobladores se encuentran en un estado deteriorado. Según el gráfico presentado a continuación se muestra que la población considera que los sistemas que utilizan no son los adecuados.



Grafico 3.6



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO

3.1.2.1.2. Fosas Sépticas y Sumideros.

Descripción Física

Las fosas sépticas y sumideros son unidades de tratamiento primario de las aguas negras domésticas; en ellas se realiza la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en esas aguas.

Las fosas sépticas que son construidas sobre el terreno que presentan las viviendas tienen una forma rectangular o cilíndrica según las necesidades y el número de habitantes de cada vivienda.

Para funcionar correctamente las normas técnicas señalan que las fosas deben de tener unas dimensiones determinadas según un proyecto de ingeniería específico; pero

a partir de los datos proporcionados por los pobladores de los barrios las fosas sépticas con las que cuentan fueron construidas con la opinión y el criterio de los albañiles de la zona sin tomar en cuenta las técnicas de construcción.



En la parte exterior se coloca un inodoro que normalmente es parte de un sistema de saneamiento de redes de alcantarillado sanitario. La ejecución de este tipo de fosa séptica comienza con la excavación del pozo en el terreno donde la fosa va a quedar enterrada. En algunos casos se utilizan tanques Rotoplast de almacenamiento con capacidades de hasta 5,000 Lts.

Descripción Operativa

Un sistema de Fosa Séptica y Sumidero se trata en efecto de una forma sencilla y provisional de tratar las aguas negras y está indicada (preferentemente) para zona rural o residencias aisladas; Sin embargo, debido a que la población de los barrios no cuenta con un servicio de red colectora de aguas negras (excretas); ni una planta de tratamiento para estas aguas, el 60% de la población cuenta con este sistema de evacuación de aguas negras; que en cierta medida funciona como una planta de tratamiento para las excretas depositadas en ellas.

Debido a que las aguas negras en natural deben ser depositadas en un tanque o en una fosa para que con el menor flujo del agua, la parte sólida se pueda depositar, liberando la parte líquida. Una vez hecho eso, determinadas bacterias anaerobias actúan sobre la parte sólida de las aguas negras descomponiéndolas.

Esta descomposición es de una importancia relevante, pues deja las aguas negras residuales con menos cantidad de materia orgánica, ya que la fosa elimina cerca del 40% de la demanda biológica de oxígeno, y así la misma puede devolverse a la naturaleza con menor perjuicio para ella.

De los métodos de recolección de las excretas, los sumideros son los más utilizados por los pobladores de los barrios Central y Palo Solo. Pero ninguna de las dos medidas es la más conveniente debido a que la población esta propensa a enfermedades tanto gastro-intestinales como respiratorias.

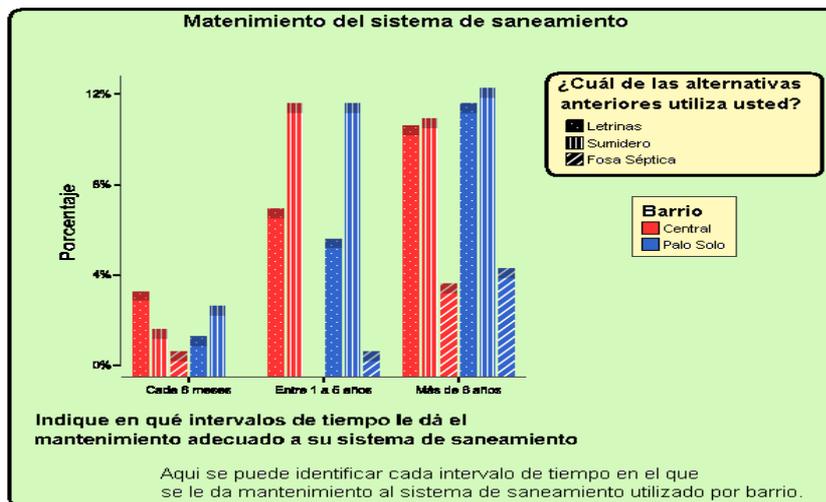


La insuficiencia de estos servicios de saneamiento afecta también en gran parte el ambiente natural al contaminar las aguas subterráneas de esta localidad. Por otro lado las letrinas y sumideros sólo funcionan a largo plazo porque no se les deposita toda el agua residual que se evacúa, sino solamente excretas, es decir que las aguas residuales del lavado y baño son depositadas en las cunetas por medio de tuberías y canales que salen de las viviendas al exterior. Es fácil determinar que estas aguas son contaminantes del medio ambiente por su origen, ya que contienen residuos de detergentes, jabón y otros químicos.

Otro punto importante a tratar dentro del sistema operativo de las letrinas y fosas sépticas es el mantenimiento periódico que se les debe dar a estos sistemas, los cuales no se rigen por un tiempo específico, sino que está en dependencia de muchos factores como el tipo de sistema, el modo de construcción, el volumen diario de evacuación, etc.

En la interrogante realizada a la población acerca de los períodos de tiempo en que se da mantenimiento a su sistema de recolección, ya sean letrinas o sumideros se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 3.7 Mantenimiento del Sistema de Saneamiento



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO



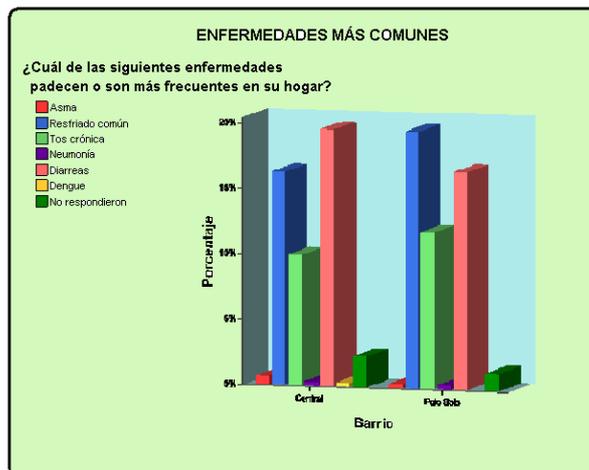
Cuando hablamos de mantenimiento nos referimos en el caso de las letrinas, al cambio de posición de estas en el terreno o parcela de cada vivienda. En el caso de las fosas sépticas y sumideros, el mantenimiento requerido para estos sistemas de saneamiento y así evitar las enfermedades que se originan al estar en contacto con estos residuos.

➤ **Índice de contaminación causada por los sistemas de saneamiento actuales**

Entre las enfermedades planteadas en la encuesta realizada, se consideraron las más comunes como la diarrea, resfriado común, la tos crónica, asma y en el peor de los casos se consideró el dengue, ya que esta enfermedad se caracteriza por originarse por la contaminación de las aguas estancadas.

El agua normalmente se estanca en las zonas donde por la topografía del terreno no logra circular, esto periódicamente va formando baches en las calles y la acumulación de las aguas origina proliferación de moscas y zancudos. Según datos de la población los más afectados por estas enfermedades son los niños; su vulnerabilidad aumenta por ser los más expuestos al medio.

Grafico 3.8 Enfermedades más comunes



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO



3.1.2.2. Descripción del Sistema de Evacuación Propuesto

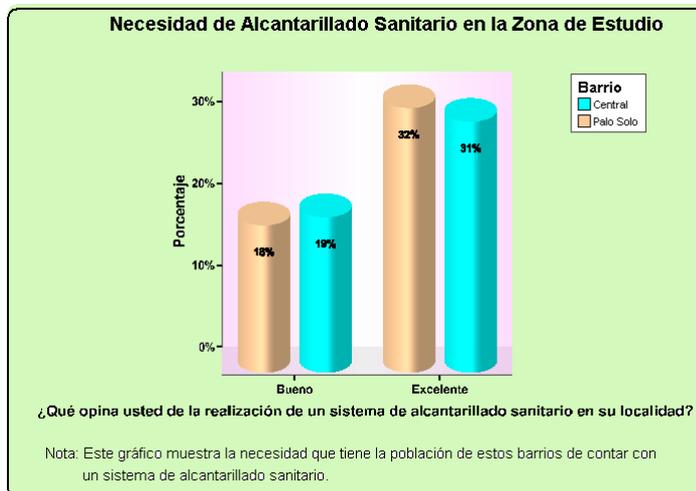
3.1.2.2.1. Servicios del sistema propuesto

El sistema de red de alcantarillado sanitario Propuesto constará con colectoras tanto primarias como secundarias las cuales transportarán las aguas residuales domésticas y las excretas por medio de tuberías, disminuyendo en gran medida el contacto de la población con sus aguas residuales y excretas.

La propuesta forma parte del plan de saneamiento de Enacal (**ver anexo II**), que por lo extenso de este proyecto sólo hemos considerado en una primera etapa a los barrios Central y Palo Solo por ser dos de los barrios más importantes del casco urbano de la ciudad de Juigalpa. Esta propuesta consiste en la construcción de aproximadamente 6.0 Km de red de alcantarillado (colectores principales y secundarios).

En el siguiente gráfico se muestra la aceptación de la población con el proyecto de construcción de redes de alcantarillado sanitario, ya que es de suma importancia principalmente para el sector comercio como hoteles, restaurantes, etc.

Gráfico 3.9 Necesidad de contar con un Alcantarillado Sanitario.



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO



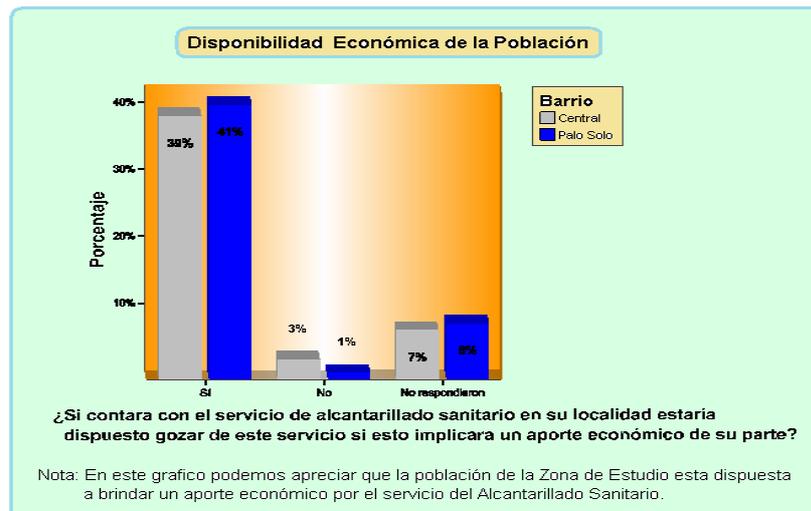
3.1.3. Comercialización del Sistema Propuesto.

La publicidad se podrá realizar por medio de mantas, brochures o volantes suministrados por parte de Enacal a la población beneficiaria del servicio, lo cual le permitirá a la población tener conocimiento de una nueva alternativa de saneamiento, ventajas del sistema, no solo sanitarias, sino también económicas, cultural y social.

Como ventaja económica se puede plantear en el hecho del ahorro de medicamentos para tratar las enfermedades que los acogen, ya que si bien es cierto con la red de alcantarillado sanitario no se pretende acabar con las enfermedades provocadas por la contaminación, pero se garantiza su disminución. Otra ventaja del tipo económica se deriva de los gastos en mantenimiento de letrinas y fosas sépticas en los que incurre la población.

En el siguiente gráfico se muestra la disponibilidad económica de la población en referencia a la construcción de la red de alcantarillado sanitario, esto significa que la población beneficiaria del servicio estará dispuesta a conectarse a la red y a cubrir la tarifa correspondiente por este servicio. El costo incremental en la tarifa por el servicio de alcantarillado sanitario se verá reflejado en las facturas de agua potable.

Gráfico 3.10 Disponibilidad económica de la Población



FUENTE. ENCUESTA REALIZADA A LOS BARRIOS CENTRAL Y PALO SOLO



CAPITULO IV



4.1. ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo abordaremos lo que es el estudio de pre - factibilidad desde el punto de vista técnico del proyecto en donde se realiza un análisis de los procesos por los cuales se tendrá que pasar para poder brindar el servicio, desde el momento de la concepción del proyecto al momento en que este se utilice.

Para efectuar el presente estudio, se realizó un arduo trabajo de campo en donde se realizó un levantamiento topográfico observándose claramente las pendientes del terreno y principalmente se pudieron observar los problemas generados por no contar con un sistema de alcantarillado sanitario en estos sectores donde además de la contaminación y erosión antes planteada, se observa un ambiente estéticamente desagradable.

Para dar respuesta a este problema, se ha diseñado un sistema de redes de tubería sanitaria que abarca los barrios de estudio para formar parte del proyecto de un sistema de redes que abarque toda el municipio de Juigalpa y que culminen con una planta de saneamiento en la localidad Pan de Jabón ubicada al Suroeste del casco urbano de Juigalpa (**ver plano N° 1**).

También se presenta la información general del área de estudio, los principales criterios utilizados en el diseño de la red, la determinación de los caudales de aporte de aguas residuales y todos los cálculos hidráulicos del sistema. El sistema se presenta en dos alternativas desde el punto de vista técnico:

- ◆ Diseño de la red de 6 km de colectores calculados utilizando tubería de P.V.C.
- ◆ Diseño de la red de 6 km de colectores calculados utilizando tubería de Concreto.



El estudio se estructuró bajo el procedimiento metodológico de la guías de pre inversión para proyectos de agua y saneamiento urbano creado por el sistema de inversiones públicas del gobierno de Nicaragua y mediante las **“Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales”**.

Estas últimas Guías contienen algunos de los parámetros de diseño actualizados contenidos en los “Criterios de Diseño para Sistemas de Alcantarillados Sanitario”, elaborados en 1976 por ENACAL. En la búsqueda de alternativas de diseño para atender la demanda de los servicios de saneamiento que requiere la población, por la viabilidad técnica de soluciones que reduzcan los costos y que estas alternativas simultáneamente mantengan su eficiencia.

Propuestas que se realizan en virtud de las necesidades de la población. Esto se hace con la finalidad de aportar más de una opción ante la necesidad planteada, debido a que los costos, diseños y metodologías pueden variar sustancialmente dependiendo del tipo de sistema que se aplique.

4.1.1. Localización y Área de Influencia del Proyecto

La ubicación exacta de la red propuesta debe basarse no sólo en donde se concentra la mayor demanda del servicio, sino también en la disponibilidad económica de la población para contar con el servicio cuando éste inicie operaciones. En el caso de la ciudad de Juigalpa estamos hablando de un proyecto que generará grandes cambios no sólo económicos sino también en el ámbito social.

Realizamos el análisis de la localización del proyecto en dos niveles: macro localización y microlocalización. En general, un proceso adecuado para el estudio de la localización consiste en abordar el problema de lo macro a lo micro. Explorar primero, dentro de un conjunto de criterios y parámetros relacionados con la naturaleza del proyecto, la región o zona adecuada para la ubicación del



proyecto: región, municipio, zona rural, zona urbana, y dentro de éstas las áreas geográficas o subsectores más propicios.

4.1.1.1. Macro localización de la red propuesta.



Datos del territorioⁱ

La red de alcantarillado sanitario propuesta se encuentra ubicada en el casco urbano de la ciudad de Juigalpa, cabecera municipal del departamento de Chontales, ubicado en la zona central del territorio Nicaragüense, entre la parte Nororiental del lago Cocibolca, la cordillera de Amerrisque y los valles que trazan en sus descensos hacia el lago.

ⁱ Datos obtenidos del banco de datos del Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER)



La ciudad de Juigalpa está localizada a 137 Km de la capital, Managua; cuenta con una extensión territorial de 726.75 Km², con un área urbana de 630 Ha y se encuentra entre las coordenadas 12^o 06´ de Latitud norte y 85^o 22´ Longitud oeste.

Clima

En el municipio de Juigalpa predomina el clima de sabana tropical; el clima es cálido y seco. La temperatura media oscila entre los 25^o y 28^oc., siendo los meses más calientes de Marzo a Mayo, con una temperatura media de 28^oc. y los meses más fríos de diciembre y enero. La humedad relativa promedio es de 76.7 % siendo la máxima en el mes de septiembre (84%) y la mínima en el mes de marzo (68%). La evaporación mensual promedio es de 186.8 mm, siendo la mínima en el mes de marzo (132mm) y la máxima en el mes de abril (260mm). La precipitación anual varía entre 1,000 a 1,500mm por año. El período de lluvias varía de 5 a 7 meses.

Hidrografía

Hidrográficamente, Juigalpa está ubicado en la cuenca del Río San Juan. El principal río es El Mayales, con una longitud de 80 kilómetros, nace en El Naranjal, comarca Cosmatillo, Municipio de la Libertad. El Río Mayales en las inmediaciones de Juigalpa forma un salto de agua que sirve para balneario en verano. Son afluentes del río Mayales: río Carca, río Cuisalá, río Apompúa, Aguas Calientes, El Potrero y río Las Delicias.

Topografía

Este municipio se asienta sobre un territorio accidentado partiendo de la cordillera de Amerrisque, en su parte NE hasta la orilla del lago de Nicaragua. En General la topografía de la ciudad es bastante irregular lo que conlleva tantas ventajas y desventajas a la hora de escoger mejor una ruta de drenaje, existen un sin número de lomas y pendientes pronunciadas que sin duda alguna dificultan el drenaje por gravedad. La altura promedio sobre el nivel del mar es de 116.85 mts.



Economía

La principal actividad económica del municipio es la ganadería, la que tiene un gran desarrollo, y la agricultura está destinada para el autoconsumo.

Salud

El municipio cuenta con un hospital y un centro de salud, 11 puestos médicos con la atención de un médico y una enfermera permanente, dos Puestos de Salud. En el ámbito de indicadores se establece para JUIGALPA la existencia de 0.8 unidades de salud por cada 3,000 habitantes.

Las causas de consulta más frecuentes a escala municipal son: **Enfermedades diarreicas, respiratorias, tuberculosis, enfermedades de la piel, parasitosis** y control y crecimiento de embarazo.

Servicios Básicosⁱ

Telecomunicaciones

El municipio de JUIGALPA cuenta con servicio público de Teléfonos, Telégrafos y Correos, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL). Según ENITEL, en el municipio existe una nueva planta digital que es de 3,500 abonados, se cuenta con un total de 1,500 conexiones domiciliarias, lo que representa un promedio de 1 teléfono por cada 40 habitantes. Se cuenta con telefonía pública y servicio de correo electrónico en algunas escuelas de informática.

Energía eléctrica

El municipio cuenta con servicio público de energía domiciliar cuya administración está a cargo de DISSUR. Existen aproximadamente 9,996 viviendas con el servicio y el

servicio de alumbrado público se presta principalmente en el casco urbano del municipio y algunas zonas aledañas.

ⁱ Información proporcionada por la Alcaldía municipal de Juigalpa (Datos actualizados al mes de Agosto del 2008)



Transporte

El municipio de Juigalpa por su condición de cabecera departamental cuenta con un sistema de rutas que la comunican con el resto de los municipios del departamento y con la ciudad capital Managua, esta carretera es pavimentada y atraviesa el municipio. A nivel interno el municipio cuenta con algunas rutas que los comunican con aproximadamente 18 comunidades rurales, el área urbana cuenta con taxis privados y unidades de autobuses que hacen el recorrido a lo interno de la ciudad.

Vías de acceso

Juigalpa está comunicada con Managua por una carretera pavimentada de 137 kms., es también el puesto de tránsito más importante en la ruta de transporte hacia El Rama y en general, la Región Autónoma del Atlántico Sur y su cabecera Bluefields, por vía terrestre y luego fluvial. De la misma manera sirve de tránsito al transporte con destino al departamento de Río San Juan y su cabecera, la ciudad de San Carlos. Se comunica por medio de carreteras de macadán, con los municipios de: San Pedro de Lóvago, La Libertad, Sto. Domingo, el Ayote, San Francisco de Cuapa y Comalapa.

En Juigalpa existen calles con cunetas y adoquines en su gran mayoría. La principal avenida urbana del municipio fue inaugurada el 25 de junio de 1995 con el nombre de "Chaco Deleo", ex-Alcalde de esta ciudad. Constituyen la avenida 30 cuadras con adoquines y cunetas que cruzan de extremo norte a sur la ciudad.

Actualmente se están llevando a cabo nuevos proyectos de adoquinado en varias calles de los diferentes barrios del casco urbano de Juigalpa.

Total de vías : 391 Km.

a) Vías primarias : 171 Km. (44%)

b) Vías secundarias: 220 kms. (56%)

Densidad total : 385 m / kms².

Agua potable

En la actualidad el servicio de agua potable tiene una red de distribución casi completa y su producción va en aumento debido al nuevo proyecto que está llevando a cabo Enacal en conjunto con el gobierno de Korea. Existen también dos tanques de acero



sobre el suelo de 100,000 y 130,000 galones para el almacenamiento del agua potable proveniente de los pozos que extraen agua del acuífero.

Servicios Municipalesⁱ

Recolección de residuos sólidos

La Alcaldía de Juigalpa presta el servicio de recolección de basura para el área urbana del municipio. Para depositar esta basura se cuenta con un relleno sanitario con una área de 10 Mz; la basura recolectada es incinerada, fumigada y soterrada, teniéndose previsto en un corto plazo que este vertedero funcione como un relleno sanitario.

Cementerio

Juigalpa cuenta con un cementerio de cobertura municipal, que se encuentra ubicado a lo interno de la ciudad. En la actualidad, este cementerio se encuentra casi saturado, por lo que la Alcaldía Municipal ha destinado un nuevo terreno para ser acondicionado como un nuevo cementerio y dar respuesta a la demanda.

Parques

En Juigalpa existen cinco parques en el área urbana, que son: Parque Central, Palo Solo, Rubén Darío (conocido como Sisimique), Tamanes y Nuevo Amanecer.

El principal parque del municipio es el parque central, fue remodelado a mediados de 1992 con fondos de la municipalidad, cuenta con juegos infantiles, áreas de descanso, áreas verdes, bancas, un kiosco y un área que corresponde al templo de la cultura.

Mercado

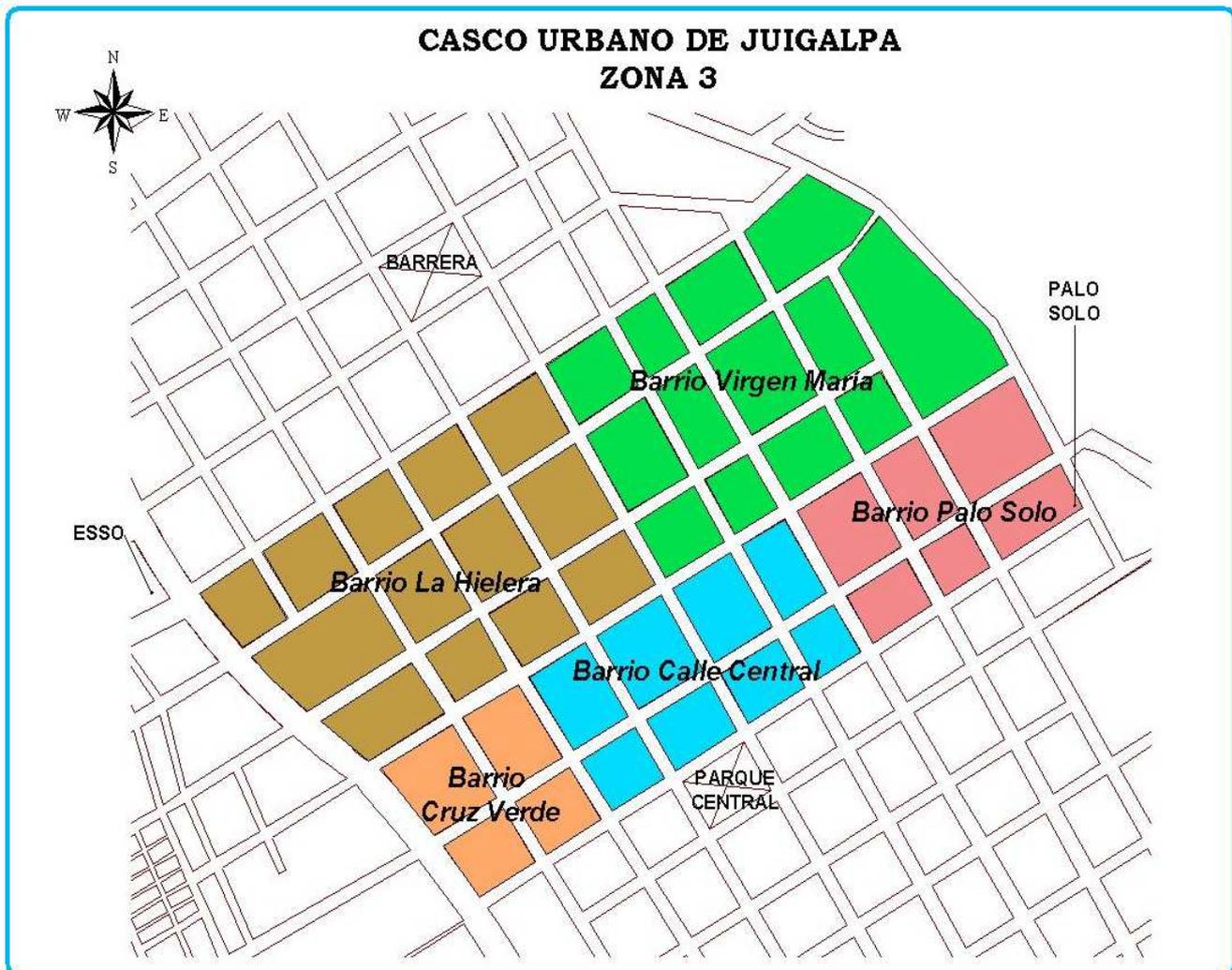
En el municipio se cuenta con un mercado de cobertura municipal que al mismo tiempo funcionaba como terminal de autobuses interurbanos, taxis y camionetas de acarreo,

ⁱ Información proporcionada por la Alcaldía municipal de Juigalpa (Datos actualizados al mes de Agosto del 2008)



pero en la actualidad existe un nuevo mercado cuya misión principal es funcionar como terminal de buses, aunque se han creado una serie de locales con el fin de descongestionar el antiguo mercado.

4.1.1.2. Micro localización de la red propuesta.



Datos del territorioⁱ

ⁱ Datos estimados de mapa de división política del casco urbano de la ciudad de Juigalpa



La red de alcantarillado sanitario propuesta abarca en una primera etapa el 100% de las calles de los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa, estos barrios se encuentran ubicados al este de la carretera al Rama. Constituyen sectores importantes del municipio de Juigalpa, en ellos se encuentra el mayor comercio del casco urbano de la ciudad; cuenta con un área de 25.08 Ha.

Límites:

Al Norte: Con los barrios Virgen María y Hielera

Al Sur: Con los barrios Las Flores, Las Canoas y Tamanes

Al Este: Con el río Mayales

Al Oeste: Con los barrios Las Flores y Cruz Verde

Las demás características del territorio como clima, hidrología y topografía son las mismas descritas a nivel de macro localización.

4.1.2. Descripción General del Proyecto

El sistema de redes de alcantarillado sanitario para los barrios Central y Palo Solo se propone del tipo separado simplificado, siendo por lo tanto destinado únicamente al drenaje de aguas servidas. El casco urbano de Juigalpa por su parte cuenta con un sistema de drenaje pluvial (puentes, canales, P.V.S.) que dirigen el agua de lluvia hacia el río Mayales.

El terreno se caracteriza por ser muy accidentado, esto al momento del diseño de la red crea algunos problemas de tipo técnicos, como por ejemplo los diferentes niveles del terreno entre colectores podría ameritar el uso de bombeo para poder guiar las aguas residuales al lugar de tratamiento, pero en el caso de este sector se observa que se

ubican en la zona alta del casco urbano, la cual posee pendientes desde fuertes a moderadas.



Este tipo de condiciones en el terreno de los barrios Central y Palo Solo facilita el drenaje por gravedad que se pretende proponer hasta el sitio donde estas aguas puedan ser tratadas.

Factores a considerar en el diseño de la red de alcantarillado sanitario de los barrios Central y Palo Solo:

- Accesibilidad
- Tamaño del proyecto
- Factores naturales
- Geografía
- Costos de transporte
- Existencia de insumos o recursos

Para iniciar el diseño de la red de alcantarillado se procedió a la investigación de datos de los estudios básicos con los que se debe contar previo al diseño. Estos estudios deberán incluir estudios geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficas y misceláneas.

Para el diseño final de la red de alcantarillado sanitario en toda Juigalpa se requiere de los estudios geológicos e hidrológicos. En ellos se debe destacar la ubicación de las fallas geológicas, también deben describir la situación y características geológicas de las capas superficiales mediante pruebas de perforación realizadas por expertos de INETER. Los datos que se obtengan son de gran importancia para determinar los costos de las excavaciones de zanjas por donde irá la tubería propuesta.

Referente a los estudios sanitarios, se debe tener un reconocimiento sanitario no sólo del área donde se desea llevar a cabo el proyecto, sino principalmente en las cuencas

hidrográficas de los cursos de agua que serán utilizados para recibir las descargas de las aguas residuales.



Dentro de los estudios de obras existentes se deben realizar sondeos de localización, profundidad y diámetro de las tuberías existentes, ya sea de agua potable o de alcantarillado pluvial, si las hubiere, con el propósito de evitar costos de reparación de daños causados por la instalación de tuberías para alcantarillado sanitario. Para esto contamos con planos de la red de distribución principal de agua potable de todo el casco urbano de la ciudad de Juigalpaⁱ (**ver plano N° 2**).

Origen de las aguas residuales de los barrios Central y Palo Solo

Las aguas residuales o servidas en general pueden ser originadas por:

- Desechos humanos y animales
- Desperdicios caseros
- Aguas de lavado de las calles y corrientes pluviales
- Aguas residuales del sector comercial

Características de las aguas residuales

Características físicas:

- Sólidos totales
- Temperatura
- Color
- Olor

Características químicas

- Materia orgánica
- Materia Inorgánica
- Gases

Las aguas negras están constituidas en un 0.1% de sólidos y en un 99.9% de agua residual; de estos porcentajes la fracción de sólidos es la que suele presentar mayores problemas a la hora de su tratamiento y disposición adecuados.

ⁱ Proporcionados por ENACAL Central - Managua



Según su composición química lo sólidos se pueden clasificar en orgánicos e inorgánicos, los cuales a su vez pueden estar en suspensión o disueltos. La materia orgánica procede de todos los alimentos de origen animal y vegetal, sus componentes principales son el carbono, hidrógeno, oxígeno y algunas veces nitrógeno. La materia inorgánica son todos aquellos residuos que no pueden ser disueltos por el agua, e incluso aún ni por el tiempo como lo son residuos plásticos, vidrios, residuos de cabello, etc.

Estos residuos inorgánicos son muy comunes en las aguas residuales provenientes principalmente del uso doméstico y que por descuido y falta de concientización provocan en innumerables casos atascos de tuberías, principalmente en las conexiones intradomiciliarias e incluso un exceso de esta materia obstaculizaría el paso de las aguas residuales en colectores secundarios.

No se puede obviar las formas de vida microbianas que circulan conjuntamente en las aguas residuales, estos organismos microscópicos vivos constituyen las bacterias, parásitas o saprófitas que dan origen a diversas enfermedades de tipo infecciosas al entrar en contacto con el ser humano.

4.1.3. Ingeniería del Proyecto

4.1.3.1. Levantamiento topográfico realizado en el área de estudio

Se efectuaron levantamientos topográficos, aplicando el método de nivelación simple en los dos barrios, Central y Palo Solo; básicamente se realizó el diseño de la red tomando en consideración un corte del plano de la red geodésica nacional, tomando como referencia una elevación reflejada en el plano y mediante un BM ubicado in situ, se procedió a determinar las cotas o elevaciones donde serían ubicados los pozos de visita.

De los datos del levantamiento topográfico (**Ver memoria de cálculo**), se realizaron los cálculos de las correspondientes elevaciones y con esto se procedió a determinar el sentido direccional de la red de manera que ésta funcione por gravedad, no teniendo que utilizar equipo de bombeo para estos dos barrios.



Cabe considerar que esta mejor visión del sitio nos demostró que para futuras ampliaciones de la red, varios sectores del casco urbano de la ciudad de Juigalpa necesitaran obligatoriamente la instalación de un sistema de bombeo para poder contar con el servicio de recolección de sus aguas residuales, principalmente los barrios ubicados en la zona baja de la ciudad.

4.1.3.2. Diseño de la red de alcantarillado para los barrios Central y Palo Solo:

Los diseños de alcantarillado convencional son los más utilizados para la recolección y transporte de las aguas residuales. El diseño de una red de alcantarillado sanitario consiste en tuberías colectoras que son construidas según normas de ENACAL a una distancia de aproximadamente 2.00 mts. de la línea central de la calle, de manera que el agua residual fluya por gravedad para así evitar los costos en los equipos de bombeo.

En el caso de los barrios Central y Palo Solo la red se ha diseñado por gravedad ya que las condiciones del terreno en esta área se prestan para que el agua residual fluya hacia la colectora principal, que siguiendo el plan de saneamiento ambiental de la ciudad de Juigalpa se ubicará en la carretera Managua - Rama hasta la localidad Pan de Jabón.

El análisis hidráulico de la red propuesta se hizo mediante los criterios de diseño del método convencional utilizando de P.V.C y tubería de Concreto, para la selección del tipo de método para el diseño de la red se tomaran en cuenta los siguientes criterios:

- Cantidades mínimas de equipos, materiales e insumos que se requiere para la construcción de la red por cualquier método.
- El tipo de tubería que emplean las alternativas, caracterización, similitudes y diferencia de costos para las alternativas que surjan.



Para las dos alternativas se procedió a diseñar los siguientes elementos que contempla el proyecto:

Colectores principales:

Los colectores principales, según diseño tendrán las siguientes especificaciones:

- ✓ Longitud entre pozos de visita: presentan variantes entre 76 a 123 ml por tramo.
- ✓ Las excavaciones resultaron ser de gran magnitud, debido a las profundidades encontradas.
- ✓ Se propone el uso de tubería de P.V.C para la recolección y transporte de las aguas residuales como alternativa número 1.
- ✓ Se propone el uso de tubería de concreto reforzado (TCR) para la recolección y transporte de las aguas residuales como alternativa número 2.

4.1.3.2.1. Criterios de diseño de la red de alcantarillado utilizando P.V.C. y TCR.

✓ Proyección de la población servida

Ya se había mencionado que la cantidad de agua residual a evacuar por los barrios Central y Palo Solo está en dependencia de la variación en la cantidad de habitantes para un periodo de 20 años.

Esta predicción de la población se realizó en el estudio de mercado utilizando los siguientes parámetros:

Fuentes de información: Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC) e información adicional proporcionada por la Alcaldía de Juigalpa.

✓ Cantidad de aguas servidas a evacuar

El sistema de alcantarillado propuesto tiene la capacidad de evacuar las aguas residuales provenientes de los usos domésticos y comerciales de los barrios Central y Palo Solo.



En el estudio anterior se realizó una revisión de las estadísticas operativas de los suministros de agua para la ciudad de Juigalpa, con estos datos se determinó el consumo doméstico para toda la ciudad de Juigalpa, obteniendo como resultado una dotación doméstica de 140.12 lts/persona/día para el año 2008.

Según las normas técnicas de Enacal en su capítulo III inciso 3.2.2 señala que para ciudades del país excluyendo la ciudad capital, las dotaciones de agua de la población se deben de calcular según el rango de población. **(Ver anexo III. Tabla 1)**, pero tomando en consideración los datos proporcionados por esta misma institución, la dotación que ellos calculan para la ciudad de Juigalpa es de **189 lts/persona/día**, esta diferencia es notoria debido a que la dotación de los 140.12 lts/persona/día fue calculada con una producción de agua que no satisface en un 100% a la población conectada actualmente.

Tabla 4.1 Consumo Comercial, Institucional e Industrial.

AÑO	HAB. (CENTRAL Y PALO SOLO)	COMSUMO DOMESTICO (LTS/PERSONA/DIA)	CONSUMO COMERCIAL (7%)	CONSUMO PÚBLICO O INSTITUCIONAL (7%)	CONSUMO INDUSTRIAL (7%)
2008	2,010.00	189	13.23	13.23	-
2028	3,425.00	189	13.23	13.23	-

El consumo doméstico corresponde al agua utilizada por la población de los barrios Central y Palo Solo. El consumo Comercial es el correspondiente a lo que es el agua utilizada por los comercios (mercado, tiendas, farmacia, pulperías, supermercados entre otros).

El consumo público o institucional se produce del agua utilizada por lo que son los organismos institucionales o públicos (Instituto, escuelas, centros de salud, hospitales, entre otros).



En el caso del consumo industrial, los barrios Central y Palo solo no presentan ningún consumo de este tipo, debido a que el consumo industrial corresponde al agua utilizada en fábricas, zonas francas, cementeras e industrias en general.

La suma del caudal comercial e institucional en Lts/Seg:

$$Q_{esp} = \frac{(13.23 \text{ Lts/hab/día} + 13.23 \text{ Lts/hab/día}) * 3,425 \text{ hab.}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_{esp} = 1.049 \text{ Lts/Seg.}$$

- **Caudal de Infiltración**

Este gasto está justificado por la presencia de agua de origen pluvial que pueda introducirse en las tapas de los pozos de visita así como en las tuberías. Según normas técnicas de ENACAL para el diseño de la red con tubería de P.V.C se le deberá asignar un gasto de 1,300 Lts/ha/día. y para TCR con juntas de mortero se le asignará un gasto de 10,000 Lts/ha/día.

$$Q_{inf.} = \frac{(1,300 \text{ Lts/ha/día} * 25.08 \text{ Ha})}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_{inf.} = 0.377 \text{ Lts/seg}$$

Para Tubería de P.V.C

$$Q_{inf.} = \frac{(10,000 \text{ Lts/Ha/día} * 25.08 \text{ Ha})}{86,400 \text{ seg}}$$

Para Tubería de concreto

$$Q_{inf.} = 2.903 \text{ Lts/seg}$$

- **Caudal medio (Qm)**

El gasto o caudal medio podría considerarse como el parámetro más importante en el diseño de la red de alcantarillado sanitario que se pretende realizar, esto debido a que



el caudal medio de las aguas residuales domésticas corresponde, según normas técnicas de ENACAL al 80% de la dotación total del consumo de agua, es decir:

$$Q_m = \frac{0.80 * 189 \text{ Lts/hab/día} * 3.425 \text{ Hab}}{86,400 \text{ Seg}}$$

$$Q_m = 5,994 \text{ Lts/Seg.}$$

- **Caudal Mínimo (Q_{min})**

El Caudal mínimo o gasto mínimo también es un parámetro muy importante a considerar a la hora del diseño de la red. Este caudal es considerado como el menor caudal de escurrimiento que se presenta en una red de drenaje sanitario.

$$Q_{\min.} = \frac{1}{5} Q_m$$

$$Q_{\min.} = 1/5 (5,994 \text{ Lts/Seg.})$$

$$Q_{\min.} = 1.198 \text{ Lts/hab/día}$$

- **Caudal Máximo (Q_{max.})**

El Caudal máximo o gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmón.

$$Q_{\max.} = 1 + \left[\frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_m \xrightarrow{\text{Factor de Harmón}} 1 + \left[\frac{14}{4 + P^{1/2}} \right]$$

Donde:

Q_{máx.} = Caudal máximo de aguas residuales domésticas

P = Población servida en miles



$Q_m =$ Caudal medio de aguas residuales domésticas.

$$1 + \frac{14}{4 + \frac{\sqrt{3,425 \text{ hab.}}}{1000}} = 3.39$$

El factor de Harmon es un factor con base en la población, que relaciona empíricamente el gasto máximo, dado esto el promedio establecido según normas técnicas de ENACAL y deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00, por tal razón asumiremos el valor de **3.00** para la realización del diseño de la red. Utilizando este valor tenemos un caudal o gasto máximo:

$$Q_{\text{max.}} = 3.00 * 5.994 \text{ Lts/Seg.}$$

$$Q_{\text{max.}} = 17.982 \text{ Lts/seg.}$$

- **Caudal de Diseño (Qd)**

$$Q_{\text{Diseño}} = Q_{\text{Intax}} + Q_{\text{Inf}} + Q_{\text{Esp}}$$

El Caudal máximo o gasto máximo de aguas es igual a la suma de los caudales o gastos antes mencionados.

$$Q_{\text{Diseño}} = 17.982 \text{ Lts/Seg.} + 0.377 \text{ Lts/Seg.} + 1.049 \text{ Lts/Seg.}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 19.408 \text{ Lrs/Seg.}$$

Para Tubería de P.V.C

$$Q_{\text{Diseño}} = 17.982 \text{ Lts/Seg.} + 2.903 \text{ Lts/seg.} + 1.049 \text{ Lts/Seg.}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = 21.934 \text{ Lts/Seg.}$$

Para Tubería de Concreto



✓ **Período de Diseño de las estructuras del sistema de red de alcantarillado**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo se hizo para una vida útil de 20 años para ambas alternativas, partiendo del año 2008 al año 2028, dentro de este periodo los componentes de este sistema serán capaces de satisfacer las necesidades de los Barrios en cuestión. Para esto utilizaremos los periodos de diseño económico dados por ENACAL, para las estructuras de los sistemas de alcantarillado los cuales se presenta en la tabla **(Ver anexos III. Tabla 2)**.

✓ **Hidráulica de las alcantarillas**

Debido a que el diseño de red se realiza con el fin que las aguas fluyan por gravedad, las tuberías se han diseñado por gravedad para tal fin y sin presión, es decir como canales abiertos.

Según las Normas técnicas de ENACAL el cálculo hidráulico de las alcantarillas se debe hacer en base al criterio de:

- Tensión de arrastre
- Ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

- Fórmula de manning

$$V = (R^{2/3} S^{1/2})/n$$

Donde:

Q: Caudal a tubo lleno en m³/s

V: Velocidad de escurrimiento a tubo lleno en m/s



n: Coeficiente de Manning

n = 0.009 para tubería de P.V.C

n = 0.013 para tubería de concreto

A: Área de la sección transversal en m²

R: Radio hidráulico = (A/P); P = perímetro mojado, S = Pendiente hidráulica

El material a utilizarse para la alternativa N^o 1 es tubería de P.V.C para colectores y sub-colectores. Los valores del coeficiente de Manning “n” toman en cuenta las pérdidas de carga debido a conexiones, pozos de visita, desechos y lodos cloacales; lo mismo ocurre para la alternativa N^o 2, la cual se propone con tubería de concreto reforzado (TCR).

✓ **Diámetro mínimo**

En el diseño de la red utilizando tubería de concreto reforzado y de P.V.C se obtuvieron diámetros de 6 y 8 pulgadas respectivamente. Según normas de ENACAL el diámetro mínimo permisible es de 150mm o su equivalente de 6 pulgadas.

En referencia al cálculo de la pendiente, en el presente diseño se calculan las pendientes del terreno y las pendientes correspondientes a la tubería, este cálculo se hace a partir del previo cálculo de las cotas o elevaciones que forman parte de la superficie donde se pretende construir la red de alcantarillado. Estas elevaciones son:

✓ **Elevación del terreno**

Estas elevaciones se presentan para cada uno de los puntos donde se colocarán los pozos de visitas, cuyo diseño será presentado más adelante en este capítulo. Las elevaciones presentadas a continuación se determinaron a partir de un correspondiente levantamiento topográfico:



Tabla 4.2 Elevaciones de Terrenos en dada uno de los 43 pozos de visitas.

PUNTO	39	38	37	36	35
COTA	120.00	122.65	124.63	125.67	126.17
PUNTO	34	33	32	31	30
COTA	128.29	131.38	131.92	131.74	128.40
PUNTO	29	28	27	26	25
COTA	131.69	134.70	132.94	131.89	134.03
PUNTO	24	23	22	21	20
COTA	138.95	134.73	133.79	135.00	132.85
PUNTO	19	18	17	16	15
COTA	126.02	126.01	129.88	132.22	136.26
PUNTO	14	13	12	11	10
COTA	142.38	140.22	137.23	135.09	132.05
PUNTO	9	8	7	6	5
COTA	130.99	136.08	141.73	134.28	135.57
PUNTO	4	3	2	1	
COTA	136.94	140.37	142.19	144.66	

Cada punto representa a los 41 pozos de visita que resultaron del diseño de la red para los barrios Central y Palo Solo. **(Ver plano de Diseño).**

✓ **Elevación corona**

Esta elevación corresponde a las cotas reales del terreno de cada punto, al cual se le reduce un máximo de 0.80m, este valor corresponde al tirante máximo d/D, el cual se mide sobre el eje vertical de la tubería de concreto reforzado.



Teniendo estas elevaciones se procede al cálculo de la pendiente. La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación:

$$F = W * R * S$$

En la cual:

F = Tensión de arrastre en Pa

W = Peso específico del líquido en N/m³

R = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de $f = 1$ Pa

La tensión de arrastre es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y, consecuentemente, sobre el material en él depositado. El criterio de la tensión de arrastre para fines de cálculo de colectores busca establecer una pendiente para el tramo que sea capaz de provocar una tensión suficiente como para arrastrar el material que se deposita en el fondo. La tensión de arrastre es proporcional a la pendiente del canal, en condiciones de escurrimiento uniforme.

La tensión tractiva crítica de una partícula de sedimento se define como la mínima tensión tractiva límite, necesaria para el inicio del movimiento de la partícula. Esta depende de un número de factores tales como:

- Las densidades, tanto de las partículas de sedimento como de fluido
- El tamaño de las partículas
- La viscosidad del fluido, la cual varía con la temperatura

✓ **Pendientes Mínimas**

La pendiente longitudinal mínima es aquella que sea suficiente para producir una velocidad media de 0.60 m/s a tubo lleno.

✓ **Pendiente Máxima**



En el sistema convencional es aquella que produce una velocidad no mayor de 3 m/s para tuberías de concreto reforzado.

Las pendientes máximas y mínimas recomendadas para tubería de concreto son:

Tabla 4.3 Pendientes Máximas y Mínimas.

Diámetro (Pulg)	Diámetro (mm)	Pendiente máxima	Pendiente mínima
6	150		
8	200	8	0.5
10	250	6.5	0.28
12	300	5	0.22
15	380	3.7	0.15
18	450	3.1	
21	530	2.3	
24	610	1.8	

✓ **Pérdidas de carga adicional**

Por todo cambio de alineación, sea vertical u horizontal se incluirá una pérdida de carga igual a $0.25 V^2 / 2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita correspondiente, esta pérdida debe ser para ambos casos mayor de 3cm.

✓ **Cambio de diámetro**

El diámetro de cualquier tramo de tubería de la red propuesta debe ser mayor o igual que el tramo anterior y por ningún motivo menor, esto debido a que cada tramo recibirá la descarga de más de un tramo de la red.

✓ **Tirante de agua**

Q final de 75% del diámetro del tubo.

✓ **Cobertura sobre tuberías**

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima de 1.20m sobre la corona del tubo en toda su longitud. Si por salvar obstáculos o por circunstancias sumamente especiales, se hace necesario colocar la tubería a profundidades menores de 1.20m, se protegerá la tubería con recubrimientos de concreto simple con espesor de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.



Los colectores se diseñaron de manera que las tuberías sean ubicadas a 2.00 mts. del centro de la calzada y siguiendo las normas técnicas de ENACALⁱ con respecto a las demás tuberías que se encuentren soterradas. En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste las tuberías se ubicarán al Norte de la línea central de la vía y en las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.

✓ **Pozos de visita**

Estos accesorios sirven para comunicar al alcantarillado con el exterior permitiendo realizar trabajos de inspección, limpieza y reparación, siendo los principales los pozos de visita sanitario (P.V.S) y los pozos de visita con caída.

El diseño de los pozos de visita se llevó a cabo utilizando los siguientes parámetros:

- Los pozos se ubican en cada cambio de alineación horizontal o vertical de las colectoras, en el extremo de cada línea, en todo cambio de diámetro y en algunos casos en medio de los tramos donde se encuentren parte aguas.
- A través de estos pozos se puede realizar el cambio de diámetro, sirviendo como interceptor, reductor y expansor de las tuberías que se logren conectar a cada pozo.
- La distancia máxima entre pozos de visitas varía de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponible según la siguiente tabla:

CON EQUIPO TECNICAMENTE AVANZADO	
Diámetro (mm)	Separación máxima
150 a 400	150
450 y mayores	200

ⁱ Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.



CON EQUIPO TRADICIONAL	
150 a 400	100
450 y mayores	120

Siguiendo el criterio del mantenimiento con equipo tradicional los pozos de visita de la red en los barrios Central y Palo Solo, fueron colocados en cada cruce de calle, ya que las distancias entre cruces varían entre 75m a 100m.

Los P.V.S de la red propuesta para ambas alternativas (P.V.C y Concreto), se proponen sean construidos siguiendo los criterios a continuación expuestos:

- ◆ P.V.S totalmente de concreto, y deberán ser repellados para evitar filtraciones
- ◆ El grosor de las paredes se propone sea de 0.10 mm.
- ◆ Debido a que los diámetros de la red varían entre diámetros menores a 750mm y mayores de 150mm, el diámetro interno de los pozos será de 1.20m.
- ◆ Todos los P.V.S de la red contarán con una tapa metálica de 0.60m de diámetro, la cual tendrá dos orificios de 0.03m de diámetro para proveer el escape de los gases.
- ◆ Cada tapa tendrá la leyenda “**Alcantarillado Sanitario ENACAL – JUIGALPA**”.
- ◆ Se proponen cajas de registro sanitarias para profundidades de rasante de tubos 0.60 m a 1.00 m.
- ◆ Los pozos de visitas servirán para el pasaje de aguas servidas de un colector a otro, de manera que sean depositadas en un punto final propuesto. Para poder lograr que las aguas servidas no se acumulen al pasar por los pozos y considerando que el sistema de red de alcantarillado sanitario se propone para funcionar por gravedad, es decir aguas abajo; los pozos se diseñan considerando canales de entrada construidos en la parte superior del pozo y canales de salida en la parte inferior.



- ◆ Los P.V.S deberán tener un acabado totalmente fino, principalmente en el fondo del pozo el cual tendrá una pendiente transversal de 2% dirigida hacia los canales de salida, de manera que impida el estancamiento del fluido.

✓ **Conexiones domiciliarias**

Uno de los principales componentes de un sistema de red de alcantarillado sanitario consiste en las conexiones domiciliarias que se conectan con la red de desagüe de las viviendas, estas conexiones transportan el agua residual desde las viviendas hasta la alcantarilla más cercana.

Esto significa que cada vivienda donde se desee contar con el servicio de alcantarillado sanitario deberá instalar bajo sus propios recursos económicos su respectiva conexión domiciliar, pero en este diseño hemos considerado los costos de las conexiones de tubería y cajas de registro sanitarias.

Las conexiones domiciliarias que realicen los pobladores de los barrios Central y Palo solo deberán de ser instaladas por debajo de las tuberías de acueductos, inclusive de las tuberías intradomiciliares. El diámetro mínimo de estas tuberías será de 100 mm (4 pulg.), para viviendas unifamiliares. Para el caso de los hoteles, restaurantes, colegios, etc., el diámetro será considerado determinando la cantidad de artefactos sanitarios (lava manos, inodoros, duchas, lavatrastos, lavaderos, etc.).

El diseño de la red propuesta para los barrios Central y Palo Solo en cada alternativa se presenta en un cuadro resumen del diseño completo de la red, la cual abarca ambos barrios. En el diseño completo de la red para ambas alternativas se presentan todos los cálculos aquí planteados (**Ver Memoria de Cálculos**).

4.1.3.3. Especificaciones técnicas para ambas alternativas

- ✓ **Calidad de tubos y accesorios de P.V.C y Concreto.**



Todos los tubos y accesorios que se proponen para la red de alcantarillado utilizando tubería de PVC, deben cumplir con las especificaciones de la ASTM en cuanto a resistencia a la compresión y a la tensión.

Para su instalación se deberá contar con personal especializado y capacitado, de manera que cumplan con los procedimientos adecuados de instalación de las tuberías y accesorios como uniones, codos, Etc. Las tuberías PVC presentan una gran ventaja debido a que son capaces de soportar deflexiones considerables. **(Ver anexo IV. Tabla 4).**

✓ **Ancho de la zanja**

El ancho de la zanja será determinado por el diámetro de la tubería, también será determinado por el tipo de suelo (estable o inestable) y por la profundidad de instalación, esto último debido a que a grandes profundidades se deberá considerar un ancho mayor para evitar accidentes laborales.

Las normas técnicas señalan que el ancho de la zanja será calculado mediante el siguiente factor:

Ancho de la zanja: Diámetro + 0.45m

Para la instalación de los colectores con tubería de P.V.C debe de utilizarse herramientas y equipos adecuados de manera que se eviten daños y pérdidas del material ya que esto incurriría en un incremento en los gastos del proyecto.

✓ **Colocación de la tubería**

Para proporcionar un mejor conocimiento sobre la instalación de tubería P.V.C se presentan las guías proporcionadas por Amanco Tubosistemas. **(Ver anexo IV).**

4.1.3.4. Programa de investigaciones futuras



Antes de proceder al diseño final de cualquiera de las alternativas se propone realizar y/o completar los siguientes estudios.

✓ **Levantamientos Topográficos**

En el área urbanizada existe un Plano en escala 1:2,000 con curvas de nivel cada 20 metros que cubre un área de alrededor 300 ha. Con respecto a las áreas ya urbanizadas, donde es posible y conveniente construir la red de alcantarillado sanitario, no se cuenta con información suficiente para realizar el diseño de la red para todo el casco urbano de la ciudad, por lo cual se requieren las elevaciones exactas de los puntos donde serán construidos los pozos de visita.

Las extensiones topográficas antes mencionadas son consideradas adecuadas para el diseño final de las redes de distribución, de relleno, y de los tramos secundarios de la red de alcantarillado.

Por tal razón a lo largo de los colectores y sub-colectores de aguas negras que podrían ser parte de una futura ampliación de la red es necesario efectuar un levantamiento

plano-almétrico de precisión, con la preparación de planos detallados y perfiles del terreno a una escala apropiada.

Para el diseño de la red de colectores se contó con datos reales de la elevaciones donde se proponen sean ubicados los pozos de visita, ya que para realizar un diseño de redes de agua potable y alcantarillado sanitario no es conveniente utilizar datos elevaciones resultantes de interpolación de curvas de nivel, esto debido a que cualquier variación en las elevaciones afectaría el sentido del flujo provocando en muchos casos que el sistema amerite la utilización de equipo de bombeo para guiar las aguas hacia el punto donde se le pretende dar tratamiento.

Dentro de las investigaciones futuras que se requieren para dar continuidad a este proyecto se propone un estudio de la zona disponible para ser el sitio d tratamiento de las aguas residuales que sean recolectadas por la red; en el caso de la ciudad de



Juigalpa hablamos de la Localidad Pan de Jabón donde según plan de saneamiento de ENACAL, se propone la construcción de una planta constituida por lagunas de tipo aireado, ya que el área disponibles no tiene extensión suficiente para lagunas de tipo facultativo.



CAPITULO V



5.1. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO

El estudio económico - financiero que forma parte de este estudio de Pre - Factibilidad tiene como finalidad brindar una óptica cuantificada y detallada de los costos de inversión y de operación que serán necesarios para el correcto funcionamiento y generación de los servicios y productos que genera el proyecto.

En este estudio consideramos la información de los estudios de mercado y técnico para obtener los flujos de efectivo positivos y negativos a lo largo del horizonte de planeación, es decir la vida útil del proyecto.

También se presenta un análisis de la estructura general del flujo financiero donde se desglosan los costos de inversión iniciales y los beneficios anuales del proyecto, esto con el fin de poder evaluar la pre-factibilidad del proyecto de manera que se puedan tomar las decisiones adecuadas para la implementación o no implementación del proyecto.

Como anteriormente se ha mencionado para realizar la toma de decisión se abordaran dos alternativas, esto con la finalidad de analizar cuál de estas alternativas que se proponen resulta más factible implementar. Estas consisten en:

Alternativa # 1 consiste en el diseño de la red de alcantarillado sanitario para los barrios Central y Palo Solo, este diseño contemplaría la primera etapa de la construcción de la red utilizando tubería de P.V.C.

Alternativa # 2 consiste en el diseño de la red de alcantarillado sanitario para los barrios Central y Palo Solo, este diseño contemplaría la primera etapa de la construcción de la red utilizando tubería de Concreto.



5.1.1. Horizonte de Evaluación de la propuesta de la red de alcantarillado.

Por las características y naturaleza del este proyecto se ha considerado una vida útil de 20 años, sin embargo existen condiciones para reevaluarlo al finalizar este período y prolongarlo por un determinado número de años más. Estas condiciones estarán determinadas por el tipo de uso del sistema, calidad y vida útil del material utilizado.

5.1.2. Análisis Financiero Para ambas alternativas

Para el cálculo de la evaluación financiera para este proyecto se requiere determinar los costos de inversión, Costos de Operación y Mantenimiento y los ingresos anuales obtenidos por los caudales incrementales en cada vivienda conectada al servicio. Dentro de estos costos de inversión se contempla el análisis de la inversión fija, inversiones intangibles y el capital de trabajo.

5.1.2.1. Inversión Fija

A esta categoría de inversión fija destinamos todas las obras que surgirán de la construcción de la red de alcantarillado, la cual será desglosada en un presupuesto de obras según parámetros de costos del FISE para proyectos de interés social, esto costos son:

1. La adquisición de todos los materiales necesarios para la construcción de las colectoras y los pozos de visita que forman parte de la red de alcantarillado propuesta.
2. El costo de mano de obra calificada y no calificada, la cual será la responsable de la construcción física de la red de alcantarillado.
3. La maquinaria que se utilizará en todo el proceso de construcción de la red (excavación, instalación de tubería, compactación de zanjas, conformación de terreno, replanteo topográfico, restauraciones de calles, etc.).



5.1.2.2. Inversión Inicial

Se cuantifican los costos totales de red de recolección, conexiones domiciliarias, estructuras de registros y mano de obra. Dentro de los costos calculados en el presupuesto general se incluyó un porcentaje del 3% asignado al transporte de los materiales. El costo de los materiales involucra materiales locales y materiales de importaciónⁱ. Dentro del cálculo de los costos indirectos se considera un porcentaje del 20% de los costos totales directos de materiales, mano de obra y transporte. Otro porcentaje estimado en el presupuesto general, es el costo de administración (5%) y hemos considerado una utilidad de 5% de la suma de los costos directos e indirectos.

Cabe señalar que todos y cada uno de los costos aquí presentados son estimados, es decir que solamente servirán para apreciar la rentabilidad financiera de ambas propuestas, así como la viabilidad económica desde el punto de vista de los beneficios que la obra generará a la población involucrada.

Es importante aclarar que en Nicaragua los materiales más utilizados para sistemas de redes de alcantarillado sanitario y pluvial son las estructuras de concreto reforzado, aunque en la actualidad el uso de tubería de P.V.C se ha incrementado.

La tubería P.V.C se caracteriza por tener costos más elevados que la tubería de concreto. Esta tubería cumple con todos los requerimientos y normas para ser utilizada en sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario. El uso de tubería de concreto se caracteriza por elevar los costos de mano de obra al momento de la ejecución del proyecto; esto beneficiaría económicamente a la población con la generación de empleos.

A continuación se presenta un resumen de los costos de inversión calculados para cada una de las alternativas. El desglose de los costos a cada una de las actividades involucradas, tuberías de recolección, pozos de visita, conexiones domiciliarias está reflejado en la memoria de cálculo correspondiente.

ⁱ Materiales que por su naturaleza son importados del exterior.



✓ Resumen de costos estimados de la red utilizando Tubería P.V.C

DESCRIPCION	COSTO TOTAL
PRELIMINARES	
Champa	C\$ 23,024.88
MATERIALES DE IMPORTACIÓN	
Red de recolección	C\$ 1,906,589.75
Conexiones Domiciliares	C\$ 285,000.00
Estructuras de Registro	C\$ 147,000.00
SUB-TOTAL	C\$ 2,338,589.75
IVA (15%)	C\$ 350,788.46
TOTAL 1	C\$ 2,689,378.21
MATERIALES LOCALES	
Estructuras de Registro	C\$ 435,745.41
SUB-TOTAL	C\$ 435,745.41
IVA (15%)	C\$ 65,361.81
TOTAL 2	C\$ 501,107.22
MANO DE OBRA	
Red de recolección	C\$ 1,183,946.25
Instalación de conexiones domiciliarias	C\$ 161,140.99
Estructuras de Visita	C\$ 145,276.91
Limpieza Total	C\$ 15,960.00
TOTAL 3	C\$ 1,506,324.14
MATERIALES	C\$ 3,190,485.44
TRANSPORTE (3% MATERIALES)	C\$ 95,714.56
MANO DE OBRA	C\$ 1,506,324.14
COSTOS DIRECTOS	C\$ 4,792,524.14
COSTOS INDIRECTOS (20% COSTOS DIRECTOS)	C\$ 958,504.83
COSTO TOTAL	C\$ 5,751,028.97



✓ **Resumen de costos estimados de la red utilizando Tubería de Concreto Reforzado.**

DESCRIPCION	COSTO TOTAL
PRELIMINARES	
Champa	C\$ 23,024.88
MATERIALES DE IMPORTACIÓN	
Red de recolección	C\$ 1,642,498.20
Conexiones Domiciliares	C\$ 285,000.00
Estructuras de Registro	C\$ 147,000.00
SUB-TOTAL	C\$ 2,074,498.20
IVA (15%)	C\$ 311,174.73
TOTAL 1	C\$ 2,385,672.93
MATERIALES LOCALES	
Estructuras de Registro	C\$ 435,745.41
SUB-TOTAL	C\$ 435,745.41
IVA (15%)	C\$ 65,361.81
TOTAL 2	C\$ 501,107.22
MANO DE OBRA	
Red de recolección	C\$ 1,330,315.39
Instalación de conexiones domiciliars	C\$ 161,140.99
Estructuras de Visita	C\$ 145,276.91
Limpieza Total	C\$ 15,960.00
TOTAL 3	C\$ 1,652,693.29
MATERIALES	C\$ 2,886,780.15
TRANSPORTE (3% MATERIALES)	C\$ 86,603.40
MANO DE OBRA	C\$ 1,652,693.29
COSTOS DIRECTOS	C\$ 4,649,101.73
COSTOS INDIRECTOS (20% COSTOS DIRECTOS)	C\$ 929,820.35
COSTO TOTAL	C\$ 5,578,922.07

• **Descripción de cada actividad**

Dentro del costo unitario de la champa se contempla la movilización y desmovilización del personal, materiales y equipos requeridos en la instalación del equipo de gabinete, bodega, servicios sanitarios temporales, entre otros.

Para calcular el costo de la tubería de recolección total se consideraron los 5,866.43 ml que corresponden a los barrios Central y Palo Solo. Dentro del costo unitario de los materiales para esta actividad se consideró el costo de los accesorios para realizar las conexiones entre tubería-tubería, tubería-pozo.



Dentro de la lista de accesorios utilizados en juntas de uniones para redes de tubería para alcantarillado sanitario están los codos, camisas, tee, reductores, etc. Los costos directos de inversión de la red de alcantarillado sanitario, calculados para esta etapa de construcción, están indicados en el anexo memoria de cálculo – Presupuesto estimado, para ambas alternativas.

5.1.2.3. Inversión Diferida o Intangible

Esta categoría de inversión incluye los gastos correspondientes a los estudios y la supervisión, la que se requiere durante el proceso de construcción de la red de alcantarillado sanitario, así como gastos legales que incurran en el proceso; para estos gastos se estima un estima un 5% de la inversión fija para P.V.C y para TCR.

El costo de inversión del proyecto de ambas alternativas para esta primera etapa está resumido en el cuadro siguiente, donde se indican también: imprevistos, gastos generales y utilidades del contratista, impuestos, ingeniería y administración.

FLUJO DE LOS COSTOS DE INVERSION DEL ALCANTARILLADO (P.V.C)									
COSTOS TOTALES DE MATERIALES CON IVA INCLUIDO						CD+CI	ADMON. Y UTILIDAD	SUPERVISION	GRAN TOTAL
AÑO	OBRAS CIVILES	TUBERIAS	EQUIPOS	COSTOS DIRECTOS (CD)	COSTOS INDIRECTOS (CI)				
	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)
1	1506,324.15	3190,485.44	95,714.56	4792,524.14	958,504.83	5751,028.97	6326,131.87	316,306.59	6642,438.46
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El costo total incluye el total de los costos estimados fijos: Costos Directos, costos indirectos mas la utilidad y administración.



FLUJO DE LOS COSTOS DE INVERSION DEL ALCANTARILLADO (TCR)									
COSTOS TOTALES DE MATERIALES CON IVA INCLUIDO						CD+CI	ADMON. Y UTILIDAD	SUPERVISION	GRAN TOTAL
ANO	OBRAS CIVILES	TUBERIAS	EQUIPOS	COSTOS DIRECTOS (CD)	COSTOS INDIRECTOS (CI)				
	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)	(C\$)
1	1675,718.17	2886,780.15	86,603.40	4649,101.73	929,820.35	5578,922.07	6136,814.28	306,840.71	6443,655.00
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El costo total de inversión de la propuesta de la red de alcantarillado sanitario utilizando tubería de P.V.C es de **C\$ 6,642,438.46** y para tubería de Concreto Reforzado el costo estimado equivale a **C\$ 6,443,655.00**.

Con referencia a la población directamente beneficiada por el proyecto, los costos unitarios de inversión por habitante de los componentes del alcantarillado deben ser estimados por ENACAL utilizando el monto de la inversión total requerida y los flujos incrementales anuales en la facturas de la población que se encuentre conectada.

5.1.2.4. Financiamiento de la Inversión

✓ Plan de Financiamiento

Durante la fase de evaluación de un proyecto es conveniente hacer un estudio de planeación financiera y de las fuentes de financiamiento disponibles. Las modalidades de financiamiento de proyectos son de varios tipos, siendo los más frecuentes los siguientes:

- Financiamiento a través de agencias financieras nacionales e internacionales.
- Financiamiento de recursos públicos (gobierno central, municipios), a través de asignaciones presupuestarias.
- Ahorros propios de las instituciones, casos de empresas públicas y organismos descentralizados.
- Aporte de la comunidad e instituciones de la sociedad civil.



Cada una de las fuentes de financiamiento analiza y decide en combinación con el organismo promotor del proyecto cómo se realizarán los desembolsos y el tipo de moneda en el que se realizará.

5.1.2.5. Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación requeridos anualmente corresponden a costos por prestación del servicio de limpieza de las alcantarillas cuando éstas resulten obstruidas; también corresponden los costos de mantenimiento de pozos de visita. Estos costos también incluyen los gastos periódicos o recurrentes para operar desde el punto de vista técnico y mantener las instalaciones de los servicios de alcantarillado en forma eficiente.

Es preciso señalar que la proyección de estos costos no comprende la depreciación de las tuberías ni planta de mantenimiento de aguas residuales, ya que el diseño sólo contempla los 6.0 Km de tubería.

Todos los costos para un sistema de alcantarillado sanitario se calculan en forma independiente y se generan por etapas del proceso productivo de cada uno de dichos servicios tal como se describe a continuación:

- ❖ Conexiones de alcantarillado
- ❖ Colectores
- ❖ Cámaras de bombeo de desagües
- ❖ Tratamiento en lagunas de estabilización
- ❖ Control de calidad de alcantarillado

En relación a las cámaras de bombeo, estos costos no se aplican al caso debido a que no hemos considerado el uso de equipo de bombeo, es decir que el diseño es por gravedad.

5.1.2.6. Costo Operativo Unitario

En el cuadro de costos de operación y mantenimiento (memoria de cálculo) es posible apreciar el costo operativo unitario proyectado para cada uno de los componentes del



alcantarillado sanitario. Es así que se puede apreciar que en el cálculo de los costos de los componentes del alcantarillado tienen mayor participación los colectores, ya que en el caso del mantenimiento de colectores se demanda un alto costo en personal y vehículos, lo cual genera un alto impacto en los costos. Se propone dar mantenimiento cada 5 años según los requerimientos.

En los cuadros de flujo de costos se presentan todos los costos hasta el año 2028, a partir del año 2009 (primer año de construcción), incluyendo:

- Costos de inversión
- Costos de operación y manejo
- Costos de mantenimiento

En estos mismos cuadros se indican el valor actual neto (VAN), para ambas alternativas. El valor incremental promedio calculado por una tasa de actualización del **12%**. Los cálculos financieros se realizaron con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto mediante al cálculo del VAN, la TIR y la R R/C.

El valor actual neto es aquel que permite determinar la valoración de una inversión en función de la diferencia entre el valor actualizado de todos los cobros derivados de la inversión, en este caso será el monto que se le aplique a la tarifa en las facturas de agua potable que emite ENACAL, agregada en concepto de alcantarillado sanitario; la VAN también constituye todos los pagos actualizados originados por la misma a lo largo del plazo de la inversión realizada.

✓ **Fórmula de Cálculo**

Método 1: Tradicionalmente la fórmula para el cálculo del Valor Actual Neto es la siguiente:

$$\text{VAN} = -\text{Inversión Inicial} + \sum \frac{\text{Flujos de cajas anuales}}{(1 + i)^n}$$



Donde:

I= Tasa aplicable para cálculos financieros

VAN = VNA (Tasa, Suma costos totales) (ver Memoria de Cálculo)

✓ **Algunas situaciones que se pueden presentar en el análisis del VAN:**

- Si resulta que el VAN es positivo ($VAN > 0$), la rentabilidad de la inversión es mayor que la tasa actualizada o de rechazo. En consecuencia, el proyecto se acepta.
- Si el VAN es cero ($VAN = 0$), entonces la rentabilidad es igual a la tasa de rechazo, por lo que el proyecto puede considerarse aceptable.
- Si el VAN es negativo ($VAN < 0$), la rentabilidad se encuentra por debajo de la tasa de rechazo y en consecuencia, el proyecto debe descartarse.

● **Cálculo de la VAN para tubería de P.V.C**

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & - \text{C\$ } 6,642,438.46 + (599,021.61/1.12^2) + (1128,530.39/1.12^3) + (1159,000.71/1.12^4) + \\ & (1190,293.73/1.12^5) + (1222,431.66/1.12^6) + (1255,437.32/1.12^7) + (384,401.18/1.12^8) + \\ & (1324,047.39/1.12^9) + (1359,804.44/1.12^{10}) + (1396,597.93/1.12^{11}) + (1434,427.86/1.12^{12}) \\ & + (1473,050.70/1.12^{13}) - (958,223.75/1.12^{14}) + (1553,669.29/1.12^{15}) + (1595,618.36/1.12^{16}) + \\ & (1638,700.06/1.12^{17}) + (1682,944.96/1.12^{18}) + (1728,384.47/1.12^{19}) - (2314,421.23/1.12^{20}) \end{aligned}$$

$$\text{VAN} = \text{C\$ } 181, 669.67$$

De esta misma manera se efectúa para la TCR, tomando en consideración los ingresos anuales resultantes del caudal incremental facturado en $\text{m}^3/\text{año}$. Y los egresos resultantes de los costos de Operación y Mantenimiento que serán realizados cada cinco años.

Método 2: Utilizando fórmulas financieras del programa de cálculo Excel en donde se aplica la fórmula de la VAN. (Ver memoria de cálculos financieros).



Otro indicador utilizado es la **Tasa Interna de Retorno Financiero (TIR)**

La **TIR** es una herramienta para el análisis de rentabilidad de flujos de fondos, que se define como la tasa de descuento de los flujos en la que el valor presente neto se hace igual a cero. Corresponde a la rentabilidad que obtendría un inversionista de mantener el instrumento financiero hasta su extinción, bajo el supuesto que reinvierte los flujos de ingresos a la misma tasa.

✓ **Relación Beneficio Costo**

La relación beneficio/costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto. La relación beneficio - costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

✓ **La relación Beneficio Costo se determina de la siguiente manera:**

- ◆ Se toma como tasa de descuento la tasa social 12% en vez de la tasa interna de oportunidad.
- ◆ Se traen a valor presente los ingresos netos de efectivo asociados con el proyecto.
- ◆ Se traen a valor presente los egresos netos de efectivo del proyecto.
- ◆ Se establece la relación entre el VPN de los Ingresos y el VPN de los egresos.

Los cálculos de la R B/C se pueden apreciar en la memoria de cálculo correspondiente.

✓ **Algunas situaciones que se pueden presentar en el análisis de la R B/C:**

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social.



CAPITULO VI



6.1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En la actualidad el control y la normación de los Estudios y las Evaluaciones de Impacto Ambiental para los proyectos de desarrollo está asignada a MARENA por medio de la Ley Creadora de MARENA 1-94, la Ley 290 de la Organización del Estado, la Ley General del Ambiente (Ley 217) y su Reglamento y el Decreto para la administración de E.I.A. y Permisos Ambientales (Decreto 45-94), en coordinación con las Unidades Ambientales de los sectores involucrados.

Para garantizar que los proyectos de infraestructura social de Agua y Saneamiento Rural que se ejecuten en los municipios sean ambientalmente sostenibles, entre otras cosas, MARENA cuenta actualmente con una Gestión Ambiental coordinada y participativa, basada en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso que exista duda acerca de las consecuencias ambientales de una acción determinada y mitigación de daños incorporada al ciclo de proyectos.

Consecuente con lo anteriormente expuesto, se han diseñado, aprobado y oficializado, instrumentos que rigen el accionar del MARENA en materia de gestión ambiental, mismos que se han constituido en modelo de referencia nacional ya que aportan al fortalecimiento de la gestión ambiental en los municipios. Estos instrumentos son:

- Una POLÍTICA AMBIENTAL que retoma los principios rectores y lineamientos de carácter ambiental que rigen las acciones del Estado y la sociedad civil en todo el proceso de desarrollo del país con una visión de sustentabilidad. Adaptándose al entorno de la Misión, Visión y accionar del Nuevo Fondo de Inversión Social de Emergencia de Nicaragua.
- Un SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL mediante el cual se procura un equilibrio entre el crecimiento económico, mejoramiento de vida de la población y protección de la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad ambiental, lo que contribuye a la disminución progresiva de la brecha de pobreza y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, principalmente de los grupos sociales más vulnerables.



✓ **Instrumentos ambientales del SISGA y su relación con el marco legal nacional**

En Nicaragua mediante el Decreto 76-2006 se establecen las bases que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 3 categorías ambientales, a saber:

- **Categoría Ambiental I**

Las obras, proyectos e industrias categoría I, son considerados proyectos especiales por su trascendencia nacional, binacional o regional, por su connotación económica, social, ambiental y, porque pueden causar Alto Impacto Ambiental Potencial, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales, Sectores pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso. En el caso de las Regiones Autónomas, el Consejo Regional respectivo en coordinación con las Alcaldías Municipales y comunidades involucradas, emitirán sus consideraciones técnicas a MARENA expresada en resolución del Consejo Regional, para ser incorporadas en la resolución administrativa correspondiente.

- **Categoría Ambiental II**

Las obras, proyectos, industrias y actividades considerados Categoría Ambiental II que pueden causar impactos ambientales potenciales altos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será Administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales pertinentes, las delegaciones territoriales de MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

- **Categoría Ambiental III**



Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes proceso de valoración Ambiental y emisión de la autorización ambiental correspondiente. El proceso de valoración ambiental correspondiente quedará a cargo de las Delegaciones territoriales del MARENA o consejos regionales en el ámbito de su territorio. Será administrado por MARENA a través de las Delegaciones territoriales, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales y Municipales pertinentes, según el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el Sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de la Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

- **Categoría IV**

Agrupar algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo.

- **Categoría V**

Agrupar algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su baja incidencia ambiental sólo deberían ajustarse a ciertos requisitos o normativas ambientales.

En el mismo Decreto 76-2006 se menciona que los proyectos que no estén contemplados en las 5 categorías antes mencionadas, se consideran proyectos de Bajo Impacto Ambiental Potencial y por lo tanto no están sujetos a un Estudio de Impacto



Ambiental para el otorgamiento de un Permiso Ambiental ni requieren de la Autorización Ambiental del MARENA, quedando bajo la responsabilidad de las Alcaldías Municipales el otorgamiento de sus respectivos permisos, pudiendo establecer sus propios procedimientos para tal efecto. Es en este grupo que se incluyen la mayoría de los proyectos de Agua y Saneamiento Rural que el Nuevo FISE financia; como lo es el caso del proyecto de Red de Alcantarillado Sanitario de los Barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa.

En nuestro país Nicaragua la responsabilidad del manejo y valoración ambiental del sector de Acueductos y Alcantarillado recae principalmente sobre la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) Y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) de acuerdo con el reglamento de permisos y evaluación de impacto ambiental.

El estudio de impacto ambiental (EIA) es un proceso formal que predice las consecuencias ambientales causadas por un proyecto. Este también se concentra en los problemas, conflictos o restricciones que podrían afectar el éxito de un proyecto y cómo puede verse afectada la población. Por otro lado, identifica las medidas para contrarrestar los problemas y propone mejoras para hacer más viable el proyecto.

Los proyectos de sistemas cloacales (conducción) son, por naturaleza, diseñados para proteger y eventualmente corregir la calidad del ambiente, mejorar la salud pública y contribuir al bienestar social; ello implica prevenir y/o corregir impactos ambientales actuales. Sin embargo, diseños inadecuados, escasa planificación o diagnósticos incorrectos pueden provocar impactos no deseados, e incluso irreversibles, sobre los ambientes naturales y la calidad de vida.

Este capítulo tiene por objeto evaluar desde el punto de vista ambiental, el Proyecto de construcción y operación de la Red de Alcantarillado Sanitario de los Barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa. En el mismo se tratarán los siguientes puntos:

- ◆ Descripción del Proyecto para la construcción de la Red de Alcantarillado Sanitario en los Barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa.



- ◆ Identificación y cuantificación de las actuales afectaciones producidas al Medio Ambiente, en la situación sin proyecto, representado principalmente por los pobladores de la localidad que conviven con desagües domiciliarios, los cuales son vertidos a pozos y cámaras sépticas. Esta situación sumada a la existencia en gran número de las viviendas de la localidad de letrinas secas, genera una importante potencialidad de contagio de enfermedades de transmisión hídrica, sobre todo si tenemos en cuenta la precaria condición sanitaria de muchas de las instalaciones existentes.
- ◆ Evaluación de Impacto Ambiental debido a que nos encontramos frente a una obra de saneamiento básico de gran envergadura para la localidad, se identificarán las posibles afectaciones al Medio Natural y al Social, las que se producirán tanto por su ejecución, como las que podrían generarse durante la explotación de la Red.

6.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto de la Red de Alcantarillado Sanitario de los Barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa ubicado en el departamento de Chontales es un proyecto de gran envergadura ya que con la construcción de esta red se pretende mejorar el nivel de vida de la población.

El actual sistema de abastecimiento de agua potable está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL, JUIGALPA). La localidad no cuenta con red de colectoras cloacales, evacuando los residuos líquidos domiciliarios por medio de sistemas individuales formados por cámara séptica y pozo absorbente y en la mayoría de los casos por medio de letrinas.

Se debe de tener claro que con las construcciones de la red de alcantarillado sanitario traerá en gran parte beneficios positivos al medio ambiente al igual que negativos al provocar molestias y efectos a la población como son el ruido ocasionado por las máquinas que llevarán a cabo la instalación de las tuberías; así como el polvo que se esparcirá al realizar los zanjos donde se ubicarán las tuberías.



Desgraciadamente cuando se construye este tipo de proyecto, se corre con el riesgo de los siguientes aspectos:

- ◆ Que el sistema en general funcione bien e indefinidamente ayudando de una vez por todas a la detención de la contaminación de los recursos hídricos.
- ◆ Que el sistema no funcione correctamente o que funcione parcialmente. En ambos casos el resultado sería de triste e insostenible contaminación, esta vez a una escala mayor y acelerada de nuestros recursos hídricos.

Es función de un buen diseño y de las medidas gubernamentales estrictas así como ingenieriles y civiles velar por el correcto funcionamiento de tal proyecto, con el cual se alcanzará un paso hacia un mejor nivel de vida, pues al reducir de forma dramática la incidencia de enfermedades hídrico-entéricas en la población de estos barrios, gozarían de buena salud para seguir desarrollando sus actividades cotidianas con la mayor de las fuerzas. A la vez, mejorando la calidad de sus recursos hídricos se podrían promover políticas eco turísticas y ambientales.

6.1.2. Situación Ambiental del Área de Influencia.

El área de influencia se clasifica en dos:

✓ Área de Influencia Directa

Es el área que será afectada por las obras o actividades del proyecto.

El Área de Influencia Directa del Sistema de Recolección y Conducción de los Efluentes Domiciliarios estará comprendida por: los Barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa que se verá afectado sobre todo en la época de construcción de las redes colectoras y colectoras.

✓ Medio Físico

Aire

Donde se desarrollará el proyecto lo viento s son predominantes a una velocidad de 2.2 a 3.6 m/seg. Los principales problemas que se presentarán son debido a las partículas de



polvo suspendidas en el aire y el ruido que se producirá por las máquinas que serán utilizadas para la excavación de zanjas.

Suelo

En el caso del suelo se verá afectado debido a las diversas actividades que se llevarán a cabo en el proyecto como son las excavaciones que se realizarán para la instalación de las tuberías.

✓ Medio Perceptivo

El paisaje se verá afectado cuando se lleve a cabo la construcción de red de alcantarillado sanitario

✓ Área de Influencia Indirecta

Es el área circundante que percibe el efecto de los impactos que se producen en el área de influencia directa del proyecto.

Esta área de influencia indirecta corresponde al casco urbano de la ciudad de Juigalpa

En lo referente al clima la ciudad de Juigalpa presenta un clima de sabana tropical; el clima es cálido y seco; siendo los meses más calientes de marzo a mayo, con una temperatura media de 28°C y los meses más fríos diciembre y enero, con una temperatura media de 25.7°C .

El Municipio de Juigalpa presenta una precipitación anual la cual varía entre 1,000 y 1,500 mm/año. El período de lluvia varía de 5 a 7 meses.

Definidos el área de influencia en que se desarrollará la Obra y posteriormente se operará el Sistema de Recolección y Conducción de Efluentes Domésticos, las técnicas de ingeniería empleadas, identificando las fuentes de posibles afectaciones al Medio y el área de Influencia del Emprendimiento, desarrollamos a continuación la "Evaluación del Impacto Ambiental".

La misma consistirá en la identificación y cuantificación de las acciones negativas y positivas que se originarán durante la construcción y operación del sistema.



Los principales factores ambientales a evaluar

Tabla 6.1 Factores Ambientales a Evaluar

Medio Físico	<p><u>Agua</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aguas Superficiales. ➤ Aguas Subterráneas. <p><u>Aire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad del aire. ➤ Olores. ➤ Nivel sonoro. <p><u>Suelo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Características físicas.
Medio Perceptivo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad paisajística.
Economía y Población	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tránsito
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Redes de agua ➤ Red Vial

FUENTE. ELABORACION PROPIA



6.1.3. Identificación de recursos naturales y humanos afectados. Habitantes – Agua Subterránea y Superficial

6.1.3.1. Sin Proyecto

El sistema de recolección de Desagües Cloacales está conformado por pozos, cámaras sépticas y letrinas en la mayoría de las viviendas urbanas, situación que origina la afectación de la primer Capa de la superficie.ⁱ

Esta situación sumada a la existencia en gran número de las viviendas de la localidad de letrinas secas, genera una importante potencialidad de contagio de enfermedades de transmisión hídrica, sobre todo si tenemos en cuenta la precaria condición sanitaria de muchas de las instalaciones existentes.

Lo expresado precedentemente justifica entonces la elaboración de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Central y Palo Solo del casco urbano de la ciudad de Juigalpa para evitar los siguientes problemas originados por la falta de infraestructura de saneamiento básico:

_ Contaminación del Primer Acuífero con aguas servidas y exposición de la población circundante al contacto con aguas contaminadas.

_ Aumento de los casos de las diarreas, parásitos intestinales y otras enfermedades de transmisión hídrica, así como respiratorias; principalmente a partir del comienzo del invierno.

6.1.3.2. Posibles Afectaciones Futuras

La existencia de un sistema de recolección de los efluentes domiciliarios como los proyectados tiene la finalidad de eliminar las actuales afectaciones que se producen al

ⁱ Información proporcionada por los habitantes de los barrios Central y Palo Solo del Casco Urbano de la Ciudad de Juigalpa.



medio natural y social, sin embargo al no resultar eficiente el sistema de la red de alcantarillado sanitario; es decir al presentarse fugas en las tuberías se producirían afectaciones más severas que afectarían en mayor proporción el ambiente contaminando de una manera drástica.

6.1.4. Identificación y Análisis Predictivo de los Impactos Ambientales Generados por el Proyecto en sus Diferentes Etapas.

6.1.4.1. Etapa de Construcción

✓ Medio Físico

• Impacto a la calidad del aire

Las Maquinarias a utilizarse para la construcción de las distintas obras de ingeniería; producirán un aumento de los niveles de partículas de polvo en suspensión debido, a los movimientos de tierra y extracción de materiales.

La descarga de materiales y el incremento de tráfico de rodados originarán un impacto sobre la calidad del aire. Asimismo la generación de gases de combustión de maquinaria y vehículos modificarán la calidad del aire provocara un contaminación de tipo puntual en el sitio, producida por partículas de polvo, lo cual puede traducirse en enfermedades en la población que habita cerca del sitio donde se estén desarrollando las actividades y sobre la salud de los mismos trabajadores del proyecto.

Olores

Son los producidos por la combustión de motores de máquinas y vehículos. También en obrador y campamentos temporales se generarán olores dependiendo de las condiciones de higiene en que se mantengan y el producido por los efluentes cloacales de campamentos y trabajador.

Nivel sonoro



Durante la ejecución de los trabajos se producirán ruidos originados por el movimiento de maquinaria. También es importante tener en cuenta la posibilidad de ruidos originados por el uso de explosivos destinados a la remoción de rocas ubicadas en la traza de las cañerías. Así mismo provocará ruidos la utilización de martillos neumáticos para demoliciones.

- **Impacto al Suelo**

Características físico – químicas

El impacto que se producirá sobre el suelo durante la etapa de construcción será particularmente en zonas de excavaciones. Asimismo se producirá una modificación permanente en áreas operativas y de influencia debido a extracción de suelos y movimientos de tierra.

Se deberá tener especial cuidado en los impactos que pueden originar en los trabajadores y campamentos debido a la generación de residuos sólidos y líquidos que pueden impactar sobre la calidad de los suelos.

- ✓ **Medio Perceptivo**

- **Impacto al Paisaje**

Durante la Etapa de Ejecución de las obras se producirá una modificación del paisaje debido a la instalación de trabajadores y campamentos, cierres obligatorios de obras, el acopio de materiales, el estacionamiento de maquinarias y la mayor cantidad de máquinas y personas en la zona de obras. En estos casos será temporal, debiéndose exigir la restitución de los sitios a la situación actual.

- ✓ **Economía y Población**

- **Tránsito y Medios de Transporte**



Debido a la ejecución de la obra, se producirán interferencias en circulación vehicular de la zona como en el servicio público de transporte de pasajeros. Las interferencias son consecuencia del movimiento de maquinarias para la ejecución de excavaciones de zanjas y del movimiento para el transporte de materiales.

- **Población**

Salud

Durante la fase de construcción se pueden presentar algunos problemas, estos problemas pueden presentarse en forma de trastornos en la conducta de personas no tolerables al ruido constante, enfermedades de tipo respiratorias; alergias e irritabilidad en los ojos, ocasionados principalmente por el polvo.

Economía

Los impactos que provocara la puesta en marcha del proyecto sobre las condiciones socio económicas de la población ubicada en el área de influencia del proyecto, será de tipo positiva en gran parte por la generación de nuevos empleos.

- ✓ **Infraestructura**

- **Impacto a las Redes de servicios**

Debido a la ejecución de las obras se producirá un impacto sobre el agua potable ya que algunas tuberías se verán afectadas al realizar las excavaciones.

- **Impacto a la Red Vial**

Debido a la ejecución de las obras se producirá un impacto sobre la calidad de la red vial motivado por la circulación de maquinaria pesada y de camiones cargados. Asimismo, al tener que ejecutarse alcantarillas para el paso de tuberías de la red cloacal, de una margen a la otra de la calle, deberán realizarse demoliciones las que alterarán la situación actual del adoquinado.



6.1.4.2. Durante la Etapa de Operación

✓ **Medio Físico**

• **Agua**

Los recursos hídricos superficiales no se verán afectados por el funcionamiento del sistema propuesto.

Los recursos hídricos subterráneos pueden verse afectados si se producen pérdidas en las juntas de las conducciones produciendo la percolación de los efluentes cloacales que transportan. Además, se pueden producir pérdidas en las bocas de registro por fisuras del fondo o muros laterales.

• **Calidad del Aire**

En la etapa de funcionamiento propiamente dicha no habrá afectación de la calidad del aire motivada por el sistema de alcantarillado. Por lo tanto su efecto será nulo.

Olores

Durante la etapa de funcionamiento, no se producirán olores.

Nivel Sonoro

Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá ruido.

• **Suelo**

Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá alteraciones en el suelo.

✓ **Medio Perceptivo**

Paisaje

Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá ningún daño al paisaje.

✓ **Economía y Población**

Tránsito y Medios de Transporte



El funcionamiento del sistema no provocará un impacto sobre el tránsito y circulación de vehículos, por lo que este impacto se considera nulo.

- **Economía Local**

El impacto en la economía local será positivo. Esto se debe al incremento de las actividades turísticas, el valor de la tierra y las actividades derivadas.

- **Generación de Empleo**

El funcionamiento del sistema generará demanda de personal para efectuar el mantenimiento, la operación y la vigilancia de las obras ejecutadas.

- **Valor Inmobiliario**

La puesta en marcha del sistema traerá aparejado un incremento del valor.

- **Vivienda**

La existencia de un sistema de alcantarillado traerá aparejado una atracción adicional para la construcción de nuevas viviendas y de barrios en zonas de expansión previstas.

- ✓ **Infraestructura**

- **Redes de Servicios**

El impacto que se producirá en las redes de servicio durante la etapa de funcionamiento del sistema será nulo.

- **Vial**

El impacto que se producirá en la infraestructura vial durante la etapa de funcionamiento del sistema será nulo.

6.1.5. Evaluación del impacto ambiental (E.I.A.)

Consiste en la comparación del comportamiento de los impactos identificados durante la etapa de predicción, con criterios de calidad ambiental o normas técnicas ambientales.



El objetivo de la evaluación es determinar la significancia de los impactos potenciales con el propósito de definir las medidas de mitigación adecuadas, que eviten, reduzcan, controlen o compensen estos impactos, así como para determinar el nivel de estas medidas. El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tareas:

- ◆ Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente.

- ◆ Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto.

Para identificar todos los impactos del proyecto en sus diferentes etapas, desde los más impactantes hasta los menos impactantes, se utiliza inicialmente la lista de Chequeo. Como segundo paso y para la identificación de los impactos potenciales se utilizan matrices simples de interacción. La ponderación de los impactos identificados se realiza con el método de los indicadores, el cual se detalla a continuación.

6.1.5.1. Método de los indicadores

Este es el método más utilizado por su versatilidad. Consiste en evaluar a través de indicadores los efectos previamente identificados. A cada uno se le asigna un peso y se seleccionan criterios o variables de medición. El puntaje final del impacto será el resultado de ponderar estos indicadores. Cuando la información disponible no permite medir cambios cuantitativos, se pueden usar criterios de valoración cualitativos asignándole a cada uno determinada escala de puntaje.

Ocasionalmente se utiliza el término magnitud como un criterio de fusión de los indicadores intensidad, extensión y duración. También cuando se evalúa un impacto puede identificarse el “carácter”, es decir, si el cambio será positivo o negativo.

Una de las ventajas de este método es que requiere combinar diferentes formas de evaluación para obtener la relevancia o gravedad del impacto. Otra ventaja es que permite obtener resultados razonables para evaluar diferentes impactos de un proyecto,



aún cuando los niveles de información básica sean variables entre sí, permite alcanzar resultados cuantitativos de los impactos a pesar de que ellos provienen, en algunos casos, de valoraciones de carácter cualitativo.

6.1.5.1.1. Criterios para la evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental debe realizarse en forma independiente para cada acción a realizar durante el proyecto y su respectivo componente ambiental afectado. Estos criterios utilizarán parámetros semi-cuantitativos, los cuales se medirán en escalas relativas. La siguiente es una lista de los criterios utilizados para evaluar el impacto de esas acciones, su rango y calificación

a) Carácter (Ca)

Define si la acción o fuente de impacto del proyecto, genera un efecto positivo (+) o negativo (-) en el componente ambiental afectado.

Rango	Calificación
Positivo	(+) 1
Negativo	(-) 1

b) Intensidad (I)

Expresa la importancia relativa del efecto de una fuente sobre el componente ambiental afectado. Resulta de la interacción entre el Grado de perturbación y el Valor Ambiental del componente afectado.

Valor ambiental. Criterio de evaluación del grado de resistencia, que expresa la unidad de una unidad territorial. Se define por el interés y calidad que traducen el juicio de un especialista y, por otra parte, por el valor social que resulta de consideraciones populares legales y políticas en materia de protección y valoración ambiental. Se evalúa con el siguiente rango: baja, media, alta, muy alta y total.



Se asignan los siguientes valores numéricos a los rangos de intensidad:

Rango	Calificación
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy Alta	8
Total	12

C) Extensión (Ext.)

Magnitud del área afectada por el impacto, superficie relativa donde se resienten los efectos del impacto.

Rango	Calificación
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Critica	12

d) Momento (Mo)

Plazo de manifestación.

Rango	Calificación
Largo Plazo	1
Medio Plazo	2
Inmediato	4



E) Persistencia (Pr).

Es la permanencia del efecto en el proyecto.

Rango	Calificación
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

F) Reversibilidad (Re)

Califica la posibilidad del factor afectado de retornar a las condiciones previas a la acción del impacto.

Rango	Calificación
Recuperable a corto plazo	1
Recuperable a mediano plazo	2
Irrecuperable	4

G) Acumulación (Ac)

Se trata del incremento progresivo que presenta el impacto en el proyecto.

Rango	Calificación
Simple (sin sinergia)	1
Sinérgico	2
Acumulativo	4

G) Probabilidad (Pb)

Es la certidumbre de aparición con la que se puede presentar el efecto



Rango	Calificación
Improbable	1
Dudoso	2
Cierto	4

H) Efecto (Ef)

Es la relación causa – efecto.

Rango	Calificación
Indirecto	1
Directo	4

I) Periodicidad (Pr)

Es la regularidad de manifestación del efecto

Rango	Calificación
Irregular y Discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4

J) Percepción Social (Ps)

Es el grado de percepción del impacto percibido por la población

Rango	Calificación
Mínima	1
Media	2
Alta	4
Máxima	8
Total	12



6.1.5.2. Determinación y valoración de impactos ambientales

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las situaciones negativas que se presentan al no tener un sistema de Red de Alcantarillado Sanitario lo cual perjudica en gran magnitud el ambiente natural.

Tabla 6.2 Situaciones Negativas detectadas en el área sin proyecto.

Componente Ambiental	Problema	Causa	Efecto
Atmósfera	Contaminación del Ambiente	- Letrinas y Fosas Sépticas en mal estado. - Encharcamiento de aguas en las calles de los barrios	- Incomodidad de los habitantes por el mal olor que emanan las letrinas; así como el encharcamiento de aguas en las calles.
Hidrosfera	Contaminación de los Acuíferos	Letrinas y fosas Sépticas en mal estado.	Contaminación de las aguas subterráneas las cuales son una de las principales fuentes de contaminación.
Impactos Humanos	Enfermedades	Humedad (Contacto directo con aguas residuales).	Enfermedades respiratorias, así como también enfermedades gastrointestinales (Parásitos, diarrea, etc.)

Tabla 6.3 Situaciones Negativas detectadas en el área con proyecto.

Componente Ambiental	Problema	Causa	Efecto
Hidrosfera	Contaminación de los Acuíferos	Mal Funcionamiento de la Red de Alcantarillado Sanitario (Ruptura y falla en las tuberías; al igual que los Pozos de visitas)	Los Recursos Hídricos Subterráneos pueden verse afectados si se producen pérdidas en las juntas de las conexiones, produciendo la percolación de los efluentes cloaca les que transportan; además se pueden producir pérdidas en las cajas de registro por fisuras del fondo o muros laterales.

FUENTE. ELABORACION PROPIA



Tabla 6.4 Identificación de Impactos Negativos Durante la Construcción del Proyecto

Etapa del Proyecto	Actividades del Proyecto	Factor Impactado	Efecto Directo de la acción sobre el factor ambiental
Construcción	Preliminares	- Calidad del Aire. - Ruidos y Vibraciones - Transporte. - Paisaje Urbano. - Salud.	Esparcimiento de Polvo, emisión de carburadores al igual del ruido que esparcen las maquinas que operan, molestias a la población debido a los desvíos de transito vehicular, distorsión del paisaje debido a la presencia de las maquinas operadoras, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo.
	Colectora Principal	- Calidad del Aire. - Ruidos - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Salud. - Suelo.	Esparcimiento de Polvo al realizar la excavación de zanjas para instalar las tuberías, emisión de ruido al colocar las tuberías en las zanjas, molestias a la población debido a los desvíos de transito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo al realizar las excavaciones, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable.
	Colectora Secundaria	- Calidad del Aire. - Ruidos - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Salud. - Suelo	Esparcimiento de Polvo al realizar la excavación de zanjas para instalar las tuberías, emisión de ruido al colocar las tuberías en las zanjas, molestias a la población debido a los desvíos de transito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo al realizar las excavaciones, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable.
	Pozos de Visitas	- Calidad del Aire. - Ruidos - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Suelo.	Esparcimiento de Polvo al realizar la excavación, molestias a la población debido a los desvíos de transito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable, alteración del suelo
	Conexiones	- Calidad del Aire. - Ruidos y Vibraciones - Suelo. - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Salud.	No Produce ningún efecto en el ambiente
	Otras Obras	- Calidad del Aire. - Ruidos y Vibraciones - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Salud.	Esparcimiento de Polvo, producción de ruido, molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable.
	Limpieza y Entrega	- Calidad del Aire. - Ruidos y Vibraciones - Suelo. - Transporte. - Acueducto. - Paisaje Urbano. - Salud.	No Produce ningún efecto en el ambiente

FUENTE. ELABORACION PROPIA



6.1.5.3. Medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos durante las etapas de construcción de las obras y operación del sistema

Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, a continuación se presentan las correspondientes medidas de mitigación las cuales son un conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas que tienden a prevenir, reducir, mitigar o compensar los efectos adversos del Proyecto, tanto en su Etapa de Construcción como en su Etapa de Operación.

Es importante destacar que en todos los casos la Inspección de Obra será la encargada de hacer cumplir aquellas medidas de mitigación que correspondan aplicar durante la etapa de construcción de las obras. La Inspección de Obra podrá solicitar colaboración de organismos sectoriales como la Alcaldía, Enacal, entre otros.

Durante la Etapa de Operación, la responsabilidad de la correcta operación y mantenimiento de las nuevas obras es obligación de la empresa de acueductos y alcantarillados (ENACAL, Juigalpa) con la ayuda de la alcaldía municipal de Juigalpa.

6.1.5.3.1. Plan de Vigilancia y Control Ambiental para la Etapa de Construcción de Obras y Operación del Sistema

a) En relación con el Medio Físico

✓ Aire

- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de que la combustión sea la óptima, no incompleta y por consiguiente reducir las emisiones atmosféricas.

• Olores

- Con relación a los olores producidos en zona del trabajador y campamentos se deberá controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.



- La zona del trabajador y campamento se deberá mantener limpia en forma permanente.
- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga con la finalidad de reducir las emisiones de gases.

- **Contaminación Sonora**

- Optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de ésta evitando horas innecesarias de circulación.
- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección de auditiva por parte del personal de obra.

- ✓ **Suelo**

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La Empresa Contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenado de residuos sólidos hasta que la Municipalidad de Juigalpa efectúe su traslado.
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes.
- En forma permanente se controlará la estabilidad de taludes y de excavaciones para evitar desmoronamientos en excavaciones. La Empresa Contratista deberá garantizar la estabilidad de los taludes ya sea en forma natural o mediante el empleo de sostenimientos temporarios.

b) En relación con el Medio Perceptivo

- ✓ **Paisaje**

- El sitio de ubicación del trabajador y campamento, en lo posible, no deberá interferir con el paisaje de la zona.



- Las áreas utilizadas para el asentamiento de trabajadores y campamentos deberán recuperarse una vez finalizada la obra de tal forma de asemejarse lo más posible al estado previo. Para ello se recomienda el tomado de fotografías al momento de comenzar la obra con la finalidad de restituir todo a su estado inicial. Se deberán retirar todos los cierres e instalaciones implantadas restaurando el predio a las condiciones precedentes.

c) En relación con la Economía y la Población

✓ Tránsito y los Medios de Transporte

- Colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidades máximas, desvíos y todo otro aspecto necesario para asegurar una clara indicación de la forma de circulación durante las obras y evitar la ocurrencia de accidentes. Además, se colocarán vallados de seguridad en excavaciones y proveerá de iluminación y señalización nocturna.
- En aquellas propiedades frentistas afectadas por la excavación de zanjas, se deberá asegurar el ingreso vehicular y peatonal por medio de pasarelas y puentes de ingreso provisorios.
- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas, de forma de evitar riesgos de accidentes o problemas por contingencias climáticas.

✓ Turismo y el Comercio

- Tal como se indicó anteriormente el impacto que produce sobre la circulación vehicular, es menor, se puede subsanar en forma sencilla, y en ningún momento es necesario cortar el ingreso a propiedades para realizar las obras. El ancho de las zanjas para colocar las tuberías de las conducciones es inferior a 0.80m, no siendo inconveniente para ser traspasada mediante puentes y pasarelas.
- Asimismo se recomienda que no se ejecuten grandes tramos de excavación de zanja dejándola abierta un tiempo excesivo, sino que se hagan tramos no mayores a 200 m de zanja sin tapar. Todas estas medidas son tendientes a

-



evitar que los diferentes hoteles, restaurantes, museo y el mirador de Palo Solo deban cerrar temporalmente por la obra, ya que esa acción produciría un impacto perjudicial sobre el turismo y el empleo de la gente que trabaja en esos emprendimientos.

6.1.5.3.2. Medidas precautorias o mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de tuberías

- a) El material extraído de las excavaciones se mantendrá acopiado, humedecido o protegido con una cubierta superficial a fin de evitar su desparramo y permitir el tránsito peatonal. Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.
- b) Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.
- c) Se establece como máximo para cada frente de trabajo 200 m lineales de excavación sin tubería colocada como límite de ejecución de zanjas.
- d) En la apertura de calle para la tubería, bajo ninguna circunstancia los individuos arbóreos y arbustivos deberán ser suprimidos sin la debida autorización ambiental competente. Los árboles deben ser tumbados dentro de la Zona de Obras. Los árboles localizados afuera de los límites de la Zona de Obras no deben ser cortados para obtener madera para la obra.
- e) En la apertura de zanjas el suelo fértil de superficie y el suelo mineral excavado deben ser almacenados separadamente. En ninguna circunstancia el suelo superficial que será utilizado para la futura recuperación del área degradada por la apertura de la zanja deberá ser utilizado como revestimiento de fondo de zanja.
- f) Cobertura de Zanjas - En áreas de preservación permanente o con cobertura natural no alterada anteriormente a las obras, los servicios de cobertura deben incluir el relleno compactado del suelo y el plantío de especies vegetales



retiradas durante la apertura de la Zona de Obras, a efectos de no comprometer a la tubería. Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la Inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

6.1.5.3.3. Evaluación de impacto ambiental de la obra en general

Se tomarán Medidas Mitigadoras tendientes a reducir las afectaciones ambientales que puedan generar las distintas instalaciones que componen una obra de desagües cloacales.

Estas medidas se aplicarán sobre todas y cada una de ella durante la ejecución de la obra.

a) Cumplimiento de las medidas sobre control de emisiones dispuestas por la autoridad competente para minimizar las emisiones producidas por las tareas de construcción, por ejemplo:

- Reducir las emisiones de los equipos de construcción, apagando todo equipo que no esté siendo efectivamente utilizado.
- Reducir las congestiones de tránsito relacionadas con la construcción.
- Afinar y mantener adecuadamente los equipos de construcción.
- Prever lugares de estacionamiento para la construcción, a fin de minimizar interferencias con el tránsito.

b) Cumplimiento de los requisitos más estrictos que dispongan las ordenanzas vigentes para prevenir la contaminación sonora:

- Utilización de equipos de construcción de baja generación de ruido.
- Programación de las actividades que producen más ruido para los períodos menos sensibles.
- Programar las rutas del tránsito de camiones relacionado con la construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido.



- Reducción de velocidad de vehículos afectados a la construcción.

c) Cumplimiento de los requisitos para la instalación y funcionamiento del trabajador:

- Se garantizará el abastecimiento de agua potable a los trabajadores.
- Deberá estar prevista la disposición de efluentes domésticos en la red pública de alcantarillado o en fosas sépticas. No será permitido el uso de zanjas abiertas o de cajas sin tapas adecuadas.
- En el caso del trabajador será localizado en el área de influencia de la obra, quedarán prohibidas las tareas de abastecimiento de combustibles y lubricantes, la limpieza y lavado de maquinarias en el mismo, la que deberá realizarse en sitio habilitado fuera del área del Proyecto.
- Los trabajadores contendrán asimismo los equipos necesarios para la extinción de incendios y de primeros auxilios.
- Previo a la emisión del Acta de Recepción de Obra, la empresa contratista deberá haber procedido al cierre y desmantelamiento del trabajador y remediación de los eventuales daños ambientales producidos (contaminación por volcamientos de combustibles o lubricantes, áreas de acopio de materiales, etc.)

d) Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas en los lugares que indique la Inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

e) Toda obra y su campamento dispondrá de servicios sanitarios adecuados, en cantidades suficientes y proporcionales al número de personas que trabajen en ella. Asimismo será obligación del Contratista la instalación de dichos servicios en el trabajador y en cada uno de los frentes de obra. Cuando los frentes de obra no resultaran fijos debe proveerse obligatoriamente, servicios sanitarios de tipo desplazable, provistos de desinfectantes adecuados.



f) El Contratista deberá elaborar un Código de Conducta para preservar tanto la salud y las condiciones de higiene del trabajador, en cuanto a las condiciones ambientales y sanitarias en el obrador y del entorno. Se recomienda la inclusión de lo siguiente:

(i) Todo trabajador deberá someterse al examen de salud inicial; (ii) deberá ser respetada una conducta adecuada en el camino para el trabajo, debiendo garantizar la seguridad y tranquilidad de la comunidad vecina a la obra; (iii) los conductores de máquinas y equipamientos deberán respetar rigurosamente los itinerarios trazados.

g) Se deberá prever y proveer un servicio de vigilancia las 24 horas del día incluyendo feriados, con el correspondiente equipamiento de seguridad y comunicación. Este servicio abarcará la zona de obra en ejecución, el obrador, el área de ejecución de las maquinarias y equipos.

h) Iluminación de obra: Se deberá proveer tanto al trabajador como a la obra propiamente dicha de iluminación artificial.

6.1.6. Plan De Gestión Ambiental

El plan de Gestión ambiental tiene por objeto prevenir los afectos inversos de los impactos ambientales negativos generados por el proyecto, así como definir el o los responsables de la ejecución de las medidas.

Lo que se persigue es que los impactos detectados en las fases de proyección que contravengan normas técnicas, reglamentos o normas de protección o conservación del ambiente en vigor, deben establecerse medidas de mitigación antes que se dé por culminado el proyecto, considerándose estas medidas como un proceso normal dentro del ciclo del proyecto.

La ejecución del plan de Gestión Ambiental será responsabilidad de ENACAL – JUIGALPA con el apoyo de la alcaldía de Juigalpa y el Minsa.

Este plan se realizará en las dos etapas del proyecto; para esto se efectuará monitoreo y seguimiento del proyecto el que se llevará a cabo de la siguiente manera:



6.1.6.1. Plan de monitoreo del Proyecto

Este se realizara para evitar los impactos negativos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer la efectividad de las diferentes medidas de mitigación implementadas para disminuir dichos impactos.

El plan de monitoreo se pretende verificar los eventuales cambios en los parámetros ambientales y socioeconómicos estudiados, detectar si los cambios en los componentes ambientales se deben a la ejecución del proyecto así como evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.

Tabla 6.5 Plan de Monitoreo del Proyecto.

Componente a ser Afectado	VARIABLES a Medir	Frecuencia	Responsable
Agua Superficial Subterránea	Aguas Superficiales y Subterráneas antes y después del sistema	Trimestral	Enacal - Juigalpa Alcaldía Municipal
Salud Enfermedades (Diarreicas, Respiratorias)	Número de personas que ingresan a un centro asistencial provenientes del área de influencia del proyecto	Mensual	MINSA
Equipo Mantenimiento y Control	Número de veces que se les de el mantenimiento debido a las tuberías	Quincenal	Encargado de Mantenimiento

6.1.6.2. Plan de Seguimiento

Este permitirá verificar y evaluar si se está cumpliendo con el buen funcionamiento de la Red de Alcantarillado Sanitario en sus diferentes etapas.

Tabla 6.6 Plan de Seguimiento Ambiental

Actividad	Fase	Frecuencia	Responsable
Vigilar la eficiencia y eficacia del servicio de recolección de aguas residuales	Operación	Semanal	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Supervisar el mantenimiento del equipo	Construcción y Operación	Semanal	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Supervisar las condiciones laborales de los trabajadores	Construcción y Operación	Mensual	Alcaldía y MITRAB
Vigilar el adecuado Funcionamiento del Sistema	Operación	Diario	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Informar a la Población sobre el Funcionamiento del Sistema	Construcción y Operación	Anual	Alcaldía Enacal - Juigalpa



CAPITULO VII



7.1. CONCLUSIONES

Una vez concluido el presente trabajo titulado “Estudio de Pre-factibilidad de la Red de Alcantarillado Sanitario en los Barrios Central y Palo Solo del Casco urbano de la Ciudad de Juigalpa” y siguiendo los objetivos planteados durante el desarrollo se obtuvieron los resultados que a continuación se detallan:

- a) Según el análisis de la demanda que se realizó en los barrios Central y Palo solo mediante las encuestas realizadas se logró estimar la necesidad urgente que tienen los pobladores de los barrios Central y Palo Solo de un servicio de recolección de sus aguas servidas.
- b) En el estudio técnico y financiero se planteó el análisis de dos alternativas del tipo de material a utilizarse en la construcción de la red, de esta manera se tienen dos opciones, ambas resultan ser rentables desde el punto de vista económico, resultando la TCR con una ventaja considerable con respecto a la tubería de P.V.C.
- c) En el estudio técnico se realizó un levantamiento topográfico el cual nos permitió determinar los puntos donde se ubicarán los pozos de visitas, las redes de alcantarillado sanitario para dar cobertura a toda la población que habita el área, este sistema de redes cloacales fue concebido para drenar por gravedad.
- d) El caudal de diseño de la TCR fue mayor al caudal de la tubería de P.V.C, el incremento se debió al caudal de infiltración, el cual resulta ser mayor en la TCR. Ambos diseños se realizaron para los 5.87 Km de tubería.
- e) Según el análisis financiero se determinaron los costos de inversión inicial para llevar a cabo la construcción, operación y mantenimiento de los 5.87 Km de tubería, los cuales son parte de la primera etapa del proyecto de alcantarillado sanitario para toda la ciudad de Juigalpa.



- f) Los proyectos de interés social como este requieren de financiamiento externo para poder llevarse a cabo, debido a su alto costo de inversión.
- g) En lo que concierne a la Evaluación de impacto ambiental se logro determinar las afectaciones que se presentan en el área al no contar con un servicio adecuado de evacuación de las excretas humanas así como de las aguas de lavado. Se determinó el área de influencia directa, así como la identificación y el análisis predictivo de los impactos ambientales generados por el proyecto en sus diferentes etapas: etapa de construcción y etapa de operación, así como las medidas de mitigación a tomar durante las dos etapas en la cual se lleva a cabo el proyecto y el plan de gestión ambiental que se deberá realizar una vez puesto en marcha el proyecto.

Como puede desprenderse de la lectura de este tema de investigación, el objetivo primordial de la construcción de la "La red de alcantarillado sanitario de los barrios central y palo Solo del Casco Urbano de la ciudad de Juigalpa" es el de solucionar el grave problema ocasionado al Medio Ambiente en la actualidad, provocado por el depósito de los desagües cloacales en cámaras sépticas y en la mayoría de los casos letrinas de tipo seca ubicadas en cada domicilio de los barrios central y palo Solo del Casco Urbano de la ciudad de Juigalpa.

Es Función de un buen diseño y de las medidas gubernamentales estrictas así como ingenieriles y civiles velar por el correcto funcionamiento de tal proyecto, con el cual se alcanzará un paso hacia un mejor nivel de vida, pues al reducir de forma dramática la incidencia de enfermedades hídrico-entéricas en los pobladores, contarían de buena salud para seguir desarrollando sus actividades cotidianas con la mayor de las fuerzas. a la vez, mejorando la calidad de los recursos hídricos se podrían promover políticas eco turísticas y ambientales.

Todas estas ventajas de un sistema de alcantarillado contrapesan las desventajas de un proyecto altamente costoso y difícil de construir, pero una vez realizado, Juigalpa será una ciudad con miras a un futuro lleno de trabajo, salud, prosperidad y bienestar.



7.2. RECOMENDACIONES

- Realizar los levantamientos topográficos y los demás estudios necesarios en los barrios donde sea posible realizar la expansión de la red de alcantarillado sanitario, de conformidad con el plan de saneamiento para la Ciudad de Juigalpa.
- Darle continuidad a esta investigación, la cual cuenta con datos aproximados basados en encuestas socioeconómicas realizadas a una muestra de la población, de manera que esta investigación pueda servir para futuras investigaciones.
- Se recomienda la elaboración más detallada de los costos de inversión, operación y mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario, ya que los costos calculados no contemplan los costos que incurrirían por la posible expansión de la red, sino que estos costos se presentan como un estimado solamente de los barrios Central y Palo Solo.
- Para la continuidad del estudio se recomienda desarrollar las demás etapas del proyecto donde se contemple la construcción de la planta de tratamiento para la red completa que recolecte, transporte y trate las aguas residuales de todo el casco urbano de la ciudad de Juigalpa.
- Realizar talleres de incentivación para la población de los barrios Central y Palo Solo sobre las medidas de buen uso de las redes de alcantarillado sanitario, y los daños no solo físicos, sino económicos que causaría la obstrucción de los colectores y pozos de visita.



7.3. BIBLIOGRAFÍA

- ⓐ Apuntes de ingeniería sanitaria II, Diseño de Redes de alcantarillado Sanitario.
- ⓐ Blanco Adolfo. Formulación y Evaluación de Proyectos, Ediciones Torán, 4ta edición.
- ⓐ Estudio de agua potable para la ciudad de Juigalpa. ENACAL Central. 1994.
- ⓐ Factibilidad técnica - económica en Juigalpa. Monografía – UNI, 2001
- ⓐ Gordon – Maskew, Ingeniería sanitaria y aguas residuales. Volumen I,
- ⓐ Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos de alcantarillado sanitario. Diciembre 2006.
- ⓐ Guía de pre inversión para proyectos de agua y saneamiento urbano. Sistema Nacional de Inversiones Públicas.
- ⓐ GUIAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. Ente Regulador. 2004
- ⓐ Guía para la elaboración de informes de pre factibilidad. FISE. 2007.
- ⓐ Programa de inversiones públicas 2005-2007.
- ⓐ Ronaldo Sergio De Araujo Coelho, Brasil, INSTALACIONES HIDRAULICAS DOMICILIARES.



7.3.1. WEBGRAFÍA

- ④ www.enacal.gob.ni
- ④ www.minsa.gob.ni
- ④ www.alcaldiajuigalpa.gob.ni
- ④ www.inec.gob.ni



7.4. GLOSARIO

Aguas negras: Desperdicios líquidos o residuos que generalmente se eliminan por un sistema de alcantarillado o se tratan con un sistema séptico

Aguas residuales: Agua que lleva desperdicios de casas, comercios e industrias y que es una mezcla de agua y sólidos disueltos o suspendidos.

Aguas Subterráneas: Fuente de agua subterránea que se encuentra cerca de la superficie del terreno, a poca profundidad y que puede aflorar espontáneamente (manantial) o ser fácilmente extraída por medio de pozos excavados o perforados. En algunos casos, cuando existe una contaminación de esta fuente antes del punto en que es aprovechada, se requerirá de un tratamiento mayor que el de simple desinfección.

Alcantarilla: Cualquier estructura que no se clasifica como un puente que sirve como canal para agua o abertura que cruza por debajo de un camino.

Alcantarillado condominial. Alcantarillado en el cual el diámetro de las tuberías es igual o mayor que 6", requiere de excavaciones menos profundas y un menor número de buzones que el alcantarillado simplificado, aunque un mayor número de cajas de inspección. El nivel de participación del usuario en la operación y mantenimiento del sistema es mayor que en los sistemas convencionales y simplificados y su costo de instalación es menor.

Alcantarillado convencional. Recolección de las aguas residuales a través de una red de tuberías, cuyo diámetro es igual o mayor a 8", con velocidades mayores a 0,6 m/s. Consta de una red de tuberías que requieren profundas excavaciones para su instalación y de buzones ubicados cada cambio de dirección, cambio de desnivel, cruce de tuberías o cada 100 m como máximo. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula.

Alcantarilla sanitaria: Sistema de conductos subterráneos que llevan líquidos o sustancias residuales a una planta para ser tratadas.



Alcantarillado simplificado. Alcantarillado que difiere del sistema convencional en la simplificación y minimización del uso de materiales y criterios constructivos. Está formado por colectores de diámetros menor o igual a 6", con velocidades menores a 0,6 m/s. Requieren de excavaciones menos profundas y de un menor número de buzones que el alcantarillado convencional, además de emplear cajas de inspección o de limpieza. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula. El costo de construcción de este sistema es menor que el del alcantarillado convencional.

Colectoras e interceptoras. Tuberías principales.

Conexiones domiciliarias. Están constituidas por las tuberías laterales que conducen las descargas de aguas residuales de los edificios, desde la caja de registro hasta las tuberías recolectoras de alcantarillado sanitario.

Foso negro o sumidero. Excavación en el terreno recubierta con mampostería, grava y arena, destinada para la disposición de orina, heces y aguas residuales en los sistemas de saneamiento in situ húmedo.

Impacto Efecto de cualquier acción del hombre directa o indirecta sobre condiciones físicas, sociales o económicas existentes.

Impacto ambiental. Cambio o consecuencia al ambiente que resulta de una acción específica o proyecto.

Mantenimiento: Proceso de mantener una estructura u otro objeto en cierto estado o nivel de operación.

Matriz: Herramienta gráfica que por medio de la traza de dos grupos de factores interdependientes uno en oposición al otro (uno en columnas y otro en fila) ilustra las relaciones entre ambos.



Mitigación: Medidas tomadas con el fin de eliminar o reducir los daños que resultan de actividades de desarrollo urbano como la construcción en zonas húmedas, terrenos pantanosos o el relleno reglamentario del lecho de creciente. Se realiza restituyendo el recurso dañado o por medio de una indemnización.

Monitoreo: Supervisión de un proceso u operación con el objetivo de controlar la calidad.

Pendiente: Declive en la superficie de la tierra normalmente expresado en porcentaje de inclinación.

PVS. Pozo de visita sanitario. Constituyen una cámara de inspección, y se construyen en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de 28 diámetro, en la intersección de dos o más alcantarillas y en el extremo de una línea, cuando se prevén futuras ampliaciones aguas arriba de éstas. El PVS es construido totalmente de concreto o con el cuerpo de ladrillo cuarterón, apoyado sobre una plataforma de concreto.

Red de colección. Comprende las acometidas domiciliarias, subcolectoras, incluyendo cajas o cámaras de registro, pozos de visita, terminal de limpieza.

Sostenibilidad Mantenimiento de un nivel de servicio aceptable de abastecimiento de agua y saneamiento a lo largo de la vida útil o de diseño de los sistemas. Involucra los aspectos: técnico, social, económico/financiero, ambiental e institucional.

Tapa sanitaria. Dispositivo de cierre para el ingreso a pozos, cámaras de captación, cajas rompe presión, reservorios y otros destinados a impedir el ingreso de agua de escorrentía, lluvia y otros contaminantes y para proteger la calidad del agua.



MEMORIA DE CALCULO





ANEXOS

