



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la construcción

Monografía

**Estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto “Construcción de un
alcantarillado sanitario condominial en la zona urbana del municipio de
San Nicolás, departamento de Estelí”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Autores

- Br. Aura Elizabeth Laguna Dávila
- Br. Vania Sughey Urbina Blandón

Tutor

MSc. Yáder Molina Lagos.

Managua, Agosto de 2019

DEDICATORIA

Le dedico primeramente mi trabajo a Dios, el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar.

De igual forma a mis padres, a quien les debo mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre del mejor camino.

A mis maestros, gracias por su tiempo, apoyo, así como por el conocimiento que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional. Al tutor MSc. Yáder Molina Lagos por haber guiado en el desarrollo de este trabajo y haberme ayudado a la culminación del mismo.

AGRADECIMIENTO

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo que ellos han realizado. El apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mis padres que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Aura Elizabeth Laguna Dávila.

DEDICATORIA

Este proyecto de monografía significa el comienzo de otra etapa más de mi vida por eso dedico este trabajo:

A DIOS Principalmente por darme la fuerza, sabiduría y esperanza para realizarlo con mucho éxito.

A mis queridos padres y hermano por su confianza y amor, gracias por ayudarme a cumplir este objetivo como persona y estudiante, por facilitarme los recursos necesarios y hacer de mí una persona de bien, a través de sus consejos, enseñanza y amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de haber alcanzado mi meta. A mis Padres Marvin Urbina Rocha y María Antonia Blandón Rizo que tanto anhelaron el sueño de ser toda una profesional y agradeciendo a Dios por haberles permitido presenciar el fruto del sacrificio que un día emprendieron y que hoy se llenan de gozo el saber que he culminado mi carrera.

A mi Hermano Marvin Urbina Blandón por su apoyo incondicional en mis años de carrera.

A mi Tutor MSc. Yáder Molina por haberme tenido paciencia y haber dedicado su tiempo incondicionalmente, por formar parte de mi saber y conocimientos que hoy en día disfruto. Estoy eternamente agradecida con Dios por haberlo puesto en mi camino. Y que su ejemplo trascienda a futuras generaciones.

Vania Sughey Urbina Blandón.

Índice

1. Generalidades	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
2. Marco teórico.....	5
2.1. Tuberías.....	6
2.1.1. Red Pública.....	6
2.2. Ramal Condominial.....	7
2.3. Profundidad de colectores.....	9
2.4. Cámara o cajas de inspección:	9
2.4.1. Separación máxima.....	9
2.5. Conexiones domiciliarias.....	10
2.5.1. Cajas de registro	11
2.6. Pozos de visita (PVS):.....	11
2.6.1. Distancia máxima entre pozos:	12
2.7. Principales criterios técnicos del diseño hidráulico son:.....	12
2.7.1. Caudal de diseño	12
2.7.2. Fórmula y coeficiente de rugosidad.....	14
2.7.3. Diámetro.....	15
2.7.4. Pendiente	15
2.7.5. Pérdida de carga adicional.....	17

2.7.6.	Cambio de diámetro.....	17
2.7.7.	Ángulos entre tuberías.....	17
2.7.8.	Velocidades.....	17
2.7.9.	Tirante máximo	18
2.7.10.	Tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ).....	18
3.	Diseño metodológico.....	25
3.1.	Descripción del diseño de la investigación.....	25
3.2.	Descripción del tipo de investigación	25
3.3.	Descripción del universo de Estudio	25
3.4.	Descripción de fuentes de información	25
3.5.	Selección de la muestra.....	26
3.6.	Tipo de análisis que se realizará a la información.....	27
3.7.	Recopilación de la información.....	27
4.	Cálculos y Resultados.....	28
4.1.	Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio. 28	
a)	Relieve.....	28
b)	Clima.....	28
c)	Pluviosidad.....	28
4.2.	Características socio-económicas.....	29
4.2.1.	Actividades económicas.....	29
4.2.2.	Equipamiento social	30
4.3.	Definición del problema causa y efectos.....	31
4.3.1.	Definición del problema central	31
4.3.2.	Definición de las causas.....	31

4.3.3.	Definición de los efectos	31
4.3.4.	Análisis de las alternativas de solución	32
4.4.	Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	35
4.4.1.	Población	35
4.4.2.	Proyección de la población.	37
4.5.	Descripción del sitio	38
4.5.1.	Localización	39
4.6.	Tamaño óptimo del proyecto	40
4.7.	Diseño del alcantarillado	49
4.7.1.	Cálculo de caudales de diseño	50
5.	Costo y presupuesto.....	56
5.1.	Descripción de las actividades de construcción	58
5.2.	Aspectos legales.	63
6.	Evaluación socio-económica.	67
6.1.	Generalidades.....	67
6.1.1.	Vida útil.	67
6.1.2.	Tasa de cambio.....	67
6.2.	Inversión del proyecto.	67
6.2.1.	Activos fijos	68
6.2.2.	Activos diferidos	69
6.3.	Costos de operación	69
6.4.	Ingresos	72
6.5.	Análisis de beneficio.....	74
6.6.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)	75
6.7.	Flujo Neto de Efectivo (FNE).....	76

6.7.1. Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	77
7. Conclusiones y Recomendaciones	78
7.1. Conclusiones.....	78
7.2. Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....	80

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Caudal a tubo lleno y parcialmente lleno.....	23
Ilustración 2 Macro Localización Estelí.....	39
Ilustración 3 Micro Localización de San Nicolás.....	40
Ilustración 4 Manzana 1	41
Ilustración 5 Manzana 2	41
Ilustración 6 Manzana 3	42
Ilustración 7 Manzana 4	42
Ilustración 8 Manzana 5	43
Ilustración 9 Manzana 6	43
Ilustración 10 Manzana 7.....	44
Ilustración 11 Manzana 8.....	44
Ilustración 12 Manzana 9.....	45
Ilustración 13 Manzana 10.....	45
Ilustración 14 Calle 1	46
Ilustración 15 Calle 2	46

Ilustración 16 Calle 3	47
Ilustración 17 Calle 4	47
Ilustración 18 Calle 5	48
Ilustración 19 Calle 6,7 y 8	48
Ilustración 20 Calle 9	49
Ilustración 21 Trazado de ramales condominiales y red publica	49
Ilustración 22 Ancho y profundidad de zanja recomendados	61

Índice de tablas

Tabla 1 Profundidad de colector	9
Tabla 2 Separación máxima PVS.....	12
Tabla 3 Separación Máxima PVS.....	12
Tabla 4 Consumo comercial, institucional e industrial	13
Tabla 5 Coeficiente de rugosidad	15
Tabla 6: Población San Nicolás.....	35
Tabla 7 Estudio poblacional y tasa de crecimiento.....	36
Tabla 8 Población proyectada.	38
Tabla 9 Descripción manzana 1	41
Tabla 10 Descripción manzana 2	41
Tabla 11 Descripción manzana 3	42
Tabla 12 Descripción manzana 4	42
Tabla 13 Descripción manzana 5	43

Tabla 14 Descripción manzana 6	43
Tabla 15 Descripción manzana 7	44
Tabla 16 Descripción manzana 8	44
Tabla 17 Descripción manzana 9	45
Tabla 18 Descripción manzana 10	45
Tabla 19 Descripción calle 1.....	46
Tabla 20 Descripción calle 2.....	46
Tabla 21 Descripción calle 3.....	47
Tabla 22 Descripción calle 4.....	47
Tabla 23 Descripción calle 5.....	48
Tabla 24 Descripción calle 6,7 y 8.....	48
Tabla 25 Descripción calle 9.....	49
Tabla 26 Dotaciones de agua.....	50
Tabla 27 Dotación anual.....	51
Tabla 28 Dispositivos de limpieza	54
Tabla 29 Resumen Costo de Obras de Construcción.	57
Tabla 30 Ancho de zanja recomendados (Diámetro 100 y 150 mm).....	60
Tabla 31 Inversión total del proyecto.....	68
Tabla 32 Costo de las construcciones del proyecto.	69
Tabla 33 Resumen de activos fijos.....	69
Tabla 34 Costos de administración	70

Tabla 35 Costos anuales.....	71
Tabla 36 Tarifas.....	72
Tabla 37 Ingresos.....	73
Tabla 38 Ahorro en Gastos de Enfermedades	74
Tabla 39 Flujo neto de efectivo usando Tarifa Social	76

Índice de ecuaciones

<i>Ecuación 1 Caudal mínimo.....</i>	13
<i>Ecuación 2 Caudal máximo horario.....</i>	13
<i>Ecuación 3 Caudal de diseño.....</i>	14
<i>Ecuación 4 Pendiente mínima.....</i>	16
<i>Ecuación 5 Tensión tractiva</i>	18
<i>Ecuación 6 Caudal de flujo.....</i>	19
<i>Ecuación 7 Diámetro de la tubería</i>	20
<i>Ecuación 8 Área.....</i>	20
<i>Ecuación 9 Perímetro.....</i>	20
<i>Ecuación 10 Radio hidráulico.....</i>	20
<i>Ecuación 11 Ancho superficial</i>	21
<i>Ecuación 12 Área de la sección transversal.....</i>	21
<i>Ecuación 13 Número de Froude.....</i>	21

<i>Ecuación 14 Velocidad</i>	21
<i>Ecuación 15 Radio</i>	21
<i>Ecuación 16 Esfuerzo cortante</i>	22
<i>Ecuación 17 Coeficiente</i>	22
<i>Ecuación 18 Velocidad del flujo</i>	22
<i>Ecuación 19 Radio hidráulico</i>	22
<i>Ecuación 20 Caudal</i>	23
<i>Ecuación 21 Área</i>	24
<i>Ecuación 22 Perímetro mojado</i>	24
<i>Ecuación 23 Radio hidráulico</i>	24
<i>Ecuación 24 Angulo formado</i>	24
<i>Ecuación 25 Número de elementos de la muestra</i>	26
<i>Ecuación 26 Tasa de crecimiento poblacional</i>	36
<i>Ecuación 27 Proyección poblacional</i>	37

Índice de Anexos

ANEXO 1: ENCUESTA.....	I
ANEXO 2: MEMORIA DE CÁLCULO.....	II
ANEXO 3: DISEÑO DE LA RED.....	V
ANEXO 4: ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DE LOS POZOS DE VISITA (PVS).....	VII
ANEXO 5: ESPECIFICACIONES CAJAS DE REGISTRO.....	IX
ANEXO 6 PRESUPUESTO.....	X

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de identificar los elementos principales para realizar un estudio a nivel de prefactibilidad en la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario condominial en la zona urbana del municipio de San Nicolás.

Se realizó un diagnóstico de situación actual que comprende la descripción de las características físicas, climatológicas, económicas y sociales.

Una vez descrita las características de la zona se define el problema central dando como resultado el aumento de contaminación ambiental y enfermedades producidas por la exposición permanente de aguas residuales en las calles.

Habiéndose identificado el problema se presentan alternativas de solución a dicha problemática, siendo la alternativa más viable la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario condominial que permitirá a los pobladores descargar las aguas residuales en el sistema.

Teniendo establecida la solución se procedió a dimensionar el proyecto tomando en cuenta la población actual y proyectándola a 20 años, resultando el servicio de la red para 3,931 usuarios y 301 viviendas.

Considerando los datos de población que se obtuvieron se realizó un diseño de alcantarillado con un total de 2,983.61 metros lineales para la red pública y 2,737.7 metros lineales para el ramal condominial.

Para finalizar se detallaron las actividades de construcción y de cálculo el costo total de inversión del proyecto.

1. Generalidades

1.1. Introducción

El alcantarillado sanitario condominial ayuda a vivir en un ambiente sano, sin malos olores, ni contaminación por aguas servidas en calles, suelos, cauces o cuerpos de agua. Es de suma importancia contar con un sistema de recolección y evacuación que la población de una localidad produce. Este sistema es una alternativa de solución de menor costo, también puede ser usado en interconexión con un sistema de alcantarillado convencional.

Los acueductos y alcantarillados de las principales ciudades de Nicaragua cuentan en su gran mayoría con más de treinta años de haberse construido, habiéndose cumplido su vida útil en casi todos los sistemas y según datos de ENACAL la inversión en el rubro de saneamiento no ha sido suficiente para cubrir a la población, esto ha provocado que el medio ambiente se vea afectado por la descarga de aguas grises a las calles, fuentes superficiales, además del manto acuífero en algunos sectores.

Del 2007 al 2010 la cobertura de agua potable se incrementó de 72% al 84%, integrando 52,813 usuarios, de igual manera el servicio de alcantarillado sanitario se ha mejorado ampliando la cobertura del 33 al 39%, integrando a 52,746 usuarios y ampliando las redes de aguas servidas en más de 400 km.

El trabajo propuesto consistió en la elaboración de un documento de formulación de proyecto a nivel de prefactibilidad de la construcción del alcantarillado sanitario condominial en la zona urbana del municipio San Nicolás, departamento de Estelí., este municipio no posee este servicio, por lo que la población usa como medio de saneamiento letrinas y sumideros.

1.2. Antecedentes

El proyecto se localiza en la zona urbana del municipio San Nicolás, departamento de Estelí. Este municipio fue fundado en 1892, tiene un área total de 163 kilómetros cuadrados (km²), está ubicado a 25 kilómetros (km) de su cabecera departamental, Estelí y a 135 km de la capital, Managua.

Desde el punto de vista sanitario, las aguas negras son desechos originados por la actividad vital de una población. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que son sujetos de putrefacción. También contienen organismos vivos como bacterias y otros microorganismos cuyas actividades vitales promueven el proceso de descomposición. Es sumamente importante la presencia de un sistema de alcantarillado sanitario en una localidad ya que su principal función la conducción de aguas residuales, hasta sitios donde no provoquen inconvenientes a los habitantes.

Este municipio, aún no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario y al estar expuestos constantemente a aguas residuales están propensos a padecer enfermedades bacteriológicas producidas por la misma; las cuales se pueden ocasionar por la disposición inadecuada de aguas grises en la superficie que drenan en las calles, patios y cauces. Aparte de poner en riesgo su salud están afectando directamente al medio ambiente. Actualmente la población utiliza sumideros para depositar sus desechos, los cuales tienen un alto costo de construcción para una familia con ingresos mínimos, además utilizan letrinas que es una opción más barata y solventa momentáneamente la situación.

1.3. Justificación

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, el acceso al saneamiento es imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas. Sin embargo, en los países en desarrollo es mínimo en relación con las redes de agua potable y esto genera importantes problemas sanitarios.

El contar con un documento de prefactibilidad que contenga el diseño de construcción y posterior ejecución de un sistema de alcantarillado condominial para la zona urbana municipal vendrán a dar solución a problemas ambientales, evacuación de las aguas residuales y por ende mejorarán las condiciones de vida y la salud de los habitantes.

Este proyecto ayudará a que la comunidad se desarrolle en un ambiente limpio, libre de charcas en calles y patios, a su vez podrán vivir exentos de enfermedades producidas por organismos patógenos que proliferan en las aguas residuales; de esta manera se contribuye a la mejora de la calidad de vida de la población.

1.4. Objetivos

Objetivo General

- Realizar un estudio de prefactibilidad de la construcción del alcantarillado sanitario condominial en la zona urbana del municipio San Nicolás, departamento de Estelí.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la zona y establecer la demanda social del proyecto.
- Determinar todos los aspectos de localización, tamaño y diseño de la construcción del proyecto mediante un estudio técnico.
- Determinar las actividades y los costos de inversión del proyecto.

2. Marco teórico.

Para el desarrollo del documento, será necesario el uso de los siguientes términos teóricos, los cuales se abordarán a continuación.

Se entiende como proyecto la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana.

Estudio a nivel de perfil es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertenencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará.

Alternativas de proyecto se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivos distintos como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado.

Diagnóstico de situación actual es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias. Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional

Según la GUÍA DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS del INAA, un Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial es el conjunto de obras e instalaciones destinadas a propiciar la recolección, evacuación, acondicionamiento (depuración cuando sea necesario) y disposición final desde el punto de vista sanitario de las aguas servidas de una comunidad, utilizando la concepción de micro sistemas y teniendo el condominio (Manzana) como la unidad básica de atención, donde el sistema colector está compuesto de una red

pública concebida para captar las aguas residuales de los ramales condominiales en el punto más bajo de cada Manzana o bloque (INAA, 2013).

Dentro de los componentes del sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial se encuentran los siguientes:

2.1. Tuberías.

2.1.1. Red Pública.

La red pública está constituida por el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos del condominio (Manzanas) y reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias. Para su diseño y construcción se deben tomar los siguientes factores en cuenta:

- La distancia máxima entre los dispositivos de inspección debe ser menor o igual de 100 metros (m)
- El diámetro mínimo es igual a 150 milímetros (mm).
- El material de la tubería es PVC, polietileno, u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas.
- El recubrimiento mínimo de la tubería es de:
 - 0,60 m en aceras.
 - 1,10 m en calles.

Ubicación de la Red Pública:

Se realiza en función de la profundidad y el ancho de las aceras, así como del diámetro de la tubería, tal como se describe a continuación:

- Para diámetros hasta 200 mm preferiblemente instalarlos en áreas protegidas o aceras. En este caso las conexiones de los lotes son realizadas directamente en esta red, por medio de una silleta, debe ubicarse a un metro del límite de las viviendas a distancias adecuadas para que no afecte muros o paredes existentes.

- Para diámetros hasta 200 mm, pero con profundidades que indiquen ser desfavorables en la acera (incompatible con el ancho de la acera), deben ser ubicadas en la calle, a 1 m en la banda norte de las calles y a 1 m de la banda oeste de las viviendas próximas a la cuneta. En este caso, la conexión de las viviendas se debe realizar directamente en la red por medio de una silleta.
- Para diámetros hasta 200 mm con grandes profundidades, debe ser ubicada en la calle, a 1 m en la banda norte de las calles a 1 m de la banda oeste de las avenidas, próxima a la cuneta. En este caso, en términos de conexión, debe realizarse un estudio para verificar la mejor situación (técnica/costo) entre las alternativas de conectar directamente las viviendas a la red o hacer un ramal condominial en la acera y luego conectarlo al final de la red.
- Para diámetros mayores a 200 mm, la red debe ubicarse en la calle. En este caso la red no recibe conexión directa de las viviendas. Solo se conectan los ramales.

2.2. Ramal Condominial.

El ramal condominial recoge las aguas residuales de un conjunto de viviendas conectadas en un punto de la red principal. El grupo de viviendas o lotes que se conectan a la red de alcantarillado en un único punto de la red principal conforma un condominio.

De acuerdo a la pendiente del terreno, se definirá la ubicación del ramal condominial que atenderá cada manzana, esta podrá tener más de un ramal condominial.

En el sistema condominial existen cuatro alternativas de trazado de los ramales.

- Ramal por el fondo de los lotes.
- Ramal por el frente de los lotes.
- Ramal por las aceras.
- Ramal mixto.

También se deben tomar en cuenta estos factores:

- La distancia máxima entre los dispositivos de inspección es de 50 m.

- El diámetro de la tubería es 100 m.
- El material de la tubería es PVC, polietileno u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas.

El recubrimiento mínimo de la tubería es de:

- 0,60 m en aceras.
- 0,40 m en jardín.
- 0,30 m en fondo del lote.

Ubicación de los Ramales:

El principio es atender a todas las viviendas del condominio por gravedad, por lo que se requiere conocer las condiciones de las instalaciones sanitarias domiciliarias existentes (ubicación, nivel de salida, etc.) Por lo tanto, el ramal tiene que ubicarse de la manera más adecuada para las condiciones locales, según las siguientes condiciones:

- Ramal de Acera: A 0,70 m como mínimo del límite del lote. En este caso, las conexiones son realizadas por medio de TEE sanitaria, se conecta un tramo de ramal hasta 0,70 m dentro del lote, finalizando con una caja de inspección que recibe las conexiones de las instalaciones sanitarias de la vivienda.
- Ramal de Jardín: A 0,70 m como mínimo del límite frontal del lote (por dentro). En este caso, a lo largo del ramal hay una caja de inspección en cada lote para recibir las instalaciones sanitarias de la vivienda.
- Ramal por Fondo del Lote: A 0.70 m como mínimo del límite de fondo del lote. En este caso, a lo largo del ramal hay una caja de inspección en cada lote para recibir las instalaciones sanitarias de las viviendas.
- Ramal Posible: se refiere a situaciones donde el urbanismo es irregular, el terreno se presenta con topografía compleja o la ocupación es irregular. En este caso hay que instalar el ramal donde sea posible incluir todas las casas.

Las medidas sugeridas pueden sufrir alteraciones en función de las condiciones locales. También se pueden hacer pequeñas deflexiones horizontales (cambio de dirección) en la red para salvar obstáculos a lo largo del ramal.

2.3. Profundidad de colectores.

La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida en función del recubrimiento mínimo de las tuberías de acuerdo al siguiente cuadro y la posibilidad de permitir la correcta conexión de las conexiones domiciliarias a la red pública de alcantarillado.

Tabla 1 Profundidad de colector

Ubicación de Colector	Profundidad Mínima (m)
En los Lotes	0.20 – 0.30
En las áreas verdes y veredas	0.45 – 0.65
Red principal por la calzada de la vía pública	0.85– 1.00

Fuente: INAA

2.4. Cámara o cajas de inspección:

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de los colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- En los cambios de material.
- En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

2.4.1. Separación máxima

La separación máxima entre las cámaras de inspección en la Red Principal y Ramal Condominial según *Normativa Alcantarillado Sanitario Condominial. Guía de criterios técnicos para el diseño de sistemas* son:

- Para tuberías del Ramal Condominial de diámetro 100 mm: 50 m
- Para tuberías de la Red Pública de diámetro 150 mm: 100 m

Otro criterio que podría considerarse en los diseños, es el que considera la separación de las cámaras de inspección en función a la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean estos manuales o mecanizados:

- Si se utiliza equipo manual como ser varillas flexibles y sus respectivos accesorios, la distancia entre cámaras podrá ser de 50 a 70 m.
- Si se utiliza equipo mecánico (Sewer Roder), la distancia entre cámaras puede llegar a 100 m. y avanzar aún hasta los 150 m.
- Si los diámetros de los colectores son visitables y permiten una limpieza directa por un operador, la distancia puede ampliarse a 150 ó 200 m.

Tipo CI40: Se ubicará en el Ramal Condominial, de preferencia en áreas protegidas. Tendrá un diámetro de 0.40 m y será instalado cuando la profundidad de tuberías es menor de 0,90.

2.5. Conexiones domiciliarias.

Las conexiones domiciliarias pueden ser dentro y fuera del lote:

Conexiones dentro de lote:

Si el ramal condominial se encuentra dentro del lote, la conexión de la vivienda se realizará mediante una caja de inspección, la caja deberá ser instalada durante la construcción del ramal condominial, una en cada lote. El usuario será responsable de la conexión de las instalaciones intradomiciliarias, una vez que el sistema se encuentre concluido y próximo al inicio de funcionamiento.

Conexiones fuera del Lote:

Si el ramal condominial se encuentra fuera del lote (acera), la conexión de la vivienda se realizará mediante un accesorio de PVC tipo T, Y o una silleta. El accesorio PVC será conectado mediante una tubería corta a la caja de inspección

que estará ubicada dentro del lote, en una zona más protegida y próxima al límite público.

2.5.1. Cajas de registro

Son pequeñas cámaras donde se conecta la tubería de cada lote para transportar el flujo de agua residual hacia el ramal condominial, estas serán ser de hormigón, ladrillo o plástico y se pueden ser prefabricadas o construidas en el sitio.

Las dimensiones de estas cajas de registro son de 60 cm por 60 cm.

2.6. Pozos de visita (PVS):

Los pozos de visita están diseñados para facilitar el acceso necesario y realizar tareas de inspección, mantenimiento y reparación de las infraestructuras subterráneas, permite la ventilación de las redes de alcantarillado evitando la acumulación de gases tóxicos y potencialmente explosivos.

Estos serán ubicados en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "*Registros terminales*" (cleanout).

Características del pozo de visita:

- El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.
- El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con diámetro: 750 mm y menores; para alcantarillas con diámetro mayores de 750 mm, D deberá ser igual a diámetro + 600 mm.
- Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.

- Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto pre colado con diámetro interno de 760 mm.

2.6.1. Distancia máxima entre pozos:

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

Con equipo técnicamente avanzado.

Tabla 2 Separación máxima PVS

Diámetro ϕ (mm)	Separación máxima
150 – 400	150
450 y mayores	200

Fuente: INAA

Con equipo tradicional

Tabla 3 Separación Máxima PVS

Diámetro ϕ (mm)	Separación máxima
150 – 400	100
450 y mayores	120

Fuente: INAA

2.7. Principales criterios técnicos del diseño hidráulico son:

2.7.1. Caudal de diseño

Los caudales para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

Caudal mínimo (Q_{min}):

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarilla representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario.

De acuerdo a la experiencia brasileña:

$$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s}$$

Norma Brasileña (NBR 9649)

Ecuación 1 Caudal mínimo

Coeficientes: C= Coeficiente de retorno 0.80.

Caudal medio (Qmed):

Estimación igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

Caudal máximo horario (Qmh):

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

$$Q_{max} = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_{med}$$

Ecuación 2 Caudal máximo horario

Donde:

Qmax = Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

P = Población servida en miles de habitantes.

Qm = Gasto medio de aguas residuales domésticas.

El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00

Caudal institucional

Se deberán usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria.

Tabla 4 Consumo comercial, institucional e industrial

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Fuente: INAA

Caudal de infiltración

Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día.

Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día.

Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

Caudal de diseño (Qd):

El dimensionamiento de los conductos deberá atender los máximos caudales de descargas según la siguiente expresión:

$$Q_{diseño} = Q_{maxh} + Q_{inst} + Q_{infil}$$

Ecuación 3 Caudal de diseño

Donde:

Qmh= caudal máximo horario.

Qinst= caudal institucional

Qi= caudal de infiltración.

2.7.2. Fórmula y coeficiente de rugosidad.

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

Se pueden usar diferentes clases de tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo a las condiciones en que funcionará el sistema y a los costos de inversión y de Operación & Mantenimiento.

Generalmente las colectoras hasta 375 mm de diámetro son diseñadas para trabajar, como máximo, a la media sección, destinándose la mitad superior de los conductos a la ventilación del sistema y a las imprevisiones y oscilaciones excepcionales. Las colectoras mayores que reciben efluentes de redes relativamente extensas, que corresponden a mayor población tributaria, están sujetas a menores variaciones de caudal y por eso pueden ser dimensionadas

para funcionar con tirantes de 0.70 a 0.80 del diámetro. La velocidad máxima de flujo deberá ser de 3 m/s.

En la Tabla siguiente se indican valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, para las tuberías de uso más corriente.

Tabla 5 Coeficiente de rugosidad

Material	Manning (n)
Tubos de concreto simple	0.013
Tubos de arcilla vitrificada	0.013
Tubos de asbesto cemento	0.013
Tubos de hierro fundido	0.012
Tubos de PVC	0.009
Canales de mampostería de ladrillo	0.015
Canales de mampostería de piedra cortada	0.017
Canales de tierra	0.025

Fuente: INAA

2.7.3. Diámetro

Diámetros mínimos:

Red pública: **D_{min} = 150mm**

Ramales condominiales: **D_{min} = 100mm**

2.7.4. Pendiente

El objeto de establecer límites mínimos y máximos de los valores de pendientes, es para evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la erosión de las tuberías. Las pendientes de las tuberías, deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos del apartado anterior y la ubicación y topografía de los lotes a los que se darán servicio. En los casos

especiales en donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías que permitan velocidades altas, y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener solo en casos extraordinarios y en tramos cortos, velocidades de hasta 8m/s.

Pendiente mínima

Para $\tau = 1\text{Pa}$

Se calculará como:

$$S = \tau / (W * Rh)$$

Ecuación 4 Pendiente mínima

En ningún caso será menor que:

Red pública: $S_{min} = 0,0045\text{m/m}$ para $Q_{min} = 1,5\text{ L/s}$

Ramal condominial: $S_{min} = 0,005\text{m/m}$ para $Q_{min} = 1,5\text{ L/s}$

El cálculo de la pendiente mínima para obtener fuerza tractiva mínima por medio de la formula aproximada de cálculo:

$S_{min} = 0,0055Qi^{-0.47}$, es para coeficiente de Manning $n=0.013$ para cualquier tipo de material.

Donde:

S = pendiente mínima en m/m

W= peso específico de líquido N/m³

Rh= radio hidráulico a caudal máximo m.

τ = Tensión tractiva o fuerza de arrastre.

Pendiente máxima admisible

Será aquella para la que se tenga una velocidad de 5 m/s, para la red pública.

2.7.5. Pérdida de carga adicional.

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

2.7.6. Cambio de diámetro.

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor, que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida deberá ser igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

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

2.7.7. Ángulos entre tuberías.

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

2.7.8. Velocidades.

Velocidad mínima

La velocidad mínima se considera aquella con la cual no se permite depósitos de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo calculado. Adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.00 cm, en casos de pendientes fuertes y de 1.5cm en casos normales. Las guías de diseño nacionales establecen que para la

determinación de la velocidad mínima se debe tomar como criterio único el de fuerza de arrastre.

Velocidad Máxima

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras. La velocidad máxima permisible de acuerdo a la Norma Obligatoria Mexicana para los diferentes tipos de materiales.

2.7.9. Tirante máximo

50% para tubería de 100mm

75% para tubería de 150 mm y mayores

2.7.10. Tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ)

Es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado.

Se calculará con la ecuación:

$$\tau = W * R_h * S$$

Ecuación 5 Tensión tractiva

Donde:

τ = Tensión tractiva o fuerza de arrastre.

W= peso específico de líquido N/m³

R_h= radio hidráulico a caudal máximo m.

S = pendiente mínima en m/m

Se recomienda valor mínimo de $\tau = 1\text{Pa}$

Para el diseño tramo a tramo la ecuación que determina la capacidad de una tubería trabajando parcialmente llena de acuerdo a la norma es la que combina las ecuaciones de Darcy – Weisbach y Colebrock White y relaciona el caudal que pasa por tal tubería bajo condición de flujo uniforme como función de la rugosidad

absoluta de la tubería, del radio hidráulico de la sección transversal, de la viscosidad cinemática del agua y de la pendiente longitudinal del trazado.

$$Q = -2A\sqrt{8gRS_0} \log_{10} \left(\frac{K_s}{18.8R} + \frac{2.51v}{4R\sqrt{8grS_0}} \right)$$

Ecuación 6 Caudal de flujo

Donde:

Q= caudal de flujo (m³/s).

K_s= rugosidad absoluta de la tubería (m).

R= radio hidráulico (m).

A= área mojada transversal (m²).

S₀= pendiente longitud del tramo (m/m).

v= viscosidad simétrica (m²/s).

La ecuación anterior permite calcular el diámetro mínimo necesario para alcanzar una capacidad de descarga igual o mayor del caudal especificado, cumpliendo a la vez con el criterio de profundidad máxima.

Una vez que se ha determinado el menor diámetro interno comercial del material escogido cuya capacidad iguales o exceda el caudal de diseño se deben establecer las características normales, tales características de flujo deben compararse con el parámetros correspondientes que rigen el diseño de la normativa aplicable a cada tipo de alcantarillado en particular; entre ellas se incluye la profundidad normal del flujo, la velocidad media, el porcentaje del caudal a tubo lleno, la profundidad hidráulica, el número de Froude.

Adicionalmente se debe revisar que no se infrinjan restricciones de diseño independiente a la hidráulica, entre ellas las condiciones geotécnicas las cuales están directamente relacionadas con la profundidad de excavación.

Una vez se tiene la base de diámetros se procede a encontrar el diámetro de la tubería que permita transportar el caudal de diseño. El primer paso es escoger la relación entre la profundidad de flujo y el diámetro de la tubería, con esta relación se determina el ángulo subtendido entre centro de la sección transversal y los puntos de contacto entre la superficie libre y la circunferencia de la tubería, así:

$$\theta = \pi + 2 \arcsen \left(\frac{y_n - \frac{d}{2}}{\frac{d}{2}} \right)$$

Ecuación 7 Diámetro de la tubería

Calculando el ángulo antes descrito se procede a escoger el primer diámetro de la base de diámetro descritas en la Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado, para calcular las características geométricas de la tubería como el área, perímetro y radio hidráulico como se muestran en las siguientes tres ecuaciones:

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta - \text{sen}(\theta))$$

Ecuación 8 Área

$$P = \frac{1}{2} \theta d$$

Ecuación 9 Perímetro

$$R = \frac{A}{P}$$

Ecuación 10 Radio hidráulico

Una vez que se ha determinado el diámetro de la tubería se puede transportar el caudal de diseño, se debe encontrar la profundidad normal del flujo para dicho caudal. Para determinar la profundidad normal del flujo correspondiente al caudal de diseño, se establece una profundidad normal inicial pequeña y se va aumentando hasta encontrar lo que corresponde al caudal de diseño.

Una vez se ha determinado cual es el diámetro y a profundidad de flujo se procede a calcular las características hidráulicas del tramo para verificar si cumple los criterios de velocidad mínima, esfuerzo cortante mínimo, numero de Froude y relación y - D.

En primer lugar, se determina el número de Froude para verificar que le tramo no trabaje en flujo cuasi-critico; de lo contrario es necesario variar la pendiente a fin de solucionar este inconveniente. Para determinar el número de Froude se debe calcular el ancho superficial y el área de la sección transversal, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$T = d \times \text{sen} \left(\frac{\theta}{2} \right) = m$$

Ecuación 11 Ancho superficial

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta - \text{sen}(\theta)) = m^2$$

Ecuación 12 Área de la sección transversal

$$Fr = \frac{Q}{A \sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

Ecuación 13 Número de Froude

Luego se debe evaluar la velocidad de flujo para verificar si se encuentra en el rango permitido por la norma. La velocidad se calcula como:

$$v = \frac{Q}{A} = m/s$$

Ecuación 14 Velocidad

Por último, se evalúa el esfuerzo cortante para saber si el tramo cumple con el criterio de auto-limpieza, para lo cual se utilizan las siguientes formulas:

$$R = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta} \right) = m$$

Ecuación 15 Radio

$$\tau = \gamma RS \text{ (en Pa)}$$

Ecuación 16 Esfuerzo cortante

Coeficiente C que depende del radio hidráulico y la pendiente y principalmente de las características, naturaleza y estado de las paredes de la alcantarilla. Entre los valores más destacados para el coeficiente de rugosidad tenemos:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Ecuación 17 Coeficiente

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

Ecuación 18 Velocidad del flujo

$$Rh = \frac{A}{Pm}$$

Ecuación 19 Radio hidráulico

En donde:

v = Velocidad del flujo (m/s).

A = Área del tubo (m²).

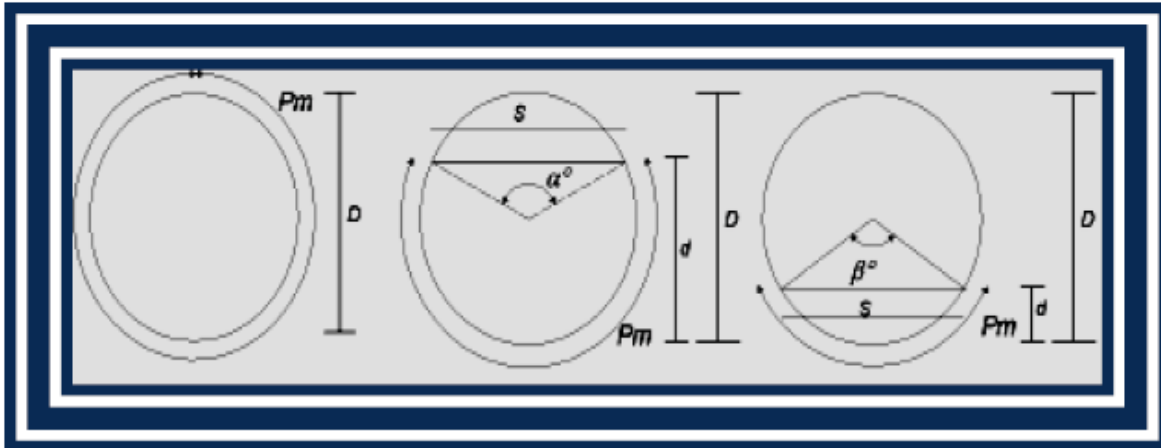
n = Coeficiente de rugosidad (adim).

Pm = Perímetro mojado (m).

S= Pendiente del tubo (m/m).

Rh = Radio hidráulico (m).

La ecuación de Manning es la más recomendable por su sencillez y los resultados satisfactorios, que da su aplicación en alcantarillas, colectores, canales de dimensiones grandes y pequeñas. La grafica siguiente indica los elementos hidráulicos en un tubo parcial y totalmente lleno.



a.) Tubo lleno b.) Tubo parcialmente lleno.
 Ilustración 1 Caudal a tubo lleno y parcialmente lleno

A partir de la ecuación de continuidad, se obtiene:

$$Q = \frac{A}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

Ecuación 20 Caudal

Donde:

Q = Caudal en (m³/s).

n = Coeficiente de rugosidad (adim).

S = Pendiente del tubo (m/m).

Rh = Radio hidráulico (m).

Tubo parcialmente lleno:

En los sistemas sanitarios y pluviales, las alcantarillas circulares se proyectan para funcionar a tubo parcialmente lleno. En la aplicación común de diseño, con un caudal conocido, y seleccionados el diámetro y la pendiente se debe determinar las relaciones hidráulicas reales (velocidad y profundidad de escurrimiento) con la finalidad de controlar el régimen de la transición (pozos de visita) y asegurar velocidades de arrastre adecuadas.

Cuando es tubo parcialmente lleno, la fórmula es un poco más compleja. Para tubo lleno por arriba de la mitad ($d/D > 0.5$) las fórmulas del área, perímetro mojado y radio hidráulico son:

$$A = \frac{D^2}{4} * \left(\pi - \frac{\alpha}{2} + \frac{\sin \alpha^0}{2} \right)$$

Ecuación 21 Área

$$Pm = \frac{D}{2} * (2 * \pi - \alpha)$$

Ecuación 22 Perímetro mojado

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 + \frac{\sin \alpha^0}{2 * \pi - \alpha} \right)$$

Ecuación 23 Radio hidráulico

Donde:

α^0 = Angulo formado desde la superficie del agua hasta el centro del tubo.

$$\alpha^0 = 4 * \tan^{-1} \left(\frac{1-k}{\sqrt{k-k^2}} \right) \text{ (Grados)} \quad \alpha = \alpha^0 * \frac{\pi}{180} \text{ (Rad)}$$

Ecuación 24 Angulo formado

Donde:

$$K = d/D \text{ para } K > 0.5$$

3. Diseño metodológico.

A continuación, se presenta la metodología de investigación a utilizar, la cual contiene aspectos sustraídos de las metodologías existentes desarrollados por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

3.1. Descripción del diseño de la investigación.

El tipo de diseño de investigación a utilizar será de No experimental porque no se hace manipulación de variables, más bien se aplica un conocimiento a un caso específico, este es el caso de la metodología de formulación y evaluación en la construcción de un alcantarillado sanitario condominial.

3.2. Descripción del tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva porque este estudio busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, se medirá, evaluará o recolectará datos sobre la situación actual de la comunidad y sus principales problemáticas para ser estudiados por un documento a nivel de prefactibilidad.

3.3. Descripción del universo de Estudio

El universo de trabajo que identifica para el estudio consistirá en evaluar las condiciones de las familias y los servicios de que existen en la zona.

3.4. Descripción de fuentes de información

Las fuentes de información del estudio identificadas son dos tipos: primarias y secundarias.

Dentro de las fuentes primarias se encuentran: los padres de familia de la comunidad y diversos posibles usuarios del sistema.

En cuanto a las fuentes secundarias se utilizarán: metodologías del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), leyes que corresponden al sector.

3.5. Selección de la muestra.

Según un censo poblacional realizado por el ministerio de salud, la población de la comunidad es de 1,651 habitantes, los cuales serán el objeto de estudio y serán procesados en la siguiente fórmula con un tamaño de nivel de confianza de 1.96, con un margen de error máximo admitido del 10%.

A continuación, se muestra la fórmula que fue expresada por Munch Galindo en 1996, siendo esta la siguiente expresión:

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

Ecuación 25 Número de elementos de la muestra

Donde:

n: Número de elementos de la muestra.

N: Número de elementos del universo.

P: Proporción-desconocida-de individuos que poseen las características en la población.

Q: 1-P

z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

e: Margen de error permitido (a determinar por el director del estudio).

Cuando el valor de P y de Q no se conozca, o cuando la encuesta se realice sobre diferentes aspectos en los que estos valores pueden ser diferentes, es conveniente tomar el caso más favorable, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para P = Q = 50%, luego, P = 50% y Q = 50%.

Donde:

Z2: 1.96 es el nivel de confianza, generalmente del 95%.

N: Tamaño de la población o universo

p y q= 0.5: probabilidades complementarias de 0.5

e: error de estimación aceptable para encuestas en 10% o 0.1

n: tamaño de la muestra.

La muestra calculada es de 91 personas y es a quienes se les aplicó la encuesta (ver Anexo 1), con la finalidad de conocer el nivel de aceptación del proyecto y los posibles aportes de los ciudadanos al proyecto.

3.6. Tipo de análisis que se realizará a la información

El procedimiento del tipo de análisis que se presenta a continuación seguirá las siguientes fases:

Se seleccionarán el Excel 2016 como programa estadístico, luego se explorarán los datos lo cual requiere de analizarlos y visualizarlos por variable de estudio, se llevará a cabo el análisis estadístico descriptivo de cada variable de los tres ítems a ser analizados (usuarios, dotaciones, posibles tarifas a cubrir y principales costos de funcionamiento).

Mediante la información que se recopilará pretende analizar los tipos de uso y dotaciones del proyecto.

3.7. Recopilación de la información.

Para aplicar el instrumento diseñado, se realizará una visita al barrio y se seleccionaran hogares al azar, preferiblemente en un día de la semana en donde se encuentren miembros de la familia.

4. Cálculos y Resultados

4.1. Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio.

a) Relieve.

El relieve de la zona en estudio es ondulado y quebrado, generalmente las pendientes son muy pronunciadas llegando hasta un 40%. Los rasgos geomorfológicos más comunes son las mesetas, filas, cerros y terrenos deforestados.

Las elevaciones más prominentes están ubicadas en la parte norte del poblado. Los puntos más altos son: Cerro Apante (1,141 mts), Cerro El Portillo (1,210 mts), Cerro El Bonete (1,278 mts), Cerro La Escala (1,383 mts), Mesa El Gato (1,289 mts) y Cerro Taboga (1096 mts).

El Casco urbano del municipio de San Nicolás se localiza en las coordenadas UTM N 1430152 – E 571662; N 1430314 – E 570780; N 1429568 – E 570537. La Alcaldía Municipal se localiza en las coordenadas N 1429816 – E 570733; Parque Municipal N 1429867 – E 570715, elevación aproximada 990 msnm.

b) Clima

La zona se encuentra en una clasificación climática "zona tropical seca" que se caracteriza por una marcada estación seca de seis meses, el periodo de lluvia se inicia en el mes de mayo y finaliza en el mes de octubre, con un lapso intermedio de tiempo seco del 15 de Julio al 15 de agosto aproximadamente (canícula). La temperatura media anual oscila entre los 21°C y los 25°C.

c) Pluviosidad

Las precipitaciones pluviales varían entre los 500 a 1,000 mm anuales. Una de las virtudes del territorio municipal es que encierra un paisaje majestuoso desde el cual se puede apreciar gran parte de la zona del occidente de Nicaragua con sus enormes volcanes.

4.2. Características socio-económicas.

En los últimos años el municipio ha crecido notablemente, cuenta con una biblioteca, escuela, centros de salud, calles pavimentadas, red telefónica, entre otros avances. De esta manera el municipio de San Nicolás se encuentra listo para recibir a turistas nacionales y extranjeros, esperando que esta actividad sea la base de progreso y desarrollo del municipio.

4.2.1. Actividades económicas

Agricultura.

La principal actividad económica de la zona es la agricultura distribuidos en los siguientes rubros:

Granos básicos: cultivándose frijol, maíz, sorgo, papas, repollo, chilla, linaza, manzanilla y su cultivo se realiza de forma tradicional. Del 100% del área destinada al cultivo de granos básicos el 43.47% del área está destinada a la siembra de frijoles con rendimientos bajos de 8 quintal por manzana (qq / mz), un 32% destinado al cultivo de sorgo y el 21.73% restante destinado al cultivo de maíz, tanto el sorgo como el maíz tienen rendimientos bajos de 20 qq / mz.

Los bajos rendimientos productivos de la zona han incrementado el grado de pobreza, afianzándose más por la falta de acceso y el alto deterioro de los recursos naturales. Un aspecto importante que recalcar, es que le mayoría de los campesinos practican la agricultura migratoria, efectuando quemas de forma irracional (ampliación de la frontera agrícola) que hacen que empeore la situación alta sequía en la cuenca.

Ganadería.

Esta actividad se realiza en menor escala. Se sabe que existen aproximadamente 2,500 cabezas de ganado que son utilizadas en la producción de carne y leche para el consumo local y la comercialización con zonas vecinas.

Comercio.

Está basado en establecimientos que se encuentran anexados a las viviendas como son las pulperías. En el municipio no existe mercado local, sin embargo, las pulperías sustituyen este servicio.

4.2.2. Equipamiento social

Educación

En San Nicolás, existen dos centros escolares, estos atienden a estudiantes de la zona urbana y rural del municipio.

Estos centros imparten únicamente educación primaria y secundaria.

Salud

Las enfermedades más comunes que padecen los pobladores son: diarrea, vómitos, gripe, tos, presión alta y presión baja. Cuentan con un centro de salud, localizado en el centro del casco urbano del municipio de San Nicolás donde pueden ser atendidos de forma periódica.

Vías de acceso

La vía de acceso principal del municipio está compuesta por un tramo de carretera adoquinada que inicia en la carretera panamericana y llega hasta la cabecera municipal con una extensión de 13 kilómetros (km) en buen estado. Las vías internas del municipio son caminos de tierra y de herradura. Existen caminos revestidos con material selecto que unen al casco urbano con diferentes comunidades como son: Limay, Limones N° 1, Salmerón, el Portillo, Quebrada de agua, el Potrerillo, La Laguna y La Garnacha, todos estos, en regular estado. El área urbana del municipio cuenta con calles adoquinadas en buen estado y calles revestidas con material selecto en buen estado.

Existen 4 unidades de transporte colectivo urbano con destino hacia la ciudad de Estelí y una unidad de transporte con destino a la comunidad de Limay. El precio del transporte de Estelí a la zona es de C\$20, y de San Nicolás a la comunidad de La Limay es de C\$ 25.

Agua potable

Este municipio cuenta con un sistema de agua potable y un nuevo pozo de abastecimiento a partir del año 2015.

Sistemas de saneamiento

Este municipio no posee este servicio, por lo que la población usa como medio de saneamiento letrinas y sumideros, en la actualidad no se han presentado propuestas para realización de un sistema de alcantarillado sanitario.

4.3. Definición del problema causa y efectos

4.3.1. Definición del problema central

Mediante el diagnóstico actualmente realizado, se comprobó el aumento de la población. Este aumento poblacional genera un incremento de desechos de aguas residuales, por tanto, se aumenta la contaminación ambiental y enfermedades producidas por exposición permanente de dichas aguas, siendo entonces cada vez más necesario un sistema de evacuación.

4.3.2. Definición de las causas

En el casco urbano del municipio de San Nicolás hay ausencia de un sistema de evacuación de aguas grises, por tal razón los pobladores de esta localidad acostumbran prácticas no recomendables de desalojo de aguas residuales; desechan las aguas grises a las calles y patios. Existe falta de información y motivación para mejorar estas prácticas que de forma directa afectando su calidad de vida.

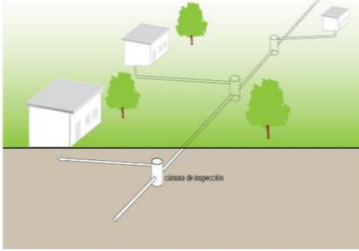
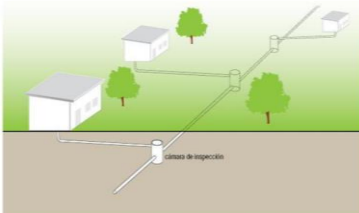
4.3.3. Definición de los efectos

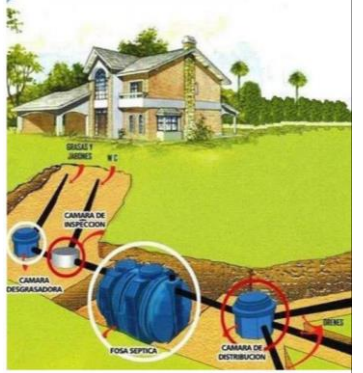
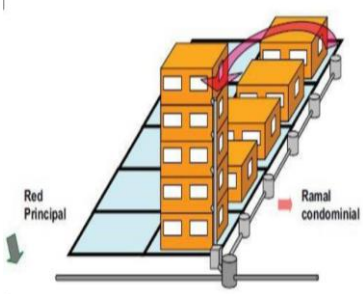
Como consecuencia de esta problemática se derivan efectos negativos tales como: enfermedades como diarrea, vómitos y alergias producidas por organismos patógenos que proliferan las aguas residuales, problemas ambientales y desagradable apariencia por presencia permanente de charcas en los patios y acumulación de aguas grises en las calles.

4.3.4. Análisis de las alternativas de solución

Planteamiento de las alternativas

La zona urbana de San Nicolás al igual que otras localidades se ven afectadas por la falta de un sistema de recolección de aguas residuales que incrementan enfermedades y contaminación ambiental disminuyendo la calidad de vida de los pobladores, debido a ello se muestran algunas alternativas para dar la mejor solución a dicho problema en la zona:

Alcantarillado sanitario convencional	Costo	Diseño
<p>Descripción Es el método más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendientes permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta el punto de descarga.</p>	<p>Los colectores son instalados a grandes profundidades, demandando excavaciones muy profundas que incrementan notablemente los costos de construcción.</p>	
<p>Alcantarillado simplificado Descripción Están formados por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de colectar y transportar los desagües bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas.</p>	<p>Tiene un costo accesible a las poblaciones de bajo ingreso que normalmente son las beneficiarias del sistema.</p>	

<p>Alcantarillado pequeño diámetro</p> <p><i>Descripción</i></p> <p>Está diseñado con el fin de que los colectores solo reciban la porción líquida de las aguas residuales domésticas para su disposición y tratamiento. La arena, grasa y otros sólidos que podrían obstruir los tubos son separados del flujo de desechos en tanques interceptores instalados aguas arriba de cada conexión a los colectores. Los sólidos que se acumulan en los tanques se extraen periódicamente para su disposición segura. La experiencia con el sistema es limitada.</p>	<p>Costos de excavación, materiales reducidos.</p>	
<p>Alcantarillado sanitario condominial</p> <p><i>Descripción</i></p> <p>El Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial es el conjunto de obras e instalaciones destinadas a propiciar la recolección, evacuación, acondicionamiento (depuración cuando sea necesario) y disposición final desde el punto de vista sanitario de las aguas servidas de una comunidad, utilizando la concepción de micro sistemas y teniendo el</p>	<p>Los elementos de inspección y mantenimiento de redes son sencillos y de bajo costos de construcción, menor extensión de redes, profundidades de cavados, diámetro de tuberías, cantidades de elementos de inspección. Reducción de pérdidas por el operador, dado a que hay un mayor control por parte de las organizaciones condominiales. En consecuencia, menor costo de inversión.</p>	

<p>condominio (Manzana) como la unidad básica de atención, donde el sistema colector está compuesto de una red pública concebida para captar las aguas residuales de los ramales condominiales en el punto más bajo de cada Manzana o bloque.</p>		
---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer un poco las alternativas para dar solución al problema de las aguas negras de la zona urbana de San Nicolás, se llegó a la conclusión que la alternativa más viable para dicha zona es la construcción de un alcantarillado sanitario condominial.

Las características básicas de este sistema son las siguientes:

En la construcción:

- Menor extensión de redes.
- Menor profundidad de excavación.
- Menor diámetro de tuberías.
- Menor cantidad de elementos de inspección.
- Reducción de pérdidas para el operador, dado que hay un mayor control por parte de las organizaciones condominiales.
- En consecuencia, menor costo de inversión.

En la operación y mantenimiento:

- Independencia entre ramales y redes.
- Sistema sectorizado por condominios.
- Mayor facilidad para operación y mantenimiento.
- Utilización de equipos más sencillos para operación y mantenimiento.
- En consecuencia, menores costos en operación y mantenimiento.

Adicionalmente, el componente social que caracteriza al sistema condominial, genera entre otras las siguientes ventajas:

- La participación de los usuarios en la construcción, operación y mantenimiento, permite menores costos de implantación y promueve una mejor utilización del sistema de alcantarillado.
- La solución técnica es el resultado de un proceso de decisión participativa de los usuarios, lo cual contribuye a una mayor apropiación por parte de estos y consecuentemente a su sostenibilidad.
- Los usuarios son los principales beneficiarios del ahorro que representa la implantación de este sistema.

4.4. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

4.4.1. Población

Según últimas encuestas realizadas en el año 2018 por autoridades de la alcaldía, el municipio cuenta con una población total de 11,094 habitantes, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 6: Población San Nicolás

Sector	Población (hab)
Urbano	1794
Rural	10,000
<i>Total</i>	11,094

Fuente: (ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN NICOLAS, 2018)

Este municipio está conformado por 29 comunidades rurales y un área urbana dividida en 2 barrios.

Para este proyecto se beneficiará únicamente el área urbana del municipio. Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional se tomaron en cuenta los datos obtenidos del censo poblacional realizado en 2018 por Alcaldía Municipal, específicamente por el Área de Planificación de Proyectos, y la encuesta realizada por este estudio. Los datos de estas se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 7 Estudio poblacional y tasa de crecimiento

Población del Año 2018		Población del Año 2019	
Total de Habitantes	1718	Total de Habitantes	1794

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos anteriores se trabajó la tasa de crecimiento haciendo uso de la siguiente ecuación:

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

Ecuación 26 Tasa de crecimiento poblacional

Donde;

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

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

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

En dónde;

$$r = \left(\left(\frac{1794}{1718} \right)^{\frac{1}{1}} - 1 \right) * 100 = 4.42\%$$

Usando la ecuación 26

La tasa de crecimiento *no* cumple con la establecida en la Norma de abastecimiento rural INAA, por lo tanto se recomienda utilizar una tasa de 4%, para la determinación de la población de diseño; esto debido a que según norma del INAA las tasas de crecimiento deben variar entre los 2,5% como mínimo y 4% máximo, dado que el valor obtenido en la comunidad está por encima del máximo que se usará en la proyección de población a servir. (INAA, 1989).

4.4.2. Proyección de la población.

Según los datos anteriores y haciendo uso de la siguiente ecuación, la población demandante proyectada se calcula de la siguiente manera y se muestra en la tabla posterior:

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

Ecuación 27 Proyección poblacional

Dónde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

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

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

En dónde;

$$P_n = 1794 (1 + 0.04)^1 = 1866 \text{ hab}$$

Usando la ecuación 27

La proyección de la población se realizó en periodos de un año, para un diseño del proyecto de 20 años.

Tabla 8 Población proyectada.

Año	Población (hab)
0	1794
1	1866
2	1940
3	2018
4	2099
5	2183
6	2270
7	2361
8	2455
9	2553
10	2656
11	2762
12	2872
13	2987
14	3107
15	3231
16	3360
17	3495
18	3634
19	3780
20	3931

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Descripción del sitio

El estudio técnico para la construcción de un alcantarillado sanitario condominial es necesario ya que permite proponer y analizar las diferentes opciones a nivel técnico que se requiere para llevar a cabo un proyecto. El análisis de los mismos hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra, materiales y posteriormente los costos de mantenimiento del sistema. Todo esto con el fin de marchar dentro de las condiciones máximas para un sistema eficiente de recolección y distribución de aguas servidas, logrando así una sostenibilidad positiva del proyecto.

4.5.1. Localización

4.5.1.1. Macro Localización.

San Nicolás es uno de los seis municipios del departamento de Estelí, tiene un área total de 163 km². Está ubicado a 25 km de su cabecera departamental Estelí y a 135 km de la capital, Managua.

Ilustración 2 Macro Localización Estelí



Fuente: INIDE.

Límites

Limita al norte con el municipio de Estelí, al sur con el municipio de Santa Rosa del Peñón, al este con el municipio de La Trinidad y San Isidro y al oeste con el municipio de El Sauce (León). Tiene una extensión territorial de 163 km². Sus coordenadas son: 12°55'59''N 86°20'49''O.

4.5.1.2. Micro Localización

El proyecto estará micro localizado en la zona urbana del Municipio de San Nicolás está rodeado de terrenos baldíos siendo estos sus límites:

Norte: Emilio Ruiz y Emilia Ruiz.

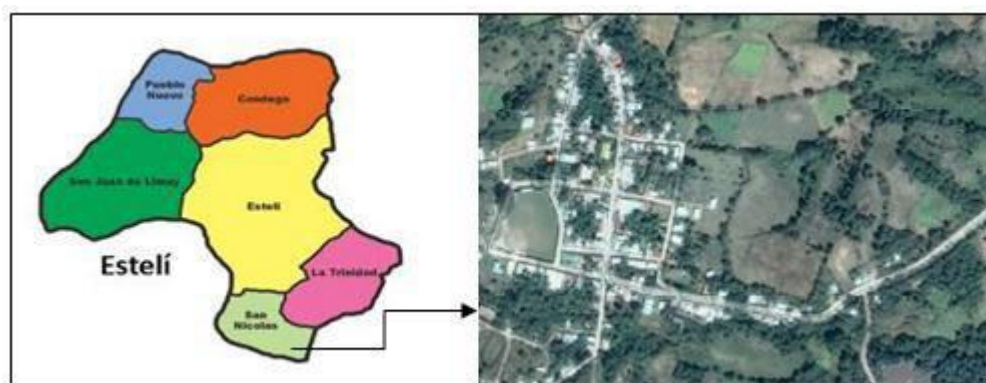
Sur: Alcides Salas.

Este: Antonio Lanuza.

Oeste: Ronaldo Ruiz.

Siendo estas personas los dueños de dichas propiedades colindantes.

Ilustración 3 Micro Localización de San Nicolás



Fuente: INIDE y GOOGLE EARTH

En la zona urbana del municipio de San Nicolás, donde el proyecto tendrá incidencia se pueden observar aspectos importantes a tomar en cuenta en el diseño y ejecución del Alcantarillado Sanitario Condominial.

Actualmente, las calles se encuentran totalmente adoquinadas con un ancho de calle promedio de 7.26 m, siendo el ancho más angosto 4.70 m y encontrándose el más amplio de 8.81 m, en la entrada al pueblo hay andenes que permiten la movilización segura de los peatones, en la parte céntrica se puede observar cunetas urbanas y aceras frente a las viviendas; hay ausencia de hidrantes y cobertura de agua potable casi permanente y ausencia de medidores de consumo de la misma.

4.6. Tamaño óptimo del proyecto

A continuación, se hará una descripción de las calles y manzanas donde el proyecto tendrá influencia, se muestra de forma gráfica y descriptiva algunos elementos que determinan el tamaño del mismo.

En las siguientes ilustraciones se muestran las casas existentes representadas en color amarillo y en color verde se muestran las casas proyectadas a futuro, con un promedio de 6 habitantes por vivienda.

Ilustración 4 Manzana 1

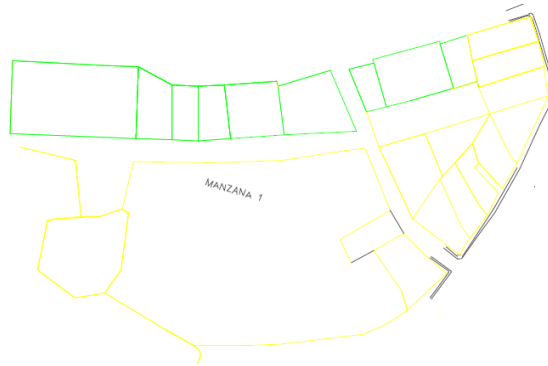


Tabla 9 Descripción manzana 1

Dirección (Manzana 1)	Del parque 3 (cuadras)c al sur
Número de casas actuales	14
Número de casas futuras	9

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Manzana 2

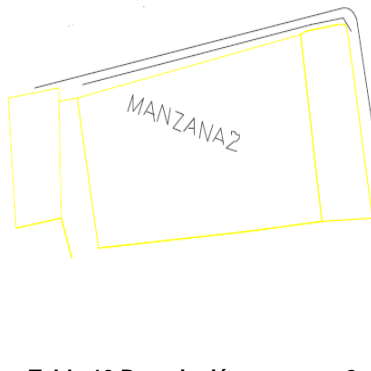


Tabla 10 Descripción manzana 2

Dirección (Manzana 2)	Del parque 2 c al sur y 1 c al oeste
Número de casas actuales	3
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 6 Manzana 3

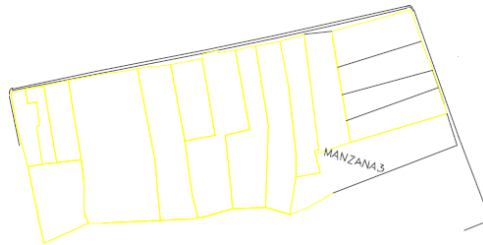


Tabla 11 Descripción manzana 3

Dirección (Manzana 3)	Del parque 3 c al sur
Número de casas actuales	18
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Manzana 4

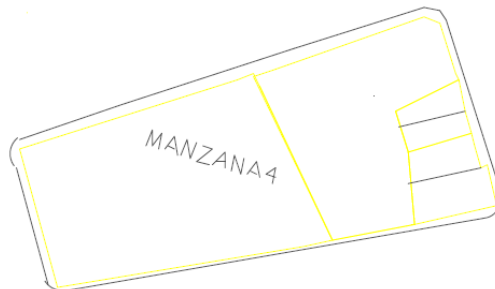


Tabla 12 Descripción manzana 4

Dirección (Manzana 4)	Del parque 1 c al sur
Número de casas actuales	6
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8 Manzana 5

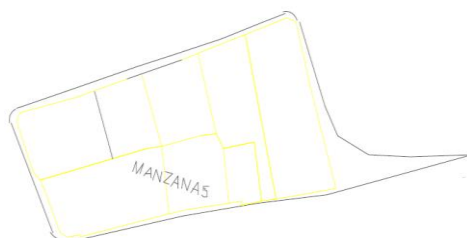


Tabla 13 Descripción manzana 5

Dirección (Manzana 5)	Del parque 1 c sur frente a manzana 4
Número de casas actuales	8
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 Manzana 6

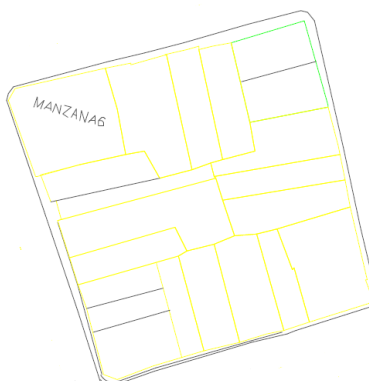


Tabla 14 Descripción manzana 6

Dirección (Manzana 6)	Esquina opuesta del parque
Número de casas actuales (Alcaldía)	19
Número de casas futuras	2

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10 Manzana 7



Tabla 15 Descripción manzana 7

Dirección (Manzana 7)	Frente al costado este del parque
Número de casas actuales	20
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11 Manzana 8

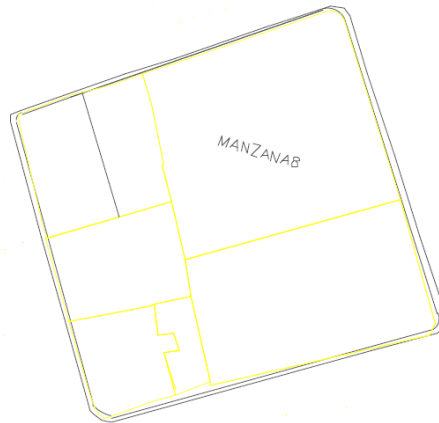


Tabla 16 Descripción manzana 8

Dirección (Manzana 8)	Esquina opuesta de la Alcaldía municipal
Número de casas actuales	7
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12 Manzana 9



Tabla 17 Descripción manzana 9

Dirección (Manzana 9)	Frete costado sur del parque
Número de casas actuales	23
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Manzana 10

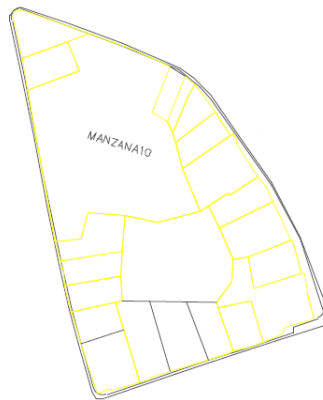


Tabla 18 Descripción manzana 10

Dirección (Manzana 10)	Frete costado norte de la Iglesia Católica
Número de casas actuales	20
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Calle 1

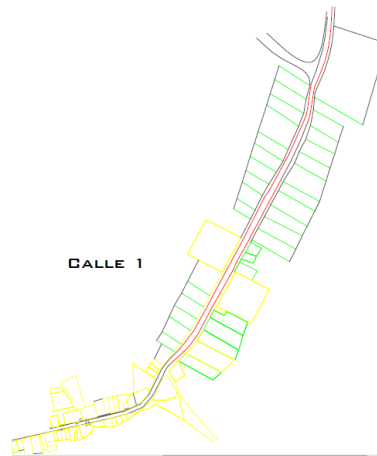


Tabla 19 Descripción calle 1

Dirección (Calle 1)	Desde la Escuela Primaria hasta el CDI
Número de casas actuales (Escuela e Instituto)	42
Número de casas futuras	33

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Calle 2

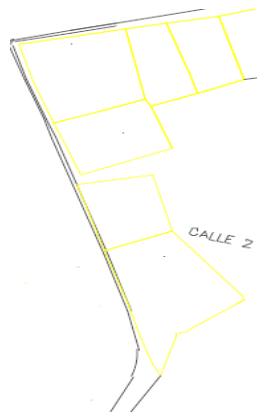


Tabla 20 Descripción calle 2

Dirección (Calle 2)	Frente al costado este de la manzana 1 y 3
Número de casas actuales	4
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16 Calle 3

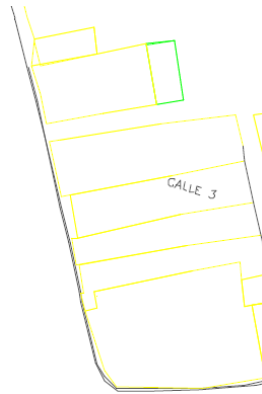


Tabla 21 Descripción calle 3

Dirección (Calle 3)	Frente a costado este de la manzana 5 y 6
Número de casas actuales (CDI)	7
Número de casas futuras	1

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Calle 4

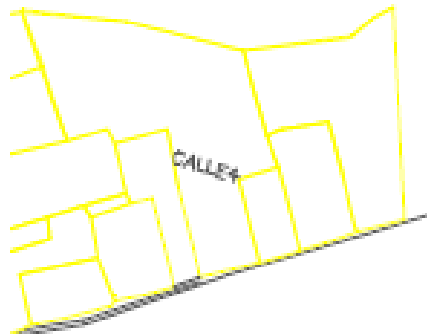


Tabla 22 Descripción calle 4

Dirección (Calle 4)	Frente a costado norte de manzana 7
Número de casas actuales	7
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Calle 5

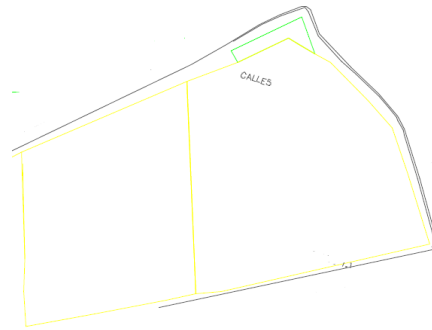


Tabla 23 Descripción calle 5

Dirección (Calle 5)	Frente a costado sur de la calle 6
Número de casas actuales (Estadio y Cementerio)	2
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19 Calle 6,7 y 8



Tabla 24 Descripción calle 6,7 y 8

Dirección (Calle 6,7,8)	Ubicadas costado norte de la calle 5 y costado este de las manzanas 8 y 10
Número de casas actuales	18
Número de casas futuras	21

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20 Calle 9



Tabla 25 Descripción calle 9

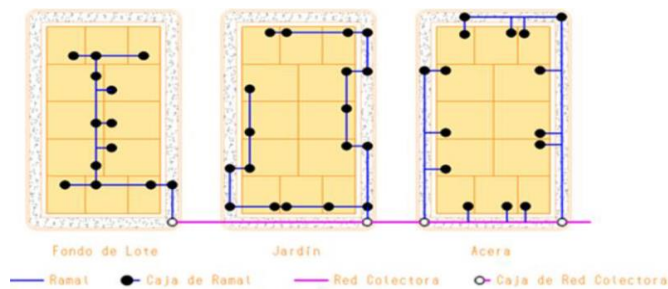
Dirección (Calle 9)	Frete costado este de la manzana 10
Número de casas actuales	17
Número de casas futuras	0

Fuente: Elaboración propia

4.7. Diseño del alcantarillado

El diseño consiste en el trazado de una red recolectora de aguas residuales domésticas, la cual conduce y descarga el agua a un pozo de visita sanitario previamente determinado, las que posteriormente se unen a la red principal de la ciudad. Las tuberías del sistema propuesto son de PVC 150 mm (6") en la extensión de la red y PVC 100mm (4") para conexiones domiciliarias.

Ilustración 21 Trazado de ramales condominiales y red pública



Fuente: Normativa alcantarillado sanitario condominial

4.7.1. Cálculo de caudales de diseño

El caudal de diseño es el volumen de agua que llegará a las obras de drenaje. Su determinación debe ser precisa para poder fijar económicamente el tamaño de la estructura requerida.

Caudal mínimo

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. Según la Norma Brasileña (NBR 9649) este se estima de la siguiente manera:

$$Q_{min} = 1.5 \text{ l/s}$$

Caudal medio

Es la estimación igual al 80% de la dotación del consumo de agua. Posteriormente con el cálculo del caudal medio se podrá calcular el caudal máximo horario y así obtener el caudal de diseño.

Dotación

En la siguiente tabla se muestran valores guías de dotación para diferentes usos y localidades del país. Se revisaron las estadísticas operativas del sistema de agua potable de la localidad en estudio para determinar la dotación.

Tabla 26 Dotaciones de agua

Rango de población	Dotación (L/hab/día)
0 – 5,000	100
5,000 – 10,000	105
10,000 – 15,000	110
15,000 – 20,000	120
20,000 – 30,000	130
30,000 – 50,000	155
50,000 – 100,000 y mas	160

Fuente: INAA

Dotación anual

En la siguiente tabla se muestran valores guías de dotación anual según la cantidad de habitantes obtenidos en la proyección de población para el proyecto.

Tabla 27 Dotación anual

Año	Población (hab)	Dotación (L/hab/día)
0	1794	100
1	1866	100
2	1940	100
3	2018	100
4	2099	100
5	2183	100
6	2270	100
7	2361	100
8	2455	100
9	2553	100
10	2656	100
11	2762	100
12	2872	100
13	2987	100
14	3107	100
15	3231	100
16	3360	100
17	3495	100
18	3634	100
19	3780	100
20	3931	100

Fuente: Elaboración propia

Según la población de la localidad en estudio se tomó el valor de dotación de 100 L/hab/día.

$$Q_{med} = \frac{Dotación * 0.80}{86,400}$$

$$Q_{med} = \frac{100 * 0.80}{86,400} = 0.00093 \text{ l/s}$$

Caudal máximo horario

Es el gasto máximo de aguas residuales domésticas, se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Q_{max} = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_{med}$$

$$Q_{max} = \left[1 + \frac{14}{4 + (3,931)^{1/2}} \right] 0.00093 = 1.06 \text{ l/s}$$

Usando ecuación 2

Caudal institucional

$$Q_{inst} = 7 * 100 = 0.07 \%$$

Se obtiene de la tabla 2

Caudal infiltración

Para tuberías plásticas 2L/hora/100m de tubería por cada 25 mm de diámetro.

$$Q_{infiltración} = \frac{2}{3,600} * \frac{long \ Tred}{100} * 6$$

$$Q_{infiltración} = \frac{2}{3,600} * \frac{5721.31}{100} * 6 = 0.19 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño

El caudal de diseño de aguas residuales se determina como la suma de las contribuciones parciales de uso.

$$Q_{diseño} = Q_{maxh} + Q_{inst} + Q_{infil}$$

$$Q_{diseño} = 1.06 \text{ l/s} + 0.07 + 0.19 \text{ l/s} = 1.32 \text{ l/s}$$

Usando ecuación 3

Velocidades hidráulicas

Velocidades mínimas

Se consideran siempre y cuando no se permitan depósitos de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y tapamientos.

$$Vel_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

(Evitar sedimentos)

Velocidades máximas

Es el límite superior de diseño, con el cual se trata evitar la erosión de las paredes de la tubería.

$$Vel_{max} = 5 \text{ m/s}$$

(Evitar erosiones)

Pendientes

Pendiente mínima

Será aquella que produzca una velocidad de auto lavado.

$$S_{min} = 0.005 \text{ m/m}$$

Pendiente máxima admisible

Será aquella para la que se tenga una velocidad de 5 m/s

Red de alcantarillado

El diseño consiste en el trazado de una red recolectora de aguas residuales domésticas, la cual conduce y descarga el agua a un pozo de visita sanitario previamente determinado, las que posteriormente se unen a la red principal de la ciudad.

Longitud de la tubería

La red de alcantarillado sanitario de la zona urbana del municipio de San Nicolás estará formada por 5,721.31 ml (metros lineales) de tubería, divididas en 2,983.61 ml de 150 mm (6") de diámetro de la red pública y 2737.7 ml de 100mm (4") del ramal condominial.

Diámetro de la tubería

Las tuberías del sistema propuesto son de PVC 150 mm (6 pulgadas) para la red pública y PVC 100mm (4 pulgadas) para ramal condominial.

Dispositivos de limpieza

Dentro de la red será necesario establecer diversos dispositivos de limpieza con el objetivo de que el sistema funcione correctamente. Las necesidades de estos dispositivos se describen a continuación:

Tabla 28 Dispositivos de limpieza

Dispositivos de limpieza	Cantidad
Pozos de visita	30
Cajas de inspección	86
Conexiones domiciliars(cajas de registro)	301

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento del sistema

El análisis presentado es el resultado de una serie de cálculos que incorpora criterios básicos de diseño y como condición crítica la Fuerza Tractiva, dejando el término velocidad en un segundo plano. (Ver Anexo 2. Memoria de Cálculo).

Estos resultados se encuentran dentro de los requerimientos técnicos de INAA, al establecer como velocidad mínima en la tubería de 0.3 m/s (Velocidad a tubo lleno) para el sistema convencional y como velocidad máxima de 5 m/s (velocidad de diseño), así como una Fuerza Tractiva mayor a 1 Pascal.

Como conclusión se observa que el caudal máximo a recolectar es de 4.6717 litros por segundo equivalente a 74.0479 galones por minuto. Las velocidades se mantienen en un intervalo de 0.2333 a 1.5516 m/s con un promedio de pendiente para tubería del 68.9281%, la tensión de arrastre o fuerza tractiva permanece en todos los tramos arriba de 0.66 Pascal a 13.56 pascal, suficiente para generar arrastre de las partículas sólidas que generalmente se acumulan en la tubería.

Las profundidades para los dispositivos de inspección varían en su mayoría entre los 0.50 metros a 4.80 metros en aquellos puntos donde la pendiente del terreno

es poco pronunciada y no facilitan el cumplimiento de las normas y criterios de diseño.

5. Costo y presupuesto

Un proceso de acercamiento a los costos que requiere la ejecución de un proyecto es fundamental para entender si este es posible o no. Otra herramienta administrativa esencial es el presupuesto.

Uno de los primeros pasos para decidir si un proyecto es viable es determinar los costos que va a representar. Conocer los recursos monetarios que demandará un proyecto servirá para determinar si lo que se pretende hacer es alcanzable. Para hacer el cálculo de los costos se debe seguir los siguientes pasos:

1. Crear una lista de acciones y tareas:

Registrar las actividades que se deben llevar a cabo para la operación del proyecto es tan importante como contemplar aspectos como la obtención de permisos y la relocalización.

2. Calcular los costes de mano de obra externa:

Por lo general, en un proyecto se debe recurrir a otra compañía para la ejecución de algunos trabajos. Estos recursos deben tomarse en cuenta en la estimación de costos.

3. Investigar los materiales para el proyecto:

En todo proyecto, llegará un momento en el que se necesitará la utilización de equipos. También debe contabilizarse los costos de los materiales.

4. Establecer un amortiguador financiero:

Es importante tener un porcentaje de dinero destinado a sobrecostos, aumentos de los costos de los suministros durante el desarrollo del proyecto.

5. Monitorizar el consumo del presupuesto:

Este seguimiento, que contempla informes periódicos de contratistas, hojas de cálculo, etc.; ayudará a realizar ajustes para afinar la estimación sobre el desarrollo del proyecto. Asimismo, esto sirve para detectar a tiempo los excesos de dinero, permitiendo tomar medidas inmediatas.

Además, para que el presupuesto sea lo más realista posible, se puede pedir la intervención de expertos. Esto sirve para tener como respaldo la opinión especializada de un profesional que conoce una determinada área. Asimismo, otra acción que debe considerarse es analizar las reservas disponibles para las contingencias y la gestión del proyecto.

Los proyectos exitosos requieren estimaciones de costos precisas. Junto con la determinación del presupuesto, estas estimaciones sirven para pronosticar los recursos y los costos asociados necesarios para ejecutar un proyecto. Así mismo el dueño del proyecto puede asegurarse de que se alcance los objetivos dentro del cronograma y el presupuesto aprobados.

A continuación, se encuentran cuantificadas en resumen las actividades de construcción con sus respectivos costos.

Tabla 29 Resumen Costo de Obras de Construcción.

Costo total de mano de obra y transporte	C\$3,329,145.59
Costo total de materiales	C\$5,043,289.66
Costo total	C\$8,372,435.25
I.V.A (15%)	C\$1,255,865.29
Impuesto municipal (1%)	C\$83,724.35
Costo total con impuestos	C\$9,712,024.89

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar a detalle el costo y presupuesto ver ANEXO 6.

5.1. Descripción de las actividades de construcción

A continuación, se muestran las actividades que se contemplaran en la ejecución del proyecto.

Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico consiste en establecer los datos altimétricos y planimétricos de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto, mediante el levantamiento topográfico se realiza el reconocimiento de una superficie, incluyendo tanto las características naturales como las que haya hecho el ser humano.

Trazo y nivelación

Se realizará para efecto de localizar, alinear, ubicar y marcar en el terreno o en la superficie de construcción los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano del proyecto, así como los linderos del mismo. Esta actividad se efectuará para conocer la diferencia de alturas de uno o varios puntos con respecto a uno conocido, de él depende la precisión del trabajo.

Planimetría y Altimetría

Planimetría

- Localización de viviendas, escuela, esto por medio del levantamiento de las esquinas de las estructuras.
- Levantamiento de la infraestructura vial, mediante la marcación de puntos a lo largo de la calzada, siendo la carretera el acceso principal hacia las, calles y avenidas estando construidas de adoquín y algunos pequeños tramos son de terreno natural.

Con esta información se elaboró el croquis de la zona urbana del municipio para facilitar la localización de cajas de registro, trazado de la red de distribución (red pública y ramal condominial).

El levantamiento topográfico con el equipo estación total se ha destacado en los últimos años en nuestro país como la mejor opción cuando se pretende tres enfoques esenciales: calidad, precisión y eficiencia.

Reconocimiento del terreno

Primero que todo, se observó el terreno a representar con la finalidad de adelantarse a cualquier problema que se pudiera presentar en la toma de datos, luego el aparato fue centrado y nivelado correctamente.

Altimetría

Con esto se logró determinar las diferencias de alturas entre los puntos situados en el terreno, esto nos permite verificar las pendientes del terreno y de esta manera indicar y garantizar un buen direccionamiento de la red. VER ANEXO 3.

Actividades para la instalación de la red de alcantarillado:

A continuación, se nombran las actividades que se deben de seguir para la instalación de la red de alcantarillado:

a) Demolición de la carpeta existente

En el lugar donde tendrá incidencia el proyecto existe una carpeta de rodamiento de tipo adoquinado lo cual es necesario remover de manera parcial por donde la red de alcantarillado pueda pasar, esta actividad será realizada manualmente.

b) Equipos y elementos necesarios:

Camión volquete: Este será utilizado para transportar el material ya sea el procedente de la excavación o para el acarreo de arena o material selecto que se requiera en el sitio de construcción.

Vibro compactadora manual: El compactador está diseñado para uso en áreas confinadas y es particularmente útil en la compactación de grava, arcilla cohesiva y suelos granulares, a fin de evitar los asentamientos, también se utiliza en el rellenado de zanjas abiertas para acueductos.

Implementos de seguridad: El uso del equipo de protección personal es indispensable en toda obra para garantizar la seguridad e integridad física de los trabajadores, por ende, es de suma importancia el uso de guantes, cascos, chalecos reflectivos y mascarillas dentro de la obra.

Materiales y documentos de diseño: Sin duda es de suma importancia contar con los planos digitales o físicos en el lugar de la construcción, ya que ahí es donde estará reflejado gráficamente a detalle cada uno de los elementos de diseño que deberán llevar a cabo la obra. Conjunto a los planos se deberá de tener acceso inmediato a los materiales de construcción (arena, material selecto, cemento, agua, tuberías y accesorios) esto con el fin de agilizar la instalación del sistema de drenaje.

Señalización: Se deberá demarcar con cintas y señalar adecuadamente el sitio de trabajo utilizando vallas informativas para evitar la intromisión o cualquier accidente en la obra. Esta actividad es fundamental ya que permitirá la advertencia de los peligros que existen cerca de las obras a los pobladores que transiten cerca de las obras.

c) Excavación de la zanja:

Esta actividad se deberá realizar en presencia del ingeniero ya que deberá comprobar su correcta realización donde se tomará en cuenta principalmente el ancho y profundidad requerida para cada tramo.

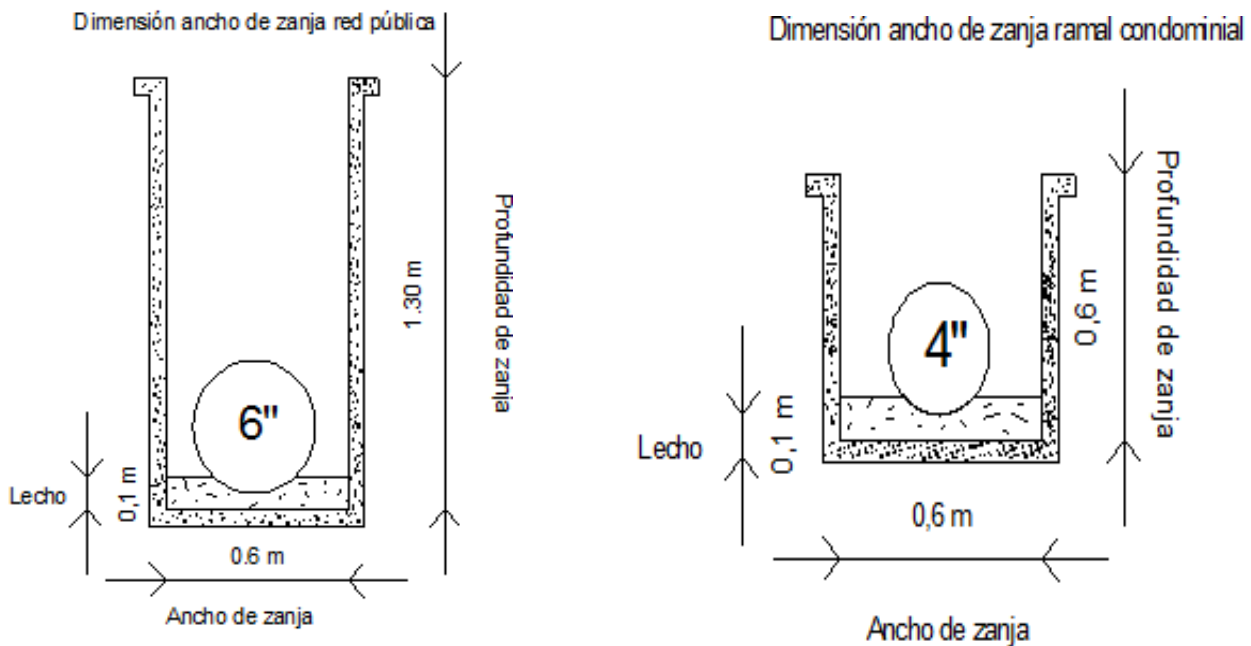
Las dimensiones del ancho de zanja deberán permitir suficiente comodidad al obrero para realizar las actividades de tendido de la tubería en la tabla 29, se presentan anchos recomendados en función de la profundidad.

Tabla 30 Ancho de zanja recomendados (Diámetro 100 y 150 mm)

Redes/Ramales	Profundidad de zanja en (m)	Ancho de zanja (m)
Redes principales	0.85 – 1.30	0.55 – 0.60
	Mayor a 1.30	0.65
Ramales condominiales	0.45 – 0.60	0.35
	0.60 – 1.20	0.60

Fuente: (Vásquez, 2009)

Ilustración 22 Ancho y profundidad de zanja recomendados



Fuente: Elaboración propia

d) Fondo de zanja:

Este debe nivelarse de tal forma que se garantice la pendiente del diseño, así como para que la tubería quede apoyada y debidamente soportada en toda su longitud, deben retirarse rocas y material punzante que puedan afectar la tubería. Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja, debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la tubería sea instalada y rellenada para evitar flotación.

e) Cama de apoyo:

El tipo y la calidad del apoyo que tenga una tubería que ha sido tendida en una zanja, es otro factor que influye notablemente en la capacidad de soporte de los conductos enterrados. El fondo de la zanja debe conformarse para proveer un apoyo firme, estable y uniforme a lo largo de toda la longitud de la tubería.

Los materiales más económicos son: arena, fina o triturado pequeño, ya que su compactación se obtiene con un mínimo de apisonamiento. Con esta base, el objetivo primordial es evitar vacíos debajo y alrededor de cuadrante de la tubería.

Para proceder a instalar las líneas de alcantarillado, previamente las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas. El refine consiste en el perfilamiento tanto de las paredes como del fondo, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias rocosas que hagan contacto con el cuerpo del tubo.

Para el caso de tuberías flexibles de PVC se recomienda apoyo de arena y una cama de apoyo de 0.1 m. VER ilustración 22.

f) Instalación o ensamble de tubería:

Para ensamblar la tubería se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Limpie con un trapo limpio y seco la parte interior de la campana y/o unión y el caucho. Haga lo mismo con la parte exterior del tubo a ser insertada.
- Aplique lubricante generosamente en la campana y/o unión.
- Alinee la campana y/o unión con el tubo e introduzca.
- Aplique presión de empuje constante, hasta que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana y/o unión hasta el tope indicado.
- Si encuentra indebida resistencia a la inserción, debe desensamblar y revisar los elementos, cambiarlos si es necesario y reiniciar el proceso de ensamble.

g) Instalación y construcción de dispositivos de limpieza:

Se deberán de instalar cajas de inspección y las cajas de registro adecuadamente en los puntos indicados en el plano, estas serán prefabricadas. Los PVS serán contruidos en el sitio y deberán cumplir con las dimensiones y especificaciones incluidas en el diseño.

h) Relleno de zanjas:

El relleno deberá seguir a la instalación de la tubería tan cerca como sea posible, los fines esenciales que deberán cumplir este relleno son:

Proporcionar por encima de la tubería, una capa de material escogido que sirva de amortiguador al impacto de las cargas exteriores. Siempre que sea posible se deberá utilizar el mismo material excavado para el relleno de la zanja.

En caso de que el material excavado no sea utilizado para el relleno, será utilizado material selecto en el recubrimiento total de la tubería.

Una vez preparado el lecho, colocado el tubo y construida la junta se procederá a la ejecución del relleno en dos etapas.

1. Primer relleno compactado.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0,30 m por encima de la clave del tubo, será de material selecto para terreno normal.

2. Segundo relleno compactado.

El segundo relleno compactado será con material seleccionado, entre el primer relleno y la sub-base, se harán por capas no mayores de 0,15 m de espesor, compactándolo con vibro-apisonadores.

Durante la prueba de la tubería, es importante comprobar la impermeabilidad de las uniones, para lo cual se deben dejar las mismas descubiertas.

En el caso de zonas de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno.

i) Restauración de la carpeta de rodamiento

Una vez finalizada la instalación de la red de alcantarillado con todos sus componentes se deberá restaurar e instalar la carpeta de rodamiento para la libre circulación de la vía.

5.2. Aspectos legales.

En el presente documento estamos impulsando la implementación del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial como alternativa que reduce hasta en un 50% los costos de inversión con respecto al convencional, la metodología de

implementación incluye un componente social, haciendo que los usuarios participen desde la concepción de la infraestructura hasta su construcción, operación y mantenimiento, siendo el nivel de participación definido por el mismo poblador, pilar importante en la gestión pública participativa para la transparencia y rendición de cuentas.

El Alcantarillado Condominial, tiene su base en la integración y participación de la población comunitaria en la ejecución del proyecto, desde su formulación y diseño hasta el mantenimiento del mismo. Esta metodología permite una construcción totalmente participativa, donde constructores, prestadores de servicios, autoridades del gobierno Municipal, INAA, Organismo de cooperación y comunidad, trabajen unidos con un solo fin, que es el saneamiento de su comunidad y una mejor calidad de vida de sus familias.

Todo esto conlleva a efectuar una movilización de todos los actores tanto a nivel técnico como social, para lo cual se deben determinar reglas y procedimientos que permita realizar un trabajo conjunto y articulado, por esa razón el INAA y gobierno municipal serán los encargados de ejecución, administración y mantenimiento del mismo.

Movilización técnica-social:

La Movilización técnica y social, es un proceso que permite una mayor interacción entre la municipalidad, el INAA y los pobladores en la aplicación del sistema de saneamiento para que se adapten a las necesidades y consideraciones de la comunidad.

El producto final de la movilización técnica y social es fundamentalmente la adhesión consciente de los pobladores al proyecto de saneamiento. El desarrollo de proyectos de ramales de cada condominio que se conectarán al sistema colectivo principal y que corresponda al resultado de la discusión y el acuerdo con los pobladores.

En general, el aspecto social debe ser de práctica transversal, una mezcla con todos los aspectos involucrados. Desde el punto de vista social y de ingeniería. La

participación de la comunidad es lo que asegurará la eficacia de las acciones (compromiso y cumplimiento de todos).

La movilización técnica y social comprende un conjunto de acciones sociales y de ingeniería que buscan la implementación de un Sistema de Saneamiento adecuado a la comunidad. Las acciones de movilización consisten en:

- Reuniones con la comunidad.
- Contactos con las familias y dirigentes.
- Actividades de ingeniería que se deban desarrollar con la participación de las familias.
- Acciones complementarias que sean necesarias.

Para la movilización técnica y social se utiliza la agrupación de las casas vecinas que definen una unidad urbana, como unidad de intervención principal denominada en este Guía como condominio. En ciudades con el urbanismo tradicional el condominio corresponde a cada manzana.

Con base a estos principios se sugiere la elaboración de un conjunto de actividades concatenadas de forma lógica que se inicia con la definición de las reglas de acceso y preparación del equipo para la movilización técnica y social, siguiendo lo siguiente:

Reglas de acceso

Las reglas de acceso son el conjunto de condiciones establecidas para la implantación y futura operación del sistema de alcantarillado y el instrumento que establece la relación entre el usuario y el prestador de los servicios de agua potable y saneamiento.

Las reglas de acceso son definidas por los gobiernos locales y organismos que financian el proyecto y deben darlas a conocer a la comunidad para su comprensión y discusión.

En general, una buena regla de acceso debería cumplir los siguientes principios:

- Ser justa.

- Ser coherente con las reglas vigentes para otro tipo de servicios.
- Tener en cuenta a las poblaciones más vulnerables.
- Inducir a la cobertura total.
- Basarse en la división de responsabilidades entre la población y el poder público.
- Buscar la sostenibilidad del Sistema.

Los puntos principales de las reglas de acceso son:

- Definición de las alternativas de atención (ramales condominiales) que se ofrecerán y sus condiciones correspondientes.
- Definir la mejor forma de compartir los costos de construcción de los ramales, según las características y capacidad de pago de la comunidad, ya sea a través del pago del derecho de conexión (se debe tener el valor del derecho de conexión) u otras formas como la participación en la ejecución mediante el autoconstrucción, el aporte de mano de obra u otras alternativas posibles.
- Definición de la tarifa del servicio de Saneamiento según la participación del usuario en el mantenimiento del Sistema, considerando las políticas de subsidios para los grupos vulnerables. Se debe elaborar una propuesta de tarifas como referencia, la cual se ajustará a los costos reales una vez finalizado el proyecto.
- Definición de reglas específicas relacionadas con las acciones complementarias para fomentar la conexión como: asesoría para las instalaciones intradomiciliarias, conexiones internas, etc.

El éxito del proceso de implantación comienza por definir y elaborar reglas apropiadas, e implica un cuidadoso proceso de ingeniería social.

6. Evaluación socio-económica.

6.1. Generalidades.

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además, se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto social, pueden dividirse en áreas tales como: infraestructura, prevención, maquinarias y equipos, desarrollo de recursos humanos y planificación de la operación.

6.1.1. Vida útil.

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, recolección de aguas residuales, contaminación ambiental y otros factores que aquejan a la comunidad.

6.1.2. Tasa de cambio

Los valores monetarios están estimados en córdobas y dólares, con una tasa de cambio por el Banco Central con fecha 05 de agosto del 2019: \$ 1(Un Dólar Americano) = C\$ 33.2820 (Córdobas).

La moneda a utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados con esta moneda.

6.2. Inversión del proyecto.

En esta sección se analizan los diferentes factores e instrumentos utilizados en esta obra y los costos de cada uno de dichos factores.

Tabla 31 Inversión total del proyecto

Descripción	Costo
Activos fijos	C\$ 9,712,024.89
Activos diferidos	C\$ 133,128.00
Total	C\$9,845,152.89

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede apreciar el detallado de cada uno de estos factores que a inversión corresponde.

6.2.1. Activos fijos

Los activos o bienes tangibles son todos aquellos utilizados en el proceso de transformación de insumos o apoyos a la operación. La inversión total en activos fijos es de C\$ 9,712,024.89 detallándose los activos a continuación.

Construcciones

Se realizarán instalaciones (tuberías y dispositivos de limpieza) y construcciones el sitio de pozos de visita.

A continuación, se presenta desglose de los costos e impuestos en la construcción e instalación del alcantarillado sanitario con sus respectivos significados:

Tabla 32 Costo de las construcciones del proyecto.

Concepto	Costo
PRELIMINARES: Comprende la limpieza inicial y la etapa de trazo y nivelación.	C\$ 371,897.99
LINEA DE DISTRIBUCION: Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras (cajas de inspección y PVS) que conducen el agua de los lotes hacia los ramales condominiales y red pública.	C\$ 4,787,509.66
MANO DE OBRA Y RENTA DE MAQUINARIA: Incluyen los costos de mano de obra para la instalación de la red de alcantarillado, el costo de requerido para la operación de maquinaria o transporte y limpieza y entrega final del proyecto.	C\$ 3,163,227.60
MEDIDAS DE MITIGACIÓN: Incluye, equipos de seguridad, señalización e instalación de rótulo metálico.	C\$ 49,800.00
IMPUESTOS: se contemplan dos tipos impuestos, el IVA (15%) y el impuesto municipal (1%)	C\$ 1,339,589.64
Total	C\$ 9,712,024.89

Fuente: Elaboración propia

La inversión total de construcción es de **C\$ 9,712,024.89** siendo este el rubro de inversión más alto.

Tabla 33 Resumen de activos fijos

Descripción	Costo
Construcciones	C\$ 9,712,024.89

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Activos diferidos

Para el arranque del proyecto es necesario la elaboración de los estudios correspondientes del sitio a través de levantamiento topográfico y estudio técnico del proyecto el costo total de inversión en activos diferidos es de **C\$ 133,128.00**

6.3. Costos de operación

Salarios del personal.

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos que se considerarán para llevar a cabo el mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario, para ello se rentará un camión de succión de aguas residuales, esta actividad se realizará dos veces por año.

Tabla 34 Costos de administración

Descripción	Frecuencia	C\$ Semestral	C\$ Anual
Renta de cisterna para mantenimiento del sistema del alcantarillado sanitario (incluye costo de operador y ayudante)	Semestral	C\$ 49,804.2	C\$ 99,608.4
Imprevistos	Semestral	C\$ 6,000	C\$ 12,000
Total			C\$ 111,608.4

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de mantenimiento anual se pueden ver en la siguiente tabla, los que incrementarán según el ritmo de la inflación, que para el cierre del año 2,019 fue estimada en 3.89%.

Tabla 35 Costos anuales.

Año	Costo anual
0	111,608.40
1	115,950.0
2	120,460.4
3	125,146.3
4	130,014.5
5	135,072.1
6	140,326.4
7	145,785.1
8	151,456.1
9	157,347.8
10	163,468.6
11	169,827.5
12	176,433.8
13	183,297.1
14	190,427.4
15	197,835.0
16	205,530.8
17	213,525.9
18	221,832.1
19	230,461.3
20	239,426.3

Fuente: Elaboración propia

6.4. Ingresos

Se establecerá una tarifa mensual de cobro para el servicio de alcantarillado sanitario condominial, este se incluirá en el recibo de cobranza mensual del servicio de agua potable. A continuación, se muestra la tarifa establecida por la Alcaldía municipal para el servicio de alcantarillado sanitario condominial.

Tabla 36 Tarifas

Tarifa por consumo mensual
C\$ 40.00

Fuente: Alcaldía Municipal.

Habiéndose establecido la tarifa por consumo mensual para el servicio de alcantarillado sanitario condominial, se muestra en la siguiente tabla el ingreso anual y proyectado tomando en cuenta el número de casas por año y la tarifa mensual.

Tabla 37 Ingresos

Año	Población	Casas	Tarifa mensual / vivienda C\$	Tarifa mensual / Total	Tarifa anual C\$
0	1794	235	40	9400	112800
1	1866	238	40	9520	114240
2	1940	240	40	9600	115200
3	2018	243	40	9720	116640
4	2099	245	40	9800	117600
5	2183	248	40	9920	119040
6	2270	249	40	9960	119520
7	2361	251	40	10040	120480
8	2455	255	40	10200	122400
9	2553	257	40	10280	123360
10	2656	260	40	10400	124800
11	2762	262	40	10480	125760
12	2872	263	40	10520	126240
13	2987	267	40	10680	128160
14	3107	273	40	10920	131040
15	3231	276	40	11040	132480
16	3360	283	40	11320	135840
17	3495	288	40	11520	138240
18	3634	293	40	11720	140640
19	3780	299	40	11960	143520
20	3931	301	40	12040	144480

Fuente: Elaboración propia

6.5. Análisis de beneficio

Dentro de los principales beneficios generados por el proyecto se ha establecido la reducción de enfermedades de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, vómito, alergias y dengue; contaminación ambiental y mala apariencia en calles. Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones de vida, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias a la hora de enfermarse, según datos del Ministerio de Salud (MINSa) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$ 3,000 anuales cada vez que se enferman, según la Organización Mundial de la Salud cuando un sistema de recolección de este tipo se establece que los beneficios pueden variar desde un 25 a un 30%, si se asume el rango mayor del 30% se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

Tabla 38 Ahorro en Gastos de Enfermedades

Año	Población	Pobl. que se enferma %	Pob. Que se enferma	Gastos por enfermedad por persona anual (C\$)	Gastos totales (C\$)	Ahorro generado por el proyecto %	Ahorro
0	1794	40%	718	3,000.00	2152,800.00	30%	645,840.00
1	1866	40%	746	3,116.70	2326,304.88	30%	697,891.46
2	1940	40%	776	3,237.94	2512,641.15	30%	753,792.35
3	2018	40%	807	3,363.90	2715,336.43	30%	814,600.93
4	2099	40%	840	3,494.75	2934,192.95	30%	880,257.89
5	2183	40%	873	3,630.70	3170,324.47	30%	951,097.34
6	2270	40%	908	3,771.93	3424,913.29	30%	1027,473.99
7	2361	40%	944	3,918.66	3700,781.61	30%	1110,234.48
8	2455	40%	982	4,071.09	3997,815.18	30%	1199,344.55
9	2553	40%	1021	4,229.46	4319,125.04	30%	1295,737.51
10	2656	40%	1062	4,393.99	4668,171.25	30%	1400,451.37
11	2762	40%	1105	4,564.91	5043,315.40	30%	1512,994.62
12	2872	40%	1149	4,742.49	5448,169.83	30%	1634,450.95
13	2987	40%	1195	4,926.97	5886,744.28	30%	1766,023.28
14	3107	40%	1243	5,118.63	6361,432.85	30%	1908,429.85

15	3231	40%	1292	5,317.74	6872,652.70	30%	2061,795.81
16	3360	40%	1344	5,524.60	7425,068.49	30%	2227,520.55
17	3495	40%	1398	5,739.51	8023,837.28	30%	2407,151.18
18	3634	40%	1454	5,962.78	8667,495.04	30%	2600,248.51
19	3780	40%	1512	6,194.73	9366,432.87	30%	2809,929.86
20	3931	40%	1572	6,435.71	10119,503.74	30%	3035,851.12

Fuente: Elaboración propia

6.6. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)

Dado que este proyecto se encuentra dentro de la cartera de proyectos sociales la TREMA que se usará será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en 8%.

6.7. Flujo Neto de Efectivo (FNE)

A continuación, se muestra el FNE usando la tarifa de la Alcaldía.

Tabla 39 Flujo neto de efectivo usando Tarifa Social

Años	Ingreso	Costos totales	Inversión	FNE
0			C\$ 9845,152.89	C\$(9845,152.89)
1	C\$ 812,131.46	C\$ 115,949.97		C\$ 696,181.50
2	C\$ 868,992.35	C\$ 120,460.42		C\$ 748,531.93
3	C\$ 931,240.93	C\$ 125,146.33		C\$ 806,094.60
4	C\$ 997,857.89	C\$ 130,014.52		C\$ 867,843.36
5	C\$ 1070,137.34	C\$ 135,072.09		C\$ 935,065.25
6	C\$ 1146,993.99	C\$ 140,326.39		C\$ 1006,667.59
7	C\$ 1230,714.48	C\$ 145,785.09		C\$ 1084,929.39
8	C\$ 1321,744.55	C\$ 151,456.13		C\$ 1170,288.42
9	C\$ 1419,097.51	C\$ 157,347.77		C\$ 1261,749.74
10	C\$ 1525,251.37	C\$ 163,468.60		C\$ 1361,782.77
11	C\$ 1638,754.62	C\$ 169,827.53		C\$ 1468,927.09
12	C\$ 1760,690.95	C\$ 176,433.82		C\$ 1584,257.13
13	C\$ 1894,183.28	C\$ 183,297.10		C\$ 1710,886.19
14	C\$ 2039,469.85	C\$ 190,427.35		C\$ 1849,042.50
15	C\$ 2194,275.81	C\$ 197,834.98		C\$ 1996,440.83
16	C\$ 2363,360.55	C\$ 205,530.76		C\$ 2157,829.79
17	C\$ 2545,391.18	C\$ 213,525.90		C\$ 2331,865.28
18	C\$ 2740,888.51	C\$ 221,832.06		C\$ 2519,056.45
19	C\$ 2953,449.86	C\$ 230,461.33		C\$ 2722,988.53
20	C\$ 3180,331.12	C\$ 239,426.27		C\$ 2940,904.85

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los indicadores financieros se puede observar que, como resultado de aplicar una tarifa social, esto no permite la recuperación de la inversión con un Valor Actual Neto Económico (VANE) de C\$ 2,816,527.93 lo que indica que el proyecto es rentable usando tarifa privada y se podrán realizar reinversiones en el futuro.

6.7.1. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

Al analizar los indicadores financieros producto de una tarifa privada se puede observar que esto permite una recuperación de la inversión en un periodo (PRI) de 9 años y 6 meses.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

Dentro de las principales conclusiones de este trabajo se pueden establecer las siguientes:

- Se describieron las características de la zona: relieve, clima y pluviosidad.
- Se definió la cantidad de personas beneficiadas con el proyecto.
- Para este diseño se como alternativa más viable la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario condominial.
- El sistema de alcantarillado se diseñó para un periodo de 20 años, servirá a una población de 3,931 habitantes, dando una cobertura del 100% de las viviendas.
- En el diseño se consideró la cantidad de 301 lotes.
- La longitud de la red será de 2,983.61 ml en la red pública y 2,737.7 ml en el ramal condominial.
- Los materiales de las tuberías serán de PVC, con diámetros de 4 '' para los ramales condominiales y de 6'' para la red pública.
- Para el mantenimiento de la red se propone la construcción de 86 cajas de inspección, 30 pozos de visita sanitarios y 301 conexiones domiciliarias.
- El costo total con impuestos aproximado del proyecto es C\$ C\$9,712,024.89 (Nueve millones setecientos doce mil y veinticuatro córdobas con ochenta y nueve centavos).

7.2. Recomendaciones

Una vez finalizado la construcción y habiendo dado inicio el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario condominial se recomienda:

- Definir estrategias de sensibilización hacia la población beneficiada para que esta haga un buen uso de servicio que se les brindara.
- Realizar mantenimiento periódicamente al sistema para evitar posibles estancamientos en el sistema.

Bibliografía

INAA. (2013). GUÍA PARA LA MOVILIZACIÓN TÉCNICA Y SOCIAL, NORMATIVA ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL.

INAA. (2013). *NORMATIVA ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL, GUÍA DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS.*

INAA. (s.f.). *Guia tecnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.* MANAGUA.