



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO
“CONSTRUCCIÓN DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO
MILAGRO DE DIOS DEL DISTRITO V DEL MUNICIPIO DE MANAGUA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Olga Lissette Pérez Bonilla
Br. Byron Camilo Rivera Torres

Tutor

MSc. Ing. Yader Molina Lagos

Managua, Febrero de 2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico principalmente a Dios por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Maritza Bonilla y Fernando Pérez, por ser el pilar más importante de mi vida, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar las circunstancias, sé que este momento será tan especial para mí como para ellos, los amo infinitamente.

A mis tíos Gabriela Bonilla y Francisco Madriz, a quienes considero como mis segundos padres, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi tía Julia Bonilla por brindarme sus sabios consejos y compartir a mi lado momentos inigualables.

Olga L. Pérez

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios por llenar mi vida de infinitas bendiciones y dotarme de sabiduría en los momentos que más lo he necesitado, sin su gracia nada puede ser posible.

A mis padres Carmen Torres, Byron Rivera, Aida Torres y mis hermanos Weslie Rivera y Haslee Rivera por ser el pilar fundamental que me sostiene en cada circunstancia de mi vida.

A mi familia que me han acompañado a lo largo de todo mi camino cuando más los he necesitado, por ser el motivo de inspiración para alcanzar mi meta profesional.

Byron C. Rivera

Agradecimiento

Agradecemos a Dios sobre todas las cosas por darnos la vida, los padres que tenemos, la capacidad, voluntad, disposición, pero más aún por darnos la fuerza espiritual que tanto nos ha fortalecido en nuestras vidas.

A nuestros padres que con mucho esfuerzo siempre nos apoyaron sin distinguir entre nuestras virtudes y defectos, aciertos y desaciertos estando con nosotros en nuestras alegrías, logros, en nuestras tristezas por brindarnos su hombro y darnos consejos.

A nuestra familia que de una u otra manera nos brindaron su apoyo incondicional.

A nuestro tutor M.Sc. Ing. Yader Molina Lagos por su loable labor conduciéndonos por el camino correcto en todo momento.

A nuestros profesores que supieron utilizar su pedagogía y metodología de la enseñanza de forma asertiva para llevarnos al logro de nuestra meta.

A nuestros compañeros(as) que siempre estuvieron con nosotros como equipo sin egoísmos y con alto espíritu de solidaridad, compañerismo y ayuda mutua.

A todo el personal de la universidad de quienes recibimos su apoyo cuando lo necesitamos.

Olga L. Pérez

Byron C. Torres

Índice

1.	CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Antecedente	2
1.3.	Justificación.....	3
1.4.	Objetivos	4
	Objetivo General.....	4
	Objetivos Específicos.....	4
1.5.	Marco teórico.....	5
1.5.1.	Proyecto.....	5
1.5.2.	Alcantarillado sanitario.....	5
1.5.3.	Diagnóstico de situación actual	7
1.5.4.	Estudio de la población.....	7
1.5.5.	Demanda	9
1.5.6.	Estudio Técnico	9
1.5.7.	Criterios Técnicos del Diseño Hidráulico	10
1.5.8.	Ecuaciones a utilizar para el cálculo topográfico	15
1.5.1.	Evaluación Socioeconómica	16
2.	CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.1.	Relieve, clima, pluviosidad	19
2.1.1.	Relieve.....	19
2.1.2.	Clima.....	19
2.1.3.	Pluviosidad	20
2.2.	Desarrollo Socioeconómico.....	21
2.2.1.	Actividades Económicas	21
2.2.2.	Equipamiento Social	22
2.2.3.	Vías de transporte.....	27
2.3.	Población.....	27
2.3.1.	Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	29
2.4.	Identificación del proyecto	32
2.4.1.	Nombre del proyecto.....	32

2.4.2.	Sector o subsector al que pertenece	32
2.4.3.	Institución dueña del proyecto	32
2.4.4.	Descripción del problema	32
2.5.	Descripción del proyecto	33
2.6.	Análisis de involucrados	34
2.7.	Análisis de beneficiarios	34
2.7.1.	Beneficiarios indirectos	34
2.7.2.	Beneficiarios directos.....	34
2.8.	Análisis de la demanda	35
3.	CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO	37
3.1.	Localización.....	37
3.1.1.	Macro localización	37
3.1.2.	Micro localización.....	39
3.2.	Tamaño del proyecto.....	40
3.2.1.	Diseño.....	40
3.2.2.	Levantamiento Topográfico	41
3.2.3.	Ubicación de las tuberías y pozos de visita	43
3.2.4.	Diámetro y pendiente de las tuberías	43
3.2.5.	Conexiones domiciliarias	44
3.2.6.	Dotación.....	44
3.3.	Cálculos para la red de recolección propuesta.....	44
3.3.1.	Cálculo de caudales.....	45
3.3.2.	Cálculos hidráulicos	49
3.3.3.	Cálculos topográficos.....	56
3.4.	Descripción de las actividades de construcción	59
3.4.1.	Levantamiento topográfico.....	59
3.4.2.	Trazo y nivelación	59
3.4.3.	Demolición de la carpeta existente	60
3.4.4.	Excavación de la zanja	60
3.4.5.	Instalación o ensamble de tubería:	61
3.4.6.	Instalación y construcción de dispositivos de limpieza:	62

3.4.7.	Relleno de zanjas	62
3.4.8.	Restauración de la carpeta de rodamiento	63
3.5.	Equipos y elementos necesarios	63
3.6.	Estimación de los volúmenes de obra	64
3.7.	Cronograma de ejecución de actividades.....	66
3.8.	Plan de mantenimientos de la alcantarilla	67
4.	CAPÍTULO IV: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	70
4.1.	Inversión del proyecto	70
4.1.1.	Costo y presupuesto de la obra	70
4.1.2.	Costos directos	70
4.1.3.	Costos indirectos	72
4.1.4.	Inversión diferida.....	73
4.1.5.	Inversión total	73
4.2.	Costos de operación.....	74
4.2.1.	Costos de mantenimiento	74
4.3.	Beneficios del proyecto	75
4.3.1.	Ahorro por disminución de enfermedades	75
4.3.2.	Plusvalía de las propiedades	78
4.3.3.	Beneficios totales.....	79
4.4.	Flujo neto efectivo sin financiamiento.....	80
4.5.	Evaluación Económica del Proyecto	81
4.5.1.	Valor Actual Neto Económico (VANE)	81
4.5.2.	Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE).....	83
4.5.3.	Relación beneficio costo (R B/C)	84
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1.	Conclusiones.....	86
5.2.	Recomendaciones.....	87
	Bibliografía.....	88

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Tasa de crecimiento exponencial	8
Ecuación 2 proyección de población por el Método Aritmético	8
Ecuación 3 Constante de crecimiento poblacional	8
Ecuación 4 Caudal mínimo.....	10
Ecuación 5 Caudal medio.....	11
Ecuación 6 Caudal máximo horario.....	11
Ecuación 7 Coeficiente de flujo máximo.....	11
Ecuación 8 Caudal de diseño	12
Ecuación 9 Pendiente.....	13
Ecuación 10 Tensión tractiva.....	14
Ecuación 11 Elev. corona de salida.....	15
Ecuación 12 Elev. corona de salida sig. pvs	15
Ecuación 13 Elev. invert salida.....	15
Ecuación 14 Vol. excavación en pozo	15
Ecuación 15 Vol. de excavación de tubería.....	15
Ecuación 16 Tasa de crecimiento poblacional.....	29
Ecuación 17	45
Ecuación 18 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)	83

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Precipitaciones.....	20
Ilustración 2 Distribución de negocios	21
Ilustración 3 Rubros de trabajo.....	22
Ilustración 4 Fallas en el sistema eléctrico	23
Ilustración 5 Extremo sur del cauce.....	24
Ilustración 6 Extremo norte del cauce	24
Ilustración 7 Conexión a la red publica.....	25
Ilustración 8 Tipo de sistema sanitario utilizado	25
Ilustración 9 Conexión al sistema de alcantarillado sanitario	26
Ilustración 10 Situación demográfica actual	28
Ilustración 11 Niveles académicos	29
Ilustración 12 Eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario	36
Ilustración 13 Necesidad de construcción del sistema de alcantarillado	36

Ilustración 14 Macro localización de Managua	37
Ilustración 15 Municipio de Managua	38
Ilustración 16 Límites del barrio	39
Ilustración 17 Tamaño de proyecto	40
Ilustración 18 Ancho y profundidad de zanja recomendados	60
Ilustración 19 Ingreso promedio en el Barrio Milagro de Dios por rubro de trabajo por persona	76
Ilustración 20 Pérdida monetaria por días de reposo	76
Ilustración 21 Costo monetario anual por enfermedades	77

Índice de tablas

Tabla 1 Coeficientes de caudal máximo horario	11
Tabla 2 Porcentaje de dotación para caudales.....	12
Tabla 3 Coeficientes de rugosidad de Manning.....	13
Tabla 4 Precipitaciones medias.....	21
Tabla 5 Abastecimiento de agua potable	23
Tabla 6 Diferencia de genero por edad	28
Tabla 7 Población total de la República Nicaragua	30
Tabla 8 Proyección de la población del barrio Milagro de Dios	31
Tabla 9 Valor y plusvalía de las viviendas.....	35
Tabla 11 Elevaciones de los tramos.....	42
Tabla 12 Elevación de los pozos de visita.....	43
Tabla 12 Dotaciones para la Cuidad de Managua.....	44
Tabla 13 Resultados Cálculo de los caudales	48
Tabla 14 Resultado de cálculos hidráulicos	54
Tabla 15 Resultados Cálculos topográficos	58
Tabla 16 Anchos de zanjas recomendados (Diámetro 100 y 150mm)	60
Tabla 17 Volúmenes de obra	64
Tabla 18 Cronograma de actividades.....	66
Tabla 19 Mantenimiento tipo A.....	67

Tabla 20 Mantenimiento tipo B	68
Tabla 21 Mantenimiento tipo C.....	68
Tabla 22 Resumen de costos directos de la obra.....	70
Tabla 23 Resumen de costos indirectos.....	73
Tabla 24 Detalles de inversión diferida.....	73
Tabla 25 Inversión total	73
Tabla 26 Costos de mantenimiento	74
Tabla 27 Costo de mantenimiento anual y trianual.....	74
Tabla 28 Costo de medicina.....	76
Tabla 30 Cálculo del ahorro por gasto de enfermedades.....	77
Tabla 31 Plusvalía	78
Tabla 32 Beneficios totales.....	79
Tabla 33 FLUJO NETO EFECTIVO	80
Tabla 34 Criterios de decisión del VANE.....	82
Tabla 35 Resultado Cálculo de VANE.....	82
Tabla 36 Criterios de decisión TIRE	83
Tabla 37 Resultados cálculos TIRE.....	84
Tabla 38 Criterios de decisión R B/C.....	84
Tabla 39 Resultados de R B/C	85

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

El alcantarillado sanitario consiste en una red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias. Un buen sistema de alcantarillado sanitario es fundamental para el desarrollo de cualquier comunidad.

Para el año 2020 se ejecutarán a través de la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados (ENACAL) proyectos de alcantarillados sanitarios en toda Nicaragua con un presupuesto aproximado de cuatro mil millones de córdobas.

Una de las obras a ejecutar consiste en un sistema de alcantarillado y drenaje pluvial en el Barrio Milagro de Dios, el cual desde sus orígenes no posee un sistema de alcantarillado sanitario eficiente, lo que provoca grandes problemas de higiene e inundaciones en todas las calles del sector.

El trabajo propuesto consistió en la elaboración de un documento de formulación de proyecto a nivel de prefactibilidad de la construcción del alcantarillado sanitario en la zona urbana del Barrio Milagro de Dios del distrito V, departamento de Mangua, en el cual se realizará un diagnóstico de la situación actual, estudio técnico y evaluación socioeconómica, para analizar la rentabilidad social del proyecto.

1.2. Antecedente

El proyecto se encuentra ubicado en el Barrio Milagro de Dios del distrito V, departamento de Managua. Este barrio fue fundado originalmente como un asentamiento en el año de 1996, tiene un área total de un kilómetro cuadrado y se encuentra ubicado en la zona sureste del municipio de Managua.

Uno de los grandes problemas que se presenta en esta zona, es el de las aguas residuales ya que gran parte de este barrio no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y las aguas residuales fluyen a través de las calles transportando virus y bacterias que provocan malos olores e insalubridad para los habitantes, así como enfermedades de tipo infeccioso. Estos charcos de aguas residuales que se acumulan en las calles son criaderos de zancudos o ratas que a la vez son vectores de enfermedades como el dengue, zika y malaria.

En algunas partes del barrio hay viejos sistemas de alcantarillado que ya no dan abasto al creciente número de población, ya que originalmente en 1996 el Barrio solamente era un asentamiento y para el 2005 ya había 3,850 habitantes. En el extremo sur del barrio que es la elevación más alta existe un cauce que lo atraviesa y en tiempos de invierno este provoca grandes inundaciones ya que la tubería de drenaje con la que se diseñó es inadecuada para las grandes cantidades de sedimentos y basura.

Para el año 2020 se contabilizaron aproximadamente 1,024 vivienda según el levantamiento topográfico que se realizó en el barrio, según INIDE el promedio de hacinamiento del barrio es del 44% por lo que se puede calcular un promedio de 6 habitantes por vivienda, lo que da un aproximado de 6,144 habitantes actualmente.

El barrio Milagro de Dios se encuentra a una altura aproximada de 87 metros sobre el nivel del mar (msnm), actualmente solo cuenta con la calle principal pavimentada y en mal estado.

1.3. Justificación

El diseño de alcantarillado sanitario es un sistema de conductos, tuberías y estructuras empleados para transportar las aguas residuales, lo cual hace que se considere un servicio básico, ya que por medio de este sistema se genera el drenaje de las aguas residuales y los desechos originados por los habitantes. Realizar un documento a nivel de estudio de perfectibilidad de la construcción del alcantarillado sanitario mostrará el impacto del proyecto, en el cual podrá dar diferentes soluciones a los problemas sociales, económicos, ambientales e higiénicos de la zona.

Con este proyecto se beneficiarán a 1024 viviendas y 6,144 habitantes del Barrio Milagro de Dios que no cuentan con este tipo de sistema de drenaje de aguas residuales. En general la obra tiene un impacto en cuatro barrios aledaños que los beneficiará de forma directa con una proyección de inversión de casi 20 Millones de Córdoba. Con el estudio de prefactibilidad se determinó si esta obra podrá satisfacer las demandas de las poblaciones actuales y futuras del sector.

Con la ejecución de este proyecto se pretende mejorar las condiciones de vida de los pobladores del sector, lo que será de gran impacto en el desarrollo de la comunidad. Al no contar con este sistema ocasiona que las aguas residuales se acumulen en las calles, construir una red de alcantarillado sanitario eficiente constituye un beneficio que se traduce en la salud y el bienestar de los ciudadanos.

Una red de alcantarillado sanitario puede aportar cambios drásticos en la forma de vida de la población, ya que luego se podrán implementar nuevas propuestas de proyectos tales como: mejoras en el sistema de drenaje pluvial, el revestimiento del cauce de la zona y posibilidad de construcción de carreteras donde no había acceso anteriormente dando oportunidad al desarrollando económico de la comunidad.

1.4. Objetivos

Objetivo General

- Realizar un estudio de prefactibilidad de la construcción del alcantarillado sanitario en el barrio Milagro de Dios del distrito V, departamento de Managua.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la zona y establecer la demanda social del proyecto.
- Determinar todos los aspectos de localización, tamaño y diseño de la construcción del proyecto mediante un estudio técnico.
- Establecer la rentabilidad y el beneficio socioeconómico a través de una evaluación económica.

1.5. Marco teórico

Para el desarrollo del documento, es necesario abordar una serie de conceptos técnicos para el entendimiento de la presentación de este proyecto.

1.5.1. Proyecto

Se entiende como proyecto “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana” (Urbina G. B., 1996)

Estudio a nivel de perfil “es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertenencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará, así como los costos operativos anuales” (FAO, 2005)

1.5.2. Alcantarillado sanitario

Alcantarillado sanitario “es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias” (SIAPA, 2014)

Dentro de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario se encuentran los siguientes:

Red Pública

La red pública está constituida por el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos de la comunidad y reciben las aguas residuales de ramales o conexiones domiciliarias.

Para su diseño y construcción se deben tomar los siguientes factores en cuenta:

- La distancia máxima entre los dispositivos de inspección debe ser menor o igual de 100 metros (m)
- El diámetro mínimo es igual a 150 milímetros (mm).

- El material de la tubería es PVC, polietileno, u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas.
- El recubrimiento mínimo de la tubería es de:
 - 0.60 m en aceras.
 - 1.10 m en calles.

Ubicación de la Red Pública:

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

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

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

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

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

1.5.3. Diagnóstico de situación actual

Se comprende que el diagnóstico de la situación actual “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional (SNIP, 2008)

1.5.4. Estudio de la población

Cuando se habla del Estudio de la población “es aquel que nace con la estadística y la creación de censos regulares y universales. Para estudiar a la población es necesario contar con información relativamente reciente, por ello

los censos constituyen la fuente fundamental de información y está definida la necesidad de levantarlos en períodos no superiores a los 10 años”. (Sauvy, 1991)

La tasa de crecimiento exponencial, es un tipo de comportamiento implícito, durante un periodo de observación, entre un censo y otro. Es el hecho de que ciertas poblaciones crecen conforme a una función exponencial, que tiene como variable el tiempo.

La expresión matemática de la función exponencial, aplicada en el campo demográfico, es la siguiente:

$$r = \frac{1}{t} * \ln N(t)/N(0) \quad \text{INIDE}$$

Ecuación 1 Tasa de crecimiento exponencial

Donde:

N(t): Es la población en un momento t

N(0): Es la población en un momento inicial o momento anterior

ln: Base de logaritmo natural.

r: Es la tasa de crecimiento de la población

t: Es el tiempo transcurrido en el intervalo de (0-t)

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño se calcula por medio de la fórmula del Método Aritmético. Esta técnica se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento aritmético, supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Pf = Pb + ka (tf - tb)$$

Ecuación 2 proyección de población por el Método Aritmético

$$ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Ecuación 3 Constante de crecimiento poblacional

Donde:

Pf: Población futura

Pb: Población base (último censo)

Tf: Tiempo futuro (año al que se quiere proyectar)

Tb: Tiempo base (año del último censo)

ka: Constante de crecimiento poblacional

1.5.5. Demanda

Se entiende por demanda “la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica o un precio determinado”. (Urbina G. B., 1996, pág. 28)

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valoración monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto”. (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011)

1.5.6. Estudio Técnico

Se entiende por estudio técnico “aquel que presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal”. (Urbina, 2010)

El propósito de la Localización “es seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social”. (SNIP, 2001)

El objetivo principal de la Micro localización “es llevar a la definición puntual del sitio del proyecto”. (SNIP, 2001)

Macro localización lleva a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia. (SNIP, 2001)

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible. (Definición de Diseño, 2008)

1.5.7. Criterios Técnicos del Diseño Hidráulico

- **Contribución per cápita**

Está en función de la dotación de agua potable para la localidad.

- **Caudales de Diseño**

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

- Caudal mínimo (Q_{min}): El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarilla representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. De acuerdo con la experiencia brasileña:

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

Norma Brasileña

Ecuación 4 Caudal mínimo

- Caudal medio (Q_{med}): Estimación igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

Coeficientes:

C= Coeficiente de retorno 0.80

$$Q_{med} = 0.8 * Dotacion$$

Ecuación 5 Caudal medio

- Caudal máximo horario (Qmh):

$$Q_{mh} = k * Q_{med}$$

Ecuación 6 Caudal máximo horario

Dónde:

K= coeficiente de flujo máximo

$$K = K1 * K2 \quad \text{Norma Brasileña (NBR 9649)}$$

Ecuación 7 Coeficiente de flujo máximo

$K1 = 1.2$: es el coeficiente para estimar el caudal máximo horario con relación al caudal medio horario.

$K2 = 1.5$ a 2.2 : Coeficiente de caudal máximo horario es la relación entre caudal máximo horario y caudal medio horario conforme a la tabla siguiente:

Tabla 1 Coeficientes de caudal máximo horario

Tamaño de población (habitantes)	Coeficiente K2
< 2000	2.2
2000 a 10000	2
10000 a 100000	1.8
> 100000	1.5

Fuente: Norma Brasileña (NBR 9649)

- Caudal de infiltración:

Para tuberías con juntas de mortero se le deberá asignar un gasto de 10000 L/hab/día.

Para tuberías con juntas flexibles se le deberá asignar un gasto de 500 L/hab/día.

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

- Caudal institucional, comercial e industrial: Se deberán usar los porcentajes de acuerdo con la dotación doméstica diaria.

Tabla 2 Porcentaje de dotación para caudales

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Fuente: INAA. Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario

- Caudal de diseño (Qd): El dimensionamiento de los conductos deberá atender los máximos caudales de descargas según la siguiente expresión:

$$Qd = Qmh + Qi + Qc + Qind + Qinst \text{ Norma Brasileña (NBR 9649)}$$

Ecuación 8 Caudal de diseño

Donde:

Qmh= Caudal Máximo Horario.

Qi= Caudal de Infiltración.

Qc= Caudal Comercial.

Qind= Caudal Industrial.

Qinst= Caudal Institucional.

- **Cálculos Hidráulicos**

- Cálculo de pendiente

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

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

$$S = \frac{Cota\ final - Cota\ inicial}{Longitud}$$

Ecuación 9 Pendiente

- Coeficiente de rugosidad

Tabla 3 Coeficientes de rugosidad de Manning

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

Fuente: Norma Brasileña (NBR 9649)

- Diámetro

Diámetros mínimos:

Red pública: Dmin = 150mm

Ramales condominales: Dmin = 100mm

- **Velocidades**

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

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

- **Tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ):**

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

Se calculará con la ecuación:

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

Ecuación 10 Tensión tractiva

Donde:

τ = Tensión tractiva o fuerza de arrastre.

W= peso específico de líquido N/m³

R_h= radio hidráulico a caudal máximo m.

S= pendiente mínima en m/m

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

1.5.8. Ecuaciones a utilizar para el cálculo topográfico

- **Elevación de corona de salida**

Es la elevación que tiene la tubería al salir de un dispositivo de inspección sanitaria. Esto se obtiene restando la pérdida de carga al nivel de entrada de corona del dispositivo. En el caso de un dispositivo cabecero se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Elev. corona de sal:} = \text{Elev. del terreno} - \text{recubrimiento mínimo}$$

Ecuación 11 Elev. corona de salida

- **Elevación de corona del siguiente punto**

Es la elevación que tiene la tubería al salir de un dispositivo de inspección sanitaria, esta se obtiene fácilmente utilizando la ecuación siguiente:

$$\text{E. C. SP} = (\text{Elev. de corona del punto anterior}) - (\text{longitud} * \text{pendiente})$$

Ecuación 12 Elev. corona de salida sig. pvs

- **Elevación del invert de salida**

Es el nivel de rasante con que sale la tubería del dispositivo de inspección se calcula:

$$\text{E. I. S} = (\text{Elev. corona salida}) - (\text{diámetro de tubería})$$

Ecuación 13 Elev. invert salida

- **Volumen de excavación en pozo**

$$\text{Volumen de excavación en pozo} = (\text{Área}) * (\text{profundidad})$$

Ecuación 14 Vol. excavación en pozo

- **Volumen de excavación. de tubería**

$$\text{Volumen de excavación de tubería} = (\text{Área}) * (\text{profundidad})$$

Ecuación 15 Vol. de excavación de tubería

1.5.1. Evaluación Socioeconómica

“Busca evaluar los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos”. (Banco Mundial, 2016).

En el sentido económico, una inversión es interpretada “como una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por un futuro, por lo general improbable”.

Una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia). (Perez, 2009)

Los activos fijos “son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa (o el año fiscal). Por ejemplo, el edificio donde una fábrica monta sus productos es un activo fijo porque permanece en la empresa durante todo el proceso de producción y venta de los productos” (Definición de Activos fijos, 2016)

Los activos intangibles son bienes que posee la empresa y que no pueden ser percibidos físicamente. Sin embargo, se consideran activos porque ayudan a que la empresa produzca un rendimiento económico a través de ellos. Ejemplos de activos intangibles pueden ser el valor de marca, el conocimiento de metodologías de trabajo, las patentes. (Activo intangible, 2016)

El capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

La tasa social de descuento (TSD), 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. (Restrepo, 2006)

Se define al flujo neto efectivo (FNE), “como la diferencia entre los ingresos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “Valor Presente”.

Se entiende por beneficiarios de un proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación de este. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Los beneficiarios directos son aquéllos que participarán directamente en el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que estarán empleadas en el proyecto, que los suplen con materia prima u otros bienes y servicios, o que usarán de alguna manera el producto del proyecto se pueden categorizar como beneficiarios directos.

Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

En la evaluación financiera “puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y

beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente”.

Tasa interna de retorno (TIR) se define “como la tasa de descuento o tasa de rentabilidad mínima atractiva, es la que sirve para comparar año por año el valor presente de los ingresos y egresos”.

La Inversión se considera efectuable cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior.

$Tir > trema$ – proyecto rentable

$Tir = trema$ –proyecto rentable mínimo

$Tir < trema$ – proyecto no es rentable (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

El valor actual neto (VAN) “es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable”.

La Inversión se considera efectuable cuando su VAN es mayor que cero. Si el VAN es menor que cero la inversión sería rechazada. Además, daremos preferencia a aquellas inversiones cuyo VAN sea más elevado.

$Van > 0$ el proyecto es aceptable.

$Van = 0$ es indiferente

$Van < 0$ el proyecto se rechaza. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Relieve, clima, pluviosidad

2.1.1. Relieve

- **Relieve regional**

La zona del pacífico de Nicaragua está formada por una planicie ancha y llena de volcanes, y se caracteriza por un clima caluroso. Estas tierras son muy fértiles debido al rico suelo volcánico. Todavía son frecuentes las erupciones de volcanes que pueden llegar a ser muy dañinas. Algunos de los volcanes más grandes son el San Cristóbal (1700 m), el Concepción (1600 m) y el Momotombo (1280 m). En esta zona es donde se encuentran las ciudades más importantes (Managua, León y Granada).

- **Relieve local**

El relieve de Managua en la zona en estudio es plano con desnivel hacia el lago, comprende una topografía inclinada, Está situado sobre un terreno regular con altura promedio de 167 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), siendo dato de procedimiento a estudio del proyecto.

2.1.2. Clima

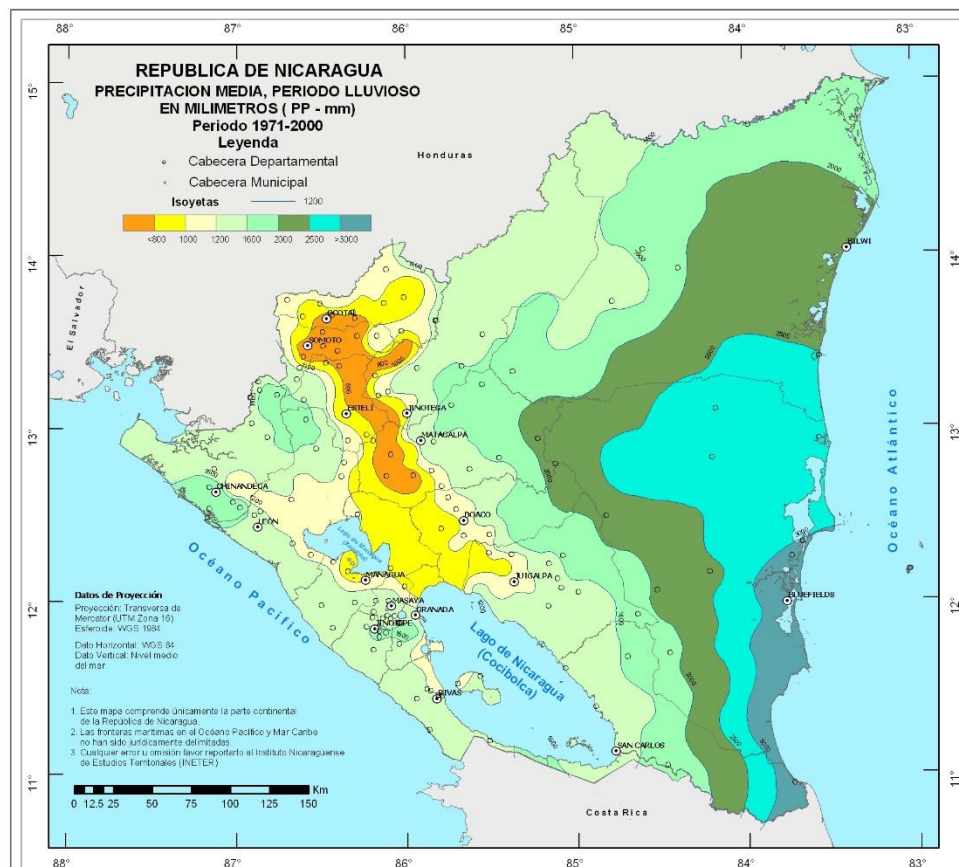
El clima del Barrio Milagro de Dios corresponde casi de igual manera al clima promedio de Managua, la temperatura promedio del municipio (y por lo tanto de los Distritos), cuya elevación es de apenas 40-200 (M.S.N.M), es de 27 grados centígrados (°C), la cual se incrementa hasta un máximo de 36 °C en las cálidas tardes de Managua.

La temporada de lluvia es opresiva y nublada; la temporada seca es bochornosa, ventosa, mayormente despejada y es muy caliente durante todo el año. En el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 36 °C.

2.1.3. Pluviosidad

En la región del pacifico se observa que en la parte norte, noroccidental y central existen tres núcleos de precipitaciones superiores a los 1600 milímetros (mm) , los cuales se localizan en los alrededores del municipio de Achuapa el primero, el segundo en los alrededores del municipio de Corinto, Chinandega y Chichigalpa, y un tercero en los alrededores de municipios de la Paz de Carazo, en el resto de la zona la precipitación disminuye hasta quedar delimitada por la isoyeta de 1000 mm al norte del lago de Nicaragua.

Ilustración 1 Precipitaciones



Fuente: Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER)

La distribución espacial de la precipitación total anual de Managua muestra que esta varía desde 1,025 a 1,554 mm, los análisis de precipitación muestran que el mes más lluvioso es septiembre y el mes más seco es febrero.

Tabla 4 Precipitaciones medias

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Prec. (mm)	10	5	5	8	130	225	145	135	215	220	40	10	1148
Dias	4	2	2	2	10	22	20	17	20	19	10	5	133

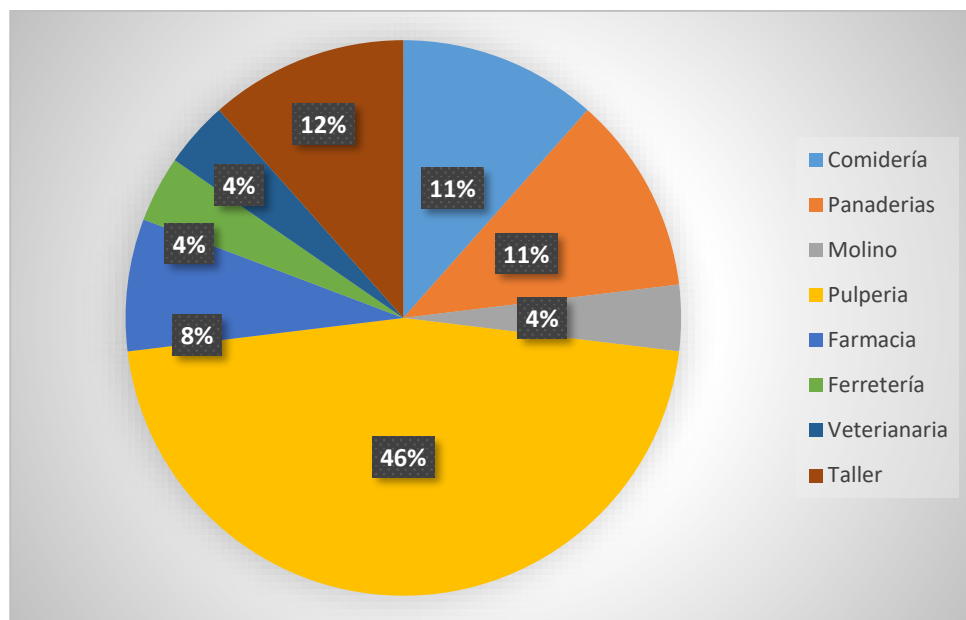
Fuente: INETER

2.2. Desarrollo Socioeconómico

2.2.1. Actividades Económicas

La actividad económica de esta zona se basa en negocios propios (formales e informales) y los que se denominan PYMES (pequeñas y medianas empresas), que en general son: pulperías y abarrotes, puestos de comida rápida, restaurantes, farmacias, ferreterías, molinos, panaderías y talleres, moteles, licorerías. A como se presenta la siguiente gráfica:

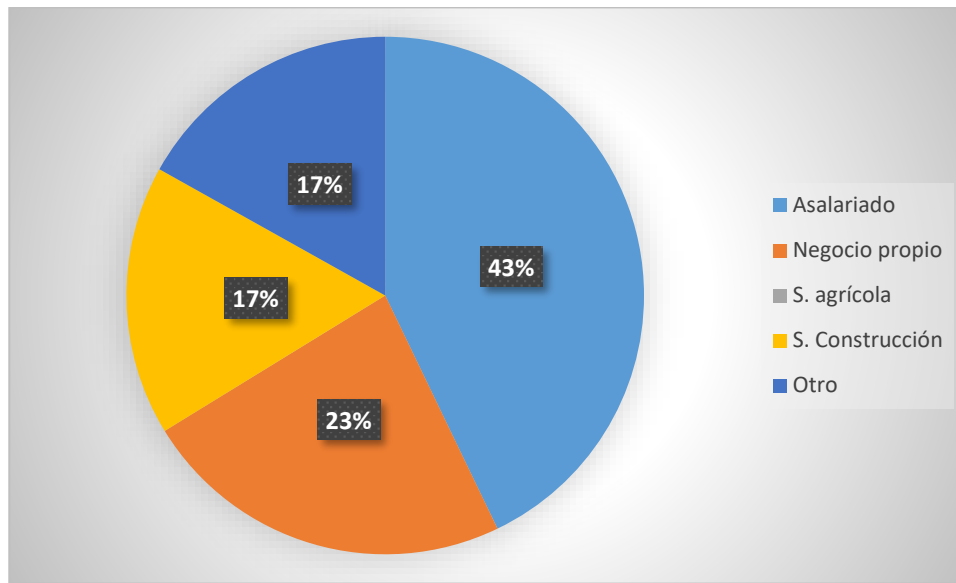
Ilustración 2 Distribución de negocios



Fuente: Elaboración propia

También hay un alto porcentaje de la población que labora en diferentes instituciones públicas y privadas recibiendo algún tipo de salario. En la siguiente ilustración se mostrará la distribución de los rubros de trabajos según un sondeo realizado en el barrio.

Ilustración 3 Rubros de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Por ser un Barrio dentro del casco urbano de Managua no cuenta con actividades económicas como ganaría o agricultura y tampoco cuenta con grandes centros industriales.

En el extremo sur del Barrio se encuentra el Cementerio Milagro de Dios, que tiene un área de 10.43 hectáreas (Ha) y que emplea alrededor de 20 personas.

2.2.2. Equipamiento Social

- **Estación de Bomberos**

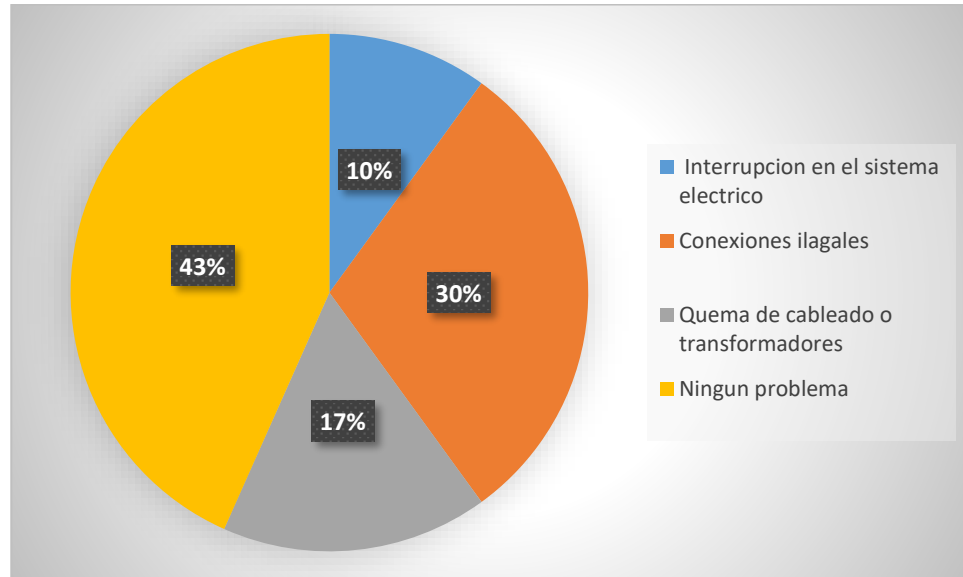
Dentro del Barrio Milagro de Dios se encuentra la Academia Nacional de Bomberos Comandante Miguel Méndez, que consta con un taller de mecánica que brinda los servicios a los vehículos que pertenecen al Ministerio de Gobernación, también se encuentran la unidad de rescate a nivel nacional.

- **Sistema Eléctrico**

El sistema eléctrico da cobertura al 100% del total de las viviendas del barrio. Según una encuesta realizada en el Barrio, el promedio de la tarifa de este

servicio es de 490 córdobas mensual. En la siguiente ilustración, se mostrarán algunas de las fallas más comunes que presenta el sistema eléctrico.

Ilustración 4 Fallas en el sistema eléctrico



Fuente: Elaboración propia

- **Agua potable**

El abastecimiento de agua potable tiene un alcance del 100% de las viviendas del barrio según estudio realizado a través de encuesta y se les abastece en horarios interrumpidos.

Tabla 5 Abastecimiento de agua potable

Promedio de días a la semana que cuentan con el servicio	6 días/semana
Promedio de horas al día que cuentan con el servicio	7 horas/día
Tarifa promedio mensual	360 córdobas

Fuente: Elaboración propia

- **Saneamiento**

El Barrio Milagro de Dios cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que no da abasto con la demanda debido al incremento de la población, actualmente, hay un porcentaje de casas que no están conectadas al sistema de alcantarillado sanitario público existente, lo que ocasiona que los habitantes viertan sus aguas residuales en las calles, en sumideros e inclusive en el cauce, generando la contaminación del medio ambiente y enfermedades.

Ilustración 5 Extremo sur del cauce



Fuente: Elaboración propia

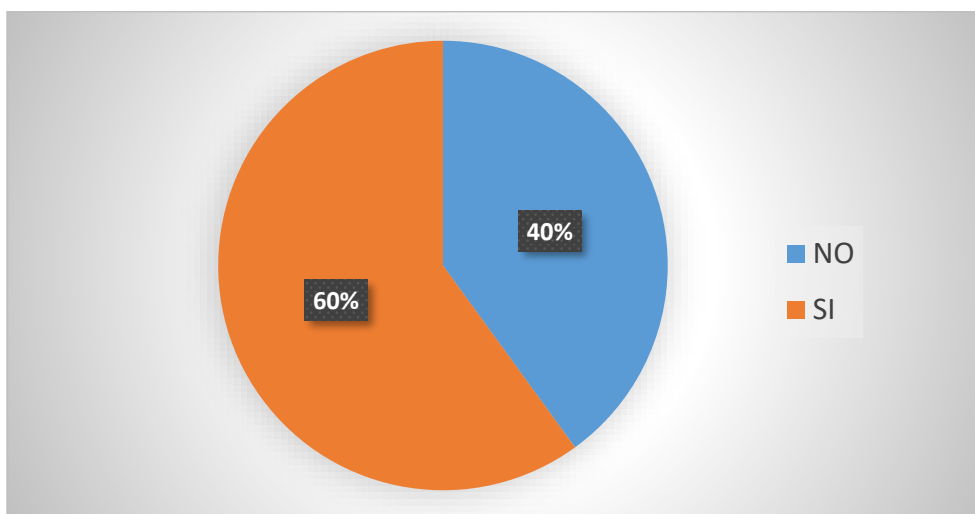
Ilustración 6 Extremo norte del cauce



Fuente: Elaboración propia

Por medio de la encuesta realizada en el Barrio, se recopiló la siguiente información para determinar si cuenta con conexión de sistema de alcantarillado sanitario existente y el tipo de sistema sanitario utilizado en las viviendas como se muestra en las siguientes gráficas.

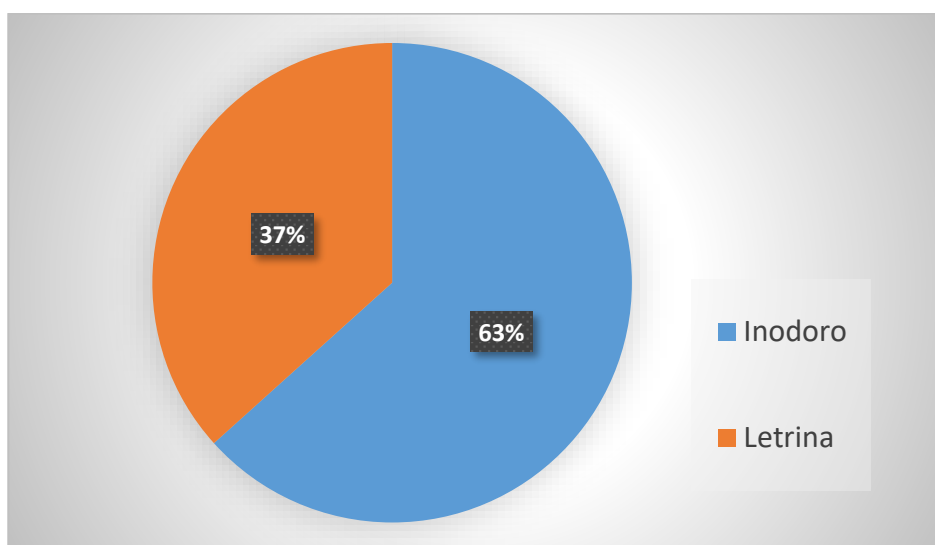
Ilustración 7 Conexión a la red publica



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el 40% de la población del barrio no está conectado a la red de alcantarillada sanitario, es un gran porcentaje de la población de la muestra analizada, estas personas drenan sus aguas residuales en sumideros dentro de sus casas, las vierten en la calle o en el cauce. En la siguiente gráfica, se muestra la diferencia porcentual de los dos sistemas sanitarios utilizados en las viviendas.

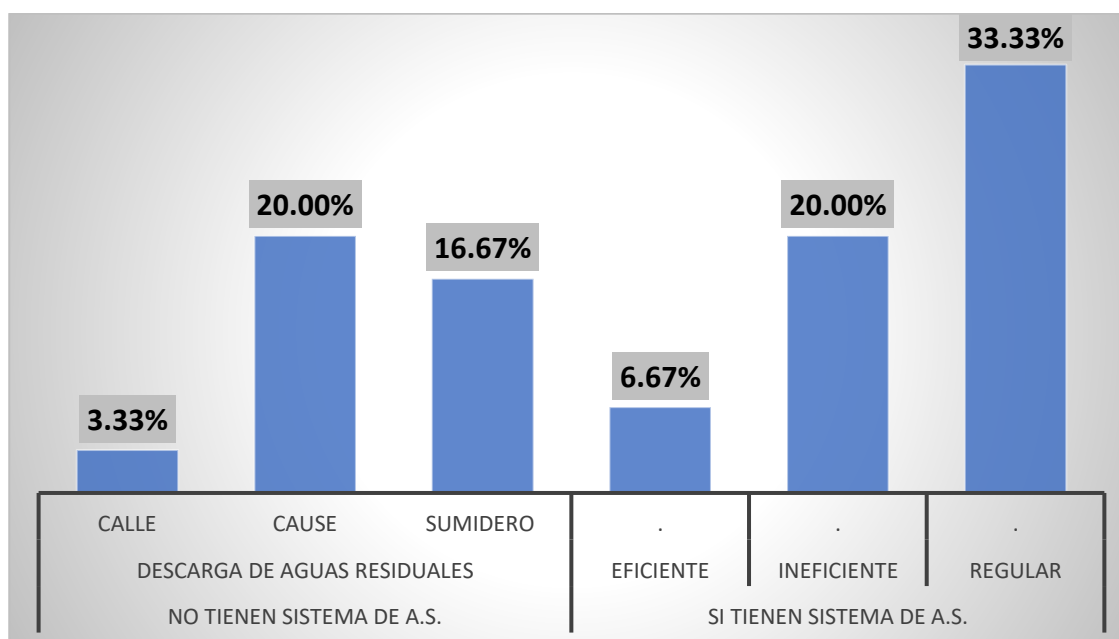
Ilustración 8 Tipo de sistema sanitario utilizado



Fuente: Elaboración propia

A través de la encuesta, también se indagó el tipo de drenaje para las aguas residuales que utilizan los habitantes del Barrio que no se encuentran conectados a la red.

Ilustración 9 Conexión al sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Elaboración propia

Esta gráfica nos indica que el 3.33% de las personas que no están conectados al sistema de alcantarillado sanitario vierten sus aguas residuales a la calle, el 20% al cauce y el 16.67% en sumideros. También indica que el 6.67% de las que si cuentan con conexión al sistema consideran que funciona de una manera eficiente, el 20% de forma ineficiente y el 33.3% regular.

- **Educación**

El Barrio cuenta con tres colegios privados; Colegio Milagro de Dios este centro escolar imparten la modalidad de primaria y secundaria, se encuentra ubicado en la parte sur del barrio contiguo al cementerio Milagro de Dios, el Colegio Una Cita con Dios imparten las modalidades de primaria y secundaria, en turno matutino y vespertino, se encuentra ubicado sobre la calle principal del barrio, este centro escolar es colindante con Anexo Villa Libertad, el Colegio Kenneth Hanna, se imparten clases de modalidad matutina a primaria y de modalidad

vespertina a secundaria, la calle de este colegio se encuentra en condiciones precarias debido a que se empozan las aguas residuales y pluviales en la parte frontal del colegio.

2.2.3. Vías de transporte

Este barrio cuenta con una avenida principal de pavimento en muy mal estado, que se encuentra en dirección de sur a norte, presenta una gran cantidad de agujeros debidos las grandes corrientes de los causes que no dan abasto a su capacidad y también se encuentra dañada por los residuos de las aguas putrefactas de las calles paralelas a esta vía que no tienen sistema de alcantarillado sanitario.

Las rutas de transporte colectivo que circulan a través del barrio son únicamente las rutas 169 y 165. En el barrio existe un gran número de moto taxis que circulan en la zona.

2.3. Población

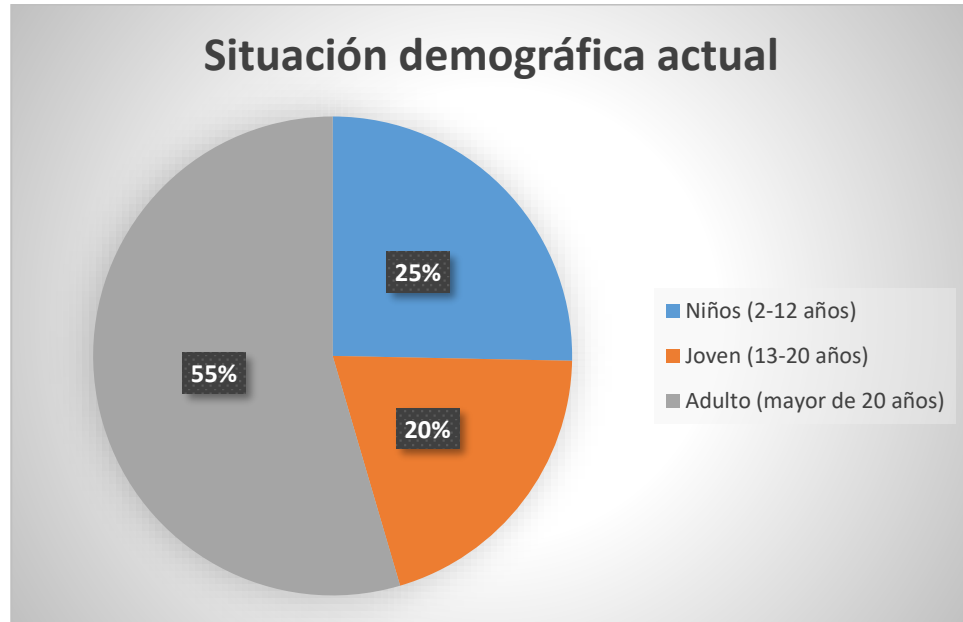
El barrio Milagro de Dios se formó como asentamiento a las afueras de Managua entre los años 1990 a 1995, y fue hasta el año de 1996 que se estableció oficialmente como barrio, por lo que es un barrio relativamente joven, existe un único censo poblacional realizado por Instituto Nicaragüense De Estadísticas (INIDE) en el año 2005, en donde se contabilizaron 3,850 habitantes.

Actualmente, no se ha realizado un nuevo censo oficial en el barrio, pero según un levantamiento topográfico y catastral realizado por la Alcaldía de Managua a principios del 2020, se contabilizaron 1,024 viviendas, por lo que se calculó que en la zona habitan 6,144 personas, actualmente, según el índice de hacinamiento para los barrios pobres de Mangua, es de 6 habitantes por viviendas. Por lo que estos datos serán utilizados para calcular la tasa de crecimiento de la población y la proyección futura con un período de 25 años.

Por medio de un muestreo en viviendas de diferentes calles del barrio, se pudo analizar la situación demográfica actual en la que se clasificó a la población en

tres rangos específicos: niños de 2 a 12 años, jóvenes de 13 a 20 años y adultos de 20 años en adelante, a como se detalla en la siguiente ilustración.

Ilustración 10 Situación demográfica actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Diferencia de genero por edad

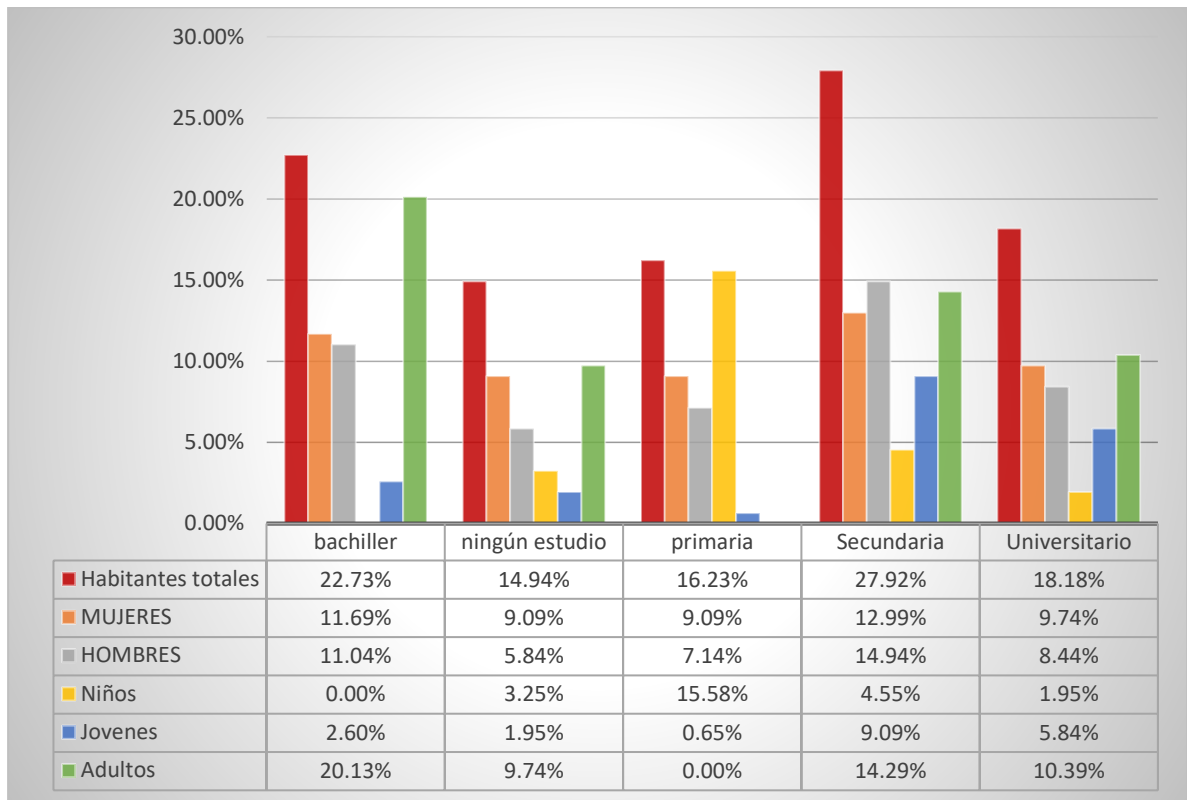
Género	Habitantes totales	Porcentaje de Niños	Porcentaje de jóvenes	Porcentaje de Adultos
Hombres	47.40%	51.28%	38.71%	48.81%
Mujeres	52.60%	48.72%	61.29%	51.19%

Fuente: Elaboración propia

En este mismo estudio, se pudo analizar el nivel académico de la población del barrio clasificándolos según el máximo nivel alcanzado en las categorías primaria, secundaria, bachiller, universitario y ningún estudio.

Se obtuvieron resultados relevantes que indican que el 16.23% de la población total ha adquirido solo nivel de primaria, 27.92% secundaria, 22.73% a alcanzado solo el bachillerato, 18.18% nivel universitario y 14.94% no ha recibido ningún estudio destacando que este 65% son personas adultas, 22% son niños y 13% jóvenes.

Ilustración 11 Niveles académicos



Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para el cálculo de la tasa de crecimiento del Barrio milagro de Dios se utilizará la fórmula propuesta por el INIDE para la “tasa de crecimiento exponencial” en la cual se utilizarán los siguientes datos:

- N(t) población en un momento: año 2020, población: 6,144 habitantes
- N(0) población en un momento inicial: año 2005: 3,850 habitantes
- t: tiempo transcurrido en el intervalo de 2005 a 2020 es igual a 15 años
- r: tasa de crecimiento de la población

$$r = \frac{1}{t} * \ln \frac{N(t)}{N(0)}$$

Ecuación 16 Tasa de crecimiento poblacional

$$r = \frac{1}{15 \text{ años}} * \ln \frac{6144 \text{ hab}}{3850 \text{ hab}}$$

$$r = 3.11\%$$

La tasa de crecimiento de la población calculada desde el último censo realizado en 2005 hasta el 2020 es de aproximadamente es del 3.11 % para el barrio Milagro de Dios.

Esta tasa presenta un crecimiento elevado de la población del barrio con respecto a la tendencia de la tasa comprendida entre los años de 1995 al año 2005 en la cual la tasa de crecimiento población en general de la república de Nicaragua era del 1.7% y la del departamento de Managua del 1.4% según datos del INIDE.

Tabla 7 Población total de la República Nicaragua

Año del censo	Período intercenso	La República			Departamento de Managua			
		Población (Hab)	tasa de crecimiento (por cien)	Densidad (Hab/km ²)	Población (Hab)	Tasa de crecimiento (por cien)	Densidad (Hab/km ²)	Managua /República (%)
1906		501849		4.2	48204		13.9	9.6
	14		1.7			3.1		
1920		633622		5.3	74696		21.6	11.8
	20		1.4			2.4		
1940		829831		6.9	120202		34.7	14.5
	10		2.4			3		
1950		1049611		8.7	161513		46.6	15.4
	13		2.9			5.2		
1963		1535588		12.8	318826		92	20.8
	8		2.5			5.3		
1971		1877952		15.6	485850		140.2	25.9
	24		3.5			3.4		
1995		4357099		36.2	1093760		315.7	25.1
	10		1.7			1.4		
2005		5142098		42.7	1262978		364.5	24.6

Fuente: INIDE

- **Proyección de la población**

Para este estudio se realizó la proyección de la población utilizando el método aritmético ya que este método está enfocado en comunidades estabilizadas con crecimiento poblacionales estables debido a que poseen áreas de extensión futuras casi nulas siendo este el caso del barrio Milagro de Dios.

Tabla 8 Proyección de la población del barrio Milagro de

Diosño	Población
2021	6,297
2022	6,450
2023	6,603
2024	6,756
2025	6,909
2026	7,062
2027	7,215
2028	7,367
2029	7,520
2030	7,673
2031	7,826
2032	7,979
2033	8,132
2034	8,285
2035	8,438
2036	8,591
2037	8,744
2038	8,897
2039	9,050
2040	9,203
2041	9,356
2042	9,509
2043	9,661
2044	9,814
2045	9,967

Fuente: Elaboración propia

2.4. Identificación del proyecto

2.4.1. Nombre del proyecto

Construcción de un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio Milagro de Dios del Distrito V del municipio de Managua.

2.4.2. Sector o subsector al que pertenece

El proyecto de la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario pertenece al sector de obras sociales y se encuentra dentro del marco de subsectores de obras hidráulicas, específicamente alcantarillado sanitario.

2.4.3. Institución dueña del proyecto

El proyecto para ejecutarse estará administrado por instituciones públicas. Se ejecutará a través de la Dirección general de proyectos de la alcaldía de Managua y la Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados (ENACAL).

2.4.4. Descripción del problema

La problemática existente en el Barrio Milagro de Dios, consiste en la falta de un sistema de alcantarillado sanitario completo que abarque las necesidades de salubridad del sector, la falta de un drenaje eficiente que satisfaga la demanda actual del caudal de las aguas residuales provoca el estancamiento de las mismas, esto ocurre debido a que el diseño del alcantarillado existente es menor al requerido actualmente, dando como consecuencias la saturación de las aguas residuales que causan deterioro en las calles del sector, esta es una situación bastante sensible y compleja en resolver dado que su construcción es monetariamente costosa.

Es importante destacar que los habitantes del Barrio conviven su día a día con un foco de contaminación que provocan las aguas residuales que se encuentran estancadas en las vías de acceso a sus hogares, las cuales conlleva a múltiples consecuencias que afectan de manera directa la higiene y salud de dicha población.

El acumulamiento de agua residual en las vías es la causa principal de la propagación de zancudos que causan múltiples enfermedades a los habitantes de la zona, transmitiendo enfermedades como Dengue, Zika, Malaria, entre otros. El agua estancada posee bacterias, virus y parásitos que pueden causar distintos tipos de infecciones, como la bacteria E. Coli y el parásito criptosporidio, estos son amenazas que atentan con el bienestar a la salud de las personas que habitan la zona, debido al estancamiento de estas.

Dentro de la zona se encuentra un cauce en mal estado que fue diseñado para el drenaje de las aguas pluviales, sin embargo, los habitantes que se han asentado dentro de las áreas límites del cauce han implementado instalaciones de tuberías informales con el fin de evacuar sus propias aguas residuales al cauce, provocando contaminación en el medio ambiente. El cauce de igual manera genera inundaciones en temporadas de lluvias y es un problema al que no se puede dar solución debido a la falta un sistema de alcantarillado sanitario expuesto en la zona más baja del cauce.

Cabe destacar que hay calles donde es casi imposible transitar, ya que se encuentran llenas de depósito de agua residual dificultando la libre circulación de las personas que viven en el mismo, este proyecto se convierte en una demanda comunal debido a que sus calles se tornan intransitables.

2.5. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en construir una red de tuberías de alcantarillado sanitario eficiente que pueda satisfacer los objetivos propuestos, a la misma vez cambiar tuberías existente por tuberías que tengan un diámetro que satisfaga las necesidades de los habitantes del sector, se prevé diseñar este sistema de alcantarillado de tal forma en el que se instalen tuberías de esperas para cuando se ejecute el proyecto de revestimiento del cauce que se encuentra en la zona sur del sector y se pueda conectar tuberías que separen las aguas pluviales de las aguas residuales que vierten al cauce y conectarlas con el nuevo sistema de alcantarillado en el que se trabajará en este proyecto.

2.6. Análisis de involucrados

Dentro de los análisis de los involucrados se encuentran las instituciones que ejecutarán el proyecto, las cuales son: La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario (ENACAL); en conjunto con la Dirección General de Proyectos de la alcaldía de Managua, que trabajarán de manera eficiente para mejorar la calidad de vida de la zona.

De la misma forma se encuentran dentro de los involucrados las familias que residen en el sector quienes son los afectados de manera directa por la problemática existente en el Barrio.

2.7. Análisis de beneficiarios

2.7.1. Beneficiarios indirectos

A través de este proyecto, se beneficiarán contratistas que lleven a cabo la obra, se emplearán a albañiles dentro de estos (oficiales y ayudantes), para laborar en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, de igual manera se beneficiarán a las empresas donde el material sea adquirido, dando un importante incremento económico en el país.

2.7.2. Beneficiarios directos

Este proyecto beneficiará aproximadamente a 888 familias de bajos recursos económicos que no contaban con un servicio de adecuado drenaje de aguas residuales.

Se mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector ya que no habrá aguas residuales putrefactas en las calles y en la red de drenaje pluvial, las personas podrán realizar sus actividades sin contagiarse de enfermedades, de la misma forma se ahorrarán gastos médicos producido por los focos de contaminación en las calles del barrio.

Se prevé que las viviendas incrementen su valor monetario actual, por el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario, siendo beneficiario el

propietario de la vivienda. Con las encuestas se estimaron un valor promedio de las viviendas del barrio y cuanto estimaban los propietarios del barrio la plusvalía de sus viviendas con la realización del proyecto.

Tabla 9 Valor y plusvalía de las viviendas

Promedio actual de la vivienda	\$22,166.67
Incremento monetario	10%

Fuente: Elaboración propia

Concluyendo que la construcción es invaluable ya que trae consigo múltiples beneficios.

2.8. Análisis de la demanda

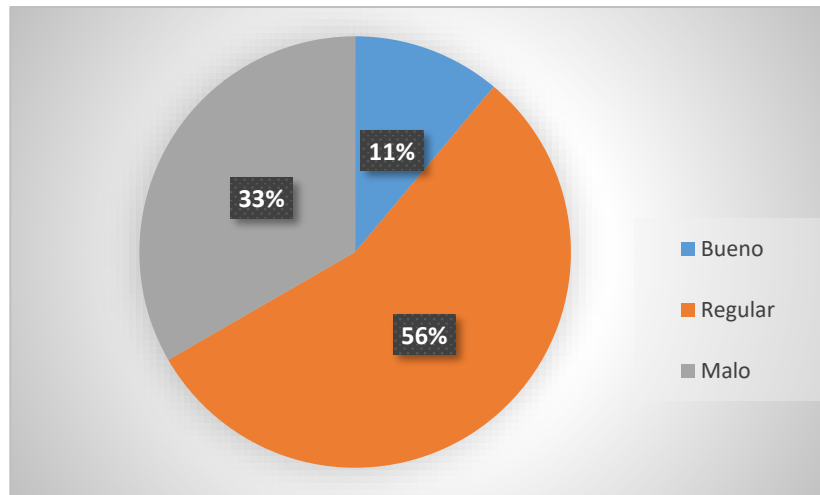
Debido a consideraciones sanitarias, la ausencia de una instalación de sistema de alcantarillado sanitario completo que drenen las aguas residuales causa afectaciones directas a la comunidad, principalmente por la incidencia de enfermedades, generación de malos olores por la descomposición de la materia orgánica presente en dichas aguas y proliferación de vectores, además el deterioro estético de la comunidad. Con este proyecto se dará un impacto positivo al medio ambiente.

Según el análisis, el proyecto es una demanda muy considerable para la población ya que la falta de este servicio básico provoca enfermedades a los habitantes y también pérdidas monetarias debido a que muchos de ellos no pueden desempeñar sus actividades diarias por las inundaciones de desechos residuales en las calles, el mal olor y la exposición a las enfermedades, las condiciones precarias con la que habitan las personas en la zona, son las que hace necesario la instalación de este servicio, la falta del mismo también afecta a los estudiantes y trabajadores del barrio,

Por medio de las características del Barrio se determina que el proyecto deberá cumplir con la demanda de la población actual y la población proyectada ante la ejecución de este.

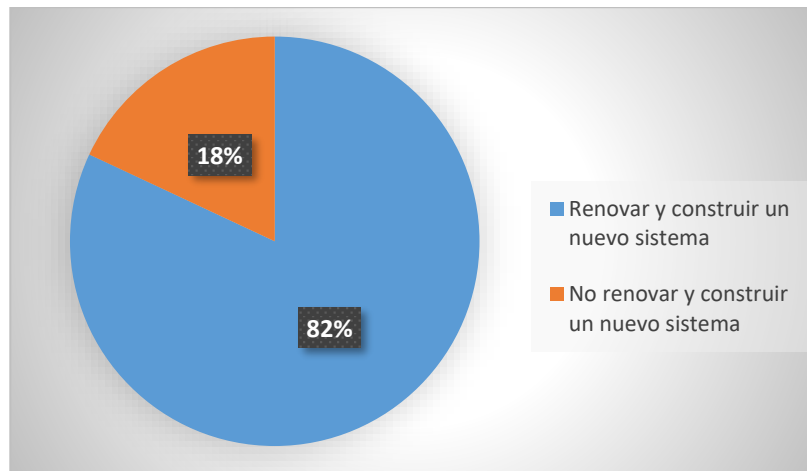
El análisis de la demanda es obtenido por medio de datos de encuestas para determinar la eficiencia con la que funcionaba el sistema para las personas conectadas a la red y si era necesario renovar el sistema de alcantarillado sanitario de las viviendas que contaban con el servicio.

Ilustración 12 Eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Necesidad de construcción del sistema de alcantarillado



Fuente: Elaboración propia

Basado estos datos se establece que si es necesario la construcción de alcantarillado sanitario para mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio.

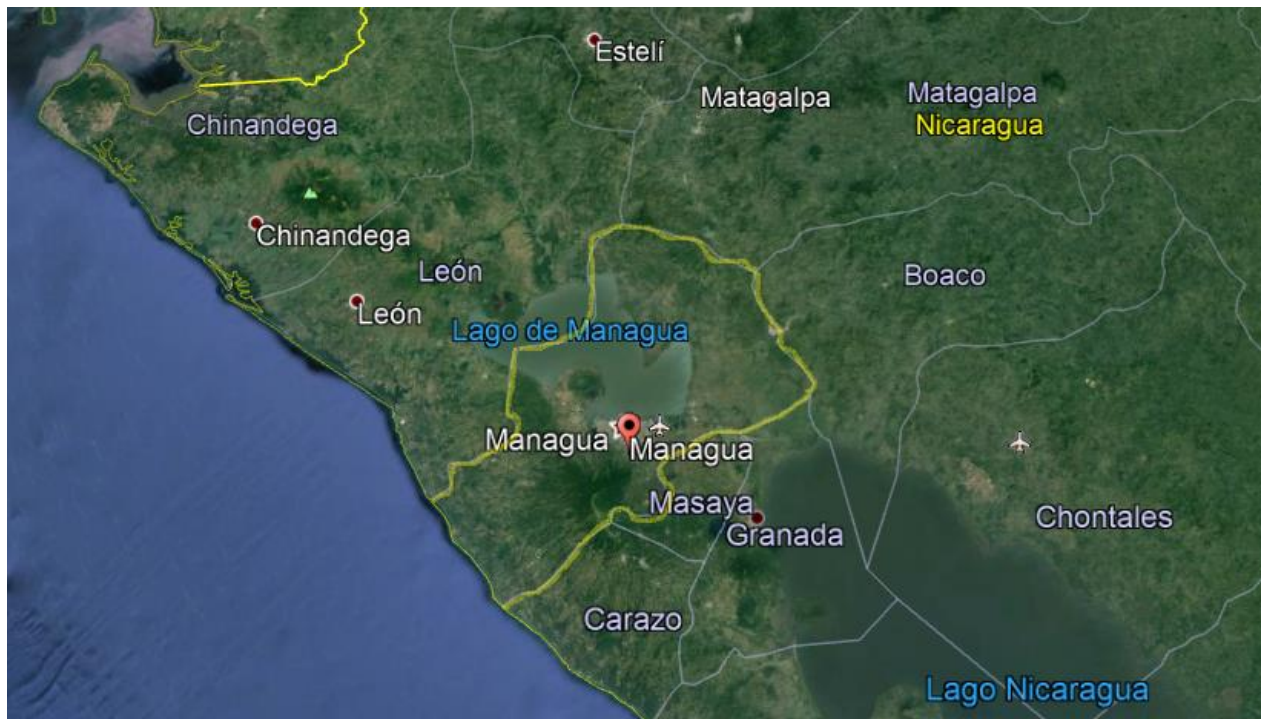
CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización

3.1.1. Macro localización

El proyecto por realizarse estará ubicado en el departamento de Managua capital de la Republica de Nicaragua. Su cabecera departamental es Managua. Fue fundado en 1,875 y consta con una población de 1,374,025 habitantes, siendo su densidad poblacional 306 habitantes por km² convirtiéndolo en el departamento más poblado del país. El departamento de Managua se encuentra ubicado en las coordenadas 12°8'N 86°15'O.

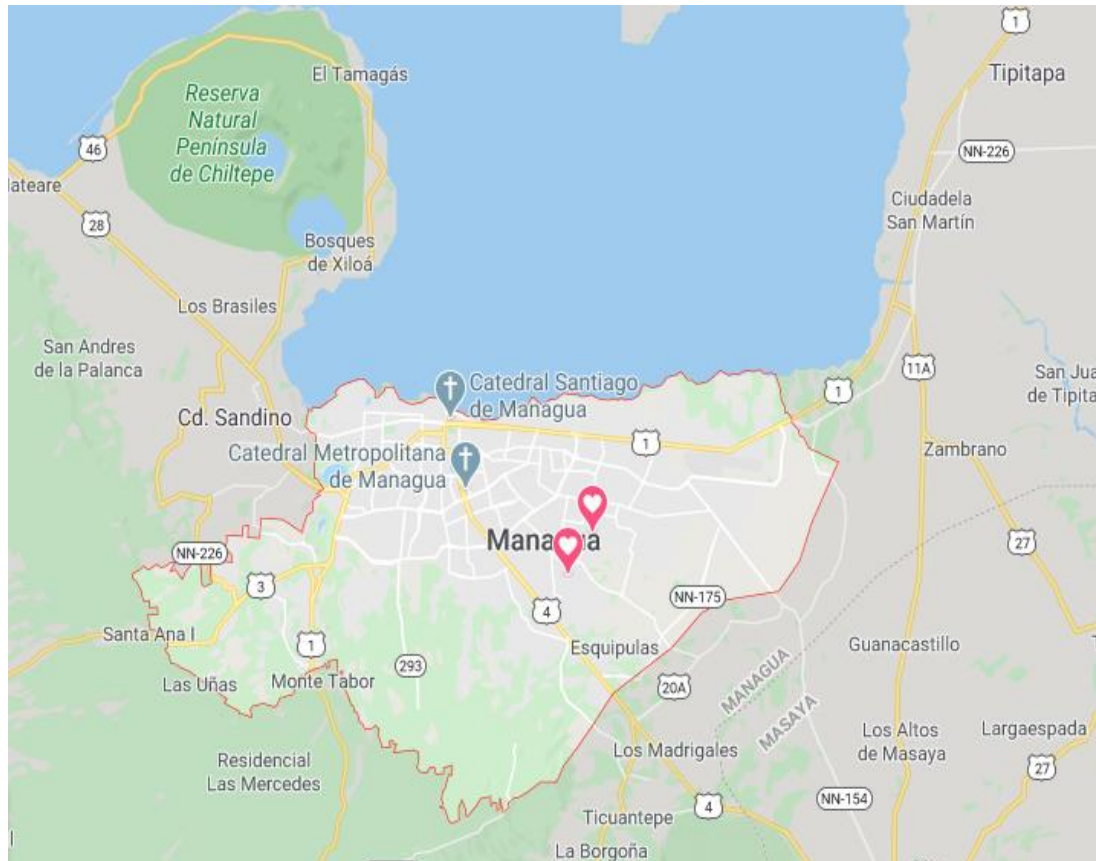
Ilustración 14 Macro localización de Managua



Fuente: Google Earth

El municipio de Managua está ubicado en la región del pacífico del país y este delimita al norte con el lago Xolotlán, al sur con el municipio de Ticuantepe, al este con el municipio de Tipitapa y al oeste con el municipio de Ciudad Sandino.

Ilustración 15 Municipio de Managua



Fuente: Google Maps

3.1.2. Micro localización

El barrio Milagro de Dios se encuentra ubicado en el distrito V del municipio de Managua. Colinda al norte con los barrios Villa flor sur y Anexo de Villa Venezuela, al este con el barrio Villa el Encanto y el Cementerio Milagro de Dios, al oeste con el barrio Los Ángeles y al sur con el barrio Salomón Moreno. (ver *ilustración*).

Ilustración 16 Límites del barrio



Fuente: Google Maps

El proyecto a ejecutarse está ubicado exactamente dentro de los siguientes puntos geográficos: Punto No. 1 está ubicado en la coordenada: 12°07'25"N 86°12'56"W; punto No.2: 12°07'27"N 86°13'03"W, el punto No. 3: 12°07'04"N, 86°13'03"W y e punto No. 4: 12°07'06"N 86°12'59"W. El área de influencia delimitada por estos puntos es de 2,800 m² aproximadamente y dentro de esta área se contabilizan 1,024 viviendas que se beneficiaran directamente de este proyecto.

3.2. Tamaño del proyecto

En el presente estudio se utilizará la infraestructura como factor determinante para establecer el tamaño del proyecto. La tubería de alcantarillado sanitario principal en la que se trabajará el proyecto tiene una longitud de 610 metros, los cuales se encuentran sobre la calle principal de concreto hidráulico, se beneficiarán 1024 casas del barrio que se encuentran sobre la calle donde se ejecute la obra, cumpliendo la función de drenar el flujo de agua residual proveniente de las viviendas con una dotación estimada 140 litros por habitantes.

Ilustración 17 Tamaño de proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Diseño

El diseño de la obra está basado en las “*Guías Técnicas Para El Diseño de Alcantarillados Sanitarios y Tratamiento De Aguas Residuales INAA (2005)*”. La cual tiene como propósito servir a 1024 viviendas del barrio, con una densidad poblacional de seis habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 3.11%.

- **Periodo de diseño**

Tomando en cuenta la normativa para el diseño de alcantarillado sanitario se estableció el tipo de estructura para determinar el periodo de diseño, en el cual se establece 25 años de proyección.

3.2.2. Levantamiento Topográfico

El principal objetivo del levantamiento topográfico fue determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, definiendo las inclinaciones del terreno, el trabajo de campo consistió en la realización de un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de la zona.

La topografía que presenta el Barrio Milagro de Dios del Distrito V facilitó el diseño del sistema de alcantarillado sanitario por gravedad, debido a las características naturales del terreno, puesto que este presenta una pendiente en dirección al norte (hacia el lago de Managua), lo cual permite un drenaje funcional.

El levantamiento altimétrico se tomó como referencia el siguiente BM geodésico, cuyas coordenadas son X:585,115.3890, Y:1339692.2960, Z:134.07, para el levantamiento se hicieron estaciones de 20 metros y se tomaron todos los accidentes que se encontraron presente entre los estacionamientos para conformar el perfil longitudinal del terreno.

A continuación, se presenta la tabla de las elevaciones de las calles del barrio por tramo.

Tabla 10 Elevaciones de los tramos

Est.	Elevación	Δ ELEV.
0+000	126.99	-
0+020	124.55	-2.44
0+040	125.17	0.62
0+060	125.76	0.59
0+080	126.23	0.47
0+100	126.70	0.47
0+120	127.14	0.44
0+140	127.56	0.42
0+160	127.85	0.29
0+180	128.12	0.27
0+200	128.38	0.26
0+220	128.90	0.52
0+240	129.74	0.84
0+260	130.69	0.95
0+280	131.73	1.04
0+300	132.83	1.10
0+320	133.04	0.21
0+340	133.20	0.16
0+360	133.31	0.11
0+380	133.47	0.16
0+400	133.68	0.21
0+420	133.89	0.21
0+440	134.07	0.18
0+460	134.26	0.19
0+480	134.55	0.29
0+500	134.77	0.22
0+520	135.72	0.95
0+540	135.83	0.11
0+560	137.63	1.80
0+580	137.97	0.34
0+600	138.50	0.53
0+620	139.00	0.50

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Ubicación de las tuberías y pozos de visita

Debido a que la vía de circulación se encuentra de sur a norte, las tuberías se ubicarán en el costado oeste de la línea central de la vía, mientras los pozos de visita sanitarios (PVS) serán ubicados por cada cambio horizontal y vertical que hubiera de tubería con una separación máxima de 100 m.

Para este sistema de alcantarillado sanitario se diseñará tomando en cuenta las elevaciones topográficas del terreno un total de 17 pozos de visitas en 16 tramos de tuberías.

Tabla 11 Elevación de los pozos de visita

Tub No.	Tramo		Cota PVS		
	PV e	PV s	Entrada (m)	Salida (m)	Longitud (m)
1	1	2	135.57	134.15	81.27
2	2	3	134.15	134.62	32.68
3	3	4	134.62	134.53	13.55
4	4	5	134.53	134.19	19.25
5	5	6	134.19	134.01	28.83
6	6	7	134.01	133.72	22.35
7	7	8	133.72	133.51	22.86
8	8	9	133.51	133.20	31.5
9	9	10	133.20	133.14	24.85
10	10	11	133.14	132.34	36.25
11	11	12	132.34	129.24	61.65
12	12	13	129.24	127.99	55.66
13	13	14	127.99	127.53	34.16
14	14	15	127.53	126.99	34.1
15	15	16	126.99	125.38	58.53
16	16	17	125.38	124.08	51.82
	Total PVS	17		Total de long.	610

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Diámetro y pendiente de las tuberías

Dentro del diseño se propone determinar un diámetro que sea capaz de transportar el caudal de diseño de la red de alcantarillado sanitario. Se diseñará la pendiente del tubo con forme a la fórmula establecida para el cálculo de esta

procurando llevar la pendiente natural del terreno, en los casos que esto no sea posible se utilizará la pendiente que conlleve a menos volúmenes de excavación.

3.2.5. Conexiones domiciliarias

Todas las conexiones serán de tubería de PVC, comenzando en la caja de registro de cada vivienda y luego acoplándose a la alcantarilla principal que pasará por la calle donde se realiza la obra, esto con el objeto de drenar las aguas residuales de los hogares.

3.2.6. Dotación

La dotación de agua se obtuvo de la siguiente tabla de “Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)” la cual indica que debe de ser usada para el diseño según la clasificación por densidad de los barrios de Managua.

El Barrio milagro de Dios se considera una zona de alta densidad, debido a que se encuentran construcciones de todo tipo con lotes de dimensiones homogéneas entre 150 a 250 m² por lo tanto la dotación de agua será de 140 litros por habitantes al día (L/hab/día).

Tabla 12 Dotaciones para la Cuidad de Managua

Dotaciones de agua	
Clasificación de barrios	Dotación L/Hab/día
Zonas de máxima densidad y de actividades mixtas	160
Zonas de alta densidad	140
Zonas de media densidad	340
Zonas de media densidad	568

Fuente: INAA

3.3. Cálculos para la red de recolección propuesta

En esta sección se presentan el procedimiento de los cálculos realizados para el sistema de alcantarillado sanitario propuesto tomando como ejemplo el primer tramo de tuberías del Barrio Milagro de Dios.

3.3.1. Cálculo de caudales

Datos para utilizarse

- Población total de lotes: 9,967 habitantes
- Área total de lote unitario: 1.16 Ha
- Área tributaria del tramo: 0.202 Ha
- Longitud de la tubería: 43.27 m
- Dotación: 140 lt/hab/día
- Q infilt: 2 lt/hr por cada 100 m de tubería y 25 mm de diámetro ó 5.555×10^{-6} lt/s por cada un metro de tubería y 25 mm de diámetro.

- **Población correspondiente al tramo.**

$$Población\ del\ tramo = \frac{Área\ tributaria\ del\ tramo \times Población\ total}{Área\ total\ de\ lotes}$$

$$P = \frac{0.202Ha * 9,967hab}{1.16Ha}$$

$$P = 1,737\ Habitantes$$

- **Caudal mínimo (Qmin)**

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, Determinamos el caudal mínimo de acuerdo a la experiencia brasileña.

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

Ecuación 17

- **Caudal medio (Qmed)**

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

$$Q_{med} = 0.8 * Dotacion$$

$$Q_{med} = \frac{0.8 * 140 \frac{\frac{L}{hab}}{dia} * 1737 hab}{86,400 seg/día}$$

Utilizando Ecuación 5

$$Q_{med} = 2.251 lt/seg$$

- **Caudal máximo horario (Qmh)**

Para el cálculo del caudal máximo horario se requiere calcular el coeficiente de flujo máximo, donde K1 es 1.2 y K2 según la norma será igual a 2 ya que se encuentra en el rango entre 2,000 a 10,000 habitantes.

$$K = K1 * K2$$

$$K = 1.2 * 2 = 2.4$$

Utilizando Ecuación 7

$$Q_{mh} = k * Q_{med}$$

$$Q_{mh} = 2.4 * 2.25 lt/seg$$

Utilizando Ecuación 6

$$Q_{mh} = 5.403 lt/seg$$

- **Caudal de infiltración**

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

$$Q_i = Q_{inf} = longitud * coeficiente de infil$$

$$Q_i = 43.27m * 5.555 \times 10^{-6} lt/seg$$

$$Q_i = 0.0020 lt/seg$$

- **Caudal comercial**

Se usarán los porcentajes de acuerdo con la dotación doméstica diaria y de acuerdo con los porcentajes se calculó la dotación en aguas residuales comercial de acuerdo con la tabla de consumo de la guía técnica del INAA.

$$Dot\ comercial = porcentaje * Dot.\ doméstica$$

$$Dot\ comercial = 0.07 * 140 \frac{\frac{L}{hab}}{día} = 9.8 \frac{\frac{L}{hab}}{día}$$

$$Q\ comercial = \frac{9.8 \frac{\frac{L}{hab}}{día} * 1,737\ hab}{86,400\ seg/día}$$

$$Q_{comercial} = 0.197lt/seg$$

- **Caudal institucional**

Se usarán los porcentajes de acuerdo con la dotación doméstica diaria y de acuerdo con los porcentajes se calculó la dotación en aguas residuales institucional de acuerdo con la tabla de consumo de la guía técnica del INAA.

$$Q\ institucional = Dotacion\ Institucional * población$$

$$Dot\ institucional = 0.07 * 140 \frac{\frac{L}{hab}}{día} = 9.8 \frac{\frac{L}{hab}}{día}$$

$$Q\ institucional = \frac{9.8 \frac{\frac{L}{hab}}{día} * 1737\ hab}{86400\ seg/día}$$

$$Q_{int} = 0.197lt/seg$$

- **Caudal de diseño (Qd)**

El caudal de diseño se estimó como la suma del caudal máximo, el caudal de infiltración y los caudales especiales (en este caso caudal comercial y público).

$$Qd = Qmh + Qi + Qc + Qinst$$

$$Qd = 5.403 \frac{l}{seg} + 0.0019 \frac{l}{s} + 0.197 \frac{l}{s} + 0.197 + 0$$

$$Qd = 5.80 \frac{lbs}{seg}$$

Tabla 13 Resultados Cálculo de los caudales

Tramo		Lon g. (m)	Áre as trib utar ias (Ha)	Pobla ción de tramo (hab)	Cálculo de caudales							
P V E	P V S				Q. me dio (lt/s)	Q. com erci al (lt/s)	Q. Instituc ional (lt/s)	Q. de infitra ción (lt/s)	Q infiltrac ion acum. (lt/s)	Qm h (lt/s)	Qdi señ o (lt/s)	Qdis eñ o Acum l (lt/s)
1	2	43.27	0.20	1,737	2.25	0.20	0.20	0.002	0.002	5.40	5.80	5.80
2	3	32.68	0.07	593	0.77	0.07	0.07	0.001	0.003	1.85	1.98	7.78
3	4	13.55	0.02	130	0.17	0.01	0.01	0.000	0.003	0.40	0.43	8.21
4	5	19.25	0.04	317	0.41	0.04	0.04	0.001	0.004	0.99	1.06	9.27
5	6	28.83	0.05	427	0.55	0.05	0.05	0.001	0.006	1.33	1.43	10.70
6	7	22.35	0.03	222	0.29	0.03	0.03	0.001	0.006	0.69	0.74	11.44
7	8	22.86	0.04	331	0.43	0.04	0.04	0.001	0.008	1.03	1.10	12.55
8	9	31.5	0.05	459	0.59	0.05	0.05	0.001	0.009	1.43	1.53	14.08
9	10	24.85	0.03	254	0.33	0.03	0.03	0.001	0.010	0.79	0.85	14.93
10	11	36.25	0.06	475	0.62	0.05	0.05	0.002	0.012	1.48	1.59	16.52
11	12	61.65	0.11	949	1.23	0.11	0.11	0.003	0.014	2.95	3.17	19.69
12	13	55.66	0.11	925	1.20	0.10	0.10	0.002	0.017	2.88	3.09	22.78
13	14	34.16	0.08	684	0.89	0.08	0.08	0.002	0.018	2.13	2.28	25.06
14	15	34.1	0.06	510	0.66	0.06	0.06	0.002	0.020	1.59	1.70	26.77
15	16	58.53	0.07	559	0.72	0.06	0.06	0.003	0.022	1.74	1.87	28.63
16	17	51.82	0.16	1,396	1.81	0.16	0.16	0.002	0.025	4.34	4.66	33.29

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Cálculos hidráulicos

- **Coeficiente de rugosidad**

Se establece que el tipo de material a utilizar es de PVC; por lo tanto, el coeficiente de rugosidad de Manning según la normativa técnica de INAA será:

$$N = 0.009 \text{ (PVC)}$$

- **Diámetro de tubería**

El diámetro mínimo para sistemas de alcantarillado sanitario público es de 150 mm de diámetro según la normativa de INAA, acápite 5.2.

Para el primer tramo del sistema de alcantarillado sanitario del Barrio Milagro de Dios se propondrá una tubería de 200 mm de diámetro, equivalente a 8 pulgadas. Este diámetro se verificará con los siguientes cálculos y aumentará según los requerimientos de los siguientes tramos.

- **Pendiente del terreno**

Para la pendiente del terreno se toma en cuenta las elevaciones topográficas del terreno, desde el punto donde inicia el tramo hasta el punto donde termina.

$$S = \frac{Cota\ final - Cota\ inicial}{Longitud}$$

$$S = \frac{135.57m - 135.15m}{43.3m} * 100 = 0.971\%$$

$$S = 0.971\%$$

- **Pendiente propuesta para tubería**

Esta pendiente se propuso tomando en cuenta los criterios de la normativa de INAA, el cuál establece que la pendiente propuesta es la que permita una fuerza tractiva mínima de 1 pascal (Pa). Para este tramo la pendiente propuesta es la siguiente: $S = 2.4\%$.

- **Ángulos entre tuberías**

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

- **Área a tubo lleno**

Cálculo de valor del área transversal que ocupa el agua que es conducida dentro de la tubería.

$$A_{ll} = \frac{\pi}{4} \Phi^2$$

$$A_{ll} = \frac{\pi}{4} (0.2)^2$$

$$A_{ll} = 0.0314m^2$$

- **Perímetro**

Cálculo de valor del perímetro de tubería cuando se encuentre trabajando a tubo lleno.

$$P_{ll} = \pi \phi$$

$$P_{ll} = \pi * 0.2m$$

$$P_{ll} = 0.628m$$

- **Radio hidráulico**

El cálculo de Radio hidráulico se obtendrá a través de la relación entre el área a tubo lleno y el perímetro de la tubería.

$$Rh = \frac{A}{P} \quad (A. \text{ tubo lleno})$$

$$Rh = \frac{0.0314m^2}{0.628m}$$

$$Rh = 0.05m$$

- **Velocidad a tubo lleno**

Cálculo para conocer el valor de la velocidad en la que se transportan las aguas residuales en la tubería.

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

$$V_u = \frac{1}{0.009} (0.05)^{2/3} * 0.0240^{1/2}$$

$$V_u = 2.34m/s$$

- **Caudal a tubo lleno**

Se calcula a partir de la velocidad del flujo a tubo lleno y el área a tubo lleno de la tubería.

$$Q_u = V_u \times A_u$$

$$Q_u = \frac{2.34m}{s} * 0.0314m^2$$

$$Q_u = 0.073 \frac{m^3}{seg}$$

- **Relaciones a tubo parcialmente lleno**

Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno

$$\frac{Q}{Q_u}$$

$$\frac{Q}{Q_u} = \frac{5.79 \frac{mts}{seg} / 1000m^3}{0.073 \frac{m^3}{seg}}$$

$$\frac{Q}{Q_{ll}} = 0.079 \frac{m^3}{seg}$$

- **Velocidades a tubo parcialmente lleno**

Relación entre velocidad de diseño y la velocidad a tubo lleno encontrada en la tabla: Relaciones Hidráulicas para Conductos Circulares.

$$\frac{v}{v_{ll}} = 0.6960$$

- **Velocidad de diseño**

Se calcula la velocidad de diseño a través de la multiplicación de la velocidad a tubo lleno y la relación de velocidades de tubo parcialmente lleno.

$$V_{diseño} = v_{ll} * \frac{v}{v_{ll}}$$

$$V_{diseño} = 2.34m/s * 0.6960$$

$$V_{diseño} = 1.625m/s$$

- **Tirante a tubo parcialmente lleno**

$$\frac{d}{D} = 0.1900$$

$$\frac{d}{D} = 0.1900 * 100$$

$$\frac{d}{D} = 19\% < 75\%$$

$$d = D * \frac{d}{D_{ll}}$$

$$d = 0.2 * 0.19$$

$$d = 0.038m$$

- **Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno**

$$\frac{r}{Rh} = 0.1323$$

$$r = Rh_{ll} * r/Rh$$

$$r = 0.05m * 0.1323m$$

$$r = 0.0066m$$

- **Pérdida de carga adicional**

$$P = 0.25 (Vm)^2 / 2g$$

$$P = 0.25 (1.625)^2 / (2 * \frac{9.81m}{s})$$

$$P = 0.034 m$$

- **Fuerza tractiva**

$$\tau = w * R_h * S$$

$$\tau = (9.81N/m^3 * 0.0091m * 0.0115m/m)$$

$$\tau = 1.557pa > 1 pa$$

La fuerza tractiva cumple con el parámetro de ser mayor de 1 pascal, y la pérdida por carga adicional es mayor de 3 cm, por ende, el dimensionamiento de diámetro, pendiente y cálculo de velocidades se encuentran dentro de los rangos de dimensionamientos establecidos para un sistema red de alcantarillado sanitarios pública del INAA.

A continuación, se muestra la siguiente tabla de resultados de los cálculos hidráulicos:

Tabla 14 Resultado de cálculos hidráulicos

PV E	PV S	Long. (m)	Pendiente calculada (terreno)	Pendiente propuesta para tubería (%)	Pendiente propuesta para tubería (m/m)	Coeficient e de Manning (n)	Diámetr o de la tubería (m)
1	2	43.270	0.971	2.400	0.024	0.009	0.200
2	3	32.680	1.622	2.900	0.029	0.009	0.200
3	4	13.550	0.664	3.200	0.032	0.009	0.200
4	5	19.250	1.766	2.800	0.028	0.009	0.200
5	6	28.830	0.624	2.200	0.022	0.009	0.200
6	7	22.350	1.298	2.700	0.027	0.009	0.250
7	8	22.860	0.919	2.600	0.026	0.009	0.250
8	9	31.500	0.984	2.000	0.020	0.009	0.250
9	10	24.850	0.241	1.800	0.018	0.009	0.250
10	11	36.250	2.207	2.000	0.020	0.009	0.250
11	12	61.650	5.028	1.800	0.018	0.009	0.250
12	13	55.660	2.246	1.500	0.015	0.009	0.250
13	14	34.160	1.347	1.600	0.016	0.009	0.250
14	15	34.100	1.584	3.200	0.032	0.009	0.300
15	16	58.530	2.751	3.600	0.036	0.009	0.300
16	17	51.820	2.509	1.900	0.019	0.009	0.300

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Resultado de cálculos hidráulicos

PV E	PV S	ALL (m2)	PLL (m)	RH (m)	VLL (m/s)	QLL (m3/s)	Q/QLL	V/VL L
1	2	0.031	0.628	0.050	2.336	0.073	0.079	0.696
2	3	0.031	0.628	0.050	2.568	0.081	0.096	0.624
3	4	0.031	0.628	0.050	2.698	0.085	0.097	0.568
4	5	0.031	0.628	0.050	2.523	0.079	0.117	0.615
5	6	0.031	0.628	0.050	2.237	0.070	0.152	0.692
6	7	0.049	0.785	0.063	2.875	0.141	0.081	0.538
7	8	0.049	0.785	0.063	2.822	0.139	0.091	0.577
8	9	0.049	0.785	0.063	2.475	0.121	0.116	0.633
9	10	0.049	0.785	0.063	2.348	0.115	0.130	0.651
10	11	0.049	0.785	0.063	2.475	0.121	0.136	0.633
11	12	0.049	0.785	0.063	2.348	0.115	0.171	0.651

PV E	PV S	ALL (m2)	PLL (m)	RH (m)	VLL (m/s)	QLL (m3/s)	Q/QLL	V/VL L
12	13	0.049	0.785	0.063	2.143	0.105	0.217	0.753
13	14	0.049	0.785	0.063	2.213	0.109	0.231	0.762
14	15	0.071	0.942	0.075	3.535	0.250	0.107	0.651
15	16	0.071	0.942	0.075	3.749	0.265	0.108	0.655
16	17	0.071	0.942	0.075	2.724	0.193	0.173	0.763

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Resultado cálculos hidráulicos

PV E	PV S	V diseño (m/s)	d/D	d/D <75%	d (m)	r/RH	r (m)	Pérdida s (m)	t
1	2	1.626	0.190	19%	0.038	0.132	0.007	0.034	1.557
2	3	1.602	0.205	21%	0.041	0.148	0.007	0.033	2.098
3	4	1.532	0.175	18%	0.035	0.118	0.006	0.030	1.844
4	5	1.552	0.200	20%	0.040	0.142	0.007	0.031	1.956
5	6	1.548	0.245	25%	0.049	0.195	0.010	0.031	2.104
6	7	1.547	0.160	16%	0.040	0.103	0.006	0.030	1.710
7	8	1.628	0.180	18%	0.045	0.122	0.008	0.034	1.951
8	9	1.566	0.210	21%	0.053	0.153	0.010	0.031	1.872
9	10	1.528	0.220	22%	0.055	0.163	0.010	0.030	1.800
10	11	1.566	0.210	21%	0.053	0.153	0.010	0.031	1.872
11	12	1.528	0.220	22%	0.055	0.163	0.010	0.030	1.800
12	13	1.614	0.285	29%	0.071	0.235	0.015	0.033	2.162
13	14	1.686	0.291	29%	0.073	0.242	0.015	0.036	2.371
14	15	2.301	0.220	22%	0.066	0.163	0.012	0.067	3.840
15	16	2.456	0.223	22%	0.067	0.166	0.012	0.077	4.384
16	17	2.078	0.281	28%	0.084	0.241	0.018	0.055	3.369

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Cálculos topográficos

Se realizaron los cálculos topográficos con el fin de determinar las elevaciones de las tuberías de la red propuesta y la profundidad de cada pozo de visita, de igual forma a través de estos poder establecer los volúmenes de excavaciones de tierra correspondientes para su adecuada instalación.

Datos

Longitud de tramo: 43.27m

S tubo: 0.032m

Diámetro de tubo: 0.2m

Caja de inspección: 0.6m

Cota de terreno inicial: 135.6m

Cota de terreno final: 134.15m

➤ Elevación de corona de salida

$$Elev. corona salida = Elev. terreno - Recubrimiento mínimo$$

$$Elev. de corona de salida = 135.57m - 0.6m$$

$$Elev. de corona de salida = 134.97m$$

➤ Elevación de corona de entrada del siguiente PVS

$$Elev. de corona de entrada$$

$$= Elev. corona de salida - long. de tubería * pendiente$$

$$Elev. de corona de entrada = 134.97m - (43.3m * \frac{0.0240m}{m})$$

$$Elev. corona de entrada = 133.93m$$

➤ Elevación invert de salida

$$Elev. Invert salida = Elev. corona de salida - Diametro de tubería$$

$$Elev, Invert salida = 134.97m - 0.2m$$

$$Elev. Invert salida = 134.77m$$

➤ **Elevación invert entrada**

$$Elev. invert entrada = Elev. corona entrada - Diametro$$

$$Elev. invert entrada = 133.93 m - 0.2m$$

$$Elev. invert entrada = 133.73m$$

➤ **Volumen de excavación de poso de visita**

Área de excavación

$$A_{exc.} = \pi * r^2$$

$$A_{exc.} = \pi * (0.60m + 0.40m)^2$$

$$A_{exc} = 3.14m^2$$

Profundidad

$$Prof = Cota de terreno - (Cota invert - Diametro de tubería)$$

$$Prof = 135.6m - (134.77m - 0.2m)$$

$$Profundidad = 1m$$

Volumen de excavación

$$Vol. exc = A_{exc.} * Profundidad$$

$$Vol. exc = 3.14m^2 * 1m$$

$$Vol. exc = 3.14m^3$$

➤ **Volumen de excavación de tubería**

Ancho

$$Ancho = 1m$$

Área de excavación

$$Área de exc. = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) * long.$$

Dónde:

$$H = Cota de terreno - cota invert + cama de arena$$

$$A_{exc.} = \left(\frac{(135.6m - 134.77m + 0.15m) + (135.15m - 133.73 + 0.15m)}{2} \right) \\ * 43.30m$$

$$\text{Área de exc.} = 54.48m^2$$

Volumen

$$\text{Volumen} = 42.79m^2 * 1m$$

$$\text{Vol} = 42.79m^3$$

A continuación, se muestra la tabla de los resultados topográficos por tramo.

Tabla 15 Resultados Cálculos topográficos

Coron a sal. 1 (m)	Coron a ent. 2 (m)	Inver salida (m)	Inver entrada (m)	Aexc. PVS (m ²)	Profun didad PVS (m)	Vol. exc. PVS (m ³)	Anch o de exc. (m)	Aexc. Tuberí a (m ²)	Vol. Exc. (m ³)
134.97	133.93	134.77	133.73	3.14	1.00	3.14	1.00	54.49	54.49
133.93	132.98	133.73	132.78	3.14	1.62	5.08	1.00	58.08	58.08
132.98	132.55	132.78	132.35	3.14	2.04	6.40	1.00	29.24	29.24
132.55	132.01	132.35	131.81	3.14	2.38	7.48	1.00	46.76	46.76
132.01	131.38	131.81	131.18	3.14	2.58	8.10	1.00	79.45	79.45
131.38	130.77	131.13	130.52	3.14	3.13	9.84	1.00	71.29	71.29
130.77	130.18	130.52	129.93	3.14	3.45	10.83	1.00	80.89	80.89
130.18	129.55	129.93	129.30	3.14	3.83	12.04	1.00	122.56	122.56
129.55	129.10	129.30	128.85	3.14	4.15	13.04	1.00	105.48	105.48
129.10	128.38	128.85	128.13	3.14	4.54	14.26	1.00	159.52	159.52
128.38	127.27	128.13	127.02	3.14	4.46	14.02	1.00	207.64	207.64
127.27	126.43	127.02	126.18	3.14	2.47	7.77	1.00	120.52	120.52
126.43	125.89	126.18	125.64	3.14	2.06	6.46	1.00	68.36	68.36
125.89	124.79	125.59	124.49	3.14	2.24	7.05	1.00	80.81	80.81
124.79	122.69	124.49	122.39	3.14	2.80	8.78	1.00	169.39	169.39
122.69	121.70	122.39	121.40	3.14	3.29	10.34	1.00	154.68	154.68

Fuente: Elaboración propia

3.4. Descripción de las actividades de construcción

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

3.4.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico consiste en establecer los datos altimétricos y planimétricos del lugar, es decir, llevar a cabo la descripción del terreno, mediante el levantamiento topográfico se realiza el reconocimiento de una superficie.

- **Reconocimiento del terreno**

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

- **Planimetría**

Con ella se llevó a cabo la localización de viviendas, escuela, esto por medio del levantamiento de las esquinas de las estructuras y el levantamiento de la infraestructura vial, mediante la marcación de puntos a lo largo de la calzada.

- **Altimetría**

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

3.4.2. Trazo y nivelación

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

3.4.3. Demolición de la carpeta existente

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

3.4.4. Excavación de la zanja

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

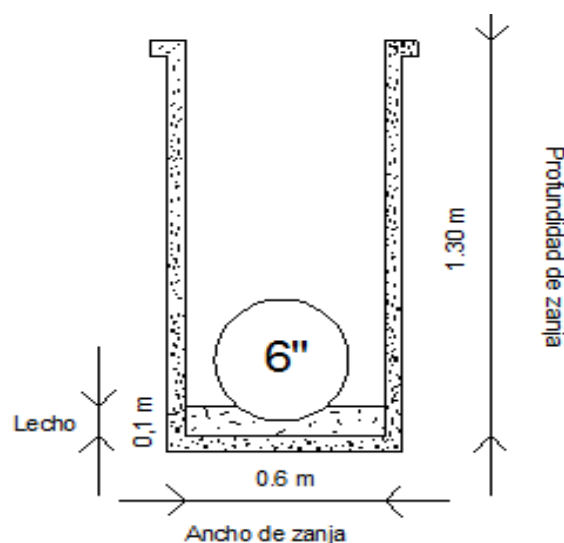
Las dimensiones del ancho de zanja deberán permitir suficiente comodidad al obrero para realizar las actividades de tendido de la tubería, en la tabla se presentan anchos recomendados en función de la profundidad.

Tabla 16 Anchos de zanjas recomendados (Diámetro 100 y 150mm)

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

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Ancho y profundidad de zanja recomendados



Fuente: Elaboración propia

- **Fondo de zanja**

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

- **Cama de apoyo**

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

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

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

Para el caso de tuberías flexibles de PVC se recomienda apoyo de arena y una cama de apoyo de 0.15 m.

3.4.5. Instalación o ensamble de tubería:

Para ensamblar la tubería se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Limpie con un trapo limpio y seco la parte interior de la campana y/o unión y el caucho. Haga lo mismo con la parte exterior del tubo a ser insertada.

- Aplique lubricante generosamente en la campana y/o unión.
- Alinee la campana y/o unión con el tubo e introduzca.
- Aplique presión de empuje constante, hasta que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana y/o unión hasta el tope indicado.
- Si encuentra indebida resistencia a la inserción, debe desensamblar y revisar los elementos, cambiarlos si es necesario y reiniciar el proceso de ensamble.

3.4.6. Instalación y construcción de dispositivos de limpieza:

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

3.4.7. Relleno de zanjas

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

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

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

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

1. Primer relleno compactado.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0.30 m por encima de la clave del tubo, será de material selecto para terreno normal.

2. Segundo relleno compactado.

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

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

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

3.4.8. Restauración de la carpeta de rodamiento

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

3.5. Equipos y elementos necesarios

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

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

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

Materiales y documentos de diseño: Sin duda es de suma importancia contar con los planos digitales o físicos en el lugar de la construcción, ya que ahí es donde estará reflejado gráficamente a detalle cada uno de los elementos de diseño que deberán llevar a cabo la obra. Conjunto a los planos se deberá de

tener acceso inmediato a los materiales de construcción (arena, material selecto, cemento, agua, tuberías y accesorios) esto con el fin de agilizar la instalación del sistema de drenaje.

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

3.6. Estimación de los volúmenes de obra

A continuación, se presentan la tabla de la estimación de los volúmenes de obra y cantidad de materiales divididos por etapas y sus respectivas sub-etapas a ejecutarse en la construcción del alcantarillado sanitario.

Tabla 17 Volúmenes de obra

ETAPA		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.
ETAPA	SUB – ETAPA			
1		PRELIMINARES		
	1.1	Limpieza inicial	m ²	915.00
	1.2	Trazo y nivelación	m	650.00
	1.2.1	Instalación de niveletas	m	610.00
	1.3	Letrina provisional (portátil)	mes	4.00
	1.4	Rótulos y señalización	Global	
2		SISTEMA DE COLECTORAS		
	2.1	TUBERIAS		
	2.1.1	Excavación	m³	558.10
	2.1.1.1	Excavación a profundidad de suelo normal a 1 m	m ³	558.10
	2.1.1.2	Retroexcavadora CAD215 de rendimiento 40 m ³ /hr	hr	14.00
	2.1.2	Relleno y Compactación	m³	656.59
	2.1.2.1	Relleno a profundidad de suelo normal a 1 m	m ³	656.59
	2.1.2.2	Compactación	m ³	656.59
	2.1.2.3	Compactadora manual	hr	32.83
	2.1.3	Instalación de tuberíasSDR-41	m	610.00
	2.1.3.2	tubería de 8 pulgadas	unidad	23
	2.1.3.2	tubería de 10 pulgadas	unidad	48
	2.1.3.2	tubería de 12 pulgadas	unidad	25

ETAPA		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.
3		OBRAS PARA REGISTROS		
	3.1	POZOS DE VISITA SANITARIO (PVS)		
	3.1.1	PVS de Profundidad de 0.00 a 1.50 m	unidad	17.00
	3.1.2	Tapas de concreto de 60 cm	unidad	17.00
4		CONEXIONES DOMICILIARES		
	4.1	COLECTORES DE 6"		
	4.1.1	Cajas de Registro	unidad	1,024.00
	4.1.2	Instalación de tubería de 6" SDR-41	unidad	1,024.00
	4.1.3	Accesorios		
	4.1.4	Silletas pvc de 6"x 4"	unidad	139.00
	4.1.5	Codo de 45"x6"	unidad	139.00
5		ROTURA Y REPOSICIÓN DE CARPETA		
5	5.1	ROTURA Y REPOSICIÓN DE CARPETA Rotura de concreto hidráulico	m²	915.00
	5.2	Reposición de carpeta existente	m²	915.00
6		MITIGACIÓN DE IMPACTOS	Global	
	6.1	Medidas de Prevención de Accidentes	Global	
7		LIMPIEZA FINAL	m²	915.00
8		MATERIALES DE CONSTRUCCION		
		Hierro 1/4 pulgada	unidad	20.00
		Hierro 1/2 pulgada	Qq	4.00
		Hierro 3/8 pulgada	Qq	23.83
		Hierro 3/4 pulgada	Qq	7.00
		Alambre de Amarre	Lbs	212.00
		Cuartón de 2*2*5vrs	unidad	80.00
		Material Selecto	m³	130.00
		Cemento	Bolsa	1,671.26
		Arena	m³	221.48
		Ladrillo cuarterón Rectangular	unidad	123,575.99
		Ladrillo cuarterón trapezoidal	unidad	2,597.43
		Grava	m³	36.56
		Agua	Glns	13,783.17
		Reglas 1"x3"x5vs	unidad	36.00
		Cuartones 2"x2"x5vrs	unidad	52.00
		Clavos (2 1/2")	Lbs	50.00
		Clavos (2")	Lbs	40.00
		Clavos (1 1/2")	Lbs	40.00
		Discos de corte de Madera 7" DeWalt	unidad	4.00
		Discos de corte de acero 7" DeWalt	unidad	10.00
		Discos de corte de concreto 9" DeWalt	unidad	30.00

Fuente: Elaboración propia

3.7. Cronograma de ejecución de actividades

En la siguiente tabla, se muestra el cronograma que mostrará el proceso de la ejecución de las actividades del proyecto. A como se muestran algunas actividades que se llevarán a cabo se ejecutarán paralelamente con otras actividades para optimizar tiempo y recursos.

Tabla 18 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
1	PRELIMINARES																
	Reconocimiento de la zona																
	Realizar visitas de campo																
	Levantamiento topografico																
	Trazo y nivelación																
2	ELABORACIÓN DEL ESTUDIO SOCIOECONOMICO																
	Elaboración de formato de encuesta y recopilación de datos																
	Análisis de la demanda																
	Realizar consolidado de las encuestas socioeconómicos																
3	INICIO DE ACTIVIDADES EN CAMPO																
	Rotulación y señalización																
	Instalacion de niveletas																
	Demolición de carpeta existente																
	Excavación de zanjas																
	Conformación de fondos de zanjas																
	Elaboración de cama de apoyo																
	Instalación detuberias de 8" SDR-41																
	Instalación y construcción de dispositivos de limpieza (PVS)																
	Construcción de tapas para PVS																
	Instalación de conexiones domiciliars (Tubería de 6" SDR-41)																
	Construcción de cajas de registro																
4	FIN DE ACTIVIDADES DE CAMPO																
	Relleno de zanjas																
	Compactación																
	Reposición de carpeta de concreto hidraulico																
	Limpieza final																
	Entrega del proyecto																

Fuente: Elaboración propia

3.8. Plan de mantenimientos de la alcantarilla

El plan de mantenimiento es una programación de la ejecución de las acciones de mantenimiento propuestas en las Guías de Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillados del INAA, para realizarse generalmente durante los años del período de diseños estimados, 25 años en el caso del sistema propuesto del Barrio Milagro de Dios.

Según el manual del INAA, la frecuencia de mantenimientos recomendadas para los componentes de la red (tuberías y pozos de visitas) son anualmente y en un periodo de cada tres años, en estos se ejecutarán las siguientes acciones de inspección, limpieza, reparación y mantenimiento:

Tabla 19 Mantenimiento tipo A

Tuberías del sistema	
Acciones a realizarse anualmente	Herramientas a utilizarse
Realizar recorridos de inspección, particularmente a lo largo de colectoras e interceptoras.	-Vehículo.
	Formato No.7. – Anexos
	Herramientas para levantar tapa de los pozos de visita y descubrirlas si están enterradas, guantes.
Detectar cualquier derrame a través de los pozos de visita, debido a obstrucción en la tubería.	-Instrumento de medición de caudales.
	-Cristalería de laboratorio para toma de muestras.
	Para análisis de calidad de agua.
Comprobar el estado de los pozos de visita.	Herramientas para limpiar herrumbre, como: cepillo de alambre, esmeril.
Terminales y cajas de registro.	Pintura anticorrosiva, brochas.
Revisar los cauces para investigar cualquier corriente de agua a lo largo de éstos.	

Fuente: Guías de Mantenimiento de sistemas de alcantarillados del INAA

Tabla 20 Mantenimiento tipo B

Tuberías del sistema	
Acciones a realizarse trianualmente	Herramientas a utilizarse
-Investigar para determinar:	
Condición de la conexión al pozo de visita.	vehículo
Volumen de tierra acumulada.	-Herramientas para levantar tapa del pozo de Visita o descubrirla si está enterrada.
Asentamiento, atascamiento, serpenteo, rotura.	Linterna de mano.
Abrasión, corrosión, fractura del interior del tubo.	-Máscara protectora contra gases. Escalera, Cuerda, guantes.
Unión discontinua o dislocada.	-Detector de gases.
Deslizamiento del tubo fuera de la junta.	A.3. -Tubería, cemento, agua.
Intrusión de estructura dentro del tubo	
Condición de la superficie del terreno encima del tubo. Infiltración	
Infiltración de agua residual de calidad indeseable	

Fuente: Guías de Mantenimiento de sistemas de alcantarillados del INAA

Tabla 21 Mantenimiento tipo C

Mantenimientos tipo C Pozos de visita sanitarios	
Acciones a realizarse trianualmente	Herramientas a utilizarse
Inspección para determinar posible Abrasión, rotura, distorsión de la tapa y de la estructura metálica.	Herramientas para levantar tapa del pozo de visita o descubrirla si está enterrada. Linterna de mano. Máscara protectora contra gases. Escalera, cuerda, guantes. Detector de gases.
Abrasión, rotura, deslizamiento del bloque.	
Fisura en la plancha del fondo.	

Mantenimientos tipo C Pozos de visita sanitarios	
Diferencia de nivel con la superficie de la calle.	
Corrosión o ausencia de los peldaños de la escalera.	-Herramientas para levantar tapa del pozo de visita o descubrirla si está enterrada. -Linterna de mano. -Máscara protectora contra gases. -Escalera, cuerda, guantes. -Detector de gases.
Rotura del borde inferior de la tubería (invert.)	
Infiltración de agua subterránea.	
Asentamiento diferencial.	
Presencia de material causante de obstrucciones.	Equipo de limpieza, como roto-sonda o camión con equipo de succión.
Infiltración de agua residual de calidad indeseable.	

Fuente: Guías de Mantenimiento de sistemas de alcantarillados del INAA

CAPÍTULO IV: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

4.1. Inversión del proyecto

4.1.1. Costo y presupuesto de la obra

Uno de los primeros pasos para decidir si un proyecto es viable es determinar los costos que va a representar. Conocer los recursos monetarios que demandará un proyecto, los costos y presupuestos servirá para determinar si lo que se pretende hacer es alcanzable.

Estas estimaciones sirven para pronosticar los recursos y los costos asociados necesarios para ejecutar dicha obra. Así mismo, el dueño del proyecto podrá asegurarse de que se alcance los objetivos dentro del cronograma y el presupuesto aprobados.

4.1.2. Costos directos

Se determinó a través de un sistema de cálculos el costo directo total del sistema de alcantarillado sanitario por gravedad propuesto, resultando como valor estimado para esta obra de **C\$ 6,633,705.79** (Seis millones seiscientos treinta y tres mil setecientos cinco con setenta y nueve centavos).

Tabla 22 Resumen de costos directos de la obra

ETAPA	SUB - ETAPA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL DIRECTO (C\$)
1		PRELIMINARES	Global		C\$ 77,610.40
	1.1	Limpieza inicial	m ²	915.00	C\$ 9,150.00
	1.2	Trazo y nivelación	ml	650.00	C\$ 13,000.0
	1.2.1	Instalación de niveletas	ml	610.00	C\$ 22,960.40
	1.3	Letrina provisional (portátil)	mes	4.00	C\$ 26,000.00
	1.4	Rótulos y señalización	Global		C\$ 6,500.00
2		SISTEMA DE COLECTORAS	Global		C\$ 652,184.66
		TUBERIAS			
	2.1.	Excavación	m³	3,418.42	C\$ 119,644.61
	2.1.1.	Excavación sobre suelo normal	m ³	3,418.42	C\$ 119,644.61

ETAPA	SUB - ETAPA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL DIRECTO (C\$)
	2.2.	Relleno y Compactación	m³	4,021.67	C\$ 217,170.05
	2.2.1	Relleno y Compactación sobre suelo normal	m³	4,021.67	C\$ 217,170.05
	2.3	Tiberias SDR-41	Global		C\$ 315,370.00
	2.3.1	Instalación de Tubería de 8" SDR-41	ml	138.00	C\$ 8,280.00
		Instalacion de Tuberia de 10" SDR-42	ml	290.00	C\$ 24,650.00
		Instalacion de Tuberia de 12" SDR-43	ml	184.00	C\$ 20,240.00
	2.3.2	Tubería de 8 pulgadas	und	23	C\$ 36,800.00
		Tubería de 10 pulgadas	und	48	C\$ 120,000.00
		Tubería de 12 pulgadas	und	31	C\$ 105,400.00
3		OBRAS PARA REGISTROS	Global		C\$ 225,607.03
	3.1	POZOS DE VISITA			
	3.1.1	Profundidad de 0.00 a 1.50 m	c/u	1,00	C\$ 9,081.15
	3.1.2	Profundidad de 1.50 a 3.00 m	c/u	8.00	C\$ 91,851.80
	3.1.3	Profundidad de 3.00 a 4.50 m	c/u	6.00	C\$ 86,500.46
	3.1.4	Profundidad de 4.50 a 6.00 m	c/u	2.00	C\$ 32,885.86
	3.2	Tapas de concreto de 60 cm	c/u	17.00	C\$ 5,287.75
4		CONEXIONES DOMICILIARES	Global		C\$ 2,259,178.72
		A COLECTORES PRINCIPALES			
	4.1.	Cajas de Registro	c/u	1,024.00	C\$ 1,433,445.60
	4.2.	Instalacion de Tuberia de 6" SDR-41	c/u	1,024.00	C\$ 491,520.00
	4.3	Accesorios	Global		C\$ 334,213.12
	4.4.	Adaptadores pvc de 6"x 8"	c/u	1,024.00	C\$ 307,200.00
	4.5.	Codo de 45ºx6"	c/u	1,024.00	C\$ 27,013.12
5		ROTURA Y REPOSICIÓN DE CARPETA	m²		C\$ 411,750.00
	5.1.	Rotura de concreto hidraulico	m²	915.00	C\$ 91,500.00
	5.2.	Reposición de carpeta existente	m²	915.00	C\$ 320,250.00
6		MITIGACIÓN DE IMPACTOS	Global		C\$ 6,000.00
	6.1.	Medidas de Prevención de Accidentes	Global	1.00	C\$ 6,000.00
7		LIMPIEZA FINAL	m²	915.00	C\$ 9,150.00
8		MATERIALES DE CONSTRUCCION	Global		C\$ 2,724,833.66
	1	Varillas de acero lisa 1/4"	qq	1.00	C\$ 1,230.00
	2	Varillas de acero corrugada 1/2"	qq	4.00	C\$ 5,120.00
	3	Varillas de acero corrugada 3/8"	qq	23.83	C\$ 32,168.57
	4	Varillas de acero corrugada 3/4"	qq	7.00	C\$ 8,750.00
	5	Alambre de Amarre	lbs	212.00	C\$ 12,720.00
	6	Cuarton de 2*2*5vrs	unidad	80.00	C\$ 6,400.00
	7	Material Selecto	m³	723.20	C\$ 578,560.00

ETAPA	SUB - ETAPA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL DIRECTO (C\$)
	8	Cemento	bolsa	1,826.80	C\$ 575,440.63
	9	Arena	m³	257.17	C\$ 102,868.00
	10	Ladrillo Cuarteron Rectangular	unidad	123,576	C\$ 494,303.96
	11	Ladrillo Cuarteron trapezoidal	unidad	16,115.00	C\$ 64,460.00
	12	Grava	m³	38.00	C\$ 34,200.00
	13	Agua	Glns	15,819	C\$ 790,962.50
	14	Reglas 1"x3"x5vs	unidad	36.00	C\$ 2,520.00
	15	Cuartones 2"x2"x5vrs	unidad	52.00	C\$ 1,560.00
	16	Clavos 4"	lbs	30.00	C\$ 750.00
	17	Clavos 2 1/2"	lbs	50.00	C\$ 1,500.00
	18	Clavos 1"	lbs	30.00	C\$ 750.00
	19	Clavos de acero 2 1/2"	lbs	30.00	C\$ 1,350.00
	20	Discos de corte de Madera 7" DeWalt	unidad	4.00	C\$ 720.00
	21	Discos de corte de acero 7" DeWalt	unidad	10.00	C\$ 1,900.00
	22	Discos de corte de concreto 9" DeWalt	unidad	30.00	C\$ 6,600.00
9		PRESTACIONES SOCIALES (33% DE MANO DE OBRA)	33%		C\$ 267,391.31
SUB TOTAL DE COSTO DIRECTO					C\$ 6,633,705.79

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Costos indirectos

Los costos directos se calcularon en base a un porcentaje de los costos directos. En estos costos indirectos incluye el pago de personales administrativos de la empresa a ejecutar el proyecto: arquitectos, ingenieros residentes y el resto de personal administrativo. También se calculan dentro de los costos indirectos un factor de por imprevistos en la obra, utilidades y supervisión en función de los costos directos.

Resultando como valor indirecto estimado para la obra de **C\$ 2,321,797.03** (Dos millones trescientos veinte y un mil setecientos noventa y siete con cero tres centavos).

Tabla 23 Resumen de costos indirectos

10,1	Administración: 10% del costo directo	10%	C\$ 663,370.58
10,2	Imprevistos: 10% del costo directo	10%	C\$ 663,370.58
10,3	Utilidades: 10% CD+ADM+IMP	10%	C\$ 663,370.58
10,4	Supervisión: 5% de Costo directo	5%	C\$ 331,685.29
SUB TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			C\$ 2,321,797.03

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Inversión diferida

Estas inversiones se realizan en bienes y servicio intangibles que son indispensables para el inicio del proyecto, pero no intervienen directamente en la producción. Se calcularán en base al 4% de los costos directos lo cual resulta en un monto de **C\$279,348.23** lo cual se invertirá a como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24 Detalles de inversión diferida

Inversion diferidad total 4% CD	C\$265,348.2
Estudios previos: Topográficos	C\$14,000.00
Total de la inversión diferida	C\$279,348.23

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Inversión total

La inversión total es la suma de los montos de costos directos, costos indirectos, e inversión diferida. La inversión total para el proyecto de alcantarillado sanitario del barrio Milagro de Dios será **C\$9,234,851.05**.

Tabla 25 Inversión total

Costos directos	C\$6,633,705.79
Costos Indirectos	C\$2,321,797.03
Inversion diferidad	C\$279,348.23
Inversion total	C\$9,234,851.05

Fuente: Elaboración propia

4.2. Costos de operación

4.2.1. Costos de mantenimiento

Según el plan de mantenimientos propuesto basado en el Manual del INAA, se asignará un presupuesto de mantenimientos de la red de 20% de los costos directos para los costos de mantenimiento obteniendo un resultado **C\$1,326,741.16** (Un millón trescientos veinte y seis mil setecientos cuarenta y uno con dieciséis córdobas), dicho monto será dividido para los tres tipos de mantenimientos establecidos por la normativa, para el mantenimiento de tipo A se estimará 56%, para el tipo B y C el 22% a como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 26 Costos de mantenimiento

Mantenimiento anual de tuberías	56% PT	C\$742,975.05
Mantenimiento tri anual de tuberías	22% PT	C\$291,883.05
Mantenimiento tri anual de PVS	22% PT	C\$291,883.05
Presupuesto total para mantenimiento	20% CD	C\$1,326,741.16

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detalla los costos de cada tipo de mantenimientos por año:

Tabla 27 Costo de mantenimiento anual y trianual

Año	Red de tuberías	PVS	Costo
1	Mantenimiento A		C\$43,704.41
2	Mantenimiento A		C\$43,704.41
3	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
4	Mantenimiento A		C\$43,704.41
5	Mantenimiento A		C\$43,704.41
6	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
7	Mantenimiento A		C\$43,704.41
8	Mantenimiento A		C\$43,704.41
9	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
10	Mantenimiento A		C\$43,704.41
11	Mantenimiento A		C\$43,704.41

Año	Red de tuberías	PVS	Costo
12	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
13	Mantenimiento A		C\$43,704.41
14	Mantenimiento A		C\$43,704.41
15	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
16	Mantenimiento A		C\$43,704.41
17	Mantenimiento A		C\$43,704.41
18	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
19	Mantenimiento A		C\$43,704.41
20	Mantenimiento A		C\$43,704.41
21	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
22	Mantenimiento A		C\$43,704.41
23	Mantenimiento A		C\$43,704.41
24	Mantenimiento B	Mantenimiento C	C\$72,970.76
25	Mantenimiento A		C\$43,704.41
Costo total de mantenimiento			C\$1,326,741.16

Fuente: Elaboración propia

4.3. Beneficios del proyecto

4.3.1. Ahorro por disminución de enfermedades

Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones de vida, se espera una reducción monetaria ante el gasto generado por las distintas enfermedades causadas por la contaminación de aguas residuales.

Se realizó una encuesta a los pobladores del sector con el fin de calcular el promedio de personas que adquieren anualmente enfermedades infecciosas (Dengue, Zika, Malaria y Diarrea) debido a la falta de un sistema de alcantarillado sanitario eficiente, se obtuvo como resultado que el 55% de la población del sector han adquirido por lo menos una de estas enfermedades al año.

El costo actual monetario de las medicinas por persona para tratarse las enfermedades anteriormente mencionadas es el siguiente:

Tabla 28 Costo de medicina

Gasto promedio de medicina por enfermedades tipo infecciosas	
Tipo de enfermedades	Costo de medicinas
Dengue	C\$190.36
Zika	C\$183.15
Malaria	C\$168.34
Diarrea	C\$309.56
Promedio	C\$213

Fuente: Ministerio de Salud

Se estipuló un ingreso monetario promedio por día de los habitantes del Barrio Milagro de Dios tomando en cuenta los rubros de trabajo mostrados en la encuesta realizadas en el Barrio para poder determinar las pérdidas por los días de reposo generado por estas enfermedades.

Ilustración 19 Ingreso promedio en el Barrio Milagro de Dios por rubro de trabajo por persona

Rubro de trabajo	Salarios mensual	Salario por día
Asalariado (Salario minimo estado)	C\$5,345	C\$178
Sector construcción	C\$9,592	C\$320
Negocio propio (PYMES)	C\$5,642	C\$188
Promedio	C\$6,860	C\$229

Fuente: Ley de trabajadores de Nicaragua.

Ilustración 20 Pérdida monetaria por días de reposo

Tipo de enfermedades provocadas por la falta de S.A	Días de reposo por enfermedades	Salario mínimo de trabajo promedio al día (por persona)	Pérdida monetaria laboral promedio por días de reposo
Dengue	10	C\$228,62	C\$2286,20
Zika	15	C\$228,62	C\$3429,30
Malaria	14	C\$228,62	C\$3200,68
Diarrea	3	C\$228,62	C\$685,86
Promedio			C\$2400,51

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 21 Costo monetario anual por enfermedades

Perdida monetaria laboral promedio por días de reposo	C\$ 2,400.51
Gasto promedio de medicina por enfermedades tipo infecciosas	C\$ 213
Total	C\$ 2,613

Fuente: Elaboración propia.

Según la guía para el saneamiento y la salud de la OMS, desde el punto de vista de la salud, la consecuencia mediante la utilización de la meta con respecto al saneamiento mediante proyectos de instalación de obras hidráulicas de drenaje proporcionaría una reducción media del 40% en los episodios de enfermedades.

Si se considera un crecimiento de 3.11% de la población y por tanto de los beneficios, el flujo para los próximos veinte y cinco años es el que se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 29 Cálculo del ahorro por gasto de enfermedades

Año	Población	Población que enferma %	Población que enferma	Gasto por enfermedades por persona anual	Gasto total	Ahorro generado por el proyecto %	Ahorro total
2021	6,297	55%	3,463	2,613.36	9,050,989.01	40%	3,620,395.61
2022	6,450	55%	3,548	2,694.64	9,559,228.57	40%	3,823,691.43
2023	6,603	55%	3,632	2,778.44	10,090,326.41	40%	4,036,130.56
2024	6,756	55%	3,716	2,864.85	10,645,212.76	40%	4,258,085.10
2025	6,909	55%	3,800	2,953.95	11,224,853.58	40%	4,489,941.43
2026	7,062	55%	3,884	3,045.82	11,830,251.90	40%	4,732,100.76
2027	7,215	55%	3,968	3,140.54	12,462,449.20	40%	4,984,979.68
2028	7,367	55%	4,052	3,238.21	13,120,745.82	40%	5,248,298.33
2029	7,520	55%	4,136	3,338.92	13,809,771.09	40%	5,523,908.44
2030	7,673	55%	4,220	3,442.76	14,528,963.22	40%	5,811,585.29
2031	7,826	55%	4,304	3,549.83	15,279,532.15	40%	6,111,812.86
2032	7,979	55%	4,388	3,660.23	16,062,733.91	40%	6,425,093.56
2033	8,132	55%	4,473	3,774.06	16,879,872.30	40%	6,751,948.92
2034	8,285	55%	4,557	3,891.44	17,732,300.66	40%	7,092,920.26
2035	8,438	55%	4,641	4,012.46	18,621,423.68	40%	7,448,569.47
2036	8,591	55%	4,725	4,137.25	19,548,699.30	40%	7,819,479.72
2037	8,744	55%	4,809	4,265.92	20,515,640.64	40%	8,206,256.25

Año	Población	Población que enferma %	Población que enferma	Gasto por enfermedades por persona anual	Gasto total	Ahorro generado por el proyecto %	Ahorro total
2038	8,897	55%	4,893	4,398.59	21,523,818.02	40%	8,609,527.21
2039	9,050	55%	4,978	4,535.38	22,574,861.11	40%	9,029,944.45
2040	9,203	55%	5,062	4,676.43	23,670,461.03	40%	9,468,184.41
2041	9,356	55%	5,146	4,821.87	24,812,372.63	40%	9,924,949.05
2042	9,509	55%	5,230	4,971.83	26,002,416.83	40%	10,400,966.73
2043	9,661	55%	5,314	5,126.45	27,239,663.45	40%	10,895,865.38
2044	9,814	55%	5,398	5,285.89	28,531,624.24	40%	11,412,649.70
2045	9,967	55%	5,482	5,450.28	29,877,598.53	40%	11,951,039.41

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Plusvalía de las propiedades

Se estima la plusvalía de las viviendas, a través de la ejecución del proyecto, se considera que 1024 casas serán beneficiadas directamente, las cuales se encuentran localizadas a ambos lados de los 610 ml sistema de alcantarillado sanitario a construir, incrementando su valor monetario.

Por medio de una encuesta se promedió un valor estimado de las viviendas del Barrio Milagro de Dios, el cual se considera \$22.166,67 dólares americanos o su equivalente en córdobas (tasa de cambio: 1\$:35C\$) que es: C\$775,833.45.

Tabla 30 Plusvalía

Plusvalía		
Descripción	Unidad	Monto
N.º de viviendas beneficiadas	Unidad	1,024.00
Valor unitario promedio	C\$	775,833.45
Valor total	C\$	794,453,452.80
Incremento de valor	%	10%
Incremento de valor	C\$	79,445,345.28

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Beneficios totales

Los beneficios totales del proyecto se obtendrán a través de la suma de los beneficios individuales considerados anteriormente.

Tabla 31 Beneficios totales

Año	AHORRO EN LOS GASTOS POR ENFERMEDADES	AHORRO POR PLUSVALIA
2021	3,620,395.61	79,445,345.28
2022	3,823,691.43	
2023	4,036,130.56	
2024	4,258,085.10	
2025	4,489,941.43	
2026	4,732,100.76	
2027	4,984,979.68	
2028	5,248,298.33	
2029	5,523,908.44	
2030	5,811,585.29	
2031	6,111,812.86	
2032	6,425,093.56	
2033	6,751,948.92	
2034	7,092,920.26	
2035	7,448,569.47	
2036	7,819,479.72	
2037	8,206,256.25	
2038	8,609,527.21	
2039	9,029,944.45	
2040	9,468,184.41	
2041	9,924,949.05	
2042	10,400,966.73	
2043	10,895,865.38	
2044	11,412,649.70	
2045	11,951,039.41	

Fuente: Elaboración propia

4.4. Flujo neto efectivo sin financiamiento

A continuación, se muestran el Flujo Neto Efectivo sin financiamiento del proyecto en el que se describen ingresos y gastos del dinero en efectivo en el periodo de tiempo estipulado. Ganancia del proyecto proyectado por años incluyendo sus costos de operaciones y mantenimiento.

Tabla 32 Flujo neto efectivo

AÑO	BENEFICIOS	Plusvalía	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSION	FNE
2020				C\$9,234,851.05	-C\$9,234,851.05
2021	C\$3,620,395.61	79,445,345.28	C\$43,704.41		C\$83,022,036.47
2022	C\$3,823,691.43		C\$43,704.41		C\$3,779,987.01
2023	C\$4,036,130.56		C\$72,970.76		C\$3,963,159.80
2024	C\$4,258,085.10		C\$43,704.41		C\$4,214,380.69
2025	C\$4,489,941.43		C\$43,704.41		C\$4,446,237.02
2026	C\$4,732,100.76		C\$72,970.76		C\$4,659,129.99
2027	C\$4,984,979.68		C\$43,704.41		C\$4,941,275.27
2028	C\$5,248,298.33		C\$43,704.41		C\$5,204,593.91
2029	C\$5,523,908.44		C\$72,970.76		C\$5,450,937.67
2030	C\$5,811,585.29		C\$43,704.41		C\$5,767,880.87
2031	C\$6,111,812.86		C\$43,704.41		C\$6,068,108.45
2032	C\$6,425,093.56		C\$72,970.76		C\$6,352,122.80
2033	C\$6,751,948.92		C\$43,704.41		C\$6,708,244.50
2034	C\$7,092,920.26		C\$43,704.41		C\$7,049,215.85
2035	C\$7,448,569.47		C\$72,970.76		C\$7,375,598.71
2036	C\$7,819,479.72		C\$43,704.41		C\$7,775,775.31
2037	C\$8,206,256.25		C\$43,704.41		C\$8,162,551.84
2038	C\$8,609,527.21		C\$72,970.76		C\$8,536,556.45
2039	C\$9,029,944.45		C\$43,704.41		C\$8,986,240.03
2040	C\$9,468,184.41		C\$43,704.41		C\$9,424,480.00
2041	C\$9,924,949.05		C\$72,970.76		C\$9,851,978.29
2042	C\$10,400,966.73		C\$43,704.41		C\$10,357,262.32
2043	C\$10,895,865.38		C\$43,704.41		C\$10,852,160.96
2044	C\$11,412,649.70		C\$72,970.76		C\$11,339,678.93
2045	C\$11,951,039.41		C\$43,704.41		C\$11,907,335.00

Fuente: Elaboración propia

4.5. Evaluación Económica del Proyecto

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

La evaluación económica de proyectos se realiza con el objeto de poder decidir si es viable o no realizar un proyecto de inversión. Para este objetivo no solo debemos de cuantificar y valorar los beneficios y los costos que va a generar la obra, sino obtener elementos de juicio para comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación del proyecto se hace en base al criterio del análisis beneficio/costo. El análisis beneficio/costo es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción.

4.5.1. Valor Actual Neto Económico (VANE)

Es la suma de todos los flujos actualizados de efectivo futuros de una inversión o un proyecto, menos todas las salidas.

Este indicador de evaluación permite conocer el valor del dinero actual (al día de hoy) que va a recibir el proyecto en el futuro, a una tasa de interés (tasa de actualización o descuento) y un periodo determinado (horizonte de evaluación), a fin de comparar este valor con la inversión inicial. El valor actual neto se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$VANE = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

Dónde:

- B_t = beneficio del año t del proyecto.
- C_t = costo del año t del proyecto.
- t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n .
- 0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión
- I = “tasa social de descuento” será igual al 8% según el sistema nacional de inversiones públicas de Nicaragua (SNIP).

Para la evaluación de resultados revisarán los siguientes criterios:

Tabla 33 Criterios de decisión del VANE

RESULTADO	SIGNIFICADO	DECISIÓN
VAN = 0	Los ingresos y egresos del proyecto son iguales, no existe ganancia ni pérdida.	Indiferente
VAN < 0	En este caso los ingresos son menores a los egresos (costos + inversión), quedando un balance negativo.	Rechazar proyecto
VAN > 0	Este resultado determina que los flujos de efectivo cubrirán los costos totales y la inversión, y quedará un excedente.	Ejecutar el proyecto

Fuente: Elaboración propia

El resultado del cálculo del valor del actual neto económico (VANE), tomando la tasa de descuento del 8% recomendada por el SNIP y los datos del flujo neto efectivo calculado anteriormente se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 34 Resultado Cálculo de VANE

DATO	VALOR
VANE	C\$126,447,993.07

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, el proyecto después de operar 25 años y de pagar los costos de producción y gastos de operación tiene un excedente de **C\$126,447,993.07**. En consecuencia, es recomendable ejecutarlo, dado que se cumple el requisito de que el VAN es mayor a cero.

4.5.2. Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)

La tasa interna de retorno económico (TIRE) es aquella tasa de actualización máxima que reduce a cero el valor actual neto económico (VANE) del proyecto. En conclusión, mientras más alta sea la TIRE el proyecto presenta mayores posibilidades de éxito.

Matemáticamente la TIRE responde a la siguiente función:

$$VANE = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{F_n}{(1 + TIRE)^n} = 0$$

Ecuación 18 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)

Dónde:

- F_n . = Flujo de caja en el periodo n.
- TIRE = Tasa Interna de Retorno Económica.
- n = periodo.
- I_0 = inversión inicial

El siguiente cuadro resume las opciones en función del resultado de este indicador:

Tabla 35 Criterios de decisión TIRE

RESULTADO	DECISION
TIRE>TSD	Ejecutar proyecto
TIRE=TSD	Indiferente
TIRE<TSD	Rechazar proyecto

Fuente: Elaboración propia

El resultado del cálculo de la tasa interna de retorno económico (TIRE) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36 Resultados cálculos TIRE

DATO	VALOR
TIRE	804%

Fuente: Elaboración propia

Este resultado significa que el proyecto presenta una rentabilidad mayor al costo de oportunidad, cumple con los requisitos $TIRE > TSD$ ya que 804% es mayor que la tasa social de descuento del 8% utilizada anteriormente para el cálculo del VANE.

4.5.3. Relación beneficio costo (R B/C)

El coeficiente beneficio/costo (B/C) indica la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de un proyecto y los costos en que incurrirá a lo largo de su vida útil, incluyendo las inversiones. La fórmula por utilizarse es la siguiente:

$$R \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{Inversion o costos del proyecto}}$$

El siguiente cuadro resume la interpretación de los valores que puede alcanzar esta función:

Tabla 37 Criterios de decisión R B/C

RESULTADO	DECISIÓN
$R B/C > 1$	Ejecutar proyecto
$R B/C = 1$	Indiferente
$R B/C < 1$	Rechazar proyecto

Fuente: Elaboración propia

El cálculo obtenido utilizando la anterior fórmula da el siguiente resultado:

Tabla 38 Resultados de R B/C

CRITERIO		VALOR
R B/C		24.38

Fuente: Elaboración propia

Ya que la relación beneficio/costo da como resultado 24.38 se puede ejecutar el proyecto, porque cumple con el criterio de ser mayor a uno

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Considerando los estudios realizados en el documento se presentan las siguientes conclusiones:

Con el desarrollo del diagnóstico de la situación actual de la zona se conocieron las características socioeconómicas, por lo tanto, se determinó que la ausencia de una instalación de sistema de alcantarillado sanitario completo que drenen las aguas residuales causa afectaciones directas a la comunidad, principalmente por la incidencia de enfermedades, proliferación de vectores y el deterioro estético de la comunidad.

Mediante el estudio técnico se propuso la construcción de 610 metros de alcantarillado sanitario diseñado conforme a las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales INAA, el cual está delimitado por las coordenadas 12°8'N 86°15'O con un área de influencia de 1.16 Ha. Se establecieron 17 pozos de visita sanitario y 1024 conexiones domiciliarias para poder satisfacer la demanda de la población actual y futura proyectada para un período de 25 años.

Se realizó la evaluación económica regida a los criterios propuestos para comprobar la rentabilidad del proyecto. Como resultado se presenta que el Valor Actual Neto Económico calculado es de C\$126,447,993.03 siendo una cifra que indica que el proyecto es económicamente rentable. De igual forma se calculó la Tasa Interna de Retorno, se obtuvo como resultado un TIRE equivalente a 804% mayor que la tasa de descuento social de 8% recomendada por el SNIP, esto indica que el proyecto se puede ejecutar.

5.2. Recomendaciones

Una vez mostrado los estudios realizados y llegando a la conclusión que el proyecto es viable desde el punto de vista económico se recomienda ser ejecutado por las autoridades pertinentes (Alcaldía Municipal de Managua y ENACAL).

Es importante organizar reuniones de coordinación entre los representantes de la comunidad y el Ministerio de Salud (MINSA), a fin de poder implementar charlas informativas, promoviendo la adopción de buenos hábitos de higiene, por parte de las familias para que el 40% de las personas que drenan sus aguas residuales a las calles, causes y sumideros se concienticen del daño ambiental y el 18% de las personas que no consideran necesario la ejecución del proyecto contribuyan con el desarrollo de la obra.

Para garantizar la calidad del diseño se debe ejecutar la construcción de la red tal como está contemplado en los planos propuestos y las Guías Técnicas de alcantarillado sanitario de INAA. Si el proyecto se ejecuta en un periodo diferente al establecido en el documento, se debe hacer un ajuste de precios de materiales, mano de obra e insumos, debido a la inflación del mercado y la variabilidad de precios.

Bibliografía

Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.

Banco Mundial. (2016). *Guía para la Evaluación Económica y Financiera*.

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

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

Sauvy, A. (1991). *Estudio de la Población*.

SIAPA. (2014). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades*.

SNIP. (2001). *Guía de formulación y evaluación de proyectos de inversión*.

SNIP. (2010). *Metodología de preinversión para proyectos de educación*. managua.

Urbina. (2010). *FORMULACION DE PROYECTOS*.

Urbina, G. B. (1996). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. Mexico.

Vilar, J. (1992). *Comunicación, lenguaje y educación*.

COMITÉ TÉCNICO DE NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS . (2001). *NTON 05 014-01* . Managua, Nicaragua.

Definición de Activos fijos. (2016). Obtenido de www.wikipedia.org:https://es.wikipedia.org/activofijo

Definición de Diseño. (2008). Obtenido de www.definiciones.com:
<http://conceptodefinicion.de/diseño/>

FAO. (2005). *FORMULACIÓN Y EMPLEO DE PERFILES DE PROYECTO.*
Obtenido de <http://www.fao.org/3/a0322s/a0322s00.htm#Contents>

Guía de diseño de proyectos sociales. (2011). Obtenido de cempreplanes y proyectos:
<https://sites.google.com/site/disenodeproyectossociales/capitulo-xii>

Perez, J. (2009). *Definición de Inversión.* Obtenido de
<http://definicion.de/inversion/>

Restrepo, F. C. (2006). *Tasa social de descuento.* Obtenido de
<https://es.wikipedia.org/>

Anexos

A) Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Estudio de impacto socioeconómico para prefactibilidad de proyectos en el barrio Milagro de Dios.

Agua y Saneamiento

¿Cuenta con el servicio de agua potable? **Si**_____ **No**_____

¿Cuántos días a la semana tiene el servicio de agua potable? _____ **días**

¿Cuántas horas al día recibe el servicio del agua? _____ **horas**

Tarifa mensual promedio de pago del servicio de agua potable _____
córdobas

Sistema sanitario utilizado: **Inodoro** ____ **Letrina** ____

¿tiene conexión a la red pública de alcantarillado sanitario? **Si** _____ **No**

Si cuenta			Si no cuenta		
¿Qué tan eficiente es el S.A.S. existente?	Bueno		¿Dónde descarga sus aguas residuales	Sumidero	
	Malo			Calle	
	Regular			Cause	
¿Es necesario renovar el sistema de alcantarillado del barrio?	Si		¿Es necesaria la instalación de un sistema alcantarillado?	Si	
	No			No	

¿Estaría dispuesto a dar un aporte económico para la ejecución de proyectos sanitarios? **Si** _____ **No** _____

¿Considera que con inversión en proyectos de saneamiento e infraestructura se elevará la calidad de vida de las familias del barrio? **Si** _____ **No** _____

Sistema eléctrico

¿Cuenta con servicio de energía eléctrica? **Si** _____ **No** _____

El sistema eléctrico de su barrio tiene alguna de estas fallas:

Interrupción en el sistema eléctrico	
Quema de cableado o transformadores	
Conexiones ilegales	

Tarifa mensual promedio de pago del servicio _____ **córdobas**

Salud

¿El barrio cuenta con un centro de salud cercano? **Si** _____ **No** _____

Los miembros de su familia han padecido alguna de estas enfermedades en los últimos 6 meses:

Diarrea	
Dengue	
Zika	
Malaria	

Población

¿Cuántas personas habitan en su vivienda? _____ Hab.

H a b.	Se xo		Edades			Nivel acad émic o	Ocup ación	Trabaj a actual mente		Rubro de trabajo				
	F	M	Ni ño	Jo ve n	Ad ult o			Sí	No	Asa lari.	Due ño de neg oci o	S. agrí cola	S. Co nst r.	Ot ro

¿Cuánto tiempo tiene la familia de residir en el barrio? _____ años

Precio estimado de su vivienda _____

¿Qué porcentaje cree que aumentaría el valor de su vivienda con implementación de proyectos de saneamiento en el barrio? **10%** ____ **20%** ____ **30% Más** ____

Construcción de la vivienda

Bloque	Mini Falda	Zinc	Tabla

B) Planos del sistema de alcantarillado sanitario propuesto

C) Imágenes del Barrio Milagro de Dios



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

D) Documentos académicos