



*Tesis para la obtención del grado  
de  
Máster en  
Gerencia de Proyectos de  
Desarrollo*

**“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DE SISTEMA INDEPENDIENTE  
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO I  
DEL MUNICIPIO DE NINDIRI, UTILIZANDO TRAMPA DE GRASA -  
FOSA SEPTICA – FAFA – POZO DE ABSORCION”**

Elaborado por:

- ✓ Ing. Oscar José Marengo Álvarez
- ✓ Ing. Holman Alexander García Vivas

Tutor de tesis:

- ✓ Msc. Ing. Alfredo Sobalvarro

Managua Nicaragua Marzo, 2019

## Resumen Ejecutivo

El presente documento contiene el estudio de pre factibilidad de sistema independiente de tratamiento de aguas residuales en el distrito I del municipio de Nindirí utilizando trampa de grasa – fosa séptica – FAFA – Pozo de absorción. De dicho estudio, realizado en el período de Septiembre 2018 a Febrero 2019, se obtuvo como resultado que el proyecto no es sostenible financieramente y rentable técnica, económica, social y ambientalmente.

En el estudio de mercado se determina que no existe un buen manejo de las aguas residuales, por lo que la demanda de la población tiene como directriz mejorar las condiciones sanitarias mediante la implementación de un sistema de recolección, conducción y tratamiento con una vida útil de diez años para una población proyectada de 44,995 habitantes al final de la vida útil del proyecto.

El estudio técnico demuestra que se cuenta con la tecnología apropiada y los insumos necesarios para ejecutar el proyecto. El dimensionamiento de los elementos que compone el sistema Trampa de grasa, fosa séptica, FAFA y pozo de absorción se realizó con base en criterios de diseños y normas establecidas por el Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Se demuestra que el proyecto no es sostenible financieramente con respecto a ingresos percibidos por pago de tarifa y aporte anual por domicilio, pero por otro lado, la evaluación socioeconómica muestra una rentabilidad social de 23.30% (Tasa interna de retorno social), y un Valor actual neto económico (VANE) de 39.05 millones de Córdoba. Estos resultados sustentan la conveniencia social de ejecutar el proyecto, y justifican la intervención pública de la municipalidad de Nindirí, tanto con el financiamiento de la inversión como con el aporte para su operación.

Finalmente, el análisis ambiental demuestra que el proyecto provoca impactos de baja magnitud, fácilmente mitigables, por lo que el proyecto es también viable ambientalmente.

## ***Dedicatoria***

Se dedica este trabajo con mucho amor y orgullo a nuestros padres, que han sido instrumentos en las manos de Dios para traernos al mundo, y apoyarnos en cada etapa de nuestras vidas.

A nuestros abuelos que con su gran ejemplo y amor han contribuido a la formación espiritual y académica.

A nuestras esposas e hijos que son fuente de inspiración y motivación, son las personas que nos animan a luchar todos los días.

Al resto de mi familia que juegan un papel muy importante en nuestras vidas.

## ***Agradecimiento***

Deseamos agradecer en primer lugar a Dios todo poderoso, por habernos otorgado el don de la vida, y por haberme permitido culminar nuestro estudio del Máster, sin Él no hubiese sido posible.

En segundo lugar, agradecemos al Ing. Alfredo Sobalvarro por su apoyo incondicional, por su colaboración durante todas las etapas de este estudio.

Por último y con igual importancia agradecemos a todos los docentes que con gran amor y empeño dispusieron de su tiempo y dedicación para transmitirnos de sus conocimientos relacionados a los temas de gerencia de proyectos.

## Contenido.

1	Introducción.....	1
2	Antecedentes .....	2
3	Objetivos .....	4
3.1	Objetivo general.....	4
3.2	Objetivos específicos .....	4
4	Justificación.....	5
5	Marco teórico.....	6
5.1	Fase de identificación y diagnóstico .....	6
5.1.1	Identificación del problema y alternativas de solución.....	7
5.1.2	Análisis de involucrados .....	7
5.1.3	Análisis del problema .....	7
5.1.4	Análisis de objetivos.....	8
5.1.5	Identificación de alternativas de solución al problema .....	8
5.1.6	Selección de la alternativa óptima.....	8
5.2	Formulación del proyecto.....	9
5.2.1	Análisis de demanda, oferta y brecha. ....	9
5.2.1.1	Proyección de población .....	10
5.2.2	Decisión de tamaño.....	11
5.2.2.1	Cantidades de aguas residuales .....	11
5.2.2.2	Consumo comercial, industrial y público .....	12
5.2.2.3	Gasto medio ( $Q_m$ ).....	12
5.2.2.4	Gasto máximo de aguas residuales ( $Q_{max}$ ) .....	12
5.2.2.5	Gasto de diseño ( $Q_d$ ).....	12
5.2.3	Decisión sobre la localización .....	13
5.2.4	Decisión de tecnología a utilizar.....	13
5.2.4.1	Procesos en fosa séptica – filtro anaeróbico flujo ascendente.....	14
5.2.4.2	Métodos de tratamiento de las aguas residuales .....	16
5.2.4.3	Tipos de tratamientos.....	17

5.2.4.4	Tratamientos preliminares.....	18
5.2.4.5	Tratamientos primarios .....	18
5.2.4.6	Tratamientos secundarios o biológicos .....	18
5.2.4.7	Sistemas de tratamiento convencionales.....	19
5.2.4.8	Sistemas de tratamiento no convencional.....	19
5.3	Fase de evaluación.....	20
5.3.1	Evaluación financiera .....	20
5.3.2	Evaluación socio-económica.....	22
5.3.3	Diagnostico Ambiental.....	25
Capítulo I: Diagnóstico de la Situación Actual.....		26
Identificación del Problema y Propuesta de Solución .....		26
I.1	Definición del sistema.....	27
I.2	Diagnóstico de la situación actual.....	27
I.2.1.	Diagnóstico del área de influencia.....	28
I.2.2	Diagnóstico del servicio.....	33
I.2.3	Análisis de Involucrados.....	34
I.2.3.1	Matriz de involucrados.....	34
I.3	Definición del problema.....	38
I.3.1	Análisis del problema.....	38
I.3.1.1	Árbol de Problema .....	39
I.4	Análisis de Objetivos .....	40
I.4.2.	Árbol de Objetivos .....	41
I.5	Análisis de Alternativas y Propuesta de Solución .....	42
I.5.1	Análisis cuantitativo de las Alternativas.....	42
I.5.2	Análisis cualitativo de las Alternativas.....	43
I.6	Matriz de Marco Lógico.....	44
Capítulo II: Análisis de Oferta y Demanda .....		47
II.	Análisis de Oferta y Demanda .....	48
II.1	Análisis de la demanda.....	48
II.1.1	Proyección de la población.....	48
II.1.2.	Estimación del caudal de diseño .....	50

II.2 Análisis de la oferta .....	54
Capítulo III: Estudio Técnico .....	55
III.1 Localización.....	56
III.1.1 Cobertura geográfica o macro localización.....	56
III.1.2 Ubicación del proyecto o micro localización .....	57
III.1.3 Justificación de los elementos que componen el sistema .....	58
III.2 Tamaño.....	71
III.2.1 Indicación del tamaño actual y futuro .....	71
III.2.2 Descripción de la alternativa de solución .....	71
III.4 Presupuesto .....	80
III.5 Estrategia de Organización.....	84
III.6 Financiamiento .....	84
Capítulo IV: Evaluación Financiera .....	85
IV.1 Determinación de ingresos.....	86
IV.2 Costos de operación, mantenimiento y gastos de administración.....	89
IV.3. Inversiones .....	93
IV.3.1 Inversiones fijas .....	93
IV.3.2. Inversiones diferidas .....	101
IV.3.3 Inversión en capital de trabajo .....	102
IV.4 Flujo neto de efectivo. ....	103
Capítulo V: Evaluación Socioeconómica.....	107
V.1 Caracterización de la comunidad (variables relevantes para la evaluación) .....	108
V.2. Liberación de recursos por menores costos en salud .....	108
V.3 Costos evitados por disminución de inasistencia laborales.....	109
V.4 Liberación de recursos por disminución de gastos en mantenimiento vial .....	111
V.5 Beneficios por incremento de la plusvalía de lotes en el casco urbano ...	111
Capítulo VI: Diagnostico Ambiental.....	121
VI.1 LÍNEA DE BASE AMBIENTAL .....	122
VI.2 Valoración de Impactos Ambientales Negativos .....	132
VI.3 Medidas ambientales .....	133
VII. Conclusiones .....	137

VIII. Recomendaciones .....	139
IX. Bibliografía.....	140
X. Apéndice.....	142
XI. ANEXOS.....	143



## 1 Introducción

El Distrito I del municipio de Nindirí cuenta con una población de 5,148 habitantes, en total son 7 distritos que conforman la parte urbana del municipio que está ubicado a 26 km de la capital, dicho municipio cuenta con una población de 53,139 habitantes, las cuales están asentadas en 17 comarcas, donde la mayoría se dedica a la agricultura como actividad económica; la actividad minera, procesos de obtención de agregados y derivados del petróleo son una importante fuente de ingreso para el municipio. La población del municipio, al igual que el distrito I, no cuentan con sistemas colectivos o independientes de tratamiento, esto genera la circulación de aguas grises vertidas en las calles y el uso de letrinas en la mayoría de las viviendas para depósito final de excreta; solamente en la zona periférica se encuentran residenciales que cuentan con sistemas de tratamientos colectivos e individuales para tratar las aguas servidas producidas.

El distrito I, presenta características topográficas con pendientes suaves de 0-3%; este sector presenta una alta densidad de vivienda y debido a situaciones de pobreza se puede encontrar que los factores de ocupación de los lotes en algunos casos son altos, lo que es importante a considerarse para poder determinar el sitio correcto de construcción del sistema para el vertido de las aguas residuales en cada uno de los lotes, por lo cual se prevé un sistema individual de tratamiento que estará compuesto de cuatro etapas para su funcionamiento. Con esta investigación se apunta a reducir los brotes de enfermedades, reducir el daño en la infraestructura vial y mejorar el escenario paisajístico del distrito I del municipio de Nindirí.

Se realizará un estudio a nivel de pre factibilidad que diagnostique, analice y plantee alternativas de solución en la manera de disponer las aguas residuales de manera eficiente y segura. Se utiliza la metodología del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para proyectos de "Agua y saneamiento" que incluye un análisis de la situación actual, estimación de la demanda y los diversos análisis técnicos, financiero, socio económico y ambiental.

## **2 Antecedentes**

En los últimos quince años el municipio de Nindirí ha experimentado un desarrollo urbanístico acelerado, generando serios problemas a la Comuna y a su planificación urbanística. Uno de los problemas está relacionado con el medio ambiente que aún no se han resuelto, como es el caso de la contaminación resultante del vertido de aguas grises en andenes y calles por los pobladores locales y las enfermedades generadas por el uso de letrinas; sumado a esto nos encontramos con el daño que sufre la infraestructura vial por la cantidad de agua que se vierte a diario.

Debemos mencionar que la población en el periodo de 1990 – 2000 acostumbraba a realizar pequeñas excavaciones en sus patios para acumular el agua y posteriormente regarla, por lo que muy pocas personas tenía por costumbre sacarlas a las calles para deshacerse de ellas, este tipo de conductas permitían que de manera general se lograra observar calles limpias, espacios públicos agradables y menos repuntes de enfermedades.

A partir del año 2000 la municipalidad inicio con la construcción de obras menores de drenaje (vados y cunetas), los cual no han sido suficientes para poder manejar las aguas servidas, las cuales se depositan por pendiente en los cauces que existen, creando un riesgo para la salud pública.

En el 2008 la municipalidad inicio la implementación de pozos de absorción (Pozo Filtro) para mitigar el vertido de las aguas, este tipo de proyectos si bien es cierto da solución a las aguas grises, deja desentendido el tema de las aguas negras; actualmente este tipo de proyectos se continúan ejecutando en todo el municipio. Sistemas colectivos e individuales también son utilizados en los proyectos urbanísticos que se ejecutan actualmente.

La creación espontanea de nuevos repartos ha acrecentado la situación, ya que en su mayoría estos poseen problemas de accesibilidad. Proyectos similares a este se ejecutan en otros departamentos del país tanto privados como públicos; los sistemas individuales también están presentes en los proyectos de alcantarillados donde la topografía del terreno no permite evacuar las aguas negras a través del sistema colectivo.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar el estudio de pre factibilidad de sistema independiente para tratamiento de aguas grises en el distrito I del municipio de Nindirí utilizando Trampa de Grasa, Fosa Séptica, FAFA y Pozo Filtro.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Definir la situación actual que afecta a la población del distrito I del municipio de Nindirí, mediante herramienta de marco lógico.
- Realizar análisis que determine la demanda potencial del proyecto en distrito I del municipio de Nindirí.
- Elaborar el análisis financiero del proyecto.
- Desarrollar un análisis socioeconómico de sistema independiente de tratamiento de aguas negras en el distrito I del municipio de Nindirí.
- Desarrollar un diagnóstico ambiental que determine los beneficios que este proyecto traerá al distrito I del municipio de Nindirí.

#### **4 Justificación**

Este estudio es de gran importancia ya que pretende determinar una solución adecuada que regule la circulación de las aguas grises que son vertidas en el sistema vial de distrito I y la disposición final de la excretas, este proyecto aportará a la reducción de la contaminación medioambiental y proliferación de enfermedades, también permitirá la reducción de accidentes al momento de la circulación peatonal, de igual forma contribuye al mejoramiento de la salud pública de los habitantes del sector y contribuye a la obtención de un escenario paisajístico agradable.

De igual manera podemos identificar que dentro de los beneficiarios directos del proyecto tenemos la Alcaldía de Nindirí, ya que anualmente se destina una partida presupuestaria para poder realizar las reparaciones en calles y andenes de este sector y el resto del municipio. Otro beneficiario directo son todos los habitantes del distrito uno e indirectamente los pobladores que residen aguas abajo respecto al área en estudio debido a que no recibirán aporte de aguas grises adicionales.

## **5 Marco teórico**

Todo tipo de proyecto requiere ser evaluado en su naturaleza, efectividad y resultados, dado que los recursos son cada vez más escasos, los usuarios finales buscan y necesitan una evaluación previa para la toma de decisiones.

“Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana.” (Sapag N, 2004).”

La búsqueda de alternativas de menor costo y de mayor efectividad ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías apropiadas, tal es el caso del Sistema Primario de tratamiento de aguas domésticas.

### **5.1 Fase de identificación y diagnóstico**

Una de las herramientas más utilizadas para la identificación y diagnóstico es la de marco lógico, por tanto, será la seleccionada para el análisis del proyecto del sistema independiente de tratamiento de aguas residuales.

El marco lógico “es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.” (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2005).

El marco lógico “se compone de herramientas tales como el análisis del problema, análisis de los involucrados, jerarquía de objetivos y selección de una estrategia de implementación óptima. El producto de esta metodología analítica es la Matriz (el marco lógico), la cual resume lo que el proyecto pretende hacer y cómo, cuáles son los supuestos claves y cómo los insumos y productos del proyecto serán monitoreados y evaluados.” (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2005).

### **5.1.1 Identificación del problema y alternativas de solución**

El proceso de planificación nace con la percepción de una situación problemática y la motivación para solucionarla. Dicha percepción o necesidad de estudiar y analizar determinada situación puede surgir de distintos ámbitos, algunos de ellos pueden ser necesidades, carencias de grupos de personas, aplicación de una política de desarrollo o condiciones de vida deficitarias detectadas en algún diagnóstico en el ámbito local.

### **5.1.2 Análisis de involucrados**

Es importante estudiar a cualquier persona o grupo, institución o empresa susceptible de tener un vínculo con un proyecto dado. El análisis de involucrados permite optimizar los beneficios sociales e institucionales del proyecto y limitar los impactos negativos. Al analizar sus intereses y expectativas se puede aprovechar y potenciar el apoyo de aquellos con intereses coincidentes o complementarios al proyecto, disminuir la oposición de aquellos con intereses opuestos al proyecto y conseguir el apoyo de los indiferentes.

Dentro de los beneficiarios directos del proyecto tenemos la Alcaldía de Nindirí, ya que anualmente se destina una partida presupuestaria para poder realizar las reparaciones en calles y andenes de este sector y el resto del municipio. Otro beneficiario directo son todos los habitantes del distrito uno e indirectamente los pobladores que residen aguas abajo respecto al área en estudio debido a que no recibirán aporte de aguas grises adicionales.

### **5.1.3 Análisis del problema**

Al preparar un proyecto, es necesario identificar el problema que se desea intervenir, así como sus causas y sus efectos.

Para realizar el análisis del problema, se hace uso de la herramienta: “Árbol de problemas” el cual considera las condiciones negativas percibidas por los involucrados en relación con el problema en estudio para proyectar una imagen de la realidad.

Se procede a colocar los principales problemas de acuerdo con sus relaciones de causa efecto, así como sus interrelaciones. El árbol de problema plantea el modelo lógico sobre el cual está basado el proyecto.

#### **5.1.4 Análisis de objetivos**

El análisis de los objetivos permite describir la situación futura a la que se desea llegar una vez se han resuelto los problemas. Consiste en convertir los estados negativos del árbol de problemas en soluciones, expresadas en forma de estados positivos. De hecho, todos esos estados positivos son objetivos y se presentan en un diagrama de objetivos en el que se observa la jerarquía de los medios y de los fines. Este diagrama permite tener una visión global y clara de la situación positiva que deseamos obtener en el distrito I de Nindirí.

#### **5.1.5 Identificación de alternativas de solución al problema**

Tal y como se indica en la serie Guía Metodológica para la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública, a partir de los medios que están más abajo en las raíces del árbol de problemas, se proponen acciones probables que puedan en términos operativos conseguir el medio. El supuesto es que si se consiguen los medios más bajos se soluciona el problema, que es lo mismo que decir que si eliminamos las causas más profundas estaremos eliminando el problema.

A fin de solucionar la problemática, es necesario realizar un sondeo de opiniones y búsqueda de consenso con los involucrados detectados en el presente proyecto, teniendo en cuenta sus intereses y recursos financieros disponibles, así como los posibles ejecutores de este.

#### **5.1.6 Selección de la alternativa óptima**

Este análisis consiste en la selección de una alternativa que se aplicará para alcanzar los objetivos deseados. Durante el análisis de alternativas o estrategias, conviene determinar los objetivos DENTRO de la intervención y los objetivos que quedarán FUERA de la intervención. Este análisis requiere de la identificación de las distintas estrategias posibles para alcanzar los objetivos; Criterios precisos que permitan elegir las estrategias y la selección de la estrategia aplicable a la intervención.



## **5.2 Formulación del proyecto**

La finalidad de la formulación de proyectos “es definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto”. (Nassir & Reinaldo Sapag Chain , 2008).

Para formular este proyecto se utilizará como guía el modelo de Pre inversión para proyectos de Agua y Saneamiento desarrollada por la Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP) de la Republica de Nicaragua, del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP), en su calidad de rector del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

La Metodología de Pre inversión del SNIP, se encuentra de acuerdo a los estándares internacionales, establecidos en materia de preparación y formulación de proyectos.

### **5.2.1 Análisis de demanda, oferta y brecha.**

El análisis de oferta conlleva un adecuado conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente, es necesario proceder con una investigación de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

El análisis de la demanda tiene el propósito de establecer en unidades y periodo temporal del bien o servicio para el cual el proyecto está siendo estudiado. En este caso, la demanda corresponde con los litros o metros cúbicos de agua residual de la comunidad del distrito I, que son vertidos en el medio natural, y que el proyecto deberá coleccionar, conducir y disponer finalmente. Esta población actualmente no cuenta con un sistema de recolección, conducción y tratamiento por lo que utiliza diversos métodos para deshacerse las aguas residuales y desechos fecales

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto, predecir la población para un número de años que será fijado por los períodos económicos del diseño.

### 5.2.1.1 Proyección de población

Según la Metodología de Pre-inversión para proyectos de Agua y saneamiento del SNIP la proyección de la población para un periodo de diseño “n” se realizara bajo el siguiente criterio:

Se determina a partir de los censos de población y proyecciones del INIDE. En casos que no se cuente con esta información se puede considerar información del Consejo Supremo Electoral, dado que tiene empadronada a la población de su área de influencia. Si la estadística de población no está actualizada al momento de formulación del estudio, se deberá proyectar la población del último censo con una tasa de crecimiento ínter censal hasta el periodo actual, que corresponde a una tasa de crecimiento geométrico estimada por el INIDE. La expresión (1) muestra cómo proyectar dicha población.

Expresión 1

$$P_n = P_0(1 + \delta)^n$$

Dónde:

n: número de años entre el último censo y el presente año

$\delta$ : Tasa de crecimiento (anual) entre últimos dos censos

P<sub>0</sub>: Población actual (población del último censo)

P<sub>n</sub>: Población proyectada

Según las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de agua residuales del Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado (INAA) las tasas de crecimiento deben estar comprendidas en los siguientes rangos.

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

## 5.2.2 Decisión de tamaño

La determinación del *tamaño del proyecto* consiste en la fijación de su capacidad instalada. En un proyecto de saneamiento el tamaño se refiere a la capacidad de recolección, conducción y tratamiento de agua residual durante un determinado periodo.

La decisión de tamaño “tiene dos componentes que se complementan. El primero a partir de la definición de la capacidad o el nivel máximo de producción que puede obtenerse de una operación con determinados equipos e instalaciones; y el segundo, el económico, que tiene el fin de hacer que la producción sea eficiente, es decir, a mínimo costo, asegurando una calidad y oportunidad del servicio previamente establecidos.” (Gallardo Cervantes Juan 1998).

### 5.2.2.1 Cantidades de aguas residuales

“El Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales etc. Sin embargo se puede observar que no toda el agua abastecida por el acueducto vuelve, en forma de agua usada a la cloaca, debido a que una parte es descargada fuera del sistema de recolección.” (Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales, INAA)

En las tabla siguientes se muestran valores guías de dotación para diferentes usos y localidades del país.

Tabla 5.1 Dotaciones de agua

Rango de Población	Dotación L/hab/día
0-5000	100
5000-10000	105
10000-15000	110

15000-20000	120
20000-30000	130
30000-50000	155
50000-100000 y mas	160

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales de INAA.

#### 5.2.2.2 Consumo comercial, industrial y público

Para las ciudades y localidades del país se deberán usar los porcentajes de acuerdo con la dotación doméstica diaria, Tabla 5.2, en casos especiales se estudiará específicamente en forma detallada.

Tabla 5.2 Porcentaje de consumo por sector

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales de ENACAL..

#### 5.2.2.3 Gasto medio (Qm)

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

#### 5.2.2.4 Gasto máximo de aguas residuales (Qmax)

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon, El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00

#### 5.2.2.5 Gasto de diseño (Qd)

Los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales.

### **5.2.3 Decisión sobre la localización**

El objetivo que persigue la localización de un proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte, y en la rapidez del servicio.

### **5.2.4 Decisión de tecnología a utilizar**

La tecnología es toda forma de "hacer las cosas", "es un conjunto amplio que incluye no sólo el elemento para hacer las cosas -la máquina- sino también al operador, a las relaciones entre ambos y a otros elementos que, sin ser máquinas, permiten una transformación de un insumo en un producto y el ahorro de recursos." (Roura & Cepeda, 1999).

Los costos y beneficios sociales y privados de una determinada tecnología no necesariamente coinciden, por lo que "la evaluación del proyecto debe hacerse no sólo desde la óptica de los beneficiarios sino de la sociedad en su conjunto (y viceversa). La incorporación de nueva tecnología genera impactos redistributivos, ambientales y sociales que deben identificarse y evaluarse." (Roura & Cepeda, 1999).

"El proceso de selección de tecnología para un proyecto consta de dos pasos: la selección de la tecnología más eficiente desde el punto de vista físico (técnico) y la selección de la tecnología económicamente más eficiente" (Roura & Cepeda, 1999). Es decir, se seleccionan aquellas que utilizan menos cantidad que otras de los mismos recursos para obtener el mismo nivel de producto, o que con igual cantidad de recurso obtienen más producto final.

Las opciones tecnológicas son las diferentes soluciones de ingeniería que se ajustan a las características físicas, económicas y sociales de las poblaciones. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas para saneamiento de agua están condicionadas por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, topografía del

terreno y condiciones climáticas, manto freático, permeabilidad del terreno etc. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea "convencional " o "no convencional".

Dentro de los criterios de diseño a utilizar para la recolección y saneamiento del agua será tomado de las Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales (INAA), ente normado del sector, que propone rangos basados en investigaciones realizadas y en la práctica de otros países.

#### **5.2.4.1 Procesos en fosa séptica – filtro anaeróbico flujo ascendente**

Una fosa séptica es un recipiente o cámara cerrada en donde se depositan temporalmente las aguas negras provenientes de una casa, de un conjunto residencial o de instituciones como escuelas, hoteles, etc.

El sistema puede diseñarse con uno, dos o más tanques conectados entre sí adecuadamente según las necesidades de cada caso.

La técnica de funcionamiento "Fosa - Filtro" se basa en el principio de digestión natural, de que toda aquella sustancia orgánica susceptible a ser degradada por los microorganismos que se encuentran en la naturaleza puede ser llevada a condiciones en las cuales estos microorganismos realicen dicha labor, pero con una mayor eficiencia y de tal forma que no se generen molestias a la población y daños al medio ambiente.

La digestión anaerobia se puede definir como una fermentación bacteriana en ausencia de oxígeno, en la cual la materia orgánica es transformada principalmente en una mezcla de gases en la que predomina primordialmente el metano y dióxido de carbono. El proceso de biodegradación anaeróbica se efectúa en tres etapas.

En la I Etapa la materia orgánica compleja, tal como carbohidratos, proteínas y grasas, es transformada por un grupo de microorganismos facultativos en materiales orgánicos más simples, los cuales son solubilizados en el agua mediante acción de enzimas producidas por las células bacterianas.

Durante la II Etapa el material simplificado y solubilizado en la primera etapa es utilizado por un grupo especial de bacterias denominadas "acidogénicas". Estas bacterias lo fermentan y convierten en ácido orgánico como acético, propiónico, oleico y alcoholes simples, dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno, sustancias que en su mayoría producen problemas de malos olores.

En la III Etapa aparece otro grupo de bacterias denominadas "metanogénicas", las cuales utilizan los ácidos y alcoholes producidos por el grupo acidogénico, transformándolos en metano y dióxido de carbono, fundamentalmente, con reducción notable en la producción de olores molestos.

- Eliminación de sólidos: las aguas residuales al entrar en el tanque séptico disminuyen su velocidad y permanecen en reposo durante un periodo de 12 a 24 horas. Los sólidos más pesados se depositan en el fondo del tanque, formando una capa de lodos. La mayoría de los sólidos ligeros como las materias grasas suben a la superficie y forman capas de natas, mientras el efluente se llevará el resto de los sólidos en el sistema de evacuación.
- Tratamiento biológico: Las aguas residuales una vez que están en el tanque séptico son sometidas a descomposición mediante procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias que están presentes pertenecen al grupo de bacterias anaerobias, porque se desarrollan en ausencia de aire al ser el tanque una unidad hermética, con el fondo, la tapa y los muros impermeables. Esta descomposición de aguas residuales en condiciones anaerobias es llamada "séptica", de aquí el nombre del tanque.

Durante la descomposición se produce gas que asciende constantemente en forma de burbujas a la superficie, las burbujas arrastran a las bacterias y las depositan en el líquido entrante para que se dé el proceso de putrefacción.

- Almacenamiento de lodos y natas: El resultado más importante de la descomposición anaeróbica, la cual afecta no solo a los sólidos, sino también a la materia orgánica, disuelta o coloidal que contienen las aguas residuales, será una considerable reducción en el volumen de los sedimentos, lo que permitirá que el tanque séptico funcione por largo periodo de tiempo antes de darle limpieza.

#### **5.2.4.2 Métodos de tratamiento de las aguas residuales**

Las aguas residuales pueden eliminarse por métodos Físicos, Químicos y Biológicos. Los métodos individuales se describen por Operaciones Físicas Unitarias, Procesos Químicos Unitarios y Procesos Biológicos Unitarios.

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

En los procesos químicos: se produce la eliminación de contaminantes, esto es provocado por la adición de compuestos químicos o por otras reacciones químicas como, la precipitación, transferencia de gases, adsorción y la desinfección.

Los procesos biológicos son métodos de tratamiento en los cuales se logra la eliminación de contaminantes por medio de la actividad biológica. El tratamiento biológico se emplea particularmente para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presentes en el agua residual, convirtiéndose éstas en gases que pueden escapar a la atmósfera y en tejido celular biológico que puede eliminarse por sedimentación. Dependiendo del tipo de bacterias puede ser un proceso aeróbico, anaerobio o facultativo.



### 5.2.4.3 Tipos de tratamientos

Los tipos de tratamiento se determinan en dependencia del nivel de aplicación del tratamiento y de las características de las aguas residuales, pueden ser: Tratamientos Preliminares, Primarios, Secundarios y Terciarios. Las unidades más importantes de cada uno se presentan en el Tabla 5.3

Tabla 5.3: Unidades de tratamientos de aguas residuales

<b>Tratamiento Preliminar</b>	<b>Tratamiento Primario</b>	<b>Tratamiento secundario</b>	<b>Tratamiento Terciario</b>
Rejas.	Sedimentación	Filtros anaerobios	Biodiscos
Tamices.	(tanque séptico)	Reactor UASB	Lechos bacterianos
Cajas de arenas.	Flotación	Lodos activados	Lagunas de maduración
Trituración	Coagulación	Zanjas de oxidación	Lagunas de macrofitas
Retenedores de grasas.	Digestión y secado de lodos	Filtros percoladores	(Humedales)
Homogenizadores.	Sistemas compactos (tanque Imhoff)	Filtración lenta	Biofiltros
Reguladores de caudal.		Filtración rápida	Sistemas de aplicación al suelo en general
Aireación preliminar.		Lagunas de estabilización: Facultativas, aerobias y aireadas	Filtros, ultrafiltración y desinfección.
		Lagunas con macrofitas	
		Biofiltros.	
		Lechos de carbón	
		Biodiscos.	
		Sedimentación secundaria	
		Cloración	

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales de ENACAL.

#### **5.2.4.4 Tratamientos preliminares**

Estos tratamientos son destinados a preparar las aguas residuales para que reciban los tratamiento subsiguientes, sin perjudicar los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques. Las unidades de tratamiento preliminares más importantes son:

- Separación de sólidos gruesos: rejas, rejillas, tamices, filtros gruesos.
- Separación de sólidos suspensos y sedimentables: desarenadores, sedimentadores, centrifugadores, filtros finos. Separación de grasas: retenedores de grasas.
- Separación de gases: aireación Tanque de compensación y/u homogeneización.

#### **5.2.4.5 Tratamientos primarios**

Proceso físico o físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales que entren se reduzca por lo menos en un 20 % antes del vertido, y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca por lo menos en un 50 %.

#### **5.2.4.6 Tratamientos secundarios o biológicos**

Los tratamientos secundarios eliminan la materia orgánica biodegradable de las aguas, que no ha sido retirada por el tratamiento primario. Este puede ser de tipo aerobio o anaerobio, eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% la DBO<sub>5</sub> en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. En el tratamiento secundario se aceleran los procesos naturales de eliminación de residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos.

Mientras que el tratamiento biológico de aguas residuales consiste en aclimatar una flora bacteriana (biomasa) que utilice la materia orgánica como alimento (sustrato),

convirtiéndola en gases (CO<sub>2</sub>) que escapan a la atmósfera y en tejido celular de las bacterias, que puede ser removido por sedimentación.

#### **5.2.4.7 Sistemas de tratamiento convencionales**

Estos procesos abarcan aquellos que involucran mecanización de los sistemas, en tanto que los No Convencionales no involucran mecanización pero requieren grandes áreas de terreno y están enfocados mayormente al tratamiento de aguas servidas domésticas. Entre estos sistemas se cuentan las lagunas de estabilización, lagunas anaeróbicas y "Wetlands" (lagunas de baja profundidad con presencia de plantas acuáticas). El diseño de estas unidades está en general basado en el tiempo de retención y en la carga orgánica aplicada por unidad de superficie, lo que conlleva grandes requerimientos de superficie para la generalidad de los casos.

A continuación, se describen las principales características de las alternativas de tratamiento comúnmente adoptadas.

#### **5.2.4.8 Sistemas de tratamiento no convencional**

- Lagunas de Estabilización

Dentro de este tipo de alternativas, las de mayor difusión las constituyen las Lagunas de Estabilización, con un amplio espectro de configuraciones dependiendo de las componentes unitarias involucradas. Las más aplicadas contemplan en general las siguientes configuraciones.

- Facultativas en Serie y/o Paralelo
- Anaeróbicas - Facultativas

Tabla 5.4: Rendimiento de los diferentes procesos de tratamientos de aguas residuales (%)

Proceso	DBO <sub>5</sub>	Sólidos en suspensión	Bacterias	Coliformes
Rejas finas	5-10		5-20	
Cloración de desecho bruto.	15-30		90-95	
Sedimentación simple	25-45	40-70	25-75	40-60
Precipitación química	45-85	65-90	40-80	60-90
Filtración biológica (incluyendo decantación)	75-90	70-90	90-95	80-90
Lodos activados (incluyendo decantación)	80-97	85-95	90-98	90-96
Filtración intermitente con arena	85-95	85-95	95-98	85-95
Cloración de desechos tratados biológicamente			98-99	

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales de ENACAL.

### 5.3 Fase de evaluación

“El proceso de evaluación consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición; para ello es necesario definir previamente los objetivos perseguidos.” (Fontaine E, 1999).

Los estudios a desarrollarse persiguen dentro de sus objetivos evaluar el proyecto en términos socioeconómicos, financieros y ambientales.

#### 5.3.1 Evaluación financiera

La evaluación financiera de proyectos “es una especialidad interdisciplinaria que utiliza conceptos de la economía y de las finanzas. Está orientada a determinar la conveniencia de emprender una inversión, de cualquier tipo que sea, desde el punto de vista del inversor o accionista. La metodología habitual para realizar esta evaluación

es el análisis costo-beneficio. Este consiste en comparar, mediante determinadas técnicas, los costos e inversiones que demandará el proyecto con los beneficios que generará.” (Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. 2005)

La evaluación privada es así una técnica prospectiva: implica un intento de controlar el futuro. Como es de suponer, sus conclusiones son conjeturales, es decir, sujetas a la ocurrencia de determinados supuestos. Pero esto no significa que sean arbitrarias; por el contrario, el esfuerzo se hace para tener una conjetura fundada que pueda acotar las visiones excesivamente subjetivas del futuro.

En la pre inversión, que es la etapa que nos ocupa, el objetivo es llegar a un juicio fundado sobre el comportamiento del proyecto. Para ello, es preciso hacer una correcta identificación del mismo, y analizar los diferentes aspectos involucrados. El instrumento utilizado es el flujo de fondos del proyecto el cual es un ordenamiento en el tiempo de los ingresos, egresos periódicos e inversiones que el proyecto generará.

Una de las variables que más influyen en el resultado de la evaluación de un proyecto es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de caja. Aun cuando todas las variables restantes se hayan proyectado en forma adecuada, la utilización de una tasa de descuento inapropiada puede inducir un resultado errado en la evaluación.

La tasa de descuento se define “como el precio que se debe pagar por los fondos requeridos para financiar la inversión, al mismo tiempo que representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto de acuerdo con su riesgo.” (Sapag, N., Sapag, R. 2008).

Los criterios de evaluación son instrumentos que permiten al inversionista determinar si del flujo de caja proyectada se obtendrá la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden a los denominados valor actual neto, más conocido como VAN, la tasa interna de retorno, o TIR.

El valor actual neto “es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad del proyecto en valores

monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero.” (Sapag, N.C 2001)

La forma de interpretar el VAN es que si el resultado es mayor que cero, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de descuento que se exija al proyecto; si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa de descuento que se quiere obtener después de recuperar el capital invertido y, si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

Otro criterio de evaluación es el de “la tasa interna de retorno (TIR) que evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.” (Sapag, N.,Sapag,R. 2008).

La TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno  $r$  es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento.

Un aspecto importante para la evaluación financiera es determinar los ingresos que mantendrán en operación al proyecto en este caso es la fijación de tarifa que pagaran los usuarios.

### **5.3.2 Evaluación socio-económica**

Los proyectos de inversión generan múltiples efectos. La evaluación privada capta aquellos relevantes desde el punto de vista del inversor o accionista. Sin embargo, hay efectos que superan ese enfoque, y que siendo irrelevantes para el inversor no lo son para otros involucrados o para la sociedad en su conjunto.

La disciplina que intenta medir y evaluar el conjunto total de efectos es la evaluación social de proyectos. “Esta consiste en analizar el proyecto con la metodología habitual del análisis costo-beneficio, pero ampliando el enfoque de manera que no se

circunscriba al impulsor directo del proyecto. Esta ampliación en la forma en que miramos el proyecto corrige los precios, de forma tal de captar el valor que la sociedad otorga a los bienes y servicios que entregará o demandará el proyecto, si el mismo fuera diferente del valor que se establece en los mercados privados.” (Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. 2005)

En consecuencia, la evaluación social es tanto una evaluación más amplia como una más económica que la privada. De hecho, la evaluación social es también llamada evaluación económica de proyectos. Allí donde la óptica privada prioriza los aspectos financieros, la evaluación social se focaliza en los efectos económicos, entendidos éstos como aquellos que afectan la distribución de recursos y la generación de riqueza de la sociedad, sin importar si generan un flujo de fondos o quiénes generan o reciben esos fondos.

La evaluación social incluye efectos que la evaluación privada no considera, por no ser relevantes para el inversor privado. Los efectos que sí son comunes son los siguientes:

- Efectos directos: son los que el proyecto genera sobre la función objetivo, de manera directa, es decir, en el mercado de los bienes que el proyecto produce o en el de los insumos que demanda.
- Efectos indirectos: los que se generan en el mercado de bienes o insumos sustitutos o complementarios de los que el proyecto produce o demanda, y también aquellos que afectan de manera indirecta la función objetivo.

Pero la evaluación social también toma en cuenta otros efectos:

- Secundarios: son aquellos efectos generados por el proyecto en el mercado de los demandantes del bien o servicio que el proyecto produce, y en el mercado de insumos de los insumos que el proyecto demanda.
- Externalidades: son aquellos efectos que impactan fuera del ámbito del proyecto (entendido en sentido lato), pero dentro de la sociedad que lo evalúa.
- Redistributivos: son las transferencias de ingreso que el proyecto genera. Éstas no deben considerarse para evaluar la conveniencia del proyecto, pero sí son relevantes a la hora de establecer su sostenibilidad en el tiempo y la equidad del mismo.

- Intangibles: son aquellos efectos que, por su naturaleza, pueden identificarse pero difícilmente medirse o valorarse. Si bien lo correcto sería intentar su valoración, en caso de que la misma fuera efectivamente difícil o costosa, quedan al menos identificados para que sean considerados por quienes deben tomar la decisión de hacer o no el proyecto.

El concepto básico de los precios sociales es que los mercados de bienes e insumos afectados por el proyecto normalmente están afectados por distorsiones. Estas son imperfecciones o fallas de mercado, que alejan a los mercados reales de los principios de competencia perfecta. Por lo tanto, las señales que los mercados reales envían (los precios) y la asignación de recursos derivada de esas señales muy probablemente serán diferentes a las que la sociedad haría en condiciones perfectamente competitivas. De aquí, seguir los precios de mercado puede alejarnos del óptimo social.

En el estudio de un proyecto debemos considerar esas distorsiones como dadas, y corregir los precios para llegar al “verdadero” valor social de los recursos.

Al igual que en la evaluación financiera es necesario conocer una tasa de descuento para determinar los indicadores financieros, en la evaluación social también es indispensable conocer una tasa social de descuento que mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. Esta es la razón por el cual toma relevancia la tasa social en la evaluación de proyectos del sector público, sobre todo cuando se están evaluando proyectos cuyos beneficios afectan a toda la sociedad, como es el caso de proyectos generadores de bienes públicos, y cuando los proyectos arrojan resultados que se extienden por muchos períodos y, por tanto, afectan a más de una generación.



### **5.3.3 Diagnostico Ambiental**

La diagnosis Ambiental tiene como objetivo el conocimiento de la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos del área de estudio.

Debido a la importancia del cuidado y conservación de nuestra madre tierra, en el estudio, también es necesario un análisis para garantizar la incorporación de todos los estándares ambientales nacionales aplicables al ámbito de la infraestructura social de proyectos de interés público o municipal; y para mantener un medio ambiente idóneo que preste las mejores condiciones para los habitantes, ya que en el desarrollo interviene la mano del hombre y no puede verse desligado de las incidencias que este pueda realizar al medio ambiente, por esta razón deberán atenderse las actividades necesarias para mitigar los posibles daños que genere el desarrollo del proyecto.

El Decreto 76-2006, establece 3 categorías ambientales que rigen el sistema de evaluación ambiental en el país, de acuerdo con las incidencias que tienen los proyectos. Los proyectos de alcantarillado sanitario y Saneamiento, está dentro de las tres categorías ambientales que establece el Decreto

Capítulo

I

## **Capítulo I: Diagnóstico de la Situación Actual**

### **Identificación del Problema y Propuesta de Solución**

---

## I.1 Definición del sistema

El sistema a estudiar se define como: **“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DE SISTEMA INDEPENDIENTE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO I DEL MUNICIPIO DE NINDIRÍ, UTILIZANDO TRAMPA DE GRASA - FOSA SEPTICA – FAFA – POZO DE ABSORCION”.** El cual tiene como principal objetivo brindar un adecuado sistema de disposición de aguas residuales a la comunidad.

## I.2 Diagnóstico de la situación actual.

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 del servicio en los que el proyecto intervendrá, medios alternativos empleados por la población.

El Distrito I del municipio de Nindirí cuenta con ciertos servicios básicos públicos (agua, luz, recolección de basura, salud y educación), pero carecen de un servicio de alcantarillado que permita evacuar las aguas a sistemas de tratamiento. Ante esta situación, históricamente los pobladores han adoptado hábitos inadecuados para deshacerse de las aguas grises, siendo una de ellas y la más cotidiana, la colación de tubería que conduce las aguas a las calles.



Imagen I.1 Charcas de agua



Imagen I.2 Aguas Vertidas adoquinado

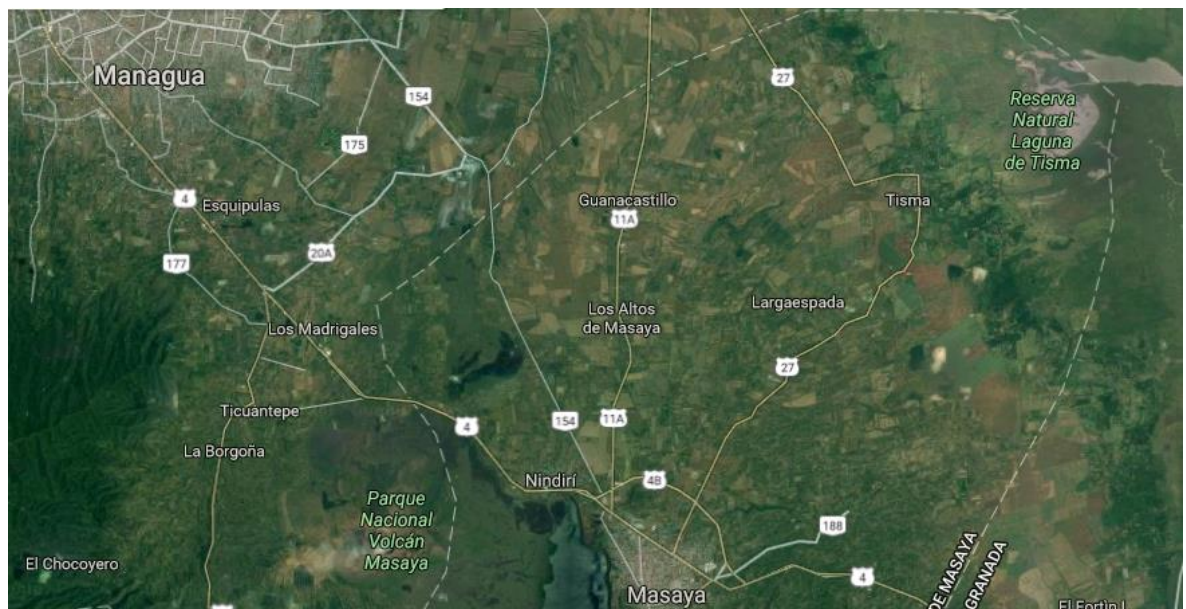
Esta situación ha acelerado el deterioro de la infraestructura vial, así como el impacto directo en la salud pública y la imagen del sector. La población ha solicitado a la municipalidad la construcción del sistema de alcantarillado, pero el presupuesto anual no es suficiente para un proyecto de esta envergadura.

Mientras estas situaciones no culminan en la ejecución del proyecto necesario, el problema persiste en la mayoría del municipio con mayores incidencias donde la densidad habitacional es alta por las características propias de cada sector.

### I.2.1. Diagnóstico del área de influencia.

El municipio de Nindirí cuenta con una población de 65,952 habitantes, las cuales están asentadas en 17 comarcas, y un área urbana compuesta por 12 barrios; según estadísticas brindadas por la Alcaldía Municipal de Nindirí, durante la Proyección 2016 de Población y Vivienda, la población de ámbito urbano es 21,451 habitantes, mientras que el ámbito rural supera los 44,501 habitantes.

#### Imagen 3 Ubicación Municipio Nindirí



Fuente: Google Maps – Nindirí, Masaya

El área que abarca este estudio es el distrito I, del ámbito urbano de la ciudad de Nindirí, que abarca los 5,148 habitantes distribuidos en 1030 viviendas, los cuales se ven afectados por la inexistencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

**Tabla I.1 Población Municipal Nindirí**

N°	UBICACIÓN	CREC. DEMOGRAFICO ANUAL	HABITANTES	VIVIENDAS	NUCLEOS FAMILIARES	SEXO	
						MASCULINO	FEMENINO
1	El Raizon	0.05	5,874.00	800.00	690.00	2,571.00	3,303.00
2	Buena Vista	0.05	2,545.00	488.00	420.00	1,221.00	1,324.00
3	Piedra Menuda	0.05	1,932.00	244.00	213.00	908.00	1,024.00
4	Madrigales Sur	0.03	844.00	147.00	135.00	397.00	447.00
5	Madrigales Norte	0.04	3,937.00	694.00	285.00	1,965.00	1,972.00
6	Los Vanegas	0.04	4,131.00	729.00	628.00	2,062.00	2,069.00
7	Valle Gothel	0.02	497.00	87.00	89.00	252.00	245.00
8	Veracruz	0.05	7,114.00	925.00	899.00	3,471.00	3,643.00
9	Cofradia	0.04	4,851.00	811.00	717.00	2,370.00	2,481.00
10	El Papayal	0.04	640.00	80.00	78.00	316.00	324.00
11	San Joaquin	0.04	640.00	93.00	86.00	384.00	256.00
12	Guanacastillo	0.05	2,384.00	362.00	492.00	1,254.00	1,130.00
13	El Portillo	0.04	876.00	114.00	112.00	501.00	375.00
14	Campuzano	0.04	1,916.00	273.00	271.00	917.00	999.00
15	Los Altos	0.05	4,266.00	719.00	320.00	2,030.00	2,236.00
16	San Francisco	0.04	1,698.00	243.00	227.00	864.00	834.00
17	Lomas del Gavilan	0.06	356.00	69.00	52.00	187.00	169.00
18	Casco Urbano	0.04	21,451.00	4,290		10,297.00	11,154.00
	<b>TOTAL</b>	<b>4.24%</b>	<b>65,952.00</b>	<b>11,168.20</b>	<b>5,714.00</b>	<b>31,967.00</b>	<b>33,985.00</b>
	Casco Rural		44,501.00			21,670.00	22,831.00

**Fuente: Proyección Municipal 2016 Alcaldía de Nindirí.**

### Perfil socioeconómico

La mayor parte de la población rural se dedica a la agricultura como actividad económica; la actividad minera, procesos de obtención de agregados y derivados del petróleo son una importante fuente de ingreso para el municipio.

En el caso del casco urbano, específicamente del distrito I del municipio de Nindirí, la actividad comercial tiene presencia contando con 40 establecimientos que se dividen en pulperías, talleres de carpintería, vulcanizadoras, salones de belleza y taller de costura.

### **Climatología y precipitación**

La precipitación promedio anual, registra un valor promedio de 1,306.7 milímetros, en la época lluviosa registra un promedio de 1,196.5 milímetros y en la época seca un promedio 110.2 milímetros. Se encuentra una zona lluviosa en la parte sur del municipio con valores mayores de 1,500 milímetros, cuya pluviosidad decrece hacia la zona norte; en la parte baja las lluvias representa una zona relativamente seca cuyos valores varían entre 1,200 y 1,250 milímetros.

La temperatura promedio en el municipio oscila entre 21.9 °C registrado en la estación “La primavera” y 27.2 °C registrado en la estación Managua; además las temperaturas más altas se presentan entre los meses de abril y mayo, oscilando sus valores entre de 27.3 y 26.8 grados respectivamente. La temperatura media más baja se presenta en los meses de diciembre y enero cuyo valor registrado fue de 24.2 grados para cada mes. Las temperaturas del mes de abril son las más elevadas en el año.

### **Amenazas Naturales**

En el municipio de Nindirí, en vista de la predominancia de la topografía plana, no existen riesgos de deslizamiento que amenacen ni a la población ni a la infraestructura del municipio.

En este municipio hay una “fuerte amenaza” sísmica. Aquí se encuentra el sistema de falla de Cofradía, el cual se localiza en la parte central norte del municipio y está constituido por fallamiento escalonado, se reportan sismos de baja magnitud a través de la red sísmica instalada.

La densidad de sismos alcanzó, alrededor de la falla tectónica de Cofradía, hasta 30 eventos en el periodo de 1975 al 2003. Esta zona es una de las más activas a nivel nacional, solamente inferior a la actividad encontrada en la cadena volcánica del pacífico, la cual tiene una densidad de hasta 40 eventos en el mismo periodo estudiado.

Este municipio presenta zonas de inundación alrededor del cauce principal en Veracruz, Valle Gotel y en sus alrededores, ya que son áreas muy urbanizadas y por la compactación de los suelos producen mayor escorrentía. Las posibles causas de estas inundaciones pueden ser la acumulación de sedimentos por la baja velocidad del agua en estas zonas ya que por sus características geomorfológicas posee un relieve plano a ligeramente ondulado. Esta es un área de alto valor económico.

Las aguas servidas que se producen en la ciudad vienen a incrementar los altos valores de contaminación de la laguna de Masaya, en la que se estima que recibe sesenta y cinco litros de agua servida por segundo, siendo el principal contaminante que amenaza con destruir este preciado recurso hídrico.

El municipio no cuenta con vertedero municipal ni relleno sanitario, por lo que los desechos sólidos se disponen en un basurero en donde no existe clasificación ni tratamiento de los desechos.

### **Energía eléctrica y Agua Potable**

En el caso de los servicios básicos, se registró una mayor cobertura de energía eléctrica (99.8%) respecto al agua potable (99.7%).

## Servicio de educación

El sector educativo dispone de 9 librerías, 6 escuelas de preescolar y primarias, 2 escuelas secundarias y 2 establecimientos de enseñanza cultural. La ciudad cuenta también con 1 biblioteca, y 1 escuela técnica.

En el municipio existe una amplia red de servicios educativos. Este servicio se ha ampliado y mejorado en los últimos años por la incidencia de organismos que apoyan el sector educativo. En la actualidad se cuentan con 6 centros educativos, con una población estudiantil de 2950 alumnos, y 66 maestros.

## Salud

Las farmacias son los establecimientos más numerosos (10), seguidos por los centros de atención médica incluyendo centros de salud (8). Asimismo, se encuentran 2 laboratorios clínicos o de radiología y 2 fabricantes de materiales médicos y odontológicos.

El sector salud ha ampliado su infraestructura y puestos médicos en un hospital de atención primaria y tres centros de salud, dos farmacias, y un laboratorio clínico para brindar mejores servicios, así mismo aumentó sus recursos humanos, hay limitaciones de equipos y tecnología para atender a los pacientes.

Tabla I.2 Personal médico en hospital y centros de salud en Nindirí.

Médicos	10
Odontólogos	1
Enfermeras	15
Auxiliares	12
Parteras	11
Brigadistas	13

Fuente: Ministerio de salud (MINSA) 2016.



### **Administración pública**

Se registran dos establecimientos de la administración pública de los cuales uno corresponde a la policía y el otro a la alcaldía.

### **Sector turístico**

Entre los servicios que demanda el turismo, los bares y venta de refrescos son cuatro y comiderías se registran dos.

### **Infraestructura vial.**

Las calles del casco urbano de Nindirí se dividen en tramos donde el terreno natural es la superficie de rodamiento y en otros puntos se cuenta con adoquinado. Estos dos sistemas que componen la infraestructura vial se vuelven vulnerables ante la actual manera de disponer las aguas residuales debido a que generan un acelerado deterioro

#### **I.2.2 Diagnóstico del servicio.**

En Nindirí la manera de deshacerse de las aguas residuales es dejarlas correr en las calles y hasta la fecha en la mayoría de los hogares existen letrinas construidas de forma artesanal ubicadas en los patios de las casas, en algunos casos por razones económicas no se posee este servicio básico, por lo que esta población se ve obligada a hacer sus necesidades al aire libre. Además, algunos pobladores utilizan sumideros, como medios más higiénicos para disponer las aguas negras que se producen.

En resumen la ausencia de un sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales genera escurrimientos de aguas insalubres (a las calles las aguas grises y al sub suelo los desechos fecales) que constituyen un riesgo de transmisión de enfermedades.

### **I.2.3 Análisis de Involucrados**

El análisis de involucrados es un ámbito dentro de la preparación y evaluación de proyectos que nos permite conocer los diferentes comportamientos, intereses, mandatos y posibles aportes que surgirán, en diferentes momentos de quienes están relacionados con un proyecto.

Los beneficios de este análisis son: fijar estrategias a seguir de acuerdo con los resultados del análisis con cada involucrado y conocer cual alternativa es mejor recibida por ellos. (Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. 2005)

Por tanto los involucrados se describen y se agrupan en base a las características similares frente a los problemas percibidos por cada uno de ellos.

#### **I.2.3.1 Matriz de involucrados.**

De forma básica el análisis de involucrados consiste en identificar los diferentes intereses, capacidades y necesidades de los grupos afectados por el proyecto de inversión. Para luego usar dichas diferencias en la definición de problemas, análisis de objetivos y selección de alternativas. Para realizar la siguiente matriz de involucrados, se efectuaron encuestas a 100 familias afectadas del distrito I (10% del valor total de familias del distrito I), las cuales expresaron diferentes intereses resumidos en la siguiente matriz de Involucrados.

Involucrado	Intereses	Problemas percibidos	Recursos o Mandatos
<b>Pobladores</b>	Mejora de su calidad de vida. Vivir bien, bonito y saludable.	<input type="checkbox"/> Estancamiento de las aguas residuales. <input type="checkbox"/> Proliferación de bacterias y virus. <input type="checkbox"/> Malos olores cerca de viviendas. <input type="checkbox"/> Recursos económicos insuficientes para implementación de sistema de tratamiento por parte de la comuna.	Constitución Política, Artículo 60 Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable. Es obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.
<b>Alcaldía</b>	<input type="checkbox"/> Control de higiene comunal. <input type="checkbox"/> Protección al ornato público <input type="checkbox"/> Desarrollo social, económico y turístico.	<input type="checkbox"/> Malos hábitos de higiene en la población. <input type="checkbox"/> Ambiente contaminado e insalubre. <input type="checkbox"/> Daños severos a la infraestructura y ornato público.	Ley 40, Ley de Municipios, Arto. 6 y 7  Plan regulador, Reglamento Ambiental
<b>MARENA</b>	<input type="checkbox"/> Control y disminución de la contaminación ambiental.	<input type="checkbox"/> Contaminación al medio ambiente (fuentes de agua potable, nivel freático y suelo) por vertido de aguas residuales.	LEY No. 217, "LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES", Arto. 3  La utilización correcta del espacio físico a través de un ordenamiento territorial que considere la

Involucrados	Intereses	Problemas percibidos	Recursos o Mandatos
<b>ENACAL</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Brindar el servicio de tratamiento y disposición de aguas residuales. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Regulación y control del servicio de aguas residuales domiciliarias.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mal manejo y conducción de las aguas residuales. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sistema de tratamiento de aguas residuales inadecuado.	Ley 276. Arto. 3 inciso 1, 3,4 y 6
<b>MINSA</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Preservación de la salud pública. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Control y reducción de las enfermedades.	<input type="checkbox"/> Incremento de enfermedades. <input type="checkbox"/> Alta tasa de enfermedades. <input type="checkbox"/> Bajo nivel de educación en higiene.	Ley 423, Ley General de Salud, Arto. 1, 5, 9, 13, 69, 72
<b>INAA</b>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fiscalizar y normar el sector alcantarillado sanitario	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Incumplimiento de las normativas existentes que regulan el uso y manejo de las aguas residuales.	Ley N°275. Ley de reforma a la ley orgánica de INAA. Arto. 6
<b>TURISTAS</b>	<input type="checkbox"/> Ambiente cómodo y agradable. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Admiración de lugares históricos y paisajes exóticos.	<input type="checkbox"/> Rutas de acceso deterioradas. <input type="checkbox"/> Ambiente hostil y desagradable	

Fuente: Elaboración Propia

Del Análisis anterior se identificó la información necesaria de los grupos de involucrados para establecer la tabla de valoración de Expectativas, fuerza y resultantes.

**VALORACION DE EXPECTATIVAS, FUERZAS Y RESULTANTES**

INVOLUCRADOS	INTERESES	EXPECTATIVAS	FUERZA	RESULTANTE	POTENCIALIDAD	
Pobladores	• Mejora de su calidad de vida.	5	+	2 =	10	Defensa de su propio espacio.
	• vivir bien, bonito y saludable.	5	+	3 =	15	
Alcaldía	• Control de higiene comunal.	5	+	5 =	25	Apoyo con el Gobierno Central y Cooperaciones Internacionales Donantes.
	• Protección al ornato público	5	+	5 =	25	
	• Desarrollo social, económico y turístico.	5	+	5 =	25	
MARENA	• Control y disminución de la contaminación ambiental.	5	+	4 =	20	Aportes técnicos - social al Proyecto.
	• Preservación de los recursos naturales.	5	+	5 =	25	
ENACAL	• Brindar el servicio de tratamiento y disposición de aguas residuales.	4	+	4 =	16	Aportes técnicos - constructivos al Proyecto.
	• Regulación y control del servicio de aguas residuales domiciliarias.	3	+	4 =	12	
MINSA	• Preservación de la salud pública.	5	+	5 =	25	Jornadas de Salud para preservar.
	• Control y reducción de las enfermedades.	4	+	3 =	20	
INAA	• Fiscalizar y normar el sector alcantarillado sanitario	4	+	4 =	16	Normar y Regular el Sistema de Aguas Residuales.
TURISTAS	• Ambiente cómodo y agradable.	5	+	3 =	15	<del>Renumeraciones Económicas</del>
	• Admiración de lugares históricos y paisajes exóticos.	5	+	3 =	15	

### **I.3 Definición del problema.**

El problema principal que se presenta es: **“INADECUADO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN EL DISTRITO I DEL MUNICIPIO DE NINDIRÍ.”**

#### **I.3.1 Análisis del problema.**

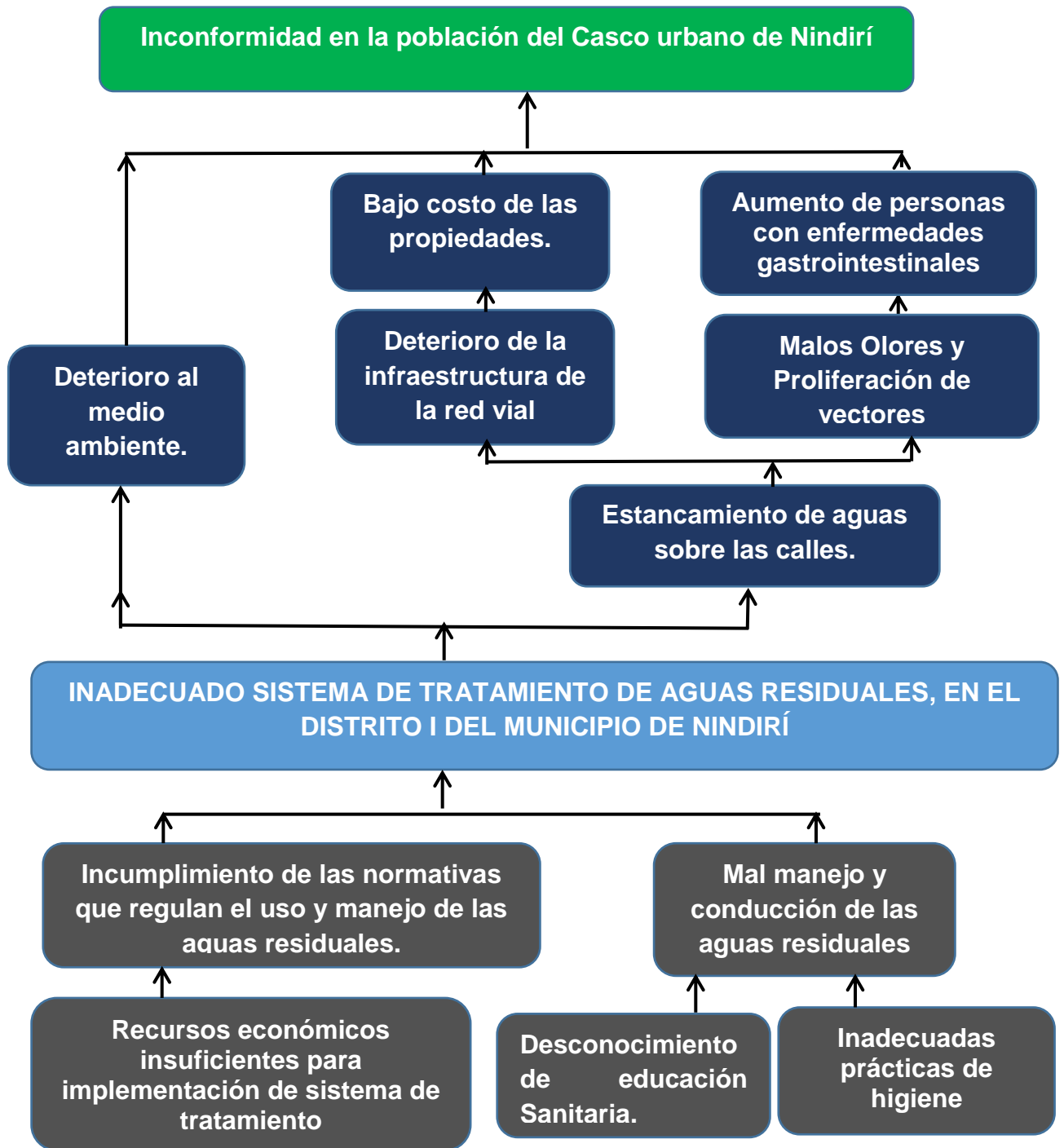
Para realizar el análisis del problema, se hace uso de la herramienta: “Árbol de problemas” el cual considera las condiciones negativas percibidas por los involucrados en relación con el problema en estudio para proyectar una imagen de la realidad.

Basados en las entrevista y encuestas realizados a los involucrados se logró identificar diversas causas y efectos percibidos que al someterlos a un análisis objetivos se logró determinar las de mayor relevancia con relación directa al problema principal.

Se procede a colocar los principales problemas de acuerdo con sus relaciones de causa-efecto, así como sus interrelaciones. El árbol de problema plantea el modelo lógico sobre el cual está basado el proyecto.

Finalmente la definición de las relaciones de causalidad de los problemas permite realizar el diseño del presente proyecto.

### I.3.1.1 Árbol de Problema



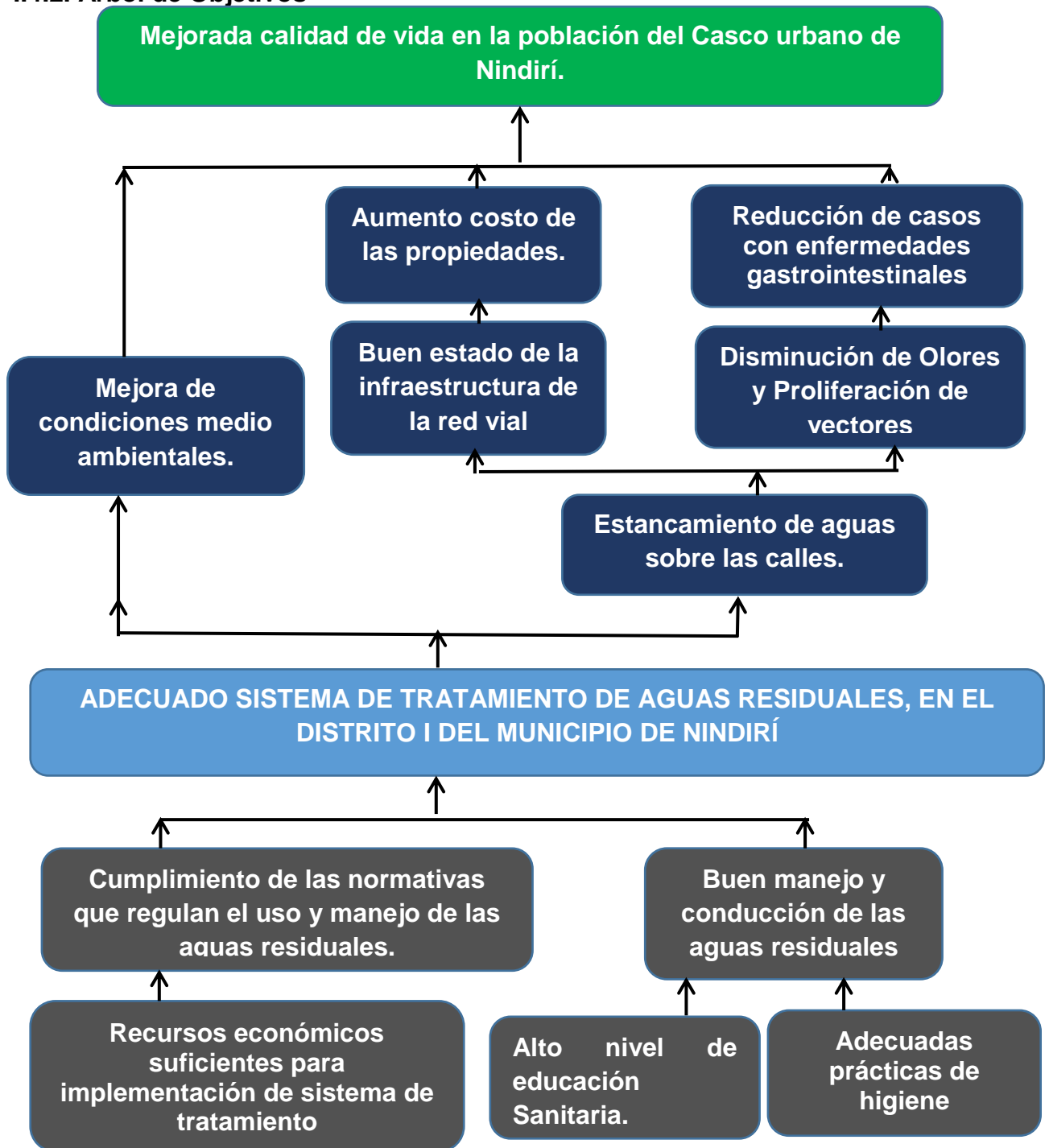
#### **I.4 Análisis de Objetivos**

El análisis de objetivos realizado convierte los problemas que aparecen en el árbol de problemas en objetivos o soluciones a dichos problemas como parte inicial de especificar la situación futura deseada o mejorada.

Para analizar asertivamente estas condiciones se necesita elaborar un árbol de objetivos, que sirve para visualizar las relaciones entre los objetivos planteados así como para su debida jerarquización.



### I.4.2. Árbol de Objetivos



## I.5 Análisis de Alternativas y Propuesta de Solución

El análisis de alternativas consiste en identificar estrategias a partir del árbol de objetivos, que, si son ejecutadas, podrían promover el cambio de la situación actual a la situación deseada. Las propuestas analizadas han sido las siguientes:

- Construcción sistema de alcantarillado sanitario**
- Construcción de Fosa Séptica – FAFA – Pozo de Absorción**
- Mejorar los hábitos y educación para sensibilización**
- Jornadas de limpieza comunitaria**

### I.5.1 Análisis cuantitativo de las Alternativas

Tabla 1.3 Alternativas

Criterios	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
	Construcción sistema de	Construcción de sistema de tratamiento (FOSA SÉPTICA –	Mejorar los hábitos y educación para sensibilización	Jornadas de limpieza comunitaria
Costo	Alto	Baja	Baja	Bajo
Tiempo	Largo	Corto	Corto	Corto
Concentración sobre los beneficiarios	Alto	Medio	Alto	Medio
Impacto de genero	Media/alta	Media	Media/alta	Medio
Impacto ambiental	Alto	Media	Baja	Baja

Riesgos sociales y económicos	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Viabilidad	Alto	Alto	Alta	Alta

### I.5.2 Análisis cualitativo de las Alternativas

Criterios	Coeficiente	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
		Construcción de sistema de alcantarillado sanitario	Construcción de sistema de tratamiento (FOSA SÉPTICA – FAFA – POZO ABSORCIÓN)	Mejorar los hábitos de educación para sensibilización	Jornadas y de limpieza comunitaria				
Costo	4	1	4	5	20	4	16	5	20
Tiempo	2	1	2	5	10	4	8	5	10
Concentración sobre los beneficiarios	5	5	25	4	20	5	25	5	25
Impacto de género	3	1	3	2	6	5	15	5	15
Impacto ambiental	4	5	20	3	12	1	4	1	4
Riesgos sociales	4	4	16	1	4	1	4	1	4
Viabilidad	5	4	20	5	25	5	25	5	25
<b>TOTAL</b>			<b>90</b>		<b>97</b>		<b>97</b>		<b>103</b>

Se considera que la construcción de Fosa Séptica – FAFA -Pozo Filtros es la alternativa más viable tomando en cuenta todos los factores antes mencionados, esta solución es la más adecuada a los intereses y beneficios que este aportaría a los involucrados.

### I.6 Matriz de Marco Lógico

	RESUMEN NARRATIVO DEL PROYECTO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	DESUPUESTOS
<b>FIN</b>	Contribuir a la mejora de calidad de vida de la población del distrito I de Níndiri, mediante la mitigación de vectores y focos de enfermedades causadas por el vertido de aguas	Disminuidos en un 90% las necesidades básicas insatisfechas del año 2039. Mejorada la calidad de vida y salud de los 5,148 pobladores. Eliminados los vectores.	Monitoreo y seguimiento a la construcción sistema de tratamiento. Constatar, verificar y supervisar el uso adecuado y mantenimiento de trampa de grasa, fosa séptica, fafa y pozo de absorción . Monitoreo	Eliminados los focos de infección. Eliminados la proliferación de vectores. Eliminada las charcas en andenes y calles. Mejorada la belleza escénica

<b>PROPÓSITO</b>	El tratamiento de aguas residuales del distrito I del municipio de Nindiri es adecuado y amigable con el medio ambiente.	Controlado y tratado el vertido de aguas residuales en 1030 viviendas.  Reducido los gastos de mantenimiento vial por	Censo de viviendas que ya no vierten las aguas residuales a calles y andenes.  Control de gastos de y presupuesto vial la alcaldía de Nindiri,	Mejor bienestar común de los pobladores.  Mayor limpieza en el distrito I.  Menos contaminación ambiental.
<b>PRODUCTOS /RESULTADOS</b>	Disminuir la proliferación de vectores y focos de enfermedades  Mejorar el escenario paisajístico del municipio en general  Garantizar la vida útil de la infraestructura vial	Mejorada la salud de 5148 pobladores  Mejorada la infraestructura vial en 5,500 metro lineales en el distrito I	Censo del Índice de infestación en la población.  Registros del MINSA de casos atendidos. Seguimiento y monitoreo al plan de mantenimiento de infraestructura vial de la Alcaldía Municipal de Nindiri.	Controlada la proliferación de vectores y focos de enfermedades. Calles y andenes en buen estado.

<b>ACTIVIDADES</b>	Construir obras civiles de mitigación al tratamiento de aguas residuales.	1000 sistemas independientes construidos en el distrito I. Capacitados	3 Visitas de inspección durante el proceso de construcción.	Eliminación de charcas.
	Implementación de plan de desarrollo urbano municipal	1000 familias protagonistas del distrito I en el Plan de Desarrollo Urbano.	Listado de participación a los talleres de capacitación.	Mejor control de focos de enfermedades y proliferación de vectores.
	Incentivar el pago de los impuestos en general.	Aumentado el 20% de la recaudación. Concientizados 5000 pobladores en los cabildos.	Informe financiero de recaudación presentado en los cabildos.	Aumento de la vida útil de la infraestructura vial.
	Se prevé la concientización de la población referente al uso y manejo de las aguas domiciliarias	el manejo y uso de las aguas residuales domésticas. Efectuadas	Listado de participantes a los talleres de concientización.	Mejorado el índice de salud de los pobladores.
	Coordinar a través de los	2 asambleas	Listado de	5. Mejora del

**Capítulo**

**II**

**Capítulo II: Análisis de Oferta y Demanda**

---

## II. Análisis de Oferta y Demanda

### II.1 Análisis de la demanda

La población objetivo se refiere a la población que demandará los servicios que ofertará el proyecto y recibirá los beneficios del mismo.

La demanda del servicio de alcantarillado sanitario y saneamiento se determinará mediante las proyecciones demográficas de la comunidad, dotaciones per cápita y niveles de cobertura para un periodo de diseño determinado.

#### II.1.1 Proyección de la población

La población mínima de diseño se debe calcular a partir del número de unidades habitacionales que contempla el proyecto multiplicado por el factor de hacinamiento, este último corresponde al valor que se obtiene del último censo de población del distrito.

El método usado es el geométrico por ser el más utilizado en Nicaragua. El cual se define como:

$$P_n = P_0(1 + \delta)^n$$

Dónde:

n: periodo de diseño del proyecto

$\delta$ : Tasa de crecimiento (anual) de la población

P<sub>0</sub>: Población actual.

P<sub>n</sub>: Población proyectada

Debido a que el promedio de la proyección de la población fue menor a 2.5%, se tomó un crecimiento poblacional de 2.5% para un período de diseño de 20 años, (según lo recomendado en las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales del INAA) que propone un intervalo de 2.5 a 4%, en el caso de la población actual considerada fue la del casco urbano igual a 21, 451 habitantes, se obtuvo como resultado que la población de diseño proyectada de **44,995** habitantes.



**Tabla II.1 Resumen de número de viviendas por rango de habitantes.**

<b>Resultado de Encuesta</b>			
<b>Habitantes / Viviendas</b>	<b>Viviendas encuestadas</b>	<b>Viviendas según rango</b>	<b>% Viviendas según rango</b>
0-4	100	33	33
5-10		52	52
11 a más		15	15
<b>Interesados en el proyecto</b>	<b>88%</b>		
<b>Cuentan con espacio</b>	<b>80%</b>		
<b>Asumirán costo mantenimiento</b>	<b>80%</b>		

**Tabla II.2 Viviendas del proyecto.**

<b>VIVIENDAS A CONSIDERAR DENTRO DEL PROYECTO</b>		
<b>Habitantes / Viviendas</b>	<b>Viviendas según rango</b>	<b>TOTAL DE VIVIENDAS</b>
0-4	272	824
5-10	429	
11 a más	123	

## II.1.2. Estimación del caudal de diseño

La producción de agua residual se realizó con las “Guías Técnicas Para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales” de INAA.

En la localidad no se cuenta con un sistema de registro de consumo de agua potable por lo que la dotación se estimó según lo recomiendan las “Guías Técnicas Para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales”, que presenta una dotación para diferentes rangos de población, por lo tanto, para la población de diseño de 44, 995 habitantes se usó una dotación de 155 litros por persona por día.

Los caudales: medio, máximo se calcularon con las fórmulas citadas a continuación:

### **Gasto medio**

Se consideró un factor de retorno del 80% de la dotación de agua potable para la población proyectada, rango establecido por el CEPIS y adoptado por INAA.

$$Q_m = 0.8 * dot$$

### **Gasto máximo**

$$Q_{max} = H * CPD$$

Dónde:

H: factor de Harmon, se define como:

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

P: población de diseño en miles de personas.

El factor de relación de Harmon contempla un rango de 1.8 a 3, siendo el calculado de 2.3 por tanto se utilizó un valor de 2.3

### **CPD: consumo promedio diario:**

$$CPD = Q_m * P$$

Tabla II.3 Calculo de caudal de diseño o demanda

**RANGO DE POBLACION 0-4 HAB / VIV**

Parámetro:	Símbolo	Unidades:	Fórmula	Valor:	Criterio
Población de Diseño	Pd			44,995	
Población / Viv:	P	Habitantes		4	
Factor de retorno:		% Consumo domestico		80	
Dotación:	Dot	lppd		155	30000 - 50,000 hab → 155 lppd (INAA)
Gasto medio:	Qm	$\frac{lts}{seg}$	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	0.0057	
Gasto mínimo:	Qmin	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{min} = \frac{Q_m}{5}$	0.0011	
Factor de relación:	H		$H = 1 + 14/(4 + \sqrt{Pd})$	2.30	
Gasto máximo:	Qmax	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{max} = H * Q_m$	0.01311	
Gasto máximo total:		$m^3/seg$		0.00001311	

Tabla II.4 RANGO DE POBLACION 5-10 HAB / VIV

Parámetro:	Símbolo	Unidades:	Fórmula	Valor:	Criterio
Población de Diseño	Pd			44,995	
Población / Viv:	P	Habitantes		10	
Factor de retorno:		% Consumo domestico		80	
Dotación:	Dot	lppd		155	30000 - 50,000 hab → 155 lppd (INAA)
Gasto medio:	Qm	$\frac{lts}{seg}$	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	0.0143	
Gasto mínimo:	Qmin	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{min} = \frac{Q_m}{5}$	0.0028	
Factor de relación:	H		$H = 1 + 14/(4 + \sqrt{Pd})$	2.30	
Gasto máximo:	Qmax	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{max} = H * Q_m$	0.0328	
Gasto máximo total:		$m^3/seg$		0.00003289	

Tabla II.5 RANGO DE POBLACION 11-más HAB / VIV

Parámetro:	Símbolo	Unidades:	Fórmula	Valor:	Criterio
Población de Diseño	Pd			44,995	
Población / Viv:	P	Habitantes		18	
Factor de retorno:		% Consumo domestico		80	
Dotación:	Dot	lppd		155	30000 - 50,000 hab → 155 lppd (INAA)
Gasto medio:	Qm	$\frac{lts}{seg}$	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	0.0258	
Gasto mínimo:	Qmin	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{min} = \frac{Q_m}{5}$	0.00516	
Factor de relación:	H		$H = 1 + 14 / (4 + \sqrt{Pd})$	2.30	
Gasto máximo:	Qmax	$\frac{lts}{seg}$	$Q_{max} = H * Q_m$	0.0594	
Gasto máximo total:		$m^3/seg$		0.00005934	

## II.2 Análisis de la oferta

Esta etapa del proyecto, se centraliza en la evaluación de la oferta de la cual actualmente disponen los pobladores, para deshacerse de las excretas y aguas residuales que estos producen.

Según datos obtenidos del Ministerio de Salud el número viviendas que cuentan con algún tipo convencional de sistema de disposición de excretas (letrina) es de 755, de las cuales 250 están en mal estado y en todos los casos el resto del agua gris es vertida libremente a la superficie atravesando por espacios públicos, existen 123 viviendas que poseen sumideros y 25 con fosa séptica, como se detalla en la Tabla II.6

Tabla II.6 Distribución de sistemas de disposición de excretas.

Tipo de Sistema	Cantidad
Tipo Convencionales (letrina)	755
Sumideros	123
Fosa Sépticas	25
Total	903

Fuente: Elaboración Propia

**Capítulo**

**III**

## **Capítulo III: Estudio Técnico**

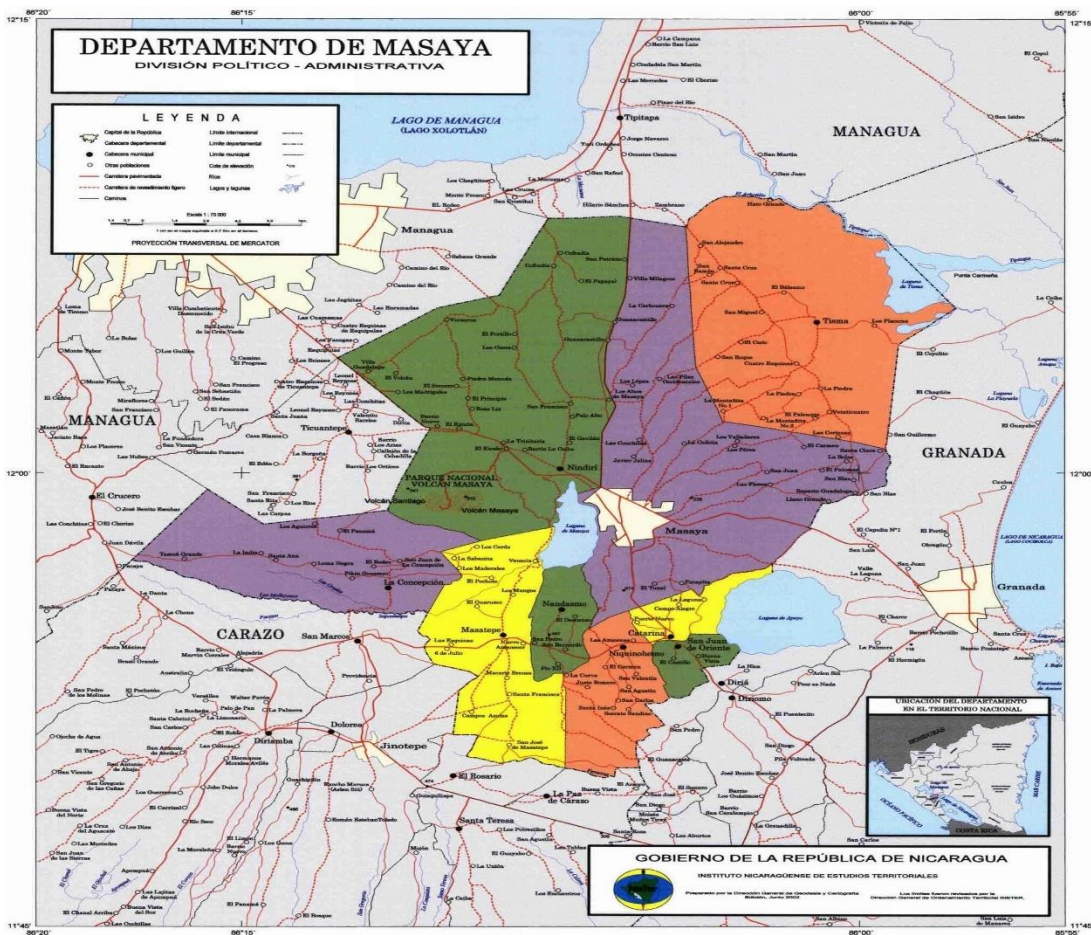
---

### III.1 Localización.

#### III.1.1 Cobertura geográfica o macro localización.

El proyecto se localiza en el departamento de Masaya, situada al suroeste de la capital. El departamento de Masaya, ocupa una extensión superficial de 142.6 km<sup>2</sup> con una densidad poblacional de 991 hab. /km<sup>2</sup> y se encuentra dividido en nueve municipios: Catarina, La Concepción, Masatepe, Masaya, Nandasmo, Nindirí, Niquinomo, San Juan de Oriente y Tisma. La Población del departamento. de Masaya es de 173,874 habitantes. Ver Imagen. III.1. macro localización.

Imagen III.1. Macro localización del municipio.



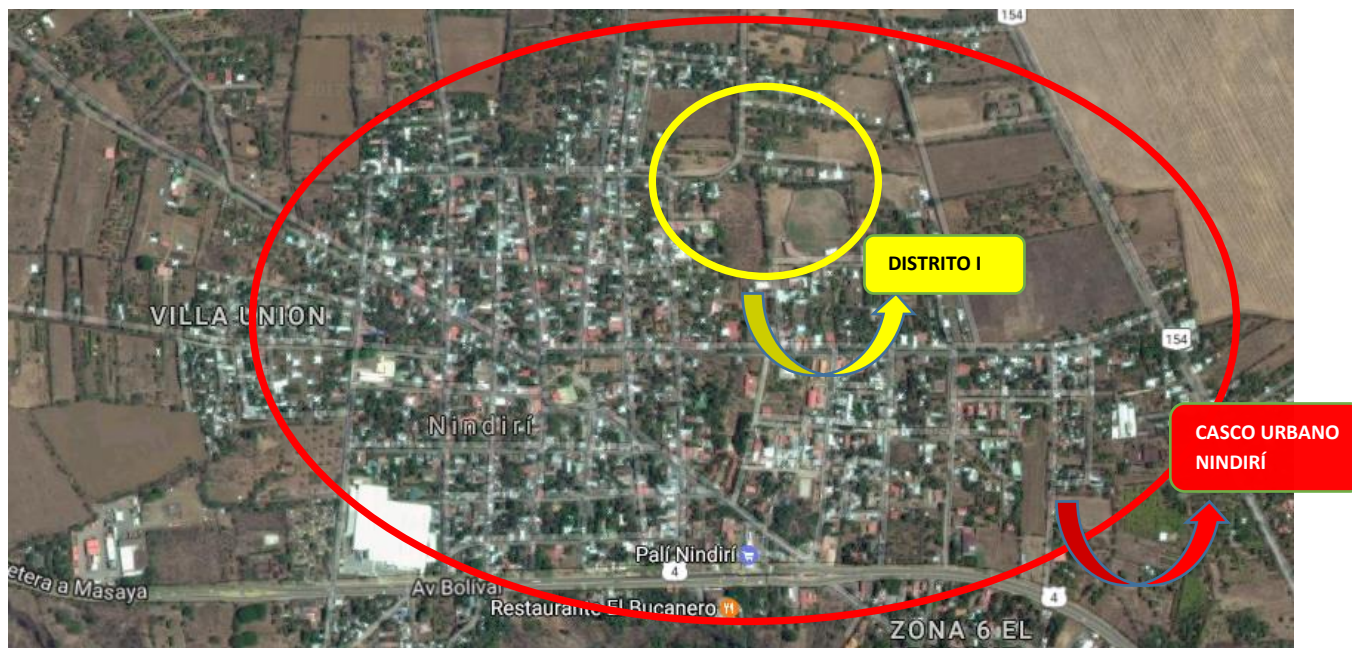
Fuente: Google Maps – Nindirí, Masaya



### III.1.2 Ubicación del proyecto o micro localización

El área del proyecto se encuentra ubicada en el distrito I del municipio de Nindirí que está ubicado a 26 km de la capital, situado en el sector norte del departamento de Masaya, el municipio de Nindirí tiene un perímetro de 58.7 km y una superficie de 149.33 km<sup>2</sup>; limita al norte con los municipios de Managua y Tipitapa del Departamento de Managua; al sur, con la Laguna de Masaya y los municipios de Masatepe y La Concepción; al este, con el municipio de Masaya y al oeste, el municipio de Ticuantepe (Dpto. de Managua). Se localiza en la región hidrológica de la cordillera volcánica, cerca de la base de las alturas de las sierras de Managua; se asienta sobre una llanura que parte de la cima de la laguna de Masaya, posee una altitud de 223 ms.n.m y presenta una topografía del terreno predominantemente plana y con pendientes suaves.

Imagen III.2. Micro localización del municipio.



Fuente: Google Maps – Nindirí, Masaya

### III.1.3 Justificación de los elementos que componen el sistema

#### **Trampa de grasa.**

El empleo de trampa de grasa es recomendable para el acondicionamiento de las descargas de los lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en cocinas de lugares con más de 10 usuarios, de carácter obligatorio en restaurantes, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir cantidad suficiente de grasa que afecte el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas residuales, así como de las descargas de lavanderías de ropa.

#### Requisitos previos

- a) Los desechos de los desmenuzadores de desperdicios no se deben descargar a la trampa de grasa.
- b) Las trampas de grasa deberán ubicarse próximas a los aparatos sanitarios que descarguen desechos grasosos, y por ningún motivo deberán ingresar aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos.
- c) Las trampas de grasa deberán proyectarse de modo que sean fácilmente accesibles para su limpieza y eliminación o extracción de las grasas acumuladas.
- d) Las trampas de grasa deberán ubicarse en lugares cercanos en donde se preparan alimentos.

Las trampas de grasa se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionadas y con fácil acceso para limpiarlas. No se permitirá colocar encima o inmediato a ello maquinarias o equipo que pudiera impedir su adecuado mantenimiento.

### Características de la trampa de grasa

a) La relación largo: ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.

b) La profundidad no deberá ser menor a 0,80 m.

c) El ingreso a la trampa de grasa se hará por medio de codo de 90° y un diámetro mínimo de 75 mm. La salida será por medio de una tee con un diámetro mínimo de 75 mm.

d) La parte inferior del codo de entrada deberá prolongarse hasta 0,15 m por debajo del nivel de líquido.

e) La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y de salida deberá de ser no menor a 0,05 m.

f) La parte superior del dispositivo de salida deberá dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo del nivel de la losa del techo.

g) La parte inferior de la tubería de salida deberá estar no menos de 0,075 m ni más de 0,15 m del fondo.

h) El espacio sobre el nivel del líquido y la parte inferior de la tapa deberá ser como mínimo 0,30 m.

Cuadro III.1 Gasto de agua en artefactos sanitarios.

<b>GASTO DE AGUA EN ARTEFACTOS SANITARIOS</b>		
ARTEFACTO	L/S	U.M.
LAVAMANOS	0.10	1.00
ARTESA	0.20	2.00
DUCHA	0.10	1.00
INODORO DE TANQUE	0.10	1.00
INODORO DE FLUXOMETRO	2.00	20.00
PANTRY DE VIVIENDA	0.15	1.50
PANTRY DE RESTAURANTE	0.30	3.00
LAVANDERO	0.20	2.00
HIDRANTE DE RIEGO DE 18 mm	0.60	6.00
HIDRANTE CONTRA INCENDIOS DE 50 mm	3.00	30.00
HIDRANTE CONTRA INCENDIOS DE 62 mm	8.00	80.00
URINARIO	0.05	0.50
URINARIO DE FLUXOMETRO	0.30	3.00
LAVA PATOS (BACINICAS)	1.00	10.00
UNIDAD DENTAL	1.00	10.00

Las trampas de grasa no se consideran generalmente necesarias en sistemas domésticos de eliminación de aguas negras. Si a criterio del diseñador se considera necesario su instalación, esta deberá tener una capacidad mínima de 120 litros para una sola vivienda. Para los otros establecimientos se recomienda utilizar un volumen de 8 litros por persona servida, pero el volumen total nunca será menor de 120 litros.

Las trampas de grasa deberán interceptar las aguas provenientes de fregaderos y lavadores de plato, pero no las provenientes de trituradores de desperdicios.

#### Diseño de la trampa de grasa

a) La determinación del caudal de diseño se ejecutará a partir de las unidades de gasto según lo indicado en el Cuadro : Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.

Aparato Sanitario Tipo Unidad de Gasto (\*) Lavadero de cocina Múltiple 2  
Lavadero de repostería Hotel restaurante 4 Lavadero de ropa 3 (\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada grifo instalado en el lavadero.

b) El caudal máximo se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0.3 \sum p$$

Donde:

Q = Caudal máximo en lt/seg.

$\sum p$  = Suma de todas las unidades de gasto a ser atendido por la trampa de grasa

c) El volumen de la trampa de grasa se calculará para un período de retención.

## **TANQUE SEPTICOS**

Los tanques sépticos se utilizarán por lo común para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales.

Las aguas residuales pueden proceder exclusivamente de las letrinas con arrastre hidráulico o incluir también las aguas grises domésticas (generadas en duchas, lavaderos, etc.).

### CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Cuando se emplee tanque séptico, éste deberá ubicarse en un sitio donde: no ofrezca riesgo de contaminar las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano; permita una pendiente aceptable para la instalación de las cloacas de la edificación y demás elementos del sistema de disposición propuesto; sea fácil su inspección, operación y mantenimiento; y resulte factible la disposición final de las aguas tratadas, estipulándose como mínimo las siguientes distancias:

- De las fuentes de abastecimiento de agua: 20,00 m;
- De los linderos de la parcela: 2,00 m;
- Del sistema de disposición final: 2,00 m;
- De las construcciones existentes o futuras dentro de la parcela: 2,00 m;
- De las construcciones de terrenos contiguos: 5,00 m; y
- De los estanques subterráneos de almacenamiento de agua potable: 10,00 m.

Los tanques sépticos de forma rectangular se diseñarán de manera que su largo sea de 2 a 4 veces el ancho. En un tanque de cualquier otra forma, la altura útil (hasta el nivel del líquido) no será menor de 1,20 ni mayor de 1,60 m. Se admitirá reducir esta altura útil en casos especiales debidamente comprobados.

La capacidad útil (volumen hasta el nivel del líquido) de un tanque séptico podrá ser estimado por medio de los criterios siguientes:

Los tanques sépticos deberán ser de estructuras resistentes, para soportar las cargas muertas y móviles a que puedan quedar sometidos, e impermeables; hechos de concreto o de ladrillos bien cocidos, enlucidos interiormente con mortero de cemento u otro material impermeabilizante.

- Los tanques sépticos deberán llenar, además, los siguientes requisitos:
  - a. La entrada y salida deberán hacerse por medio de tubos en forma de T, de hierro fundido o de PVC, de 4" de diámetro como mínimo, o mediante tabiques. El extremo inferior de la T o del tabique, deberá quedar entre 0,40 y 0,60 m por debajo del nivel del líquido. La rasante de la tubería de entrada deberá quedar 0,05 m más alta que la rasante de la tubería de salida. La distancia entre la pared del tanque y el tabique deberá ser de 0,25 m.
  - b. Deberá dejarse un espacio libre o cámara de aire sobre el nivel de flotación, aumentándose dicho espacio en caso de que se requiera para la instalación de la T.
  - c. El fondo del séptico deberá tener pendiente del 10% hacia el punto de descarga o extracción de lodos.

Donde las características topográficas del terreno lo permitan, la extracción de lodos podrá hacerse por gravedad; en caso contrario se hará por la parte superior, a través de la correspondiente boca de limpieza.

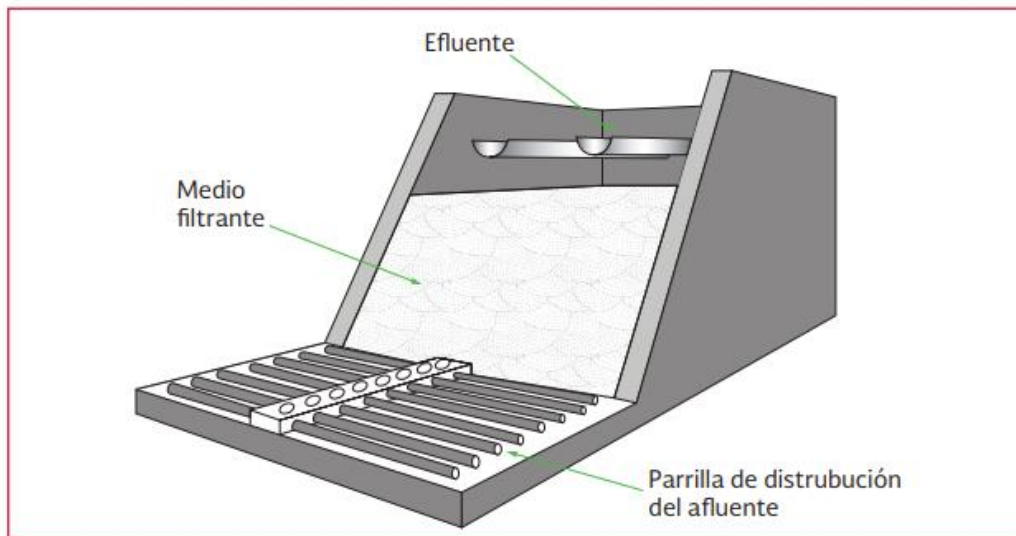
- d. Todo tanque séptico estará provisto de una boca de limpieza de 0,60 x 0,60 m ubicada directamente encima del sitio donde convergen las pendientes en el fondo.

## FAFA

El filtro anaerobio de flujo ascendente o FAFA, es un componente ocasional de plantas de tratamiento. La función del filtro, también llamado reactor anaerobio tiene por finalidad reducir la carga contaminante de las aguas servidas. El agua servida es alimentada al filtro a través del fondo, construido de forma que permita distribuir el flujo en forma uniforme en toda la sección del filtro. El agua a ser tratada se hace pasar a través de un cuerpo poroso (piedra), llevándola al contacto con una fina biopelícula de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia.

Los filtros anaerobios de flujo ascendente para el tratamiento de aguas residuales domésticas han sido utilizados para el pulimento de efluentes de tanques sépticos y de reactores anaerobios de flujo ascendente, operando con un TRH de 4 a 10 horas (Chernicharo de Lemos, 2007).

Imagen III.3 Componentes principales de un FAFA





### Carga orgánica volumétrica

Chernicharo de Lemos (2007) menciona que, para un filtro anaerobio, la carga orgánica volumétrica (COV) se refiere a la carga de la materia orgánica aplicada por unidad de volumen del filtro o medio empacado. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$COV = \frac{Q * S_o}{V}$$

donde:

- COV = carga orgánica volumétrica, en kg de DQO/(m<sup>3</sup> d) o kg de DBO/(m<sup>3</sup> d)
- Q = gasto, en m<sup>3</sup>/d
- S<sub>o</sub> = concentración total de DBO en el afluente, en mg/L
- V = volumen total del filtro o volumen ocupado por el medio empacado, en m<sup>3</sup>

El volumen del reactor (V) se puede determinar despejándolo de la Ecuación, quedando como se expresa en la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q \cdot S_0}{COV}$$

Chernicharo de Lemos (2007) menciona que:

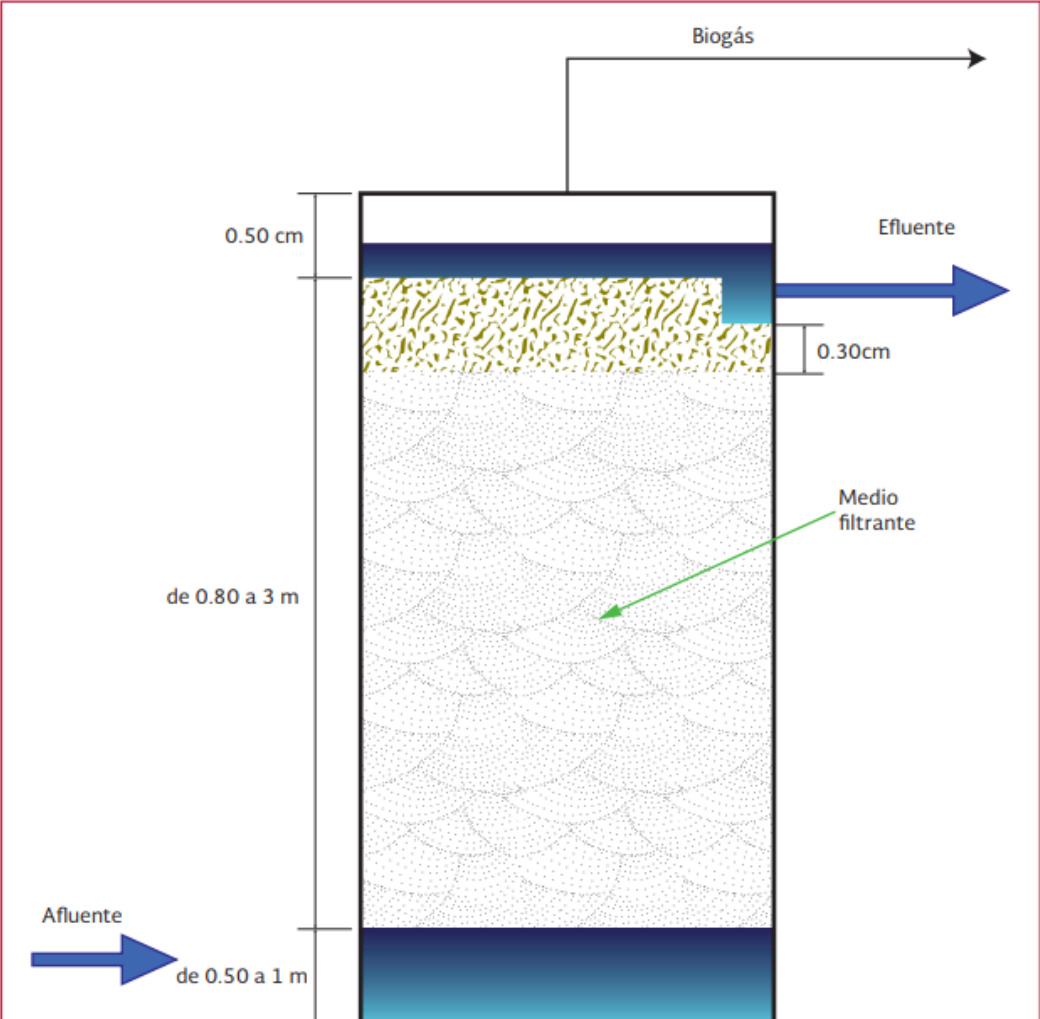
- En estudios realizados en filtros anaerobios se han obtenido buenos resultados aplicando una COV de 0.15 a 0.50 kg de DBO/m<sup>3</sup>d, (tomando en cuenta el volumen total del filtro) y de 0.25 a 0.75 kg de DBO/m<sup>3</sup>d (tomando en cuenta el volumen del filtro empacado)

Para el tratamiento de aguas residuales domésticas, el diseño del filtro es regido por el tiempo de residencia hidráulica (TRH)

### Dimensionamiento

El dimensionamiento de los filtros anaerobios de flujo ascendente se basa fundamentalmente en experiencias observadas por diferentes investigadores, quienes han fijado los intervalos de operación para cargas hidráulicas y cargas volumétricas en función del gasto y la carga orgánica.

Imagen III.4 Criterios de diseño FAFA



## GUIA PARA EL DIMENSIONAMIENTO FAFA

Concepto	Observaciones
Cálculo del área superficial del filtro, en m <sup>2</sup>	$A = \frac{Q}{CHS}$
	donde:
	CHS = La carga hidráulica, en m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> d)
	Q = Caudal, en m <sup>3</sup> /d
Obtener el lado del filtro si es cuadrado o su diámetro si es circular, en m	$L = A^{1/2}$ $D = \left(\frac{4A}{\pi}\right)^{1/2}$
Cálculo del volumen del lecho filtrante, en m <sup>3</sup>	$V = \frac{Q S_0}{COV}$
	donde:
	S <sub>0</sub> = DBO en el afluente, en kg de DBO/m <sup>3</sup> COV = Carga orgánica volumétrica, en kg de DBO/m <sup>3</sup> d
Cálculo de la altura del lecho filtrante, en m	$hm = \frac{V}{A}$
Cálculo de la altura total del filtro, en m	$H = hm + b + d$
Cálculo del volumen total del filtro, en m <sup>3</sup>	$Vt = A H$
Revisión de la carga orgánica volumétrica, en kg de DBO/(m <sup>3</sup> d)	Este valor deberá estar comprendido entre 0.15 y 0.50 kg de DBO/(m <sup>3</sup> d)
	$COV_t = \frac{Q S_0}{Vt}$

Concepto	Observaciones
Cálculo del tiempo de residencia hidráulica, en d	$TRH = \frac{V}{Q}$
Cálculo de la eficiencia de remoción del filtro anaerobio, en %	$E = 100[1 - 0.87(TRH^{-0.5})]$
Concentración de DBO esperada en el efluente	$DBO_{ef} = S_0 - \frac{E S_0}{100}$

## **POZO DE ABSORCION**

Cuando se proyecte disponer sub-superficialmente el efluente de un tanque séptico, se determinarán las características de absorción del suelo por medio de la prueba de percolación, cuyo procedimiento se indica a continuación:

- a. La prueba de percolación debe hacerse en sitios donde la composición del sub-suelo presente características de uniformidad geológica.
- b. Se excava un hoyo en el centro geométrico del sistema de disposición de aguas negras a ser usado, con una profundidad promedio de los niveles extremos probables del sistema. Esta profundidad, por debajo de la superficie del terreno, no debe ser menor de 1,50 m cuando se pretenda construir sumideros, o de 0,60 m en el caso de zanjas de absorción. En el fondo del hoyo, se excava otro menor, de sección cuadrada de 30 cm de lado y 45 cm de profundidad.
- c. Se vierte la cantidad necesaria de agua para que el hoyo pequeño se llene completamente, esperando que ésta sea absorbida por el terreno. Se repite esta operación durante 24 horas, para saturar completamente el agujero.
- d. A continuación, se repite el procedimiento anterior, cuidando esta vez de anotar el tiempo de infiltración en minutos. Este valor dividido entre 18 dará el promedio del tiempo que demora el terreno en absorber 2,5 cm de agua.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba a que se refiere el artículo anterior, el área de absorción requerida para la disposición de 1.000 litros diarios de líquido se encontrará en base a la rata de percolación, y según el

Cuadro III.2 Datos prueba percolación

RATA DE PERCOLACION	AREA DE ABSORCION
Minutos/2,5 cm	m <sup>2</sup> 1.000 l/día
1	4,90
2	7,00
3	8,50
4	9,80
5	11,00
10	15,60
15	19,10
20	22,00
25	24,60
30(1)	26,90
40	31,10
50	34,80
60(2)	38,10
(*)	

Con el área de absorción encontrada, tomando como base un gasto de 250 l por persona y por día, se calculará el área efectiva requerida. Para el caso de sumideros, el área efectiva será la correspondiente al área lateral por debajo de la tubería de descarga; para el caso de campos de absorción el área efectiva corresponde al área del fondo de las zanjas.

### **Diseño de pozos de absorción**

Los pozos se pueden construir en predios pequeños, donde no existe suficiente espacio para las zanjas. Los pozos pueden ser de forma circular, cuadrada o rectangular y deben localizarse en terreno poroso que no se inunde, para que el efluente del tanque se infiltre a través de la pared y del fondo del pozo, aunque este último se satura (colmata) en poco tiempo (2-3 meses). La pared puede adomarse con ladrillos o piedra en hileras alternadas, de manera que queden huecos para la filtración del agua hacia el suelo. El CEPIS y Banco Mundial (BM)(1988), recomiendan que los pozos tengan de 1.5 a 3.5 m de diámetro y de 3 a 6 m de profundidad.

## **III.2 Tamaño**

### **III.2.1 Indicación del tamaño actual y futuro**

La definición del tamaño actual y futuro del sistema de recolección, conducción y tratamiento es muy importante para determinar inversiones y costos, en el caso de nuestro proyecto, el tamaño depende directamente del siguiente factor:

#### **Demanda**

De acuerdo al estudio de mercado, para la proyección de la demanda futura del proyecto se tomó un crecimiento poblacional de 2.5% para un período de diseño de 20 años, siendo así la población proyectada de 44,995 habitantes para el año 2039.

### **III.2.2 Descripción de la alternativa de solución**

La propuesta consiste en el diseño del sistema de tratamiento a través de trampa de grasa – fosa séptica – Filtro anaeróbico flujo ascendente y Pozo de absorción para la comunidad del distrito I del municipio de Nindirí.

Se atenderá al 80 % de la población del distrito I debido que este porcentaje es el que cuenta con el espacio disponible y con la voluntad para asumir tarifa anual como aporte a mantenimiento del sistema.

Se dividieron 3 rangos de población de acuerdo con el número de personas que habita por vivienda, y para cada rango se realizó el diseño del sistema, el caso de la trampa de grasa solo se recomienda para el rango de población mayor a 11 personas por vivienda.

## TRAMPA DE GRASA

1 m * 2m * 0.8 m					
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		18	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		1.1327	
GASTO A SER ATENDIDO POR LA TRAMPA DE GRASA	p	l/s		2.7	Gastos de agua por artefactos sanitario según NTON
CAUDAL MAXIMO	Qmaxtg		$Q = 0.3 * \sum p$	0.81	
VOLUMEN	V	litros	$V = Q * TR$	1458	Período Retención 30 minutos
ÁREA TRAMPA DE GRASA:	Atg	m <sup>2</sup>	$Atg = V/h$	1.8225	
Altura de trampa de grasa	H	m	$L = 0.80 m$	0.8	Altura no menor de 0.80 m; L:2A
Ancho	B	m	$b = \sqrt{A}/2$	1	Valor Cálculado 0.95 m. Valor mínimo 1 mt
Largo	L	m	$L = 2 A$	2	



<b>TANQUE SEPTICO 0-4 hab</b>					
					<b>1.52m *1.5m*1m</b>
<b>Parámetro:</b>	<b>Símb</b>	<b>Und:</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Valor:</b>	<b>Criterio</b>
Pobladores	P	HAB		<b>4</b>	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		<b>1.1327</b>	
PERIODO DE RETENCION	PR	Días	$PR = 1.5 - 0.3 \log ( P D )$	0.663	Mínimo retención 45 mint
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN	Vs	M3	$Vs = ( P * Q * PR ) / 1000$	0.00300392	
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO	Vd	M3	$Vd = ( 70 * P * N ) / 1000$	0.42	Remoción de lodos 1.5 año
VOLUMEN DE LODOS	VI	M3	$VI = ( 40 * P * Arl ) / 1000$	0.24	Año remoción de lodos 18 meses; Temperatura ambiental clima calido = 40 lts/hab*año
VOLUMEN DE NATAS	Vn	M3	$Vn = 0.7$	0.7	Se considera mínimo 0.7
VOLUMEN TOTAL TANQUE SEPTICO	VTts	M3	$VTts = Vs + Vd + VI + Vn$	<b>1.36300392</b>	
PROFUNDIDAD MAXIMA DE ESPUMA	He	M	$He = 0.7 / A$	0.46666667	AREA 1.5 M2
PROFUNDIDAD LIBRE DE ESPUMA SUMERGIDA	Hes	M	$Hes = 0.10$	0.1	Valor mínimo
PROFUNDIDAD LIBRE DE LODO	Ho	M	$Ho = 0.82 - 0.26 * A$	0.43	
PROFUNDIDAD SEDIMENTACION	Hs	M	$Hs = Vs / A$	0.00200261	
PROFUNDIDAD ESPACIO LIBRE	HI	M	$HI = 0.1 + Ho$	0.53	
PROFUNDIDAD NETA DEL TANQUE SEPTICO	Hts	M	$Hts = He + Hes + Ho + Hs + HI$	1.52866928	

## TANQUE SEPTICO 5 - 10 hab

					1.52m *1.5m*1m
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
Pobladores	P	HAB		10	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		2.841696	
PERIODO DE RETENCION	PR	Días	$PR = 1.5 - 0.3 \log ( P D )$	0.543	Mínimo retención 45 mint
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN	Vs	M3	$Vs = ( P * Q * PR ) / 1000$	0.01543041	
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO	Vd	M3	$Vd = ( 70 * P * N ) / 1000$	1.05	Remoción de lodos 1.5 año
VOLUMEN DE LODOS	VI	M3	$VI = ( 40 * P * Arl ) / 1000$	0.6	Año remoción de lodos 18 meses; Temperatura ambiental clima calido = 40 lts/hab*año
VOLUMEN DE NATAS	Vn	M3	$Vn = 0.7$	0.7	Se considera mínimo 0.7
VOLUMEN TOTAL TANQUE SEPTICO	VTts	M3	$VTts = Vs + Vd + VI + Vn$	2.36543041	
PROFUNDIDAD MAXIMA DE ESPUMA	He	M	$He = 0.7 / A$	0.46666667	AREA 1.5 M2
PROFUNDIDAD LIBRE DE ESPUMA SUMERGIDA	Hes	M	$Hes = 0.10$	0.1	Valor mínimo
PROFUNDIDAD LIBRE DE LODO	Ho	M	$Ho = 0.82 - 0.26 * A$	0.43	
PROFUNDIDAD SEDIMENTACION	Hs	M	$Hs = Vs / A$	0.01028694	
PROFUNDIDAD ESPACIO LIBRE	HI	M	$HI = 0.1 + Ho$	0.53	
PROFUNDIDAD NETA DEL TANQUE SEPTICO	Hts	M	$Hts = He + Hes + Ho + Hs + HI$	1.53695361	

## TANQUE SEPTICO 11 a más hab

					1.25m *2.5m*1.2m
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
Pobladores	P	HAB		18	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		5.126976	
PERIODO DE RETENCION	PR	Días	$PR = 1.5 - 0.3 \log (P D)$	1	Mínimo retención 1 día. Calculado menor a 1 día
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN	Vs	M3	$V_s = (P * Q * PR) / 1000$	0.092285568	
VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO	Vd	M3	$V_d = (70 * P * N) / 1000$	1.89	Remoción de lodos 1.5 año
VOLUMEN DE LODOS	VI	M3	$V_l = (40 * P * A_r) / 1000$	1.08	Año remoción de lodos 18 meses; Temperatura ambiental clima calido = 40 lts/hab*año
VOLUMEN DE NATAS	Vn	M3	$V_n = 0.7$	0.7	Se considera mínimo 0.7
VOLUMEN TOTAL TANQUE SEPTICO	VTts	M3	$V_{Tts} = V_s + V_d + V_l + V_n$	3.762285568	
PROFUNDIDAD PROPUESTA	H	M	H=1.20	1.2	
AREA	A	m2	$A = V/H$	3.135237973	
Ancho	B	m	$b = \sqrt{A}/2$	1.25	
Largo	L	m	$L = 2 A$	2.5	

## FAFA 0 - 4hab

					1m*1m*2m
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		4	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		1.1327	
CARGA HIDRAULICA SUPERFICIAL	CHS	m3/m2 d		6	La carga hidráulica deberá estar comprendida entre 6 y 15 m3/m2/d
CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COV	Kg de DBO m3/d		0.5	Estudios indican que los filtros anaerobios producen una buena calidad de efluente cuando trabajan con cargas orgánicas volumétricas de 0.25 a 0.75 kg de DBO m3/d
DEMANDA DE OXIGENO AFLUENTE	S	Mg/l	$S = \frac{C * HAB}{Qd}$	148.31818	C (carga de contaminante por persona y día; DBO = 70 g/hab/d
ÁREA SUPERFICIAL DEL FILTRO:	A	m2	$A = \frac{Q}{CHS}$	1	Area mínima 1 m2
LADO DEL FILTRO	L	m	$b = \sqrt{A/2}$	1.000	
VOLUMEN DEL LECHO FILTRANTE	V	m3	$V = \frac{Q * S}{COV}$	0.336	
ALTURA DEL LECHO FILTRANTE	hm	m	$hm = \frac{V}{A}$	0.336	
ALTURA DEL FILTRO	H	m	$H = hm + b + d$	2.086	SEA b=0.75 M Y D=1M
VOLUMEN TOTAL DEL FILTRO	Vt	m3	$Vt = A * H$	2.086	
REVISIÓN DE LA CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COVt	Kg DBO/ (m3 d)	$COVt = \frac{Q * S}{Vt}$	0.0805369	Comprendido entre 0.15 y 0.50
TIEMPO RESISTENCIA HIDRAULICA	THR	horas	$THR = \frac{V}{Q}$	12	Mínimo 12 horas
EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE FILTRO	E	%	$E = 100 (1 - 0.87^{(THR^{-0.5})})$	74.88	
CONCENTRACION DE DBO ESPERADA EN EL AFLUENTE	DBOef	mg/l	$DBOef = So - \frac{E So}{100}$	37.257526	

FAFA 5-10 hab					
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		10	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		2.841696	
CARGA HIDRAULICA SUPERFICIAL	CHS	m3/m2 d		6	La carga hidráulica deberá estar comprendida entre 6 y 15 m3/m2/d
CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COV	Kg de DBO m3/d		0.5	Estudios indican que los filtros anaerobios producen una buena calidad de efluente cuando trabajan con cargas orgánicas volumétricas de 0.25 a 0.75 kg de DBO m3/d
DEMANDA DE OXIGENO AFLUENTE	S	Mg/l	$S = \frac{C * HAB}{Qd}$	147.79906	C (carga de contaminante por persona y día; DBO = 70 g/hab/d)
ÁREA SUPERFICIAL DEL FILTRO:	A	m2	$A = \frac{Q}{CHS}$	1	Area mínima 1 m2
LADO DEL FILTRO	L	m	$b = \sqrt{A}/2$	1.000	
VOLUMEN DEL LECHO FILTRANTE	V	m3	$V = \frac{Q * S}{COV}$	0.84	
ALTURA DEL LECHO FILTRANTE	hm	m	$hm = \frac{V}{A}$	0.84	
ALTURA DEL FILTRO	H	m	$H = hm + b + d$	2.59	SEA b=0.75 M Y D=1M
VOLUMEN TOTAL DEL FILTRO	Vt	m3	$Vt = A * H$	2.59	
REVISIÓN DE LA CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COVt	Kg DBO/ (m3 d)	$COVt = \frac{Q * S}{Vt}$	0.1621622	Comprendido entre 0.15 y 0.50
TIEMPO RESISTENCIA HIDRAULICA	THR	horas	$THR = \frac{V}{Q}$	12	Mínimo 12 horas
EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE FILTRO	E	%	$E = 100 (1 - 0.87^{(THR^{-0.5})})$	74.88	
CONCENTRACION DE DBO ESPERADA EN EL AFLUENTE	DBOef	mg/l	$DBOef = So - \frac{E So}{100}$	37.127124	

<b>FABA 11 a más hab</b>					
					<b>1m*1m*3.26m</b>
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		18	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	m3/d		5.126976	
CARGA HIDRAULICA SUPERFICIAL	CHS	m3/m2 d		6	La carga hidráulica deberá estar comprendida entre 6 y 15 m3 /m2 día.
CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COV	Kg de DBO m3/d		0.5	Estudios indican que los filtros anaerobios producen una buena calidad de efluente cuando trabajan con cargas orgánicas volumétricas de 0.25 a 0.75 kg de DBO m3 /d
DEMANDA DE OXIGENO AFLUENTE	S	Mg/l	$S = (C * HAB / Qd) * 0.60$	147.45534	C (carga de contaminante por persona y día; DBO = 70 g/hab/d. El 40% es eliminado en fosa séptica
ÁREA SUPERFICIAL DEL FILTRO:	A	m2	$A = \frac{Q}{CHS}$	1	Area mínima 1 m2
LADO DEL FILTRO	L	m	$b = \sqrt{A/2}$	0.653	
VOLUMEN DEL LECHO FILTRANTE	V	m3	$V = \frac{Q * S}{COV}$	1.512	
ALTURA DEL LECHO FILTRANTE	hm	m	$hm = \frac{V}{A}$	1.512	
ALTURA DEL FILTRO	H	m	$H = hm + b + d$	3.262	SEA b=0.75 M Y D=1M
VOLUMEN TOTAL DEL FILTRO	Vt	m3	$Vt = A * H$	3.262	
REVISIÓN DE LA CARGA ORGANICA VOLUMETRICA	COVt	Kg DBO/ (m3 d)	$COVt = \frac{Q * S}{Vt}$	0.2317597	Comprendido entre 0.15 y 0.50
TIEMPO RESISTENCIA HIDRAULICA	THR	horas	$THR = \frac{V}{Q}$	12	Mínimo 12 horas
EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE FILTRO	E	%	$E = 100 (1 - 0.87^{(THR^{-0.5})})$	74.88	
CONCENTRACION DE DBO ESPERADA EN EL AFLUENTE	DBOef	mg/l	$DBO_{ef} = S_0 - \frac{E S_0}{100}$	37.040782	

POZO FILTRO 0- 4 hab					
					1.5 m ø * 2.66 m prof
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		4	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	l/d		1130	
TASA DE INFILTRACIÓN	Tf	l/m2/d		60	
AREA DE HUECOS	K			1.5	
AREA DEL POZO	AH	M2	$AH = Q / Tf$	18.83333333	
ALTURA DE POZO	H	M	$H = AH / (K * PI * D)$	2.664365409	DIAMETRO POZO = 1.50 M

POZO FILTRO 5 - 10 hab					
					1.5 m ø * 5 m prof.
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		10	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	l/d		2841.696	
TASA DE INFILTRACIÓN	Tf	l/m2/d		60	
AREA DE HUECOS	K			2	
AREA DEL POZO	AH	M2	$AH = Q / Tf$	47.3616	
ALTURA DE POZO	H	M	$H = AH / (K * PI * D)$	5.025210084	DIAMETRO POZO = 1.5 M

<b>POZO FILTRO 11 a más hab</b>					
					2.5 m ø * 5.44 m prof
Parámetro:	Símb	Und:	Fórmula	Valor:	Criterio
HABITANTES	HAB	HAB		18	
CAUDAL DE DISEÑO	Qd	l/d		5126.976	
TASA DE INFILTRACIÓN	Tf	l/m2/d		60	
AREA DE HUECOS	K			2	
AREA DEL POZO	AH	M2	$AH = Q / Tf$	85.4496	
ALTURA DE POZO	H	M	$H = AH / (K * PI * D)$	5.439877769	DIAMETRO POZO = 2.5 M

### III.4 Presupuesto

El costo de inversión del proyecto se presenta a continuación, el que incluye cada una de las etapas a desarrollar durante la construcción de los elementos del sistema con sus respectivas conexiones domiciliarias y esperas para conexiones futuras a redes de alcantarillado. El costo de inversión asciende a C\$ 64,458,506.4



PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN SISTEMA SANEAMIENTO DISTRITO I NINDIRÍ								
N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	C/U MATERIALES	C/U MANO DE OBRA	TOTAL MAT	TOTAL M/O	COSTO TOTAL
<b>EJECUCIÓN PROYECTO</b>								
<b>1</b>	<b>TRAMPA DE GRASA</b>							<b>C\$1,509,606.40</b>
1.1	PRELIMINARES							
	Limpieza Inicial	UND	1		20000		20000	C\$20,000.00
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRA							
	Excavación	M3	123		200		24600	C\$24,600.00
	Relleno y Compactación	M3	50		280		14000	C\$14,000.00
1.3	OBRA GRIS							
	Mampostería Reforzada. Bloques 6"	M2	314.88	1155	250	363686.4	78720	C\$442,406.40
	Acero de Refuerzo y Estribos. Base y Vigas	QQ	246	950	700	233700	172200	C\$405,900.00
	Tapas de concreto ref. #4	UND	123	1200	500	147600	61500	C\$209,100.00
1.4	OBRAS SANITARIAS							
	Conexiones internas	UND	123	700	500	86100	61500	C\$147,600.00
	Conexiones de viviendas a trampa de grasa	UND	123	1200	800	147600	98400	C\$246,000.00
<b>2</b>	<b>FOSA SEPTICA</b>							<b>C\$20,071,270.00</b>
	<b>TIPO I</b>							
2.1	PRELIMINARES	UND	272		200		54400	C\$54,400.00
2.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272		1550		421600	C\$421,600.00
2.3	OBRA GRIS	UND	272	9800	5300	2665600	1441600	C\$4,107,200.00
2.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	2300	1600	625600	435200	C\$1,060,800.00
2.5	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	272	1000	500	272000	136000	C\$408,000.00
	<b>TIPO II</b>							
2.6	PRELIMINARES	UND	429		250		107250	C\$107,250.00
2.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429		2000		858000	C\$858,000.00
2.8	OBRA GRIS	UND	429	11500	4100	4933500	1758900	C\$6,692,400.00
2.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	2500	1700	1072500	729300	C\$1,801,800.00
2.1	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	429	1000	500	429000	214500	C\$643,500.00

PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN SISTEMA SANEAMIENTO DISTRITO I NINDIRÍ								
N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	C/U MATERIALES	C/U MANO DE OBRA	TOTAL MAT	TOTAL M/O	COSTO TOTAL
<b>EJECUCIÓN PROYECTO</b>								
	<b>TIPO III</b>							
2.11	PRELIMINARES	UND	123		300		36900	C\$36,900.00
2.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123		2000		246000	C\$246,000.00
2.13	OBRA GRIS	UND	123	15000	6550	1845000	805650	C\$2,650,650.00
2.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	3840	1850	472320	227550	C\$699,870.00
2.15	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	123	1500	800	184500	98400	C\$282,900.00
<b>3</b>	<b>FAFA</b>							<b>C\$23,460,630.00</b>
	<b>TIPO I</b>							
3.1	PRELIMINARES	UND	272		300		81600	C\$81,600.00
3.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272		1500		408000	C\$408,000.00
3.3	OBRA GRIS	UND	272	13000	4150	3536000	1128800	C\$4,664,800.00
3.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	2100	990	571200	269280	C\$840,480.00
3.5	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	272	1500	1000	408000	272000	C\$680,000.00
	<b>TIPO II</b>							
3.6	PRELIMINARES	UND	429		400		171600	C\$171,600.00
3.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429		2700		1158300	C\$1,158,300.00
3.8	OBRA GRIS	UND	429	15150	4500	6499350	1930500	C\$8,429,850.00
3.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	2500	1100	1072500	471900	C\$1,544,400.00
3.10	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	429	1800	1000	772200	429000	C\$1,201,200.00
	<b>TIPO III</b>							
3.11	PRELIMINARES	UND	123		500		61500	C\$61,500.00
3.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123		3200		393600	C\$393,600.00
3.13	OBRA GRIS	UND	123	17500	5500	2152500	676500	C\$2,829,000.00
3.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	3150	1850	387450	227550	C\$615,000.00
3.15	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	123	2100	1000	258300	123000	C\$381,300.00

PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN SISTEMA SANEAMIENTO DISTRITO I NINDIRÍ								
N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	C/U MATERIALES	C/U MANO DE OBRA	TOTAL MAT	TOTAL M/O	COSTO TOTAL
<b>EJECUCIÓN PROYECTO</b>								
<b>4</b>	<b>POZO FILTRO</b>							<b>C\$19,417,000.00</b>
	<b>TIPO I</b>							
3.1	PRELIMINARES	UND	272		200		54400	C\$54,400.00
3.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272		1550		421600	C\$421,600.00
3.3	OBRA GRIS	UND	272	9550	4200	2597600	1142400	C\$3,740,000.00
3.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	1500	500	408000	136000	C\$544,000.00
3.5	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	272	2000	500	544000	136000	C\$680,000.00
	<b>TIPO II</b>							
3.6	PRELIMINARES	UND	429		250		107250	C\$107,250.00
3.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429		2000		858000	C\$858,000.00
3.8	OBRA GRIS	UND	429	12000	4800	5148000	2059200	C\$7,207,200.00
3.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	1650	500	707850	214500	C\$922,350.00
3.10	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	429	2150	500	922350	214500	C\$1,136,850.00
	<b>TIPO III</b>							
3.11	PRELIMINARES	UND	123		300		36900	C\$36,900.00
3.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123		2500		307500	C\$307,500.00
3.13	OBRA GRIS	UND	123	15000	5500	1845000	676500	C\$2,521,500.00
3.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	2900	950	356700	116850	C\$473,550.00
3.15	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	123	2500	800	307500	98400	C\$405,900.00
<b>TOTAL</b>								<b>C\$64,458,506.40</b>

### **III.5 Estrategia de Organización**

Para la etapa de ejecución del Proyecto se prevé un proceso licitatorio para la contratación de una empresa constructora, a través de la Alcaldía de Nindirí, la Dirección de Proyectos proporcionará un técnico para que realice la supervisión del Proyecto.

Durante la operación del proyecto la encargada de la administración del sistema de alcantarillado y saneamiento será la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados que realizara los cobro de las tarifas a la comunidad usuaria del servicio, tarifa que será previamente establecida y será utilizada para el pago de mantenimiento y operación del sistema, como son gastos de reparación, material para la reparación, limpieza de componentes y se garantice la calidad del servicio.

### **III.6 Financiamiento**

Para la construcción de la infraestructura del sistema de saneamiento la alcaldía del distrito I de Nindirí presentará el proyecto al Banco centroamericano de integración económica (BCIE), organismo interesado en financiar proyectos de saneamiento en ciudades con estudios que demuestren su necesidad y sustentabilidad. Para la operación y mantenimiento del sistema la población pagará una tarifa y la Empresa Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados se encargará de la debida administración.

**Capítulo**

**IV**

**Capítulo IV: Evaluación Financiera**

---

## IV.1 Determinación de ingresos

Para este proyecto se cobrará una tarifa mensual igual a la tarifa por servicios de alcantarillado sanitario y saneamiento por familia, para determinar esta tarifa es necesario determinar la cantidad de conexiones así como el volumen de agua consumido en base a una dotación establecida en las guías técnicas del INAA para el diseño de alcantarillado sanitario y tratamiento debido a que no existe un registro histórico de consumo de agua potable para el casco urbano del distrito I, y la tarifa que rige este sector es establecida por INAA a la empresa ENACAL.

Tabla IV.1 Calculo de ingresos

INGRESOS ESTIMADOS	CANTIDAD	U/M
Población (2019)	3296.00	Personas
Conexiones Familiares	824.00	Conexiones
Consumo mensual por conexión	50	m3/mes

Fuente: Elaboración propia

Según las normas técnicas de INAA la manera de calcular el monto a cobrar por conexión está dada por:

$$\begin{aligned}
 \text{Factura} = C.F \left( \frac{\text{C\$}}{\text{mes}} \right) &+ \text{ConsumoAP} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) * \text{CVAP} \left( \frac{\text{C\$}}{\text{m}^3} \right) \\
 &+ \text{recoleccionAS} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \right) * \text{CVAS} \left( \frac{\text{C\$}}{\text{m}^3} \right)
 \end{aligned}$$

Fuente: Normas técnicas INAA

Dónde:

C.F: Es el cargo fijo por mes por cliente

C.V de A.P: Es el cargo variable de Agua Potable

C.V de A.S: Es el cargo variable de Alcantarillado Sanitario

A.P: Agua Potable

A.S: Alcantarillado Sanitario. Este se aplica solo a viviendas que tienen acceso a este servicio, o sea que la red de alcantarillado sanitario pase en frente de su vivienda, independientemente esté conectado o no.

Debe considerarse que las tarifas son progresivas y que las facturas se calculan según el consumo que registre el cliente cada mes, estas tarifas están dada por la tabla “TARIFAS VIGENTES AUTORIZADAS POR INAA A LA EMPRESA ENACAL – 2016” para el departamento de Managua y el resto del país. Esta tabla se presenta a continuación:

Tabla IV.2 Tarifas vigentes para el resto del país, INAA

Resto de País						
Categorías Tarifarias	Rangos	Cargo fijo por cliente	Cargo Variable-C\$/m <sup>3</sup>			
			Agua potable	Alcantarillado Sanitario		
	m <sup>3</sup>	C\$/mes/Conexión		Recolección	Tratamiento	Recolección tratamiento
Subsidios	00 a 20	1.06	2.13	0.44	0.2	0.64
	21 a 30		3.03	0.59	0.27	0.86
	31 a 40		3.54	0.59	0.27	0.86
	41 a 50		3.68	0.59	0.27	0.86
	Mas		3.82	0.59	0.27	0.86
Domiciliar	00 a 20	4.24	4.85	1	0.45	1.45
	21 a 30 (N.M) *		6.63	1.23	0.55	1.78
	21 a 30		7.13	1.23	0.55	1.78
	31 a 40		7.56	1.23	0.55	1.78
	41 a 50		8.12	1.23	0.55	1.78
	Mas		18.78	2.46	1.11	3.57

Grandes consumidores (Instituciones)	00 a 20	9.46	10.04	1.64	0.74	2.38
	21 a 30		11.12	1.64	0.74	2.38
	31 a 40		11.12	1.64	0.74	2.38
	41 a 50		11.12	1.64	0.74	2.38
	Más		21.14	2.75	1.25	4.00
*NM: Tarifa exclusiva para clientes No medidos en el rango de 21-30 m <sup>3</sup>						

Fuente: Instituto Nicaragüense de acueducto y alcantarillado (INAA)

Utilizando la fórmula anterior se calcula:

Consumo (m <sup>3</sup> /mes)	Factura agua potable (C\$/mes)	Factura alcantarillado sanitario (C\$/mes)	Factura Total (C\$/mes)	Factura Total (C\$/anual)
50.00	4.24+(20*4.85)+(10*6.63) +(20*8.12)=C\$329.94/mes	(20*1.45)+(30*2.46) =C\$102.8/mes	C\$432.74	C\$5,192.88

Fuente: Elaboración propia

Al multiplicar el ingreso por conexión anual por el número de conexiones se genera un ingreso total de C\$4, 278,933.12 pero de este monto solo se puede tomar el ingreso debido al cobro por el servicio de alcantarillado sanitario para el análisis del proyecto que es de C\$ 1, 016,486.4



A continuación se presenta el flujo de ingresos para los 10 años de análisis del proyecto.

Tabla IV.3 Flujo de ingresos

INGRESO TOTAL											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CONEXIONES FAMILIARES	827	848	869	891	913	936	959	983	1,008	1,033	1,059
CONSUMO POR CONEXIÓN (M3/ANUAL)		444.3	444.3	444.3	444.3	444.3	444.3	444.3	444.3	444.3	444.3
FACTURA POR SERVICIO POR CONEXIÓN (C\$/ANUAL)		1,234	1,308	1,386	1,469	1,557	1,651	1,750	1,855	1,966	2,084
<b>TOTAL</b>		<b>1,045,691.88</b>	<b>1,136,144.23</b>	<b>1,234,420.70</b>	<b>1,341,198.09</b>	<b>1,457,211.73</b>	<b>1,583,260.54</b>	<b>1,720,212.58</b>	<b>1,869,010.97</b>	<b>2,030,680.42</b>	<b>2,206,334.27</b>

Fuente: Elaboración propia

La tarifa tiene un incremento anual, debido a que se considera una inflación del 6% para todos los años.

\*\* De acuerdo a las encuestas realizadas la población tiene los recursos y disposición de aportar una tarifa anual que contribuya con los costos de operación y mantenimiento adecuado, según encuesta realizada el promedio posible de aporte anual por vivienda es igual a C\$ 300.00.

#### IV.2 Costos de operación, mantenimiento y gastos de administración

Es necesario determinar los gastos de operación y mantenimiento del sistema de recolección, conducción y tratamiento, tales como administración, mantenimiento preventivo que contempla; limpieza de predios de los elementos del sistema, también realizar mantenimiento correctivo; que comprenden reparación de tubería, filtraciones; fisuras en los elementos e imprevistos con lo que podremos determinar el costo promedio mensual. A continuación, se presentan los respectivos costos

de operación de los procesos de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales.

Tabla IV.4 Operación y mantenimiento de Trampa de grasa.

CONCEPTOS	FRECUENCIA	CANTIDAD DE VIVIENDAS	UNIDAD	COSTO (C\$)	
				UNITARIO	ANUAL
Limpieza General.*	1 vez por Año.	123	C\$/Cantidad	300	36,900
Limpieza de Obstrucciones. *	1 vez por Año.	123	C\$/Cantidad	200	24,600
<b>TOTAL</b>					<b><u>C\$ 61,500.00</u></b>

Tabla IV.5 Operación y mantenimiento FOSA SEPTICA

CONCEPTOS	FRECUENCIA	CANTIDAD DE ACTIVIDADES	UNIDAD	COSTO (C\$)	
				C.UNIT.	ANUAL
Limpieza, Mantenimiento	2 veces por Año	824	C\$/Frecuencia	100	164,800
Remoción de lodos	1 vez por Año.	824	C\$/Remoción	800	659,200
<b>TOTAL</b>					<b><u>C\$ 824,000.00</u></b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.6 Operación y mantenimiento de FAFA Y POZO DE ABSORCIÓN

CONCEPTOS	FRECUENCIA	CANTIDAD DE ACTIVIDADES	UNIDAD	COSTO (C\$)	
				UNITARIO	ANUAL
Limpieza, Mantenimiento	ANUAL	824	C\$/año	500	412,000
CAMBIO LECHO FILTRANTE	CADA 5 AÑOS	824	C\$/5 años	2500	309,000
<b>TOTAL</b>					<b>C\$ 721,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.7 Flujos de costos de operación y mantenimiento

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TRAMPA DE GRASA		61,500	62,115	62,736	63,364	63,997	64,637	65,283	65,936	66,596	67,262
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE FOSA SEPTICA		824,000	832,240	840,562	848,968	857,458	866,032	874,693	883,440	892,274	901,197
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE FAFA Y POZO DE ABSORCIÓN		721,000	728,210	735,492	742,847	750,275	757,778	765,356	773,010	780,740	788,547
<b>TOTAL</b>		<b>1,606,500.00</b>	<b>1,622,565.00</b>	<b>1,638,790.65</b>	<b>1,655,178.56</b>	<b>1,671,730.34</b>	<b>1,688,447.65</b>	<b>1,705,332.12</b>	<b>1,722,385.44</b>	<b>1,739,609.30</b>	<b>1,757,005.39</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.8 Gastos administrativos

Concepto	U/M	C/U	Cantidad	Costo Anual C\$
Lápiz mecánico	UND	35,20	2	70.4
Marcadores permanentes	UND	10,30	15	1,854.00
Lapiceros kilómetro. Caja de 10	Caja	40,20	3	1,447.20
Clips Grande	Caja	15,50	2	372.00
Papel bond 40 T/Carta	Resma	119,04	4	4,776.00
Folder T/Carta	Paquete	70,20	2	1,684.80
Tinta p/impresora	Cartucho	322,72	0,4	1,549.06
<b>Total</b>				<b>C\$11,753.46</b>

Concepto	U/M	C/U	Cantidad	Costo Anual C\$
Guantes	UND	150,00	2	2,900.00
Alcohol	UND	125,00	5	7,500.00
Casco	UND	135,00	1	1,620.00
Mascarillas	Caja	180,00	4	8,000.00
Botas	Par	270,00	1	3,240.00
Uniformes	UND	700,00	1,5	12,600.00
<b>Total</b>				<b>C\$35,860.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV.9 Flujo de gastos administrativos

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN											
CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GASTOS PAPELERIAS Y UTILES		11,753	11,753	11,753	11,753	11,753	11,753	11,753	11,753	11,753	11,753
EPP		35860	35860	35860	35860	35860	35860	35860	35860	35860	35860
<b>TOTAL</b>		<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>	<b>47,613.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### IV.3. Inversiones

Las inversiones que se realizarán en el sistema de saneamiento del casco urbano del distrito I de Nindirí se clasifican en tres tipos fundamentales: inversiones fijas, inversiones diferidas e inversiones en capital de trabajo.

#### IV.3.1 Inversiones fijas

El principal componente de las inversiones fijas es la construcción de las obras de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales, otra porción del activo fijo lo constituye el equipo de oficina y mobiliario para la gestión administrativa.

Las siguientes tablas muestran el desglose de inversiones fijas:

Tabla IV.10 Inversión fija trampa de grasa

PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN								
N°	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	C/U MATERIALES	C/U MANO DE OBRA	TOTAL MAT	TOTAL M/O	COSTO TOTAL
<b>EJECUCIÓN PROYECTO</b>								
<b>1</b>	<b>TRAMPA DE GRASA</b>							<b>C\$1,509,606.40</b>
1.1	PRELIMINARES							
	Limpieza Inicial	UND	1		20000		20000	C\$20,000.00
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRA							
	Excavación	M3	123		200		24600	C\$24,600.00
	Relleno y Compactación	M3	50		280		14000	C\$14,000.00
1.3	OBRA GRIS							
	Mamposteria Reforzada. Bloques 6"	M2	314.88	1155	250	363686.4	78720	C\$442,406.40
	Acero de Refuerzo y Estribos. Base y Vigas	QQ	246	950	700	233700	172200	C\$405,900.00
	Tapas de concreto ref. #4	UND	123	1200	500	147600	61500	C\$209,100.00
1.4	OBRAS SANITARIAS							
	Conexiones internas	UND	123	700	500	86100	61500	C\$147,600.00
	Conexiones de viviendas a trampa de grasa	UND	123	1200	800	147600	98400	C\$246,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla IV.11 Inversión fija de FOSA SEPTICA

INVERSION FOSA SEPTICA					
2	FOSA SEPTICA	UND MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
	<b>TIPO I</b>				
2.1	PRELIMINARES	UND	272	200	C\$54,400.00
2.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272	1550	C\$421,600.00
2.3	OBRA GRIS	UND	272	15100	C\$4,107,200.00
2.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	3900	C\$1,060,800.00
2.5	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	272	1500	C\$408,000.00
	<b>TIPO II</b>				C\$0.00
2.6	PRELIMINARES	UND	429	250	C\$107,250.00
2.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429	2000	C\$858,000.00
2.8	OBRA GRIS	UND	429	15600	C\$6,692,400.00
2.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	4200	C\$1,801,800.00
2.1	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	429	1500	C\$643,500.00
	<b>TIPO III</b>				C\$0.00
2.11	PRELIMINARES	UND	123	300	C\$36,900.00
2.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123	2000	C\$246,000.00
2.13	OBRA GRIS	UND	123	21550	C\$2,650,650.00
2.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	5690	C\$699,870.00
2.15	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	123	2300	C\$282,900.00
<b>TOTAL</b>					<b>C\$20,071,270.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla IV.12 Inversión fija FAFA

INVERSION FAFA					
3	FAFA	UND MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
	<b>TIPO I</b>				
3.1	PRELIMINARES	UND	272	300	C\$81,600.00
3.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272	1500	C\$408,000.00
3.3	OBRA GRIS	UND	272	17150	C\$4,664,800.00
3.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	3090	C\$840,480.00
3.5	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	272	2500	C\$680,000.00
	<b>TIPO II</b>			0	C\$0.00
3.6	PRELIMINARES	UND	429	400	C\$171,600.00
3.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429	2700	C\$1,158,300.00
3.8	OBRA GRIS	UND	429	19650	C\$8,429,850.00
3.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	3600	C\$1,544,400.00
3.1	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	429	2800	C\$1,201,200.00
	<b>TIPO III</b>			0	C\$0.00
3.11	PRELIMINARES	UND	123	500	C\$61,500.00
3.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123	3200	C\$393,600.00
3.13	OBRA GRIS	UND	123	23000	C\$2,829,000.00
3.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	5000	C\$615,000.00
3.15	OBRAS COMPLEMENTARI	UND	123	3100	C\$381,300.00
<b>TOTAL</b>					<b>C\$23,460,630.00</b>

Fuente: Elaboración propia



TablaIV.12 Inversión fija POZO DE ABSORCION

INVERSION POZO DE ABSORCION					
3	POZO DE ABSORCION	UND MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
	<b>TIPO I</b>				
3.1	PRELIMINARES	UND	272	200	C\$54,400.00
3.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	272	1550	C\$421,600.00
3.3	OBRA GRIS	UND	272	13750	C\$3,740,000.00
3.4	OBRAS SANITARIAS	UND	272	2000	C\$544,000.00
3.5	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	272	2500	C\$680,000.00
	<b>TIPO II</b>			0	C\$0.00
3.6	PRELIMINARES	UND	429	250	C\$107,250.00
3.7	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	429	2000	C\$858,000.00
3.8	OBRA GRIS	UND	429	16800	C\$7,207,200.00
3.9	OBRAS SANITARIAS	UND	429	2150	C\$922,350.00
3.10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	UND	429	2650	C\$1,136,850.00
	<b>TIPO III</b>			0	C\$0.00
3.11	PRELIMINARES	UND	123	300	C\$36,900.00
3.12	MOVIMIENTO DE TIERRA	UND	123	2500	C\$307,500.00
3.13	OBRA GRIS	UND	123	20500	C\$2,521,500.00
3.14	OBRAS SANITARIAS	UND	123	3850	C\$473,550.00
3.15	OBRAS COMPLEMENTARIA	UND	123	3300	C\$405,900.00
<b>TOTAL</b>					<b>C\$19,417,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Los terrenos donde serán ubicados los componentes del sistema pertenecen a los propietarios de las viviendas y se encuentran legalizados por tanto no afectan en la inversión.

En la tabla IV.13 se detallan los montos de la inversión fija en equipo de comunicación, mobiliario y equipo de oficina.

Tabla IV.13 Equipos de oficina

Cantidad	Equipo	Función específica	Costo en C\$
1	Impresoras multifuncional	Equipo utilizados para la impresión de documentos y uso de oficina.	5,500.00
1	Teléfonos corporativa	Equipos utilizados para la comunicación interna y externa.	2,554.00
1	Computadora	Equipo utilizado para llevar automatizado la información financiera y para la elaboración de recibos.	18,800.00
1	Escritorio	Mobiliario para uso del personal administrativo	3,200.00
1	Archivo metálico	Mobiliario para archivo de documentos administrativos y financieros	2,500.00
1	Silla secretarial	Mobiliario para ser utilizado por personal administrativo	1,550.00
2	Sillas plástica	Mobiliario a ser utilizado por visitantes a la planta	1,200.00
<b>TOTAL</b>			<b>35,304.00</b>

FUENTE: Elaboración propia

En la siguiente tabla IV.14 se muestran los equipos y mobiliario de oficina así como obras civiles con su respectiva vida útil según la ley de concertación tributaria vigente.

Tabla IV.14 Vida útil de equipos, mobiliarios y obras civiles.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Costo en C\$</b>
1	Impresoras multifuncional	2	5,500.00
1	Teléfonos corporativa	5	2,554.00
1	Computadora	2	18,800.00
1	Escritorio	5	3,200.00
1	Archivo metálico	5	2,500.00
1	Silla secretarial	5	1,550.00
2	Sillas plástica	5	1,200.00
1	Obras Civiles	10	64,458,506.40
<b>TOTAL C\$</b>			<b>C\$64,493,810.40</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la vida útil de cada uno de los componentes de este sistema es necesario considerar en el análisis un calendario de reinversiones para aquellos equipos que tienen una vida útil por debajo de la vida útil del proyecto.

Tabla IV.15 Calendario de inversiones fijas

CALENDARIO DE INVERSIONES											
CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MOBILIARIO	0.00	0	11,004		11,004		11,004		11,004		
EQUIPOS DE COMPUTACION	24300	0				24,300					
OBRAS CIVILES DEL SISTEMA	64458506.4										
<b>TOTAL</b>	<b>C\$64,482,806.40</b>	<b>0.00</b>	<b>11,004.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11,004.00</b>	<b>24,300.00</b>	<b>11,004.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11,004.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La depreciación se calcula por el método de la línea recta para cada uno de los componentes como se muestra a continuación:

Tabla IV.16 Calendario de depreciación de activos fijos

DEPRECIACION METODO DE LINEA RECTA EQUIPO DE COMPUTACION											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación anual		2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00	2,430.00
Valor en libros	24,300.00	21,870.00	19,440.00	17,010.00	14,580.00	12,150.00	9,720.00	7,290.00	4,860.00	2,430.00	0.00

DEPRECIACION METODO DE LINEA RECTA MOBIARIO											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación anual		1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40	1,100.40
Valor en libros	11,004.00	9,903.60	8,803.20	7,702.80	6,602.40	5,502.00	4,401.60	3,301.20	2,200.80	1,100.40	0.00

DEPRECIACION METODO DE LINEA RECTA CONSTRUCCIONES CIVILES DEL SISTEMA											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación anual		6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64
Valor en libros	64,458,506.40	58,012,655.76	51,566,805.12	45,120,954.48	38,675,103.84	32,229,253.20	25,783,402.56	19,337,551.92	12,891,701.28	6,445,850.64	0.00

Fuente: Elaboración propia

#### IV.3.2. Inversiones diferidas

Las inversiones diferidas se refieren a todos los gastos necesarios para la puesta en marcha del sistema de saneamiento, entre los cuales están pagos de servicios, gastos de organización, personal de adquisiciones e ingeniero supervisor de proyectos, entre otros. Todos estos gastos se conocen como gastos pre operativo.

Tabla IV.17 Activos diferidos

Concepto	Costo (C\$)
Supervisión de la construcción	90.800,00
Servicios Notariales	30.025,00
Reclutamiento, selección y contratación de empresa constructora	21.550,00
Elaboración de documento de pre factibilidad	150.500,00
Instalación de equipos de cómputos	2.900,00
<b>Total</b>	<b>295,775.00</b>

Fuente: Empresas consultadas y sueldos de alcaldía de Nindirí

Para amortizar los activos diferidos (inversión diferida o intangible) se establecerá como período de amortización los 10 años (2019-2028), correspondiendo este a la vida útil del proyecto. El monto anual de amortización de los activos diferidos asciende a **C\$ 29,775.00**

Tabla IV.18. Calendario de amortización de activos diferidos

CALENDARIO DE AMORTIZACIONES ACTIVOS DIFERIDOS											
CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Supervisión de la construcción		9080	9080	9080	9080	9080	9080	9080	9080	9080	9080
Servicios Notariales		3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5	3002.5
Reclutamiento, selección y contratación de empresa constructora		2155	2155	2155	2155	2155	2155	2155	2155	2155	2155
Elaboración de documento de pre factibilidad		15050	15050	15050	15050	15050	15050	15050	15050	15050	15050
Instalación de equipos de cómputos		290	290	290	290	290	290	290	290	290	290
<b>TOTAL</b>		<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>	<b>29,577.50</b>

Fuente: Elaboración Propia

### IV.3.3 Inversión en capital de trabajo

El capital de trabajo es la inversión adicional en efectivo que debe ser aportada para que el sistema de alcantarillado sanitario y saneamiento inicie sus operaciones. Por lo tanto las inversiones en capital de trabajo constituyen el conjunto de recursos necesarios en forma de activos circulantes.

En el proceso de recolección, conducción y tratamiento los gastos principales se refieren al mantenimiento de infraestructura, pago de salarios operativos y administrativos, con un período de desfase de dos meses de operaciones, 30 días para efectuar pagos de los que gastos de operación y mantenimiento, y 30 días para obtener los ingresos correspondientes.

Tabla IV 19 Efectivo requerido para iniciar operaciones (C\$)

<b>Capital de trabajo</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo durante 2 meses</b>
Operación y mantenimiento trampa de grasa	5,125.00	10,250.00
Operación y mantenimiento de fosa séptica	68,666.67	137,333.33
Operación y mantenimiento de FAFA y filtro	60,083.33	120,166.67
Gastos de administración	3,967.75	7,935.5
<b>Total C\$</b>	<b>137,842.75</b>	<b>275,685.50</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **IV.4 Flujo neto de efectivo.**

Los componentes principales del flujo neto de efectivo son los siguientes: los egresos iniciales de fondos (inversiones fijas, diferidas y capital de trabajo), los ingresos y egresos de las operaciones.

La inversión inicial en activos fijos, diferidos y capital de trabajo neto equivale a C\$ 65,065,270.90. (Sesenta y cinco millones sesenta y cinco mil doscientos setenta córdobas con 90/100) mientras los ingresos y egresos representan en el flujo neto de efectivo las entradas y salidas reales de efectivo.

Los ingresos anuales ascienden a C\$ 1,045,691.88 en el primer año equivalentes al pago de tarifa; incrementando a media que crecen el número de conexiones llegando a ser de C\$ 2,206,334.27 en el año 10. De acuerdo al flujo neto que se presenta Estos montos no incluyen los gastos no desembolsables de depreciación y amortización de la inversión diferida, en vista que la operación de los sistemas de alcantarillado y saneamiento según la ley 479 en su artículo cita :” La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ENACAL, está exenta

del pago de todo tipo de impuestos contemplados en la legislación tributaria nacional, sean estos fiscales, municipales y de cualquier tipo, tanto en sus bienes, rentas, compraventas que realice, servicios que preste, entendiéndose estos últimos como servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, así como de las obras que ejecute. También está exenta de todos los derechos fiscales e impuestos que graven la importación o compra local de maquinarias, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente a la producción, tratamiento o distribución de agua potable para consumo humano, así como la recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas, en los servicios de alcantarillado sanitario.”



Tabla IV. 20 Flujo neto efectivo

FLUJO DE CAJA											
RUBROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1,045,691.88	1,136,144.23	1,234,420.70	1,341,198.09	1,457,211.73	1,583,260.54	1,720,212.58	1,869,010.97	2,030,680.42	2,206,334.27
Aporte por Domicilio		247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	247,200.00	82,400.00
Costos de Operación y Mantenimiento		1,606,500.00	1,622,565.00	1,638,790.65	1,655,178.56	1,671,730.34	1,688,447.65	1,705,332.12	1,722,385.44	1,739,609.30	1,757,005.39
Gastos de Administración		47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00	47,613.00
Amortización activos diferidos		29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50
Depreciación de activo fijo		6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64
Utilidad antes del IR	0	-6,836,649.26	-6,762,261.91	-6,680,211.09	-6,589,821.60	-6,490,359.75	-6,381,028.24	-6,260,960.68	-6,129,215.61	-5,984,770.02	-5,991,312.26
Impuesto sobre la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad despues del IR	0	-6,836,649.26	-6,762,261.91	-6,680,211.09	-6,589,821.60	-6,490,359.75	-6,381,028.24	-6,260,960.68	-6,129,215.61	-5,984,770.02	-5,991,312.26
Depreciación de activo fijo		29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50	29,577.50
Amortización activos diferidos		6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64	6,445,850.64
Capital de trabajo											275685.50
Medidas de mitigación ambientales	180540										
Inversión	65,065,270.90	0.00	11,004.00	0.00	11,004.00	24,300.00	11,004.00	0.00	11,004.00	0.00	0.00
Flujo neto de efectivo	-65,245,810.90	-361,221.12	-297,837.77	-204,782.95	-125,397.46	-39,231.61	83,395.90	214,467.46	335,208.53	490,658.12	759,801.38
VAN	-65,847,590.28										
TIR	-32.54%										

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de los indicadores de rentabilidad que en este estudio son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se obtienen los siguientes resultados:

Valor actual neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FLUJO_t}{(1 + K)^t} - I = -65,847,590.28 \text{ C\$}$$

**Tasa interna de retorno**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FLUJO_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0; TIR = -32.54\%$$

Podemos concluir de los indicadores de rentabilidad que existe un déficit para la sostenibilidad del sistema de alcantarillado sanitario y saneamiento, ya que el VAN es menor que cero y la TIR es menor que la tasa de descuento(8%).

**Capítulo**

**V**

**Capítulo V: Evaluación Socioeconómica**

---

## V.1 Caracterización de la comunidad (variables relevantes para la evaluación)

Con el análisis realizado en los capítulos anteriores y a través de un trabajo de campo con apoyo de la observación, entrevistas a responsables de áreas de instituciones de salud, saneamiento, y gobierno municipal, encuestas a habitantes del casco urbano así como la recopilación de fuentes secundarias se han determinado los siguientes datos que se presentan en la tabla V.1

Tabla V.1 Variables relevantes de la comunidad

Descripción		Datos
a	Numero familias de la comunidad	824
	Número de personas por familia (Índice de hacinamiento)	5.56
B	Salario promedio de las personas	C\$ 6,500
C	Número de horas trabajadas por mes	190
b/c	Valor de la hora	C\$ 34.21

Fuente: Elaboración propia, con información recopilada de encuesta realizadas a la población

## V.2. Liberación de recursos por menores costos en salud

Se ha realizado una caracterización socioeconómica, productiva y de salud de la comunidad, encontrándose una elevada prevalencia de enfermedades de origen hídrico, específicamente Síndrome Diarreico Agudo (SDA). En promedio una persona va 3 veces al año al puesto de salud con SDA

Tabla V.2 Datos anuales de salud relevantes de la comunidad de Nindirí

Número de atenciones SDA en la comunidad (anual)	2540
Tasa SDA por persona	0.55
Gasto de atención por persona	C\$ 800
Gasto anual en salud en SDA	C\$ 2,032,000.00
Ahorro anual (Externalidad positiva)	C\$ 2,032,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos del SILAIS.

Sin embargo, no se puede afirmar que solamente por el contacto con las aguas contaminadas se presenten las enfermedades, ya que también influyen otros factores de manera positiva o negativa, por ejemplo, los hábitos de limpieza, el nivel de ingresos y los servicios públicos disponibles. Es por esto que basados en datos de la Organización Mundial de la Salud según Dr. Lee John-Wook, Director General de la Organización de Mundial de la Salud la implementación de un sistema de saneamiento reduce la incidencia de enfermedades gastrointestinales en un 45%, es por esto que el ahorro atribuible al proyecto es de C\$ 914,400.00.

### **V.3 Costos evitados por disminución de inasistencia laborales**

Al disminuir las incidencias de enfermedades gastrointestinales en la población se ven afectadas de manera positiva las actividades productivas en Nindirí, ya que se reduce la inasistencia laboral de los habitantes a sus centros de trabajo durante el año. Esto se traduce en un aumento de ingresos en las familias ya que no dejan de laborar por asistir a un centro de salud en busca de atención médica.

Por tanto para el presente estudio se proyecta una reducción del 45% en la inasistencia laboral equivalente a la reducción de enfermedades gastrointestinales que se presentan por implementación de sistemas de saneamiento según la organización mundial de la salud y que son atribuibles al proyecto.

Tabla V.3 Costos evitados por disminución de incidencias de enfermedades gastrointestinales en población

Sin proyecto	
Número de atenciones SDA en la comunidad (anual)	2540
Salario mensual por persona	C\$ 6,500
Salario diario por persona	C\$ 273.68
Días de inasistencia laboral por incidencias de enfermedades SDA (Consulta médica y tiempo de recuperación)	2
Pérdida de ingresos anuales por afectaciones SDA	C\$ 1,390,294.40
Con proyecto	
Número de atenciones SDA en la comunidad (anual)	508
Salario mensual por persona	C\$ 6,500
Salario diario por persona	C\$ 273.68
Días de inasistencia laboral por incidencias de enfermedades SDA (Consulta médica y tiempo de recuperación)	2
Pérdida de ingresos anuales por afectaciones SDA	C\$ 278,058.88
Beneficio estimado atribuible al proyecto	<b>C\$ 1,112,235.52</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **V.4 Liberación de recursos por disminución de gastos en mantenimiento vial**

La implementación de un sistema de alcantarillado influiría en la manera de disponer las aguas residuales, dejando de verterlas sobre las calles lo que traería como consecuencia un ahorro en los costos de mantenimiento vial ya que se dejaría en costos adicionales durante el año por encharcamientos provocados por aguas grises en las vías.

Según datos proporcionados por el Ing. García responsable del mantenimiento vial por parte de la alcaldía de Nindirí el gasto anual correspondiente al mantenimiento de la red vial del casco urbano, producto del deterioro generado a las calles por las escorrentías de aguas grises es de **C\$ 7,895,457.96**

Siendo este monto el beneficio por disminución de costos en mantenimiento vial generado por el proyecto.

#### **V.5 Beneficios por incremento de la plusvalía de lotes en el casco urbano**

La reducción de los malos olores permite una mejora en la vida de las personas así como un incremento en las plusvalía de los lotes en Nindirí, constituyéndose en un beneficio social atribuible al proyecto de alcantarillado y saneamiento, se puede obtener una aproximación de estos beneficios, considerando que existen otros factores que también influyen en el valor de los lotes como la cantidad de servicios básicos de las que disponen ,seguridad pública, acceso a la educación y servicios de salud pero al tratarse de una comunidad relativamente pequeña se considera que todos los lotes cuentan con el mismo acceso a estos servicios.

Es por esto que conociendo el precio de valor de los predios sin proyecto y con proyecto respectivamente la diferencia entre estas dos situaciones sería la estimación del beneficio.

Los beneficios por este concepto están localizados en 824 predios ubicados en el casco urbano de Nindirí y que se verían beneficiados por la construcción del sistema de saneamiento.

La valoración de estos beneficios se realizó mediante la comparación del valor de los predios sin proyecto comparados con el valor aproximado de estos una vez en operación el proyecto.

Según datos obtenidos en la delegación departamental de catastro Masaya, brindado por el ingeniero Lopez el incremento en el valor de las propiedades en los últimos años donde se han implementados proyectos de saneamiento oscila entre C\$ 15,500 y C\$25,000.

Tabla V.4 Valoración del beneficio por imagen urbana

Lotes	Tamaño promedio	Valor sin proyecto C\$	Valor con proyecto C\$	Aumento en valor C\$
824	300 M2	85,000	105,000	20,000

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de registros catastrales.

Considerando que los beneficios no se obtendrían de inmediato, para efectos de la evaluación se supondrá que el beneficio anual que se captará es del 25% del aumento del costo de los predios. Siendo este valor calculado de **C\$ 4, 120,000.00**

Para el análisis de la Evaluación socio-económica del proyecto, se ha tomado como referencia la información generada en el estudio financiero, correspondiente a costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, para realizar su debida conversión de financieros a costos e ingresos económicos sociales. Para ello se cuenta con la tabla de factores de conversión o razones de los precios de bienes transables y no transables aplicables a nuestro país Estos factores incorporan el ajuste de los precios de mercado dado la incorporación del verdadero costo de la divisa para la sociedad y la eliminación de la distorsión generada por los impuestos a las exportaciones y exportaciones y los impuestos internos (Impuesto al Valor Agregado: IVA).



Asimismo se ha eliminado las transferencias por categoría, es decir la depreciación, valor de rescate y amortización. Se han corregido los bienes y servicios valorados a precio de mercado con el factor de corrección correspondiente para convertir estos costos e ingresos a flujos económicos sociales

En la Tabla V.5 se muestran los costos de Inversión que fueron el resultado de la alternativa técnica de solución para la recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales y se han separado los materiales de la mano de obra, a fin de poder estimar el valor social de la inversión.

Tabla V.5 Costos de Inversión

INVERSION A PRECIOS SOCIALES												
RUBROS	AFFECT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INVERSIONES FIJAS</b>		<b>64,789.07</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>24.30</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>DEPRECIABLES</b>		<b>64,493.30</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>24.30</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Construcciones y Obras civiles		38,674.80										
Mano de obra Calificada		6,445.80										
Mano de obra No Calificada		19,337.40										
Equipo Nacional		24.30					24.30					
Mobiliario		11.00		11.00		11.00		11.00		11.00		
<b>INVERSIONES DIFERIDAS</b>		<b>295.77</b>										
Elaboración documento prefactibilidad		150.50										
Gastos Notariales y documentos de estudios		30.02										
Instalación de equipos de computos		2.90										
Reclutamiento, selección y contratación de empresa constructora		21.55										
Supervisión de la constructora		90.80										
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>		<b>275.68</b>										
Mano de obra calificada		122.54										
Mano de obra no calificada		96.39										
Materia prima		56.75										
<b>FLUJO DE INVERSION (SIN TRANSFERENCIA)</b>	<b>0.00</b>	<b>-65,064.75</b>	<b>0.00</b>	<b>-11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-11.00</b>	<b>-24.30</b>	<b>-11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-11.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla V.6 muestra los costos de inversión, con los factores de conversión utilizados para encontrar los precios sociales según corresponda por la naturaleza de los bienes.

Tabla V.6 Costos Inversión Social

INVERSION A PRECIOS SOCIALES												
RUBROS	AFECTA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INVERSIONES FIJAS</b>		<b>49,657.88</b>		<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>9.57</b>	<b>21.14</b>	<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>DEPRECIABLES</b>		<b>49,405.54</b>		<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>9.57</b>	<b>21.14</b>	<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Construcciones y Obras civiles	0.87	33,647.08										
Mano de obra Calificada	0.82	5,285.56										
Mano de obra No Calificada	0.54	10,442.20										
Equipo Nacional	0.87	21.14					21.14					
Mobiliario	0.87	9.57		9.57		9.57		9.57		9.57		
<b>INVERSIONES DIFERIDAS</b>		<b>252.34</b>										
Elaboración documento prefactibilidad	0.82	123.41										
Gastos Notariales y documentos de estudios	1	30.02										
Instalación de equipos de computos	1	2.90										
Reclutamiento, selección y contratación de empresa constructora	1	21.55										
Supervisión de la constructora	0.82	74.46										
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>		<b>228.91</b>										
Mano de obra calificada	0.82	100.48										
Mano de obra no calificada	0.54	52.05										
Materia prima	0.87	49.37										
<b>FLUJO DE INVERSION (SIN TRANSFERENCIA)</b>		<b>-49,886.78</b>	<b>0.00</b>	<b>-9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>-9.57</b>	<b>-21.14</b>	<b>-9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>-9.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla V.7 refleja todos los costos de operación y mantenimiento en que incurrirá el sistema de conducción, recolección y tratamiento una vez puesto en marcha.

Tabla V.7 Costos de operación y mantenimiento

OPER SOCIAL												
DESCRIPCION		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>			<b>864.90</b>	<b>884.15</b>	<b>1,108.20</b>	<b>1,117.23</b>	<b>1,134.40</b>	<b>1,143.74</b>	<b>1,161.69</b>	<b>1,171.35</b>	<b>1,190.10</b>	<b>1,200.11</b>
<b>OPER. MANTENIMIENTO 1</b>			<b>61.50</b>	<b>62.12</b>	<b>62.74</b>	<b>63.36</b>	<b>64.00</b>	<b>64.64</b>	<b>65.28</b>	<b>65.94</b>	<b>66.60</b>	<b>67.26</b>
Materia Prima	0.87		9.85	9.95	10.05	10.15	10.25	10.35	10.46	10.56	10.67	10.77
Materiales directos	0.87		5.36	5.41	5.47	5.52	5.58	5.63	5.69	5.75	5.80	5.86
Mano de Obra directa	0.82		18.75	18.94	19.13	19.32	19.51	19.71	19.90	20.10	20.30	20.51
Prestaciones			20.04	20.24	20.44	20.65	20.85	21.06	21.27	21.49	21.70	21.92
Mano de Obra directa ( No Calificada)	0.54		7.50	7.58	7.65	7.73	7.80	7.88	7.96	8.04	8.12	8.20
<b>OPER. MANTENIMIENTO 2</b>			<b>82.40</b>	<b>97.43</b>	<b>317.24</b>	<b>322.00</b>	<b>334.87</b>	<b>339.90</b>	<b>353.50</b>	<b>358.80</b>	<b>373.15</b>	<b>378.75</b>
Mano de Obra directa ( No Calificada)			30.62	31.08	222.07	225.40	234.41	237.93	247.45	251.16	261.21	265.12
Mano de Obra directa (Calificada)			36.54	37.09	64.74	65.71	68.34	69.37	72.14	73.22	76.15	77.30
Prestaciones			15.24	29.26	30.43	30.89	32.12	32.60	33.91	34.42	35.79	36.33
<b>OPER. MANTENIMIENTO 3</b>		721	<b>721.00</b>	<b>724.61</b>	<b>728.23</b>	<b>731.87</b>	<b>735.53</b>	<b>739.21</b>	<b>742.90</b>	<b>746.62</b>	<b>750.35</b>	<b>754.10</b>
Materia Prima			125.35	125.98	126.61	127.24	127.88	128.52	129.16	129.80	130.45	131.10
Materiales directos			110.16	110.71	111.26	111.82	112.38	112.94	113.51	114.07	114.64	115.22
Mano de Obra directa (Calificada)			87.43	87.87	88.31	88.75	89.19	89.64	90.09	90.54	90.99	91.44
Prestaciones			48.34	48.58	48.82	49.07	49.31	49.56	49.81	50.06	50.31	50.56
Mano de Obra directa ( No Calificada)			349.72	351.47	353.23	354.99	356.77	358.55	360.34	362.15	363.96	365.78
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>			<b>47.63</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>	<b>51.39</b>
MATERIALES			47.63	51.39	51.39	51.39	51.39	51.39	51.39	51.39	51.39	51.39
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>912.53</b>	<b>935.54</b>	<b>1,159.59</b>	<b>1,168.62</b>	<b>1,185.79</b>	<b>1,195.13</b>	<b>1,213.08</b>	<b>1,222.74</b>	<b>1,241.49</b>	<b>1,251.50</b>

Fuente: Elaboración propia

El desglose de los productos y mano de obra a precio de mercado permite afectar los bienes por los factores de conversión correspondientes para obtener los precios sociales, como se muestra en la tabla V.8.

Tabla V.8 Costos de operación a precios Sociales

OPER SOCIAL												
DESCRIPCION		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>			<b>554.70</b>	<b>558.20</b>	<b>749.70</b>	<b>756.08</b>	<b>768.77</b>	<b>775.39</b>	<b>788.68</b>	<b>795.53</b>	<b>809.44</b>	<b>816.56</b>
<b>OPER. MANTENIMIENTO 1</b>			<b>32.66</b>	<b>32.98</b>	<b>33.31</b>	<b>33.65</b>	<b>33.98</b>	<b>34.32</b>	<b>34.67</b>	<b>35.01</b>	<b>35.36</b>	<b>35.72</b>
Materia Prima	0.87		8.57	8.66	8.74	8.83	8.92	9.01	9.10	9.19	9.28	9.37
Materiales directos	0.87		4.66	4.71	4.76	4.80	4.85	4.90	4.95	5.00	5.05	5.10
Mano de Obra directa (Calificada)	0.82		15.38	15.53	15.68	15.84	16.00	16.16	16.32	16.48	16.65	16.82
Prestaciones			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de Obra directa ( No Calificada)	0.54		4.05	4.09	4.13	4.17	4.21	4.26	4.30	4.34	4.39	4.43
<b>OPER. MANTENIMIENTO 2</b>			<b>56.60</b>	<b>57.45</b>	<b>246.29</b>	<b>249.98</b>	<b>259.98</b>	<b>263.88</b>	<b>274.44</b>	<b>278.55</b>	<b>289.70</b>	<b>294.04</b>
Mano de Obra directa ( No Calificada)	0.87		26.64	27.04	193.20	196.10	203.94	207.00	215.28	218.51	227.25	230.65
Mano de Obra directa (Calificada)	0.82		29.96	30.41	53.09	53.88	56.04	56.88	59.15	60.04	62.44	63.39
Prestaciones												
<b>OPER. MANTENIMIENTO 3</b>			<b>465.44</b>	<b>467.76</b>	<b>470.10</b>	<b>472.45</b>	<b>474.81</b>	<b>477.19</b>	<b>479.57</b>	<b>481.97</b>	<b>484.38</b>	<b>486.80</b>
Materia Prima	0.87		109.05	109.60	110.15	110.70	111.25	111.81	112.37	112.93	113.49	114.06
Materiales directos	0.87		95.84	96.32	96.80	97.28	97.77	98.26	98.75	99.24	99.74	100.24
Mano de Obra directa (Calificada)	0.82		71.69	72.05	72.41	72.77	73.14	73.50	73.87	74.24	74.61	74.98
Prestaciones			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mano de Obra directa ( No Calificada)	0.54		188.85	189.79	190.74	191.70	192.65	193.62	194.59	195.56	196.54	197.52
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>			<b>41.44</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>	<b>44.71</b>
MATERIALES	0.87		41.44	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>596.13</b>	<b>602.91</b>	<b>794.41</b>	<b>800.79</b>	<b>813.48</b>	<b>820.10</b>	<b>833.39</b>	<b>840.24</b>	<b>854.15</b>	<b>861.27</b>

Fuente: Elaboración propia

Con toda la información obtenida se ha procedido a la estructuración del flujo neto económico como se muestra en la tabla V.9

Tabla V.9 Evaluación Social

EVALUACION SOCIAL											
RUBROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Beneficios</b>		14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08
Liberación de recursos por menores costos de salud		914.40	914.40	914.40	914.40	914.40	914.40	914.40	914.40	914.40	914.40
Costos evitados por disminución de inasistencias laborales		1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23	1,112.23
Liberación mantenimiento		7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45	7,895.45
Beneficios plusvalía		4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00	4,120.00
costos de opera. Y matt		554.70	558.20	749.70	756.08	768.77	775.39	788.68	795.53	809.44	816.56
<b>Gastos de Administración</b>		41.44	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71	44.71
<b>Capital de trabajo</b>											173.11
<b>Medidas de mitigación ambientales</b>	-198.26										
<b>Inversión</b>	-49,886.78	0.00	-9.57	0.00	-9.57	-21.14	-9.57	0.00	-9.57	0.00	0.00
<b>Flujo neto de efectivo</b>	-50,085.04	13,445.95	13,429.60	13,247.67	13,231.72	13,207.46	13,212.41	13,208.69	13,192.27	13,187.93	13,353.92
<b>VAN</b>	39,052.81										
<b>TIR</b>	23.30%										

Fuente: Elaboración propia

La evaluación social de proyectos a pesar de requerir de una extensa recopilación de información, manejo y análisis de la misma, ofrece resultados simples y fáciles de interpretar, tales como el VANE (Valor Actual Neto Económico) y la TIRE (Tasa Interna de Retorno Económica) los cuales fueron empleados para el presente trabajo, estos indicadores facilitan en gran medida la toma de decisiones.

Haciendo uso de los indicadores de rentabilidad antes mencionados se obtienen los siguientes resultados:

Valor actual neto económico

$$VANE = \sum_{t=1}^n \frac{FLUJO_t}{(1 + K)^t} - I = 39,052,810.00 \text{ C\$}$$

Tasa interna de retorno económico

$$VANE = \sum_{t=1}^n \frac{FLUJO_t}{(1 + TIRE)^t} - I = 0; TIRE = 23.30\%$$

Podemos concluir de los indicadores de rentabilidad que desde el punto de vista social económico el proyecto es factible, ya que el VANE es mayor que cero y la TIRE es mayor que la tasa de descuento social (8%).

Además del cálculo de VANE y TIRE en este estudio se realizó el análisis de sensibilidad y de costo-beneficio, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultado.

Tabla V.10 Relación beneficio-costo.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficios		14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08	14,042.08
Costos	50,085.04	596.1331	593.3371	794.4122	791.2184	792.3424	810.5333	833.3863	830.6741	854.1502	861.2704
<b>VAN Beneficios</b>	<b>94,223.50</b>										
<b>VAN Costos</b>	<b>55,169.22</b>										
<b>Relación Beneficio Costo</b>	<b>1.708</b>										

Este indicador cumple con su condición de dar una relación mayor que uno por lo que podemos concluir que los beneficios sociales que se obtienen del proyecto superan los costos en los que se incurren para poder generarlos.



## Capítulo VI: Diagnostico Ambiental

---

## VI.1 LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

### **Estado ambiental de territorio**

En el presente capítulo se efectuará un diagnóstico ambiental, a través de un levantamiento de datos para análisis de los impactos ambientales positivos y negativos que pueda generar el vertido de las aguas grises domiciliarias en la red vial municipal, en especial en las calles del distrito I del municipio de Nindiri. En base a estos datos ambientales se determinará la importancia, justificación y validación del proyecto y las medidas de protección ambiental que deben adoptarse de acuerdo al marco legal vigente que orienta las instancias o autoridades correspondientes, para su debida gestión.

El objetivo principal ha sido identificar, evaluar y valorar impactos que se puedan encontrar durante la inspección en campo dentro de las áreas de influencia consideradas en este estudio.

Este proyecto de tipo saneamiento ambiental, tiene como objetivos principales implementar los criterios técnicos que permitan ejecutar satisfactoriamente la construcción y operación del sistema de tratamiento del distrito I del municipio de Nindiri que atienda las aguas grises.

### **Levantamiento de la información**

Las actividades en esta fase se encuentran la revisión y el análisis de la información relacionada con el área propuesta para el desarrollo de la actividad, así como del área de influencia.

Se contemplaron las siguientes actividades:

**Recopilación de la información secundaria:** Dicha información se obtuvo de las diferentes fuentes existentes, tales como legislación ambiental vigente.

**Recolección de información primaria in situ:** Toma de fotografías de las diferentes zonas de influencia a desarrollarse el proyecto, encuestas

**Determinación del área de influencia:** En el área de influencia, se determinaron tanto el área de influencia directa (AID) como el área de influencia Indirecta (AI), evaluando tanto parámetros de tiempo, espacio y aspectos ecológicos, administrativos y sociales.

**Levantamiento de la Línea Base:** Para el levantamiento de la línea base se determinó la situación actual de los componentes físicos (agua, aire y suelo), así como la comparación con información existente; componente biótico. En cuanto a la evaluación del componente Socio-económico y cultural se realizó el levantamiento de la información mediante entrevistas y encuestas, así como información secundaria existente. El aspecto Paisajístico se evaluó en sitio, mediante evaluaciones del paisaje, considerando el estado natural, escasez, estética e importancia para conservación. Las conclusiones integrales de todas estas variables, servirán como indicador del estado natural del área.

El estudio comienza desde la definición de la línea base de la zona en la cual se ejecutará el proyecto, considerando elementos como clima, calidad del aire, geología y geomorfología y análisis del asentamiento en su estado antes de la ejecución del mismo y el funcionamiento.

### **Definición del área de influencia**

- Área directamente afectada por el proyecto

Esta área se refiere a los lugares donde se llevarán a cabo las actividades correspondientes a la construcción y operación del sistema de tratamiento que en este caso será en el distrito I del municipio de Nindirí.

- Área de influencia directa del proyecto

Esta área son las zonas contiguo donde se llevará a cabo todas las actividades de ejecución y operación del proyecto, siendo esta toda el área del casco urbano de Nindirí.

- Área de influencia indirecta del proyecto

El área de influencia indirecta para este proyecto se delimitará todo el municipio de Nindirí.

## **Medio Físico**

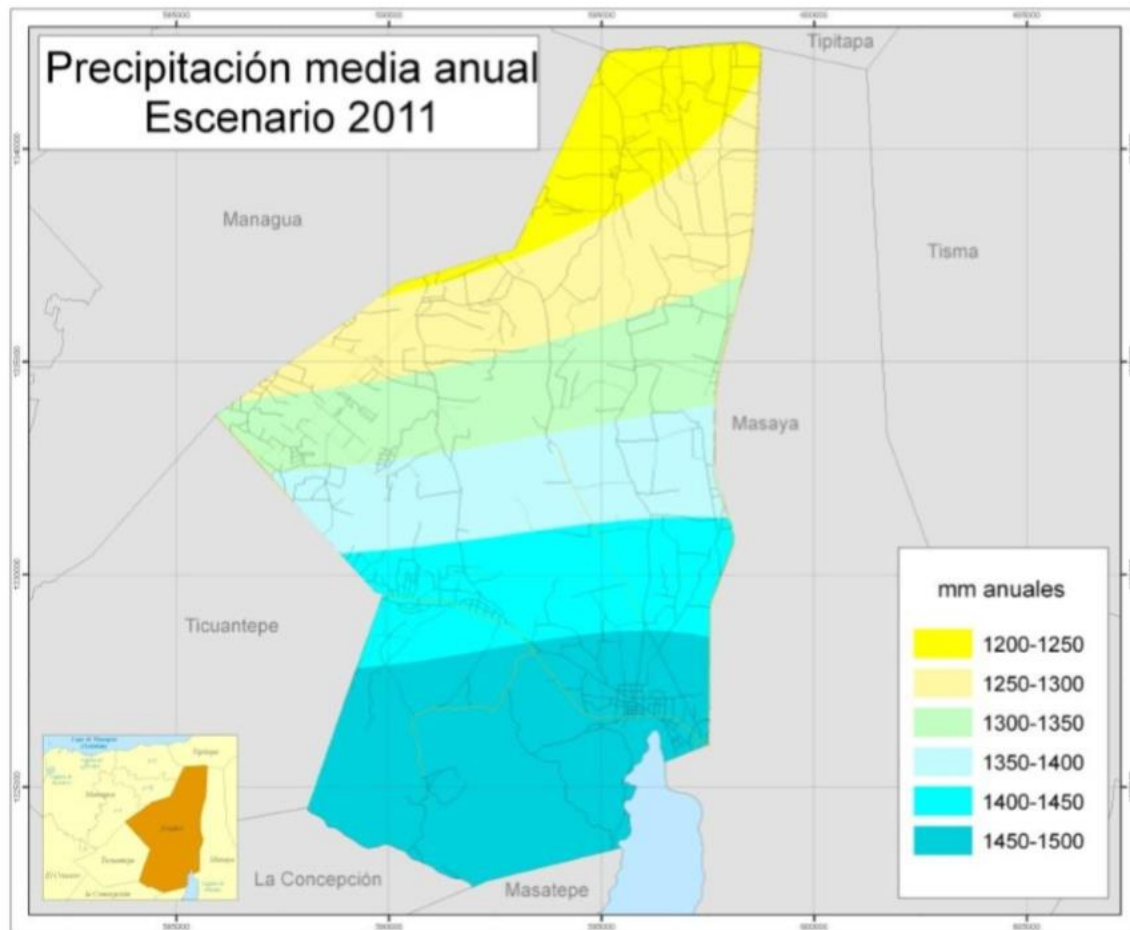
### **Caracterización climática**

La precipitación promedio anual en el municipio (ver Figura 19) registra un valor promedio de 1,306.7 milímetros, en la época lluviosa registra un promedio de 1,196.5 milímetros y en la época seca un promedio 110.2 milímetros. Se encuentra una zona lluviosa en la parte sur del municipio con valores mayores de 1,500 milímetros, cuya pluviosidad decrece hacia la zona norte; en la parte baja las lluvias representan una zona relativamente seca cuyos valores varían entre 1,200 y 1,250 milímetros.

Para el distrito I del municipio se reconoce una precipitación promedio anual de 1,306.7milímetros.

La temperatura promedio en el municipio (ver Figura 20) oscila entre 21.9 °C registrado en la estación "La primavera" y 27.2 °C registrado en la estación Managua; además las temperaturas más altas se presentan entre los meses de abril y mayo, oscilando sus valores entre de 27.3 y 26.8 grados respectivamente. La temperatura media más baja se presenta en los meses de Diciembre y Enero cuyo valor registrado fue de 24.2 grados para cada mes. Las temperaturas del mes de abril son las más elevadas en el año. (Fuente: Línea Base Municipio de Nindirí, Pág. 36)

Imagen VI.1 Precipitación media anual

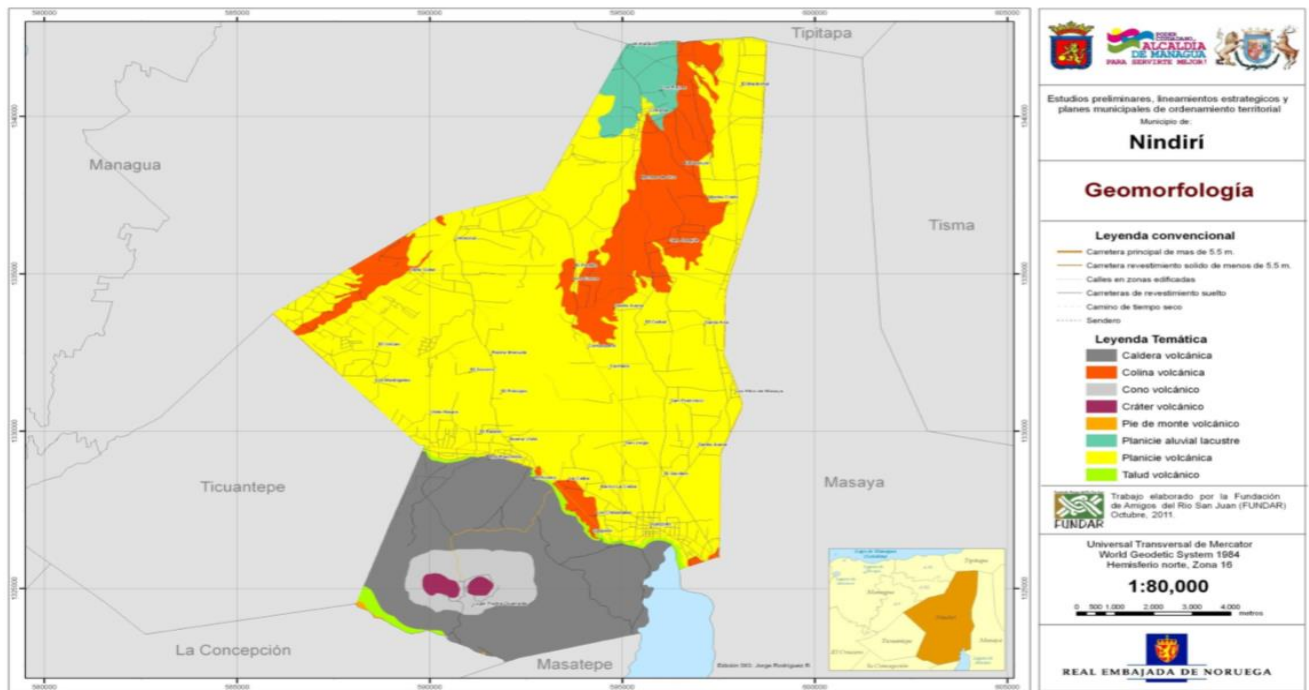


Fuente: Línea Base Municipio de Nindirí, Pág. 42.

### **Morfología del suelo**

De acuerdo a la posición y las formas del relieve, en el municipio de Nindirí se identifican cinco unidades geomorfológicas claramente definidas, en la que destaca una amplia planicie que cubre las tres cuartas partes del sector norte del municipio y el complejo del volcán Masaya en el sector sur. El distrito I del municipio de Nindirí se encuentra localizado en la parte Sur – Este, por lo cual presente morfología del tipo planicie Volcánica (PV), a como se muestra en la siguiente figura:

## Imagen VI.2 Geomorfología



Fuente: Línea Base Municipio de Nindiri, Pág. 22.

Planicie Volcánica (Pv). Esta unidad se distribuye en la mayor parte del área norte del municipio y se caracteriza por tener un relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes de 0 a 8%, está constituida por materiales piroclásticos y vidrios volcánicos del cuaternario reciente. Esta planicie está flanqueada por el sur con el volcán Masaya del que recibió cantidades importantes de roca volcánica cuando la erupción de dicho volcán dispersándola sobre la planicie.

### Elevación y pendientes de suelo

La elevación en el municipio va desde los 50 metros sobre el nivel del mar en el norte del municipio, hasta elevaciones entre 600 y 650 msnm en el cono volcánico del volcán Masaya. Las pendientes en el municipio son predominantemente planas (exceptuando el complejo volcánico) observándose que en más del 80% del municipio, las pendientes son inferiores al 8%.

## Suelos del municipio

Las series de suelo predominantes en el municipio son: Nindirí, Zambrano, Roca volcánica, derrames de lava, casco urbano, representando el 87% del área total. También se identificaron las series de: Cofradía, cono volcánico, suelos muy superficiales y cárcavas.

## Topografía

La topografía del terreno se caracteriza por presentar pendientes moderadas, particularidades que condicionan las posibles alternativas de manejo de las aguas residuales, dado que facilitan las escorrentías hacia los cause naturales o pendientes aguas abajo que se ubican en el distrito I del municipio de Nindirí.

## Pendientes

Las pendientes de casco urbano son menores al 3% presentando condiciones favorables para el drenaje de las escorrentías pluviales.

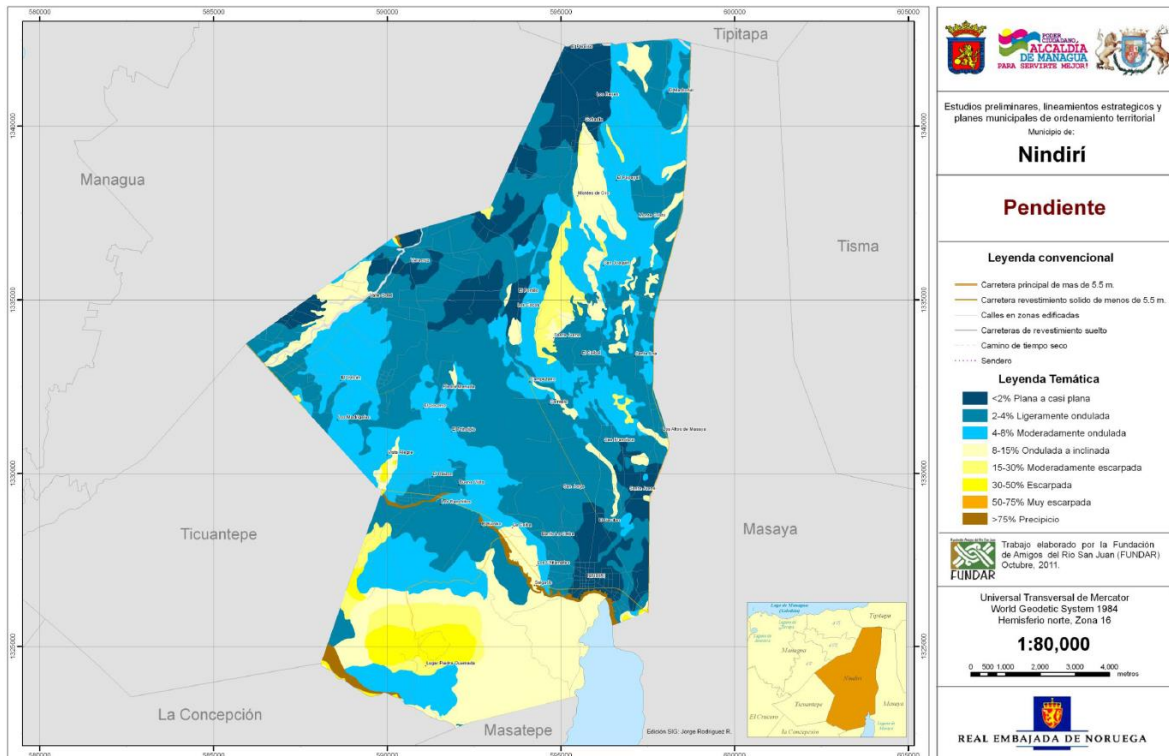
Tabla VI.1 Calificativo topográfico

<b>Símbolo (Mapa)</b>	<b>Calificativo de la topografía</b>	<b>Pendiente (%)</b>
a	Plana, a casi plana	< 2
b	Ligeramente ondulado, a ligeramente inclinado	2 – 4
c	Moderadamente ondulado, a moderadamente inclinado	4 – 8
d	Ondulado, a inclinado	8 – 15
e	Moderadamente escarpada	15 – 30
f	Escarpada	30 – 50
g	Muy escarpada	50 - 75
h	Precipicio	Más de 75

Fuente: Estudio de Suelos de CATASTRO, 1968-77

En el siguiente mapa podemos apreciar las pendientes de todo el municipio, haciendo énfasis en las pendientes predominante del distrito I del municipio de Nindiri, las que oscilan entre el 2 %.

ImagenVI..3 Pendientes Nindiri



Fuente: Estudios de Suelos Alcaldía de Nindiri

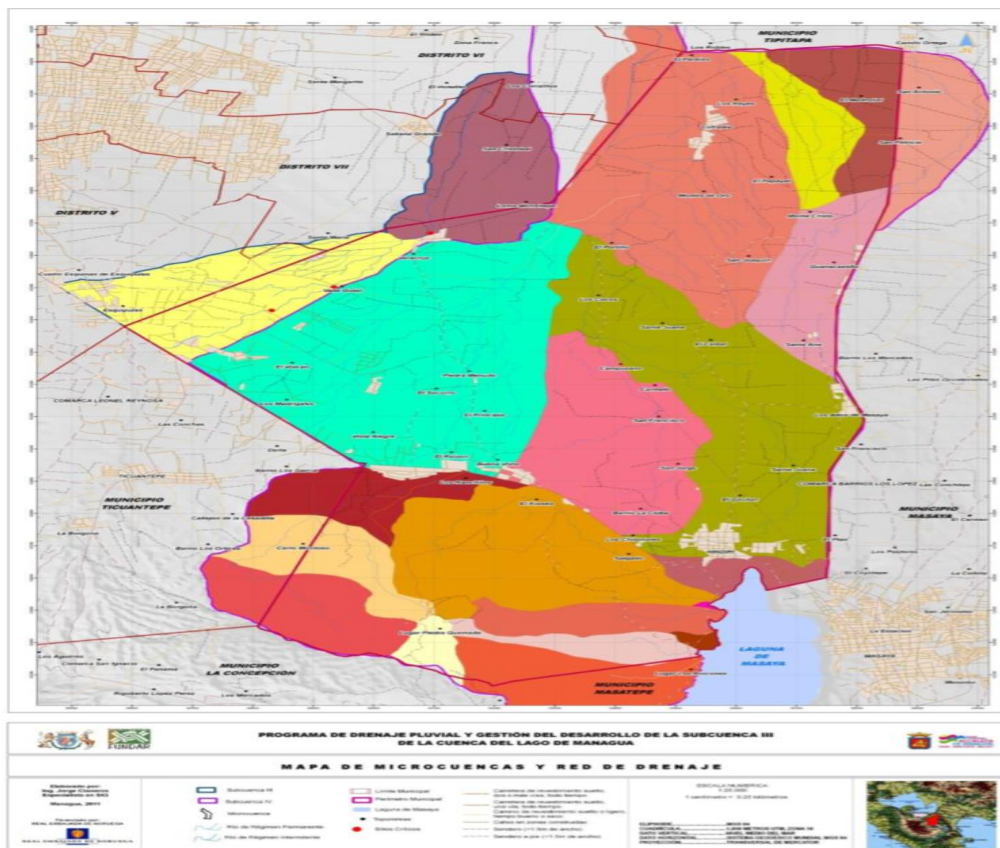


## RECURSOS HIDRICOS

### Microcuencas del municipio

En el municipio de Nindirí existen 17 microcuencas, de las cuales dos pertenecen a la subcuenca III y 15 forman parte de la subcuenca IV, el distrito I del municipio de Nindirí se encuentra dentro de la subcuenca IV a como se puede visualizar en el mapa de sub cuencas.

Imagen VI.4 Mapa de microcuencas



Fuente: Línea Base Nindirí, Pág. 33.

### **Aguas subterráneas**

Se tienen dos sub cuencas hidrogeológicas, una pertenece al acuífero Managua, como es la subcuenta hidrogeológica oriental y la otra al sistema acuífero Tipitapa-Granada, específicamente a la subcuenta hidrogeológica del sub sistema Masaya-Tisma con predominio de cobertura de la primera.

La cobertura predominante de la subcuenta hidrogeológica oriental de 148.16 km<sup>2</sup> equivalente al 99.2 % del área total del municipio, mientras que el área del acuífero Masaya-Tisma es de 1.2 km<sup>2</sup> equivalente al 0.8 %. La dirección del flujo subterráneo de la subcuenta oriental es del suroeste al noreste.

De lo anterior podemos decir que el distrito I del municipio de Nindirí pertenece a la subcuenta oriental.

### **Agua**

El agua potable del distrito I del municipio de Nindirí cumple con los parámetros de la Normas de INAA y es proveniente de Masaya.

En la zona de ejecución del proyecto no existe actualmente un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas, solamente uso de letrinas para los desechos fecales, y las aguas grises son conducidas hacia las calles.

### **Medio Biótico**

La investigación de campo se basa principalmente en observaciones directas y mediante encuestas a los moradores o usuarios de los lugares visitados. Las observaciones de las aves que sobrevuelan la zona. De igual manera, se realiza un recorrido lento por la mañana y en la tarde en la zona del proyecto.

Se menciona como principal fauna terrestre a las aves, por ser especies sensibles e indicadores de los cambios ambientales y peligros que ocurren en el medio. Además, se considera un listado de las especies de la flora que se encuentren en

el área de influencia indirecta del proyecto, ya que la zona del proyecto es una zona muy intervenida y no encontramos flora endémica de la zona.

## **Flora y Fauna**

La biodiversidad de fauna está muy correlacionada con el tipo de ecosistemas existentes en el territorio y su grado de intervención, determinada muchas veces por el tipo de fragmento encontrado. Así mismo, la biodiversidad florística es propiciada y mantenida por estos hospederos faunísticos, de ahí la importancia de caracterizar su estado y determinar qué acciones deben ser tomados en cuenta para la protección de la flora y fauna nativa.

### **Aves**

Según el estudio de ecosistema se tienen identificadas 43 especies de aves, de 23 familias. Todas las especies registradas se encuentran reportadas para Nicaragua por Martínez Sánchez, 2007. Del total de especies de aves reportadas 8 se encuentran protegidas por decreto del MARENA (2011) y en los listados de fauna bajo regulación especial dentro de apéndices de CITES (UICN 1999).

### **Mamíferos**

Se identificó un total de 7 especies de mamíferos en el área de estudio, entre las que se encuentran 1 marsupial (Zorro) 4 de quirópteros (murciélagos), 1 de roedores, 1 Lepórido (conejo). Los mamíferos quirópteros o murciélagos se encuentran bien representados en toda el área, lo que permite que se produzcan las actividades biológicas entre las especies de manera estable.

## VI.2 Valoración de Impactos Ambientales Negativos

### Identificación de impactos negativos durante la construcción y el funcionamiento del proyecto

En las tabla VI.2 se presentan los impactos negativos identificados en la etapa de construcción y funcionamiento del proyecto, dividido por actividades del proyecto y asignando un código a cada factor ambiental impactado, detallando el efecto directo de la acción sobre cada factor ambiental.

Tabla VI.2. Identificación de impactos negativos durante la construcción y operación del proyecto

Identificación de Impactos Negativos del proyecto				
Etapa del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
CONSTRUCCIÓN	C1-M2	Trampa de grasa y pozo de absorción	CALIDAD DEL AIRE	Generación de partículas de polvo en suspensión
	C1-M6		SUELO	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de los residuos generados por la actividad
	C1-M18		PAISAJE URBANO	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales
	C2-M2	Tanque séptico y FAFA	CALIDAD DEL AIRE	Generación de partículas de polvo en suspensión
	C2-M3		SONIDO BASE	Aumento de ruido
	C2-M4		GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	Aumento d erosión y compactación del suelo
	C2-M6		SUELO	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de los residuos generados por la maquinaria
	C2-M9		PAISAJE NATRURAL	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales en áreas verdes
	C2-M12		TRANSPORTE Y VIALIDAD	Interrupción o alteración del flujo vehicular en la zona de obra

Identificación de Impactos Negativos del proyecto				
Etapa del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
	C2-M16		HABITAT HUMANO	Afectación de espacios privados por ejecución de obras
	C2-M17		ESPACIOS PUBLICOS	Afectación de espacios públicos como calles por ejecución de obras
	C2-M18		PAISAJE URBANO	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales
	C2-M21		SALUD	Posible aumento de enfermedades respiratorias
	C2-M22		CALIDAD DE VIDA	Efectos negativos en el bienestar de la población por generación de polvo, ruido, desechos y malos olores, provocados por las obras
	C2-M24		VULNERABILIDAD	Mayores riesgos de accidentes laborales y de la población que circula en el sitio de la obra

### VI.3 Medidas ambientales

A partir de los impactos ambientales, se determinó las actividades que generan mayor impacto ambiental sobre los factores del medio.

En base a ello se propone la ejecución de actividades de prevención, mitigación y compensadoras para la minimización de los impactos negativos y sus efectos, a fin de conducir a una adecuada gestión de los impactos

Tabla 6.3 Impactos negativos medidas ambientales

Identificación de Impactos Negativos del proyecto									
Etapa del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría del impacto ambiental	Medida ambiental propuesta	Descripción de la medida	Costo de la medida	Responsable de la medida
CONSTRUCCIÓN		Trampa de grasay pozo de absorción	CALIDAD DEL AIRE	Generación de partículas de polvo en suspensión	Irrelevante	Regar periódicamente con cisterna	Realizar al menos tres veces al día regado del área de trabajo	10,000 córdobas	Empresa constructora
			SUELO	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de los residuos generados por la actividad	Irrelevante	Desalojo inmediato de escombros y basura	Traslado de escombros y basuras en camiones inmediatamente al basurero	5,540 córdobas	Empresa constructora
			PAISAJE URBANO	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales	Irrelevante	Establecer una correcta logística de operaciones realizar	Realizar un correcto cronograma de tareas para una operación y desarrollo de las tareas con el fin de reducir lo más posible el tiempo de ejecución de las obras y por tanto el uso de maquinaria y equipos	C\$ 6,000	Empresa constructora
		Tanque séptico y FABA	CALIDAD DEL AIRE	Generación de partículas de <u>polvo en</u> suspensión	Critico	Regar periódicamente con cisterna	Realizar al menos tres veces al día regado del área de trabajo	15,486 córdobas	Empresa constructora
			SONIDO BASE	Aumento de ruido	Moderado	Establecer sistema de control de ruido	Realizar mantenimientos ya que el nivel de ruido puede <u>cambiar a</u> medida que se desgastan las piezas e instalar silenciadores	6,564 córdobas	Empresa constructora

Activa

Identificación de Impactos Negativos del proyecto

Etapa del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría del impacto ambiental	Medida ambiental propuesta	Descripción de la medida	Costo de la medida	Responsable de la medida
			GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	Aumento de erosión y compactación del suelo	Moderado	Diseño de cortes acorde a topografía	Los cortes se <u>realizan</u> respetando la topografía y estableciendo un equilibrio entre corte y relleno	C\$ 9,500	Empresa constructora
			SUELO	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de los residuos generados por la maquinaria	Moderado	Desalojo inmediato de escombros y basura	Traslado de escombros y basuras en camiones inmediatamente al basurero	5,000 córdobas	Empresa constructora
			PAISAJE NATURAL	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales en áreas verdes	Critico	Armonización de las obras de infraestructura con el paisaje natural	Siembra de árboles nativos de la zona en las áreas aledañas a la infraestructura. Diseño de las infraestructuras a las condiciones naturales del sitio.	C\$ 10,000	Empresa constructora
			TRANSPORTE Y VIALIDAD	Interrupción o alteración del flujo vehicular en la zona de obra	Critico	Uso de señalizadores para regular el tráfico	Implementar banderilleros y <u>señalización</u> , así como establecer rutas alternas para evitar congestión	C\$ 12,000	Empresa constructora
			HABITAT HUMANO	Afectación de espacios privados por ejecución de obras	Critico	Delimitación y confinamiento de áreas de trabajo	Delimitar y señalar áreas de <u>trabajos</u> así como tener control de las afectaciones a la población	C\$ 10,000	Empresa constructora
			ESPACIOS PUBLICOS	Afectación de espacios públicos como calles por ejecución de obras	Moderado	Protección y confinamiento	Delimitar y señalar áreas públicas que se pueden ver afectadas	C\$ 11,000	Empresa constructora

Active  
GOTO S

Identificación de Impactos Negativos del proyecto									
Etapa del proyecto	Código	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría del impacto ambiental	Medida ambiental propuesta	Descripción de la medida	Costo de la medida	Responsable de la medida
						de áreas aledañas			
			PAISAJE URBANO	Contaminación visual por presencia de equipos de construcción y obras provisionales	Critico	Establecer una correcta logística de operaciones realizar	Realizar un correcto cronograma de tareas para una operación y desarrollo de las tareas con el fin de reducir lo más posible el tiempo de ejecución de las obras y por tanto el uso de maquinaria y equipos	C\$ 10,000	Empresa constructora
			SALUD	Posible aumento de enfermedades respiratorias	Critico	Uso de equipos de protección personal y sistema de riego	El uso de mascarillas para los trabajadores reduce el riesgo de enfermedades respiratorias, así como el riesgo disminuye la cantidad de partículas en polvo en suspensión que pueden llegar a los pobladores	C\$ 9,000	Empresa constructora
			CALIDAD DE VIDA	Efectos negativos en el bienestar de la población por generación de polvo, ruido, desechos y malos olores, provocados por las obras	Moderado	Establecer una adecuada logística de ejecución de actividades	Realizar actividades con un debido procedimiento que genere la menor cantidad de efectos que generen descontento en la población	C\$ 5,000	Empresa constructora
			VULNERABILIDAD	Mayor riesgos de accidentes laborales y de la población que circula en el sitio de la obra	Moderado	Señalización en la obra y uso de mallas perimetrales	Establecer mallas perimetrales de seguridad para evitar el ingreso de la población e instalación de	C\$ 48,950	Empresa constructora

El monto de las medidas de mitigación aplicables a la fase de ejecución es de C\$ 180,540.00 que debe ser contemplado por la empresa constructora, para la fase de operación la empresa encargada de administrar el proyecto será la responsable de mitigar los efectos, así como los costos que estos conllevan.



## VII. Conclusiones

Después de haber realizado el análisis correspondiente de todas las etapas que conlleva un estudio de pre factibilidad para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el distrito I de Nindirí, se puede concluir que este proyecto no es sostenible financieramente pero si rentable técnica, económica social y ambientalmente. Por las siguientes razones:

- Se determinó que existe una necesidad de construir un sistema de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales para disminuir las incidencias de enfermedades gastrointestinales, así como el deterioro de la infraestructura vial y mejorar la imagen urbana con la eliminación de la disposición de las aguas residuales sobre las calles, el proyecto tiene una vida útil de 10 años y se estima que atenderá una demanda de 44,995 habitantes en el período proyectado.
- En el estudio técnico se demuestra que se cuenta con la tecnología apropiada y los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto. El dimensionamiento de los elementos que compone el sistema Trampa de grasa, fosa séptica, FAFA y pozo de absorción se realizó con base en criterios de diseños y normas establecidas por el Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.
- Se demuestra que el proyecto no es sostenible financieramente ya que la tarifa cobrada y el aporte por domicilio, no cubren por completo los costos de inversión, esto se ve con el factor relevante del valor presente neto al construir y analizar el flujo neto financiero, es por esto que, para cubrir el cien por ciento de los costos, se deberá tener un aporte adicional de parte del organismo que financie la ejecución.

- Se demostró que el proyecto es rentable socialmente, la TIRE obtenida es de 23.30% y un VANE positivo de 39.05 millones de Córdoba. El mayor impacto del proyecto se da en la mejora de la calidad de vida de los pobladores del distrito I de Nindirí, disminuyendo las enfermedades de origen hídrico, aumentando el tiempo laboral y reduciendo el costo de mantenimiento vial, así como la mejora en la imagen urbana, lo que genera bienestar social.
- El análisis ambiental demostró que el proyecto provoca impactos ambientales menores y fácilmente mitigables; habiéndose recomendado las acciones de mitigación.

## VIII. Recomendaciones

Para la correcta ejecución del sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del Distrito I de Nindirí, además de su efectiva operación se requiere seguir las siguientes recomendaciones:

- Que los resultados y las conclusiones que se obtuvieron en este estudio sean considerados por la Alcaldía de Nindirí, con el objetivo que se les faciliten la ejecución de actividades encaminadas a la construcción y operación de un sistema de saneamiento para la comunidad.
- Que durante las etapas de ejecución, operación y mantenimiento del sistema de saneamiento los ejecutores (Alcaldía-Contratista), como la empresa administradora, gestionen y obtengan el apoyo necesario de organismos gubernamentales y no gubernamentales, ligados al proyecto, así como una adecuada gestión de los involucrados a lo largo de la vida útil del proyecto.
- Que luego de llevar a cabo la ejecución y operación del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, se realicen campañas conjuntas (ALCLADIA-MINSA-ENACAL) de sensibilización a la comunidad en el tema de higiene tales como el “buen uso de los sistemas sanitarios” como una mediada de ampliar el impacto positivo del proyecto en materia de salud preventiva, lo que redundará en el desarrollo socioeconómico de la comunidad.

## IX. Bibliografía

- Cervantes Gallardo, J. (1998). Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, primera edición, Mc Graw-Hill interamericana editores, S.A de CV. México.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1999). NORMAS PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS-ELEMENTOS BÁSICOS.
- Instituto Nicaragüenses de acueductos y alcantarillados, Ente Regulador, (s.f.). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales. Managua, Nicaragua.
- Fontaine, E. (1998) Evaluación Social de Proyectos doceava edición, AlfaOmega Grupo Editor, S.A de C.V, México.
- Lampoglia, T., Agüero, R., & Barrios, C. (2008). Orientaciones sobre agua y saneamiento. Documento preparado para la: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldes y alcaldesas de municipios rurales y pequeñas comunidades América Latina y el Caribe; Organización Mundial de la Salud (OMS). [en línea] Disponible en World Wide Web [http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/quialcalde/2sas/2-3sas.htm#Conexión domiciliaria o familiar](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/quialcalde/2sas/2-3sas.htm#Conexión_domiciliaria_o_familiar) Consultada el 02/08/15.
- Leyes y Decretos de la Republica de Nicaragua, (2006) Decreto 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental. [en línea] Disponible en World Wide Web [http://www.ine.gob.ni/DCA/leyes/decreto/Decreto\\_76-2006\\_SistemaEvaluacionAmbiental.pdf](http://www.ine.gob.ni/DCA/leyes/decreto/Decreto_76-2006_SistemaEvaluacionAmbiental.pdf) Consultada (04/08/16).

- Ortigón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Ortigón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Porto carrero, I., Vega, R. & Prado, M. (2014). Metodología de Pre-inversión para proyectos de Agua y Saneamiento. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Nicaragua.
- Roura, H. & Cepeda, H. (1999). Manual de Identificación, formulación y evaluación de proyectos de desarrollo rural. Santiago de Chile, Naciones Unidas.
- Sapag, N.C (2001) Evaluación de proyectos de inversión en la empresa. Primera edición, Pearson Education S.A. Argentina
- Sapag,N.,Sapag,R. (2008).Preparación y Evaluación de Proyectos quinta edición, Mc Graw-Hill interamericana editores, Chile.