



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES EN
LOS BARRIOS LAS MARÍAS Y LAS PIEDRECITAS EN EL
DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”**

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Rolando José Aráuz Cardoza
Br. Reynaldo José Amador Aguirre

Tutor

M.sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, mayo 2019

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

De darnos el don de la sabiduría durante la realización de nuestra monografía y sobre todo la fortaleza de no rendirnos en esta etapa importante de nuestras vidas.

A nuestras madres

Josefa de Jesús Aguirre y Gloria María Cardoza López, por habernos apoyado en todo momento del transcurso de nuestra carrera universitaria, por sus consejos y ánimo de nunca rendirnos y decirnos siempre que todo se puede en esta vida, por la motivación de ser personas de bien pero más que nada por todo el amor que nos brindaron.

A nuestros padres

Francisco Leopoldo Arauz Centeno (QEPD) y José Reynaldo Amador por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizaron y que nos a infundado siempre, por los valores de respeto, puntualidad , trabajo y honestidad que nos ayudaron a forjar durante nuestra preparación profesional.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

De darnos el don de la sabiduría durante la realización de nuestra monografía y sobre todo la fortaleza de no rendirnos en esta etapa importante de nuestras vidas.

A nuestras madres

Josefa de Jesús Aguirre y Gloria María Cardoza López, por habernos apoyado en todo momento del transcurso de nuestra carrera universitaria, por sus consejos y ánimo de nunca rendirnos y decirnos siempre que todo se puede en esta vida, por la motivación de ser personas de bien pero más que nada por todo el amor que nos brindaron.

A nuestros padres

Francisco Leopoldo Arauz Centeno (QEPD) y José Reynaldo Amador por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizaron y que nos a infundado siempre, por los valores de respeto, puntualidad , trabajo y honestidad que nos ayudaron a forjar durante nuestra preparación profesional.

AGRADECIMIENTO

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento monográfico se describe el Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para los barrios Las Marías y Las Piedrecitas, del municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa, Nicaragua.

El área de intervención es de aproximadamente 18.5 hectáreas cubriendo en un 100% la población que se encuentra dentro de los barrios, de la cual se proyectaron 4,096 habitantes y un caudal de diseño de 11.94 Ips, para un período de 20 años.

De acuerdo a la topografía del sitio, se procuró elegir la alternativa de trazado más viable para la red de recolección con los respectivos cálculos hidráulicos y topográficos, se realizó el diseño del alcantarillado con el programa Civilcad 2014. Se elaboró el manual de operación y mantenimiento y los planos respectivos. Además, se presenta un estudio de posibles impactos ambientales que podrían presentarse tanto en la etapa de construcción como en la de operación y las Guías técnicas para la reducción de vulnerabilidad en los sistemas de alcantarillado sanitario.

La red de alcantarillado seleccionada es de tipo convencional separada y tiene una longitud total de 5,215.81 m con tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) clase SDR-41 de 6" de diámetro, drenando las aguas por medio de una colectora principal que va de norte a sur.

El costo total de la obra será entonces de **C\$ 19, 107,695.24** equivalente a **U\$ 579,021.07** a una tasa de cambio de C\$ 33 por U\$ 1.00 a la fecha de mayo del 2019.

Índice general

Capítulo I

Capítulo I: Aspectos Generales 1

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 3

1.3 Justificación 5

1.4 Objetivos 7

Capítulo II: Descripción del área en estudio 8

2.1.1 Reseña histórica 11

2.1.2 Topografía 12

2.1.3 Recursos Hídricos 12

2.1.4 Climatología 13

2.1.5 Vías de comunicación y transporte 14

2.1.6 Servicios públicos 15

2.1.7 Población 18

2.1.8 Aspectos económicos 19

Capítulo III: Marco Teórico 20

3.1 Marco teórico 20

3.1.1. Estudio socio económico 20

3.1.2. Fuentes de recolección de datos 21

3.1.2. Métodos de cálculos 22

3.1.3. Proyección de población 22

3.1.4. Cantidades de aguas residuales 23

3.1.5. Consumo comercial, industrial y público 23

3.1.6.	Caudal de infiltración (Q_{inf})	24
3.1.7.	Caudal especial (Q_{esp})	25
3.1.8.	Caudal medio de aguas residuales domesticas (Q_m)	25
3.1.9.	Coeficiente de retorno (CR).....	26
3.1.10.	Factor Harmon (FH)	26
3.1.11.	Gastos máximos de aguas residuales ($Q_{m\acute{a}x}$).....	26
3.1.12.	Gasto mínimo (Q_{min})	27
3.2.	Estudio hidrológico	28
3.2.1	Características fisiográficas de la cuenca.....	29
3.2.2	Caracterización para el cálculo del caudal por el método racional	32
3.2.3	Determinación hidrometeorológicas de cada sub-cuenca	33
3.2.4	Períodos de diseño económico de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario (SAS).....	35
3.3	Hidráulica de las alcantarillas	36
3.3.1	Diámetro de tuberías	37
3.3.2	Pendiente máxima	37
3.3.3	Pendiente mínima.....	37
3.3.4	Perdida de Carga adicional	38
3.3.5	Carga hidráulica disponible.	38
3.3.6	Ángulos entre tuberías.....	38
3.3.7	Cobertura sobre tuberías.....	38
3.3.8	Ubicación de las alcantarillas	39
3.3.9	Sifones invertidos	39
3.4	Pozos de visita.....	40
3.4.1	Distancia máxima entre pozos.....	40

3.4.2 Pozos de visita con caída	41
3.5 Costo y presupuesto	41
3.6 Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	42
3.6.1 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	43
3.6.2 Método para la realización de una evaluación de impacto ambiental	44
3.6.3 Métodos para identificar impactos	44
3.6.4 Documentación de la evaluación de impacto ambiental	45
3.6.5 Especificaciones para el estudio del impacto ambiental	45
3.6.6 Guías técnicas para la reducción de vulnerabilidad en los sistemas de alcantarillado sanitarios	46
Capítulo IV: Diseño Metodológico	47
4.1. Estudios básicos	47
4.2 Cálculo de caudales	49
4.2.1. Consumo doméstico	49
4.2.2 Caudal de infiltración (Q_{inf})	49
4.2.3 Caudal medio (Q_m)	49
4.2.4 Caudal máximo ($Q_{m\acute{a}x}$)	50
4.2.5 Caudal de diseño (Q_d)	50
4.3 Estudio hidrológico	50
4.4 Diseño de red de alcantarillado	50
Capítulo V: Cálculos y Resultados	51
5.1 Estudio socioeconómico	51
5.2 Cálculos y Estudios básicos de diseño	57
5.2.1 Cálculo del caudal de las aguas residuales	58
5.4 Presupuesto de diseño del sistema propuesto	73

5.4.1	Consideraciones generales	73
5.5	Estudio de impacto ambiental.....	76
5.6	Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario aplicando La Guía Técnica para la Reducción de la Vulnerabilidad en los Sistemas de Alcantarillado Sanitario	76
5.6.1	Situación ambiental del área de influencia	76
5.6.2	Identificación de los impactos negativos durante la construcción.....	79
5.6.3	Criterios para la evaluación de impacto ambiental	80
5.7	Medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos durante la construcción y operación	82
5.7.1	Plan de vigilancia y control ambiental en la etapa de construcción y operación del sistema.	82
5.7.2	Medidas mitigadoras para la excavación de zanjas para la colocación de tuberías.....	84
5.7.3	Evaluación de impacto ambiental de la obra en general.	85
	Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	87
6.1	Conclusiones	87
6.2	Recomendaciones	89
	Bibliografía.....	90
	ANEXOS	

ACRÓNIMOS

AMUNIC:	Asociación de Municipios de Nicaragua
ENACAL:	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FISE:	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA:	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INAFOR:	Instituto Nacional Forestal
INIDE:	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
INETER:	Instituto Nicaragüense de Estadísticas Territoriales
INIFOM:	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal
MAGFOR:	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA:	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONGs:	Organizaciones no Gubernamentales
Km:	Kilómetros
lppd:	Litros por persona por día
lps:	Litros por segundo
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
ml:	Mililitros
mg/l:	Miligramos por litro
m:	Metros
mm:	Milímetros
m/s:	Metros por segundo
n:	Número de años que comprende el período de diseño
P_n :	Población del año “n”
P_o :	Población al inicio del período de diseño
PVC:	Polivinilo de Cloruro
r:	Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal

Capítulo I: Aspectos Generales

1.1 Introducción

El desarrollo de las zonas urbanas implica la dotación de servicios acorde con la magnitud, importancia y auge que vaya adquiriendo una región, ya sea en forma planificada o espontánea y que en todo proyecto debemos anticipar en un plazo predeterminado. Esto supone vialidad, servicios sociales, acueductos, alcantarillados, drenajes, electrificación, teléfonos etc. Algunos de estos servicios están relacionados de tal manera de que su existencia es consecuencia o está limitada a la presencia y/o desarrollo de otro. Esta relación está íntimamente ligada entre el acueducto alcantarillado y las cloacas.

Cuando hablamos de alcantarillado sin especificar no dejamos claro a qué tipo de obras nos referimos, mas así se le agrega el calificativo como sanitario, inmediatamente queda claro que hablamos de todas las obras destinadas a la colección, transporte, bombeo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas o usadas por una concentración de seres humanos, incluyendo sus actividades domésticas, comerciales e industriales.

Se afirma que la más grande necesidad de una ciudad es la disposición apropiada del agua usada y de los desperdicios sólidos, particularmente aquellos que contienen excretas humanas, no es solo deseable, sino necesaria, la eliminación inmediata y sin molestias de las aguas residuales de sus lugares de generación, seguida de su tratamiento y evacuación.

Las obras de alcantarillado u obras de aguas residuales incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales transportadas por una alcantarilla, el cual puede incluir descargas domesticas e industriales, así como aguas de lluvia, infiltración y flujos de entrada.

En este proyecto de investigación se aborda la problemática actual de los habitantes de los barrios Las Marías y Las Piedrecitas de la ciudad de Matagalpa, debido a que estos barrios no cuentan con la infraestructura de redes de alcantarillado sanitario necesaria para gozar de una calidad de vida apropiada.

En los barrios antes mencionados la población realiza evacuación de las aguas servidas a través de patios, cauces y calles, esta forma de disponer de las mismas genera la formación de charcas (aguas estancadas), provocando la proliferación de enfermedades de transmisión vectorial como diarrea, malaria, dengue y cólera. Así mismo la exposición de este líquido contaminado provoca la presencia de mosquitos y moscas.

Por tal razón se propone la realización del diseño de las redes de alcantarillado de aguas residuales de estos dos barrios de la ciudad de Matagalpa con el fin de resolver la problemática de salud pública y contaminación, así como evitar que las aguas grises y residuales escurran sin control por las calles de estos sectores.

El diseño de las redes de alcantarillado se basó en las normas del INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado), así también, de otros documentos técnicos que contienen información de gran utilidad para los diseños mencionados. Además, que dicho diseño de proyecto contó con el apoyo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

1.2 Antecedentes

Las redes de alcantarillado sanitario en Nicaragua actualmente constan con un promedio de alcantarillado del 38% al 40 % del total de las ciudades del país, tomando en cuenta que la mayoría de estos se localizan en la ciudad de Managua y que muchos sobrepasaron su vida útil.

ENACAL es responsable de la provisión de los servicios de agua y saneamiento en las áreas urbanas de todo el territorio nacional. Actualmente opera 166 acueductos y 33 sistemas de alcantarillado, en 123 municipios del país. En los restantes 33 pequeños municipios las Alcaldías, directamente o a través de pequeñas empresas o Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) asumen el manejo de estos servicios, mientras que al sector rural es atendido por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). En algunos sectores aledaños a las áreas urbanas, ENACAL también tiene presencia. En total brinda servicios a una población urbana de 3.149.000 habitantes (ENACAL, 2013).

Del total de conexiones de servicio, siempre en el ámbito urbano, el alcantarillado sanitario cuenta con una cobertura de tan solo el 38.8 %, con 1.2 millones de habitantes que utilizan 235,126 conexiones de servicio en 28 sistemas. Por la falta de inversiones, en las ciudades donde existe alcantarillado, las redes de recolección generalmente cubren menos del 50 % del casco urbano de Nicaragua.

Los barrios Las Marías y las Piedrecitas, ambos ubicados al noreste un poco fuera del perímetro de la ciudad de Matagalpa, no cuentan con sistemas de recolección de aguas residuales; es por esto que se propone el proyecto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado para aguas residuales.

Durante los últimos años de gobierno en ambos barrios no se han propuestos proyectos de letrificación por lo que los mismos habitantes de ambos barrios hicieron sus propias letrinas artesanales de manera independiente, sin embargo, sabemos que este tipo de trabajo requiere de un mantenimiento constante cada 6 meses el cual no todos los habitantes lo hicieron adecuadamente, de modo que poco a poco éstos se van deterioraron. Actualmente existen familias que cuentan con tanques sépticos, que estos fueron mandados hacer de manera independiente, así como las letrinas. Por lo cual se puede observar la falta de un buen sistema de alcantarillado para estos habitantes de estos barrios.

En el año 2016 la población de estos barrios solicitó al gobierno local un diseño del proyecto de “Alcantarillado de aguas residuales proyecto en el cual la Alcaldía Municipal de Matagalpa (ALMAT) con colaboración de la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados de Matagalpa. ENACAL está colaborando con este diseño para que logre ejecutarse este proyecto.

1.3 Justificación

El crecimiento acelerado de la población de una ciudad viene a incrementar la necesidad del abastecimiento de agua potable de la misma, esto conlleva a pensar también en la recolección de estas aguas servidas que generará la población, es indispensable que se le provea de un sistema de recolección de aguas residuales, con el fin de que la evacuación de las mismas no contamine el medio en que habitan.

En los barrios Las Marías y Las Piedrecitas de la ciudad de Matagalpa existe la carencia de un sistema de recolección de aguas residuales, ambos barrios ubicados fuera del perímetro del casco urbano, algunas de las medidas que han tomado los pobladores para disponer de estas aguas grises han sido evacuarlas a patios, cauces y calles lo cual provoca presencia de mosquitos y moscas. Este proyecto pretende mejorar las condiciones sanitarias de estos sectores, proyecto que a su vez es impulsado por ENACAL y la Alcaldía municipal de Matagalpa.

Según el MINSA-SILAI Matagalpa el departamento de Matagalpa cuenta con 1 Hospital General ubicado en el casco urbano, el cual da cobertura a todo el departamento. El mismo reporta que las enfermedades más comunes padecidas por los habitantes son: diarrea, malaria, dengue, chikungunya y cólera obteniendo un total de casos atendidos durante el año 2016 de 1314 de personas afectadas relacionadas con la carencia de este servicio sanitario en algunos barrios de Matagalpa.

Ante la problemática mencionada se hace necesario recolectar el agua consumida y utilizada por la población mediante un sistema de alcantarillado efectivo que pueda reducir a un mínimo las enfermedades producidas por estas aguas residuales, además de evitar que las corrientes superficiales se contaminen y proveer un saneamiento al medio.

Por tanto se propone realizar el diseño de las redes de alcantarillado de aguas residuales que venga a dar solución a la situación expuesta y mejorar la calidad de vida de sus habitantes ya que ayudará a mejorar la higiene de la población, impulsar el desarrollo económico y social del municipio, reducir el impacto ambiental que ocasiona la disposición de excretas y el vertimiento de aguas servidas en las calles, a la vez eliminar los focos de proliferación de vectores de enfermedades de transmisión hídrica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- ⦿ Diseñar la red de alcantarillado de aguas residuales de los barrios Las Marías y Las Piedrecitas en el departamento de Matagalpa, aplicando los criterios de diseño de INAA para un periodo de diseño de 20 años.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar encuesta socioeconómica a la población de los barrios Las Marías y Las Piedrecitas por medio del formato de encuesta proporcionado por ENACAL.
2. Determinar la cantidad de población beneficiada.
3. Realizar el levantamiento topográfico de ambos sitios que permita la elaboración de los planos del área de estudio.
4. Realizar trazado y dimensionamiento de la red de alcantarillado sanitario de ambos barrios que permita la adecuada recolección y disposición final de las aguas residuales.
5. Elaborar el presupuesto total del proyecto y cantidad de obras.
6. Identificar y evaluar los niveles de vulnerabilidad del sistema de alcantarillado y proponer medidas de prevención y mitigación ante desastres naturales.
7. Determinar el impacto negativo que pueda causar el proyecto al medio ambiente y la mitigación de este.

Capítulo II: Descripción del área en estudio

2.1 Posición geográfica

Matagalpa es un departamento de Nicaragua y su cabecera departamental es Matagalpa. El departamento de Matagalpa es, después de Managua, el departamento más poblado de la República de Nicaragua y junto al departamento de Chinandega el que más municipios tiene con un total de 13 municipios, aunque de facto Matagalpa también administra el municipio de Waslala perteneciente a la Región Autónoma Caribe Norte (RACN).

El departamento de Matagalpa cuenta con una geografía muy variada de un municipio a otro, los municipios de Sébaco y Ciudad Darío cuentan con amplios valles rodeados de montañas de mediana altura, mientras que los municipios de Matagalpa, San Ramón, El Tuma y La Dalia tienen valles estrechos rodeados de montañas altas.

Límites del departamento:

Al norte con el departamento de Jinotega.

Al sur con los departamentos de Boaco y Managua.

Al este con las Regiones Autónomas Atlántico Norte y Atlántico Sur.

Al oeste con los departamentos de Estelí y León.

Los barrios Las Marías y Las Piedrecitas se encuentran en la parte noreste de la ciudad de Matagalpa posee una extensión territorial de 201,696 m², en la mayor parte del sector las elevaciones se encuentran entre 720 y 775 metros sobre el nivel del mar.

Matagalpa es una ciudad y un municipio de Nicaragua. Es la cabecera departamental del departamento homónimo.

El municipio tiene una superficie de 640,65 km² y una población de más de 200,000 (según estimaciones basadas en el último censo oficial que data de 2005)

y la ciudad una población de más de 150.000 hab. (Estimaciones basadas en el último censo oficial de 2005) con una densidad poblacional de 312,18 hab/km²

En 1870, Matagalpa tenía una población de 4.000 habitantes, y estaba dividida en dos barrios denominados como el de Arriba y el de Abajo, siendo la población de este último puramente india. En 1940 la población de la ciudad llegó a 7.683 habitantes y en 1968 se estimó en 21.975. Actualmente la ciudad de Matagalpa cuenta con una población de un poco más de 150,456 habitantes.

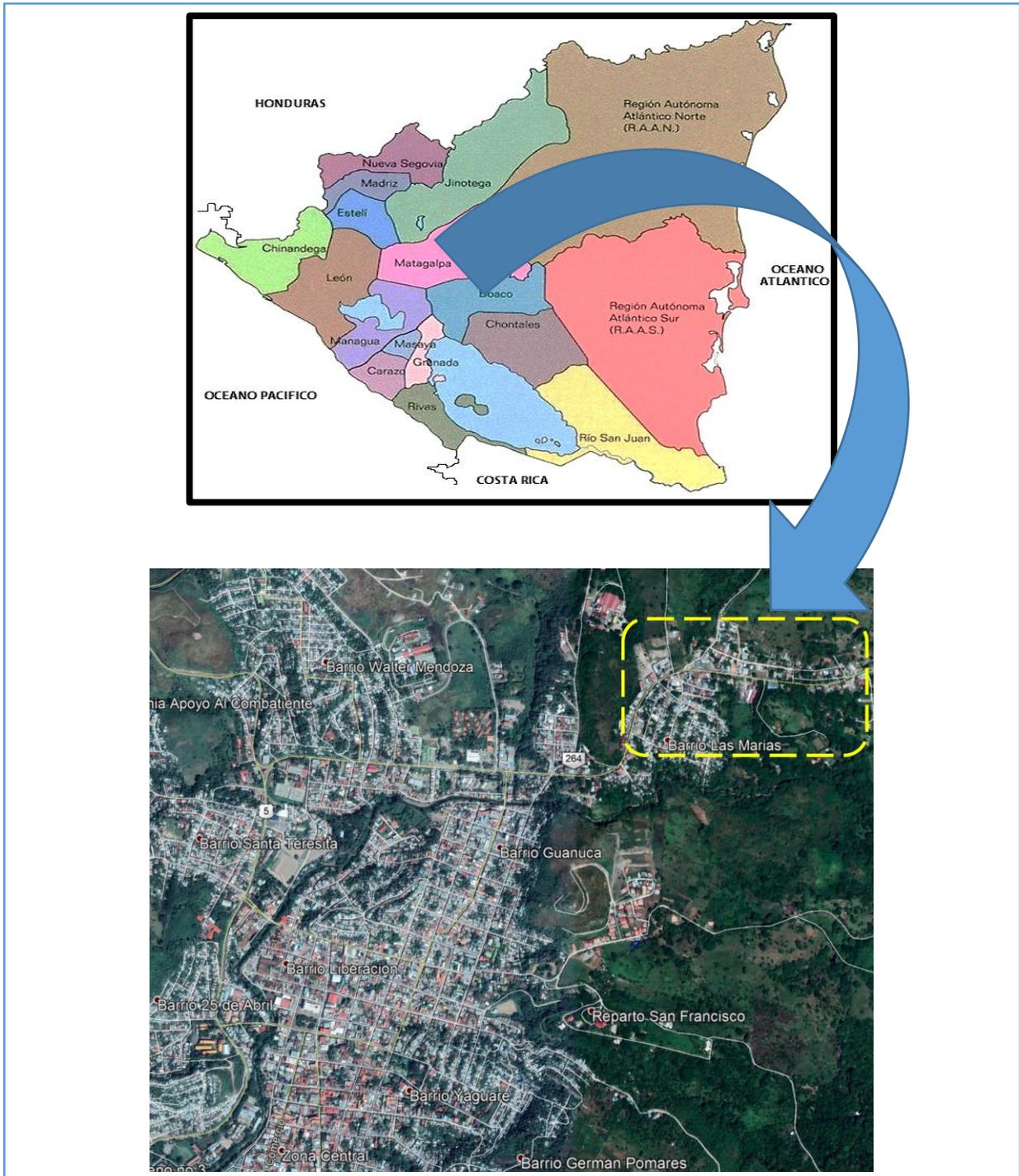
Es llamada «Perla del Septentrión», debido a sus características naturales y también como la «Capital de la Producción», por su variada actividad agropecuaria y comercial. Ubicada a 128 km al noreste de Managua, es la primera en producción del país.

Fue fundado en 1882; tiene una extensión territorial de 640.65 km². Por su extensión le corresponde el cuarto lugar entre los doce municipios del departamento.

Según la caracterización municipal elaborada por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE 2013, está a una distancia de 128 km de Managua.

Mapa No.1

Macro y Micro localización del departamento de Matagalpa



Fuente: Elaboración propia, Google Earth 2019

Mapa No. 2

Sectores urbanizados de la Ciudad de Matagalpa



Fuente: Google Map

2.1.1 Reseña histórica

Antes de la llegada de los españoles, la tercera parte de Nicaragua estaba habitada por un pueblo originario llamado “Matagalpas”. Según los arqueólogos e historiadores es el más antiguo en este país, más de dos mil años atrás.

Los Matagalpas eran los flecheros que ayudaron a derrotar a los filibusteros en la Batalla de San Jacinto el 14 de septiembre de 1856. Gracias a ellos estamos hablando español el día de hoy.

Después de la Independencia en 1821 esta área del centro y norte de Nicaragua fue llamado Partido de Matagalpa. Estaba dentro de la Provincia de Segovia. En 1846 el mariscal Trinidad Muñoz dividió esta extensa provincia en Alta Segovia (de Dipilto hasta La Trinidad) y Baja Segovia, (de La Trinidad hasta Muy Muy). Finalmente, en 1858 el Departamento de Matagalpa y Chontales fue creado por el presidente Tomás Martínez, es decir 290 años después de la creación de Corregimiento. En 1861 se trazan los límites del Departamento de Matagalpa con Chontales, en 1872 con Nueva Segovia y en 1891 con Jinotega.

Matagalpa ha dado al país dos de sus mejores gobernantes: Benito Morales, Jefe de Estado de la Nicaragua independiente en 1833, y Bartolomé Martínez, presidente de Nicaragua del 17 de octubre de 1923 al 1 de enero de 1925.

2.1.2 Topografía

Los barrios Las Marías y Las Piedrecitas morfológicamente pertenecen a la unidad terrenos del norte, los cuales presentan las elevaciones más altas del país y se caracterizan por poseer un relieve irregular distinguiéndose geformas del tipo montañas escarpadas.

Hacia el oeste del municipio se observa un sector con elevaciones pequeñas entre los 700 y 780 metros sobre el nivel del mar (msnm) y hacia el sector este, las elevaciones son mayores con vegetación abundante que alcanzan hasta los 1250 msnm. La cabecera municipal se encuentra ubicada entre 680 msnm y 780 msnm lo cual le otorga el cuarto puesto entre las poblaciones urbanas del país.

2.1.3 Recursos Hídricos

El sistema hidrológico de la Ciudad de Matagalpa está referenciado a dos subcuencas principales:

Subcuenca Rio Waswalí Tiene una superficie de 96.50 Km² (9650 Ha), una elevación media de 980 msnm y es compartida por la participación territorial de

dos municipios: Matagalpa, y Jinotega. El 79% del área total corresponde al municipio de Matagalpa (76.12 Km² - 7612 Ha), el 21% al municipio de Jinotega (20.18 Km² - 2018 Ha).

Los suelos de la subcuenca deben su origen y clasificación a la influencia combinada de factores que actúan sobre los materiales parentales depositados como son: el clima, relieve, roca madre, vegetación, organismos vivos y el tiempo. En la subcuenca se identificaron las series de suelos: Aguas Zarcas, Cerro El Horno, Yasica Sur, Santa María de Ostuma, Jucuapa, Cerro La Cruz, El Porvenir Nuevo, Matagalpa, Cerro San Pablo, Quebrada Honda y suelos que no están especificados en ninguna serie tales como: Tierras Aluviales, Vertisoles, Vérticos Afloramientos Rocosos y lo que corresponde al lecho del río o cárcavas.

Otro río importante es Rio Molino Norte, el cual tiene una superficie de 14.22 km² con una longitud aproximada de 3.09 km y caudal de 0.11 m³/s beneficiando a gran cantidad de personas del área de estudio.

2.1.4 Climatología

Matagalpa se encuentra en la zona tórrida junto a pluviselvas. Sin embargo, su altura le da un clima templado y agradable todo el año. Bajo la clasificación climática de Köppen cuenta con un clima tropical húmedo y seco que las fronteras en un clima subtropical del altiplano.

En Matagalpa existen dos zonas predominantes una tropical seca, al sur del departamento, y otra tropical húmeda, al norte de este, con unas temperaturas que oscilan entre los 16 y 25°C. La cabecera y la mitad septentrional del departamento gozan de clima fresco.

2.1.5 Vías de comunicación y transporte

Matagalpa posee dos terminales de autobuses: La terminal norte o Guanuca conecta a la ciudad con los municipios del interior y es el punto de confluencia de personas de la zona rural del departamento, también maneja un gran volumen de mercancías y granos básicos.

Terminal Sur: ubicada frente al mercado sur es la conexión de la ciudad con las principales ciudades de la región como Estelí y Jinotega además de la capital Managua.

Transporte Terrestre Matagalpa es una ciudad con una geografía accidentada y cuenta con tres pistas importantes:

- Pista de Circunvalación "Héroes y Mártires de Pancasán" - conecta con Managua y Bilwi.
- Ave. Central de Guanuca - Es la vía de comunicación de la ciudad con la pista de circunvalación y con la terminal norte y el principal mercado de la ciudad, el mercado Guanuca, su importancia yace en las actividades comerciales de sus alrededores.
- Avenida José Dolores Estrada - Mejor conocida como "Avenida del Comercio". Conecta los principales lugares de la ciudad de norte a sur.
- Avenida Don Bartolomé Martínez - Mejor conocida como "Avenida de los Bancos". Conecta los principales lugares de la ciudad de norte a sur.

Matagalpa es la ciudad que mantiene un alto índice de simpatía pues es la capital del departamento homónimo y se han hecho inversiones para la construcción de vías directas desde Boaco hasta Estelí.

2.1.6 Servicios públicos

Energía eléctrica

Subestación Matagalpa: la cual atenderá con un suministro de energía confiable a 95,875 habitantes de Matagalpa y comunidades aledañas.

Esta obra significa una inversión de US\$5.14 millones de dólares, provenientes del Banco Europeo de Inversiones (BEI) y Fondos de ENATREL.

Subestación San Ramón: la cual atenderá con un suministro de energía confiable a 93,875 habitantes de San Ramón, San Dionisio, Esquipulas y comunidades aledañas. Esta obra significa una inversión de US\$2.12 millones de dólares, provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID,) Korean Import and Export Bank (Banco de Importaciones y Exportaciones Korea – Eximbank) y Fondos ENATREL.

Según los datos reflejados en la tabla anterior, ENATREL (Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica) tuvo un crecimiento del 83% con respecto a las cifras existentes en el año 2007, teniendo una cobertura mayor en el área urbana del municipio del 90%; en general en cuanto a conexiones rurales sólo abarca entre el 40% y 50% con respecto a todas las viviendas existentes en el área rural.

Telecomunicaciones

Con respecto a las telecomunicaciones el servicio de telefonía está disponible para toda la ciudad también existen cabinas de llamadas heladas.

Al igual que la telefonía se tienen otros servicios multimedia tales como internet, fibra óptica, digitales etc.

Existe mucha incidencia de los medios nacionales, al igual que algunas emisoras de radio y medios de prensa escrito que llegan a la ciudad diariamente

Agua potable y alcantarillado

De la población total de los barrios y comunidades, el 76 % cuenta con el servicio de agua potable para 16,851 viviendas, 7 % se abastecen de toma pública que significa 2,917 viviendas y el 17 % (9,374) no tiene este servicio. Este porcentaje de población sin el servicio de agua potable es más notable en las comunidades ya que éstos se abastecen de pozos excavados y fuentes superficiales, corriendo el riesgo de consumir agua contaminada, lo que se traduce en afectaciones a la salud. Sin embargo, en algunos barrios también no tienen el servicio de agua potable y son abastecidos con cisternas (Herrera, 2007).

La red distribuidora del agua potable abastece un 83 % a la población del municipio de Matagalpa, la mayoría poseen este servicio básico permanentemente dentro de su casa con medidor y una mínima parte se abastece de puestos públicos, pero hay un 17 % que no tiene servicio de agua potable como en el caso de algunos barrios que recientemente se fundaron.

En cuanto a la calidad biológica de las aguas del río grande de Matagalpa, se ha determinado que están contaminadas por heces fecales humanas y por el vertido de aguas mieles de los beneficios de café y arroz, así como por las aguas grises y descargas provenientes de curtiembres y tenerías. Solamente el acueducto de la ciudad de Matagalpa, San Ramón y Sébaco son tratados con sistema de cloración.

Según datos de CEBADA (centro de base de datos), para 1999 el municipio cuenta con tres redes de abastecimiento de agua potable con un total de 54,368 instalaciones individuales, de las cuales cerca del 80% se encuentran en el casco urbano. Éstas son abastecidas por medio de bombeo eléctrico.

No obstante, la abundancia del recurso, en el área rural el abastecimiento de agua para consumo humano es deficitario.

Aguas pluviales

Tanto la ciudad como las comunidades rurales carecen de sistemas adecuados de drenaje, en el casco urbano en ciertos barrios de la ciudad no existe drenaje por tuberías siendo éste superficial careciendo de un diseño adecuado por lo cual las calles se dañan severamente todos los años con las lluvias, igual problema se presenta en los caminos de las áreas rurales.

Aguas negras

Casi en un 85% en el medio urbano se hace uso del alcantarillado sanitario, en el área rural se hace uso de sumideros y letrinas. Existe un proyecto diseñado para dotar a la ciudad con un sistema de alcantarillado sanitario y correspondientes lagunas de oxidación que fue financiado por la cooperación alemana en el año 2000.

Aguas residuales

En la ciudad existe un sistema de drenaje de las aguas residuales, procedentes de las cocinas o lavaderos, en algunos casos éstas son vertidas en las calles lo que provoca el mal estado permanente de las mismas, esto pasa con mucha frecuencia en los barrios Las Marías y Las Piedrecitas sitio a evaluar.

Salud

Según el MINSA-SILAIS Matagalpa, el municipio cuenta con varios centros de salud de cobertura municipal ubicado en el área urbana, en buen estado físico. Disponen de aparatos sofisticados y ambulancias las cuales la mayoría se encuentra en buen estado, que hace el traslado de enfermos hacia el hospital del municipio de Matagalpa.

Educación

Conforme las estadísticas del MED, existen 157 centros educativos en todo el departamento, con un total de 18,684 alumnos.

El sistema educativo local, en sus tres niveles formales, dispone de un total de 652 aulas distribuidas en los tres niveles educativos de la siguiente forma: preescolar 30, primaria 200 y secundaria 85

Con relación a la infraestructura disponible, en los centros escolares, ésta es precaria, puesto que en su mayoría (área rural) no dispone de condiciones sanitarias adecuadas ni de energía eléctrica. Esto último reduce drásticamente las posibilidades de utilizar las instalaciones para educación de adultos durante la noche.

2.1.7 Población

La población del municipio de Matagalpa es eminentemente urbana (en los barrios rurales no viven más de 80.000 personas de un total de más de 200.000) y tiene un crecimiento del 3,87% anual (período 1995 – 2014). Representa la cuarta zona poblacional de Nicaragua.

El casco urbano se compone de 48 barrios, 16 ciudadelas, 15 repartos, 4 asentamientos, 4 colonias y 2 urbanizaciones.

La ciudad se encuentra asentada en un estrecho valle rodeada de montañas como el macizo Apante y El Calvario además que el casco urbano es cruzado por el Río Grande de Matagalpa.

El entramado urbano es bastante irregular adaptándose al relieve accidentado de su ubicación, el casco urbano es bastante pequeño, pero densamente poblado con muchas construcciones de 3 plantas, los barrios periféricos se han ido asentando en las faldas de las montañas circundantes, creando un problema habitacional y de logística para las autoridades, por ende el crecimiento urbano se ha proyectado hacia el sur con la urbanización de algunas comunidades que antes tenían características rurales.

La población original de Matagalpina es de origen indígena, del pueblo aborígen "Matagalpa" al que se le añadieron los españoles y otros inmigrantes europeos.

En 1870, Matagalpa tenía una población de 4.000 habitantes, y estaba dividida en dos barrios denominados como el de Arriba y el de Abajo, siendo la población de este último puramente india. En 1940 la población de la ciudad llegó a 7.683 habitantes y en 1968 se estimó en 21.975. Actualmente el casco urbano de Matagalpa cuenta con una población de un poco más de 150 456 habitantes.

2.1.8 Aspectos económicos

La economía de Matagalpa está basada en la producción agrícola, siendo el café el producto principal y la industria láctea. También se produce cacao, frijol, maíz, hortalizas y floricultura.

El beneficiado de café es la mayor industria del municipio de Matagalpa y el mayor empleador de la población matagalpina, gran parte de los beneficios de café a nivel nacional están ubicados en la zona sur de la ciudad de Matagalpa, propiamente en el valle de Waswalí. En los últimos años el desarrollo de complejos industriales de beneficiado de café le ha dado un impulso considerable a la economía matagalpina.

Además de Matagalpa, Jinotega es el mayor productor de café a nivel nacional, pero prácticamente todo el café producido en ambos departamentos es procesado en los complejos industriales de Matagalpa.

La producción artesanal más característica es la de la cerámica negra y en los últimos años se ha desarrollado la fabricación de mochilas y bolsos a base de cuero y tejidos elaborados por mujeres indígenas.

El área de servicios está desarrollada, como la cabeza departamental que es, y cuenta con 3 mercados: del Norte o de Guanuca muy importante por su fuerte actividad económica, del Sur y Campesino o de Verduras. También posee varias vías y zonas comerciales como la "Avenida del Comercio" y la "Calle de los Bancos".

En los últimos años y gracias al crecimiento económico sostenido del país el comercio en el casco urbano de Matagalpa ha mostrado grandes avances en la construcción de edificios habitacionales y comerciales, convirtiendo a la ciudad en pionera en la zona norte en cuanto a construcciones verticales, sobre todo debido a la topografía sobre la cual se encuentra asentada la ciudad.

Como cabecera departamental, la ciudad de Matagalpa cuenta con sucursales bancarias de los principales bancos del país, ubicadas en su totalidad en la avenida Bartolomé Martínez, además de casas comerciales, restaurantes, tiendas por departamentos, clínicas privadas y farmacias lo que hace de la ciudad el principal centro de servicios de la región.

Capítulo III: Marco Teórico

3.1 Marco teórico

Antes de iniciar el proyecto de un sistema de alcantarillado, se deberá tener buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente, es necesario proceder con una investigación, de todas las condiciones que pueden significar aporte de datos de diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Los estudios básicos deberán ser los siguientes: geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficos y misceláneos

3.1.1. Estudio socio económico

Es un proceso que nos permite conocer el entorno económico y social de una persona en particular o una población, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios de una persona investigada o un conglomerado, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno familiar y social, y nos sirve para poder conocer el ambiente en el cual está inmerso.

Para tal fin fue necesario aplicar una encuesta directa en el campo que se realizó visitando a la población en proceso de estudio debiendo recopilar toda la información de carácter socioeconómico que se menciona a continuación:

Censo actual de habitantes

Este apartado es de vital importancia para el proyectista por que se toman en cuenta los siguientes datos:

- Datos censales de la localidad y la población flotante en el momento de la visita.

De todo este estudio se pudo determinar la cantidad de beneficiarios, los niveles económicos, la organización comunitaria y capacidad de pago por el servicio de agua, lo cual es importante para prever la sostenibilidad del proyecto.

- **Vivienda**

Adquisición y condiciones.

- **Situación de salud de las familias**

Enfermedades padecidas recientemente.

- **Situación económica de las familias.**

Lugar de trabajo, ingresos mensuales, actividades económicas

- **Saneamiento e higiene ambiental**

Disponibilidad y estado de las letrinas, destino de las aguas servidas.

- **Niveles de organización comunitaria**

3.1.2. Fuentes de recolección de datos

Fuentes primarias

- Reconocimiento del área en estudio
- Cantidad de agua en un determinado tiempo
- Situación socioeconómica de cada familia beneficiada
- Identificación de las posibles líneas de conducción y distribución del agua.
- Datos y mapas de la zona en estudio.

Fuentes secundarias

- Consultas a especialistas en la materia (Alcaldía Departamento de Matagalpa, ALMAT Matagalpa- Matagalpa).

ENACAL: Visita para obtener información sobre diferentes proyectos de alcantarillado en la zona.

3.1.2. Métodos de cálculos

Los métodos más comunes implementados a la hora de una proyección poblacional son; la tasa de crecimiento geométrico, la tasa de crecimiento o porcentaje decreciente, el método gráfico de tendencia, el método gráfico comparativo, el método por porcentaje de saturación, entre otros.

3.1.3. Proyección de población

La fórmula empleada por la proyección de la población en la siguiente

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Donde:

P_n : Población al cabo de “n” años

P_0 : Población Actual

n: número de años a la que se proyecta la población

r(%): tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento geométrico: este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

3.1.4. Cantidades de aguas residuales

- **Consumo domestico**

Como se muestra en la siguiente Tabla, el consumo doméstico de agua potable para las ciudades del país, excepto Managua, es el siguiente:

TABLA 1. Dotación del agua

Rango de Población	Dotacion (lt/pers-dia)
0 - 5000	100
5000 - 10 000	105
10 000 - 15 000	110
15 000 - 20 000	120
20 000 - 30 000	130
30 000 - 50 000	155
50 000 - 100 000 y mas	160

FUENTE: GUIAS TECNICAS INAA - Capítulo III, Acápite 3.2.2

3.1.5. Consumo comercial, industrial y público

Se deberá usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria, para todas las zonas del país (a excepción de Managua). En casos especiales se estudiará específicamente en forma detallada. Ver siguiente Tabla.

TABLA 2. Consumo comercial, industrial y público

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2
<i>FUENTE: GUIAS TÉCNICASINAA - Capítulo III, Acápite 3.3.2</i>	

3.1.6. Caudal de infiltración (Qinf)

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado y se determina considerando los siguientes aspectos: El coeficiente de infiltración varía según:

- La altura de nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado, tipo de alcantarillas y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.

A continuación, se recomiendan tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

- Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/hab./día.
- Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 L/ha/día.
- Para tuberías plásticas (PVC) 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro o 1,300 Gal/Hab.*día.

3.1.7. Caudal especial (Qesp)

El aporte institucional varia con el tipo y tamaño de la institución, (instituciones publica, hospitalarias, hoteles, colegios, cuarteles y otros similares) por lo que debe considerarse cada caso particular.

3.1.8. Caudal medio de aguas residuales domesticas (Qm)

El caudal medio diario de aguas residuales, el cual se define como la contribución durante un periodo de 24 horas, obtenidas como el promedio durante un año. Cuando no se dispone de datos de aporte de aguas residuales, lo cual es usual en la mayoría de los casos, se debe cuantificar este aporte en base al consumo de agua potable obtenido en el diseño del sistema de agua potable.

$$Q_m = \frac{CR * Dotac * Pob.}{86400seg/dia}$$

Donde:

Qm: Caudal medio diario de aguas residuales domésticas, (L/s)

CR: Coeficiente de retorno

Dotac: Dotación de agua potable, (L/hab./d)

Pob: población total

La estimación del gasto promedio de un área de drenaje puede basarse sobre el aporte de agua negras por persona multiplicada por la población del área. Sobre el producto del número de edificio de diferentes clases que existen en el área, por una estimación de los ocupantes de cada edificio.

Sobre el producto del área por una estimación de su densidad de población. El máximo se obtiene usando el factor del promedio. Bajo este concepto se consideran los aportes señalados de las Normas Técnicas de INAA, reducidos en un 20%.

3.1.9. Coeficiente de retorno (CR)

Este coeficiente toma en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, por razón de sus múltiples usos como riego, lavado de pisos, cocina y otros. Se puede establecer, entonces, que solo un porcentaje del total del agua consumida es retornado al alcantarillado. Este porcentaje es el 80% y es denominado coeficiente de retorno o aporte.

3.1.10. Factor Harmon (FH)

El valor del factor de Harmon disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor debe ser estimada a partir de mediciones de campo.

Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las Harmon, válidas para poblaciones de 1,000 a 1,000,000 de habitantes.

3.1.11. Gastos máximos de aguas residuales ($Q_{m\acute{a}x}$)

El gasto máximo de aguas residuales domésticas es un factor que regula el cálculo de capacidad de los conductos. Ya que debe ser suficiente para conducir el gasto máximo, se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmón.

$$FH = 1 + \left(\frac{14}{4 + p^{1/2}} \right)$$

$$Q_{max} = FH * Q_m$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$: Gasto máximo de aguas residuales domésticas, (L/s)

P: Población servida en miles de habitantes.

Q_m : Gasto medio de aguas residuales domésticas, (L/s)

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

El caudal máximo diario es la relación entre el gasto máximo y el promedio. Su alcance está recomendado a poblaciones de 1,000 y 100,000 habitantes, sin embargo, no se señala ninguna limitación.

3.1.12. Gasto mínimo (Q_{min})

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación:

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

Caudal de Diseño

El caudal de diseño para alcantarillas es el caudal máximo, para el caso de alcantarillado con un adecuado control en las conexiones domiciliarias más caudales adicionales como caudal de infiltración más caudales especiales,

que pueden ser comercial, industrial, institucional u otros. Se calculará de la siguiente forma:

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

Donde:

Q_d: Caudal de diseño, (L/s)

Q_{máx}: Caudal máximo, (L/s)

Q_{inf}: Caudal de infiltración, (L/s)

Q_{ind}: Caudal industrial, (L/s)

Q_{com}: Caudal comercial, (L/s)

3.2. Estudio hidrológico

En el estudio hidrológico de una cuenca se plantea la necesidad de realizar un análisis de aquellas áreas susceptibles a inundaciones, para prevenir o mitigar el daño provocado por creciente de gran magnitud a sectores importantes como ciudades urbanizadas. En nuestro caso, se necesita hacer un estudio en un cauce que será atravesado por el sistema de alcantarillado sanitario del Bo. Las Marías. Uno de los factores importantes es conocer cuál es la descarga del flujo que atraviesa la estructura. La descarga puede determinarse por varios métodos hidrológicos a través de registros históricos de correntadas o utilizando información tabulada de ríos y riachuelos específicos de la zona, si existen también se puede utilizar información general de la intensidad pluvial de la región, análisis comparativo de una región específica para determinar las corrientes en función de la cuenca y sus características, usando método como la formula racional junto con información generalizada de la intensidad pluvial, entre otros.

3.2.1 Características fisiográficas de la cuenca

a) **Rectángulo equivalente:** es un rectángulo que tiene la misma superficie, el mismo perímetro, el mismo índice de compacidad e idéntica repartición que la cuenca de estudio. En nuestro trabajo para calcular el rectángulo equivalente utilizaremos la siguiente formula:

$$LM = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16 * S}}{4}$$

$$Lm = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 * S}}{4}$$

Donde:

LM: Longitud del lado mayor del Re

Lm: Longitud del lado menor del RE, (km)

P: Perímetro de la cuenca, (km)

S: Superficie de la cuenca, (km²)

b) Forma de la cuenca: Determina la distribución de las descargas de agua en la superficie de recepción de la cuenca y es en gran parte responsable de las características de las crecidas y el comportamiento de las mismas. El comportamiento de una avenida es expresado por parámetros tales como; el coeficiente de compacidad y el factor de forma.

Factor de forma: Es la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud del curso de agua más largo.

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Una cuenca con factor de forma bajo, está sujeta a menos crecientes que otra del mismo tamaño, pero con coeficiente de forma mayor.

Índice de Compacidad o de Gravelius: es el que te da una idea de la forma de la cuenca y relaciona al perímetro de la cuenca y del círculo de la misma superficie. Si I_c es mayor que uno, pertenece a una cuenca alargada. Este tipo de cuenca reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que presenta el cauce.

$$I_c = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Donde:

I_c : Índice de compacidad de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca, (km)

S: Superficie de la cuenca, (km²)

c) Pendiente del cauce: Para determinar la pendiente del cauce utilizaremos la siguiente fórmula dejando como otra opción el empleo de varias ecuaciones que estarán en dependencia del comportamiento del terreno (topografía del cauce).

$$I_{cauce} = \frac{H_M - H_m}{1000 * L_r}$$

Donde:

I_{cauce} : Pendiente media del cauce

H_M : Altitud máxima de la cuenca, (msnm)

H_m : Altitud mínima de la cuenca, (msnm)

L_r : Longitud del cauce, (km)

Coefficiente de torrencialidad:

$$Ct = \frac{N}{S}$$

Donde:

Ct: Coeficiente de torrencialidad

N: Número total de ríos

S: Superficie total de la cuenca, (km²)

Con el coeficiente de torrencialidad se puede establecer el grado de erosión de la red de drenaje. Conocido este coeficiente se definió una jerarquía del mismo, con el fin de aplicar de como la erosión del suelo afecta a diferentes cuencas, obteniéndose finalmente los siguientes valores.

TABLA 3. Parámetros de calidad de agua

Coeficiente de Torrencialidad	Grado de Erosión
< 0.30	Ligera
0.30 - 0.50	Moderada
0.50 - 0.80	Fuerte
> 0.80	Muy fuerte

d) Densidad de drenaje: Suma de las longitudes de toda la red de cauces de cualquier orden, en una cuenca, dividida por el área de la misma.

$$Dd = \frac{L_{rio}}{s}$$

Donde:

Dd: Densidad de drenaje

L rio: Longitud total de cursos de agua, (km)

S: Superficie total de la cuenca, (km²)

Este parámetro viene a apoyar los resultados de la forma de la cuenca, determina que a bajas densidades menos posibilidades de crecientes. Esta será favorecida si en la región existe material de subsuelo altamente resistente.

3.2.2 Caracterización para el cálculo del caudal por el método racional

a) Ubicación del punto de interés: Se localiza en mapa geodésico el punto de interés sobre el cauce en el que interesa conocer su caudal para fines de una construcción hidráulica, tales como: caja-puentes, alcantarillas, cortinas hidráulicas, entre otras.

El mapa a utilizar deberá estar a escala adecuada que permita interpretar con claridad la información de preferencia 1:10,000 a 1:50,000. Las curvas de nivel deberán estar lo menos distantes posibles de preferencia cada dos o cinco metros.

b) Delimitación de cuenca: Se delimita la cuenca estableciendo como punto de control o de cierre el que corresponde al sitio de interés de acuerdo al propósito del estudio o sea la ubicación del cruce del alcantarillado sanitario en el cauce.

c) Área de la cuenca en recepción: es el área de la cuenca hidrográfica donde ocurre la mayor precipitación y está determinada desde una estación de aforo en el río principal hacia arriba.

d) Perímetro: Es el contorno de la cuenca que se encuentra delimitada por el parteaguas. Esta característica tiene influencia en el tiempo de concentración.

e) División de la cuenca en sub-cuencas: El tamaño de cada sub-cuenca está determinado por las limitaciones del método racional que se aplica en cuencas cuya área de aportación es menor de 500 Ha cada sub-cuenca tiene su punto de control o cierre.

f) Identificación del punto de control de cada sub-cuenca: La identificación puede ser por número, una o grupo de letras o un nombre.

3.2.3 Determinación hidrometeorológicas de cada sub-cuenca

a) Nombre: Para identificar a cada subcuenca generalmente se toma la primera letra o las siglas del nombre del sector en el que se localiza el punto de interés de la cuenca correspondiente a un punto de control.

b) Área: El área de aportación se obtiene por las lecturas directas con el planímetro en el mapa geodésico o con menor precisión dividiendo las subcuencas en figuras geométricas conocidas para su facilidad de cálculo como fórmulas matemáticas (rectángulos, trapecio, triángulos, entre otros).

c) Longitud total del cauce (L): La longitud se mide tomando en cuenta el cauce principal, que generalmente es el de mayor recorrido partiendo del punto más remoto hasta el punto de control.

d) Altura máxima ($H_{m\acute{a}x}$): Es la elevación máxima del punto más remoto del cauce principal donde se inicia el escurrimiento de agua.

e) Altura mínima ($H_{m\acute{i}n}$): Es la elevación del punto de control de la subcuenca.

f) Pendiente del fondo del cauce (S_c): Es la pendiente del fondo del cauce principal, pero puede ser un valor estipulado en porcentaje.

$$S_c = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$$

g) Tiempo de concentración (tc): el tiempo de concentración depende de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y de la velocidad que adquiere, en promedio dentro de la misma. Se puede calcular con varios métodos o fórmulas de Basso que también se le denomina el método del proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.

$$t_c = 0.0041 [3.28 / \sqrt{S_c}]^{0.77}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración, (min)

Sc: Pendiente del cauce, (m/m)

h) Selección de estación meteorológica: La selección depende de la cercanía con el proyecto y de las condiciones topográficas de su área de influencia por los polígonos de Thiessen.

i) Intensidad de precipitación (I): Se obtiene por la lectura directa en la curva de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) de la estación meteorológica o por la aplicación de su respectiva ecuación definida para el período de retorno (T) seleccionado para el diseño.

J) Período de retorno: La lluvia de diseño para un diseño de aguas lluvias es un tema relativamente complejo, puesto que depende del grado de seguridad ante las inundaciones que requiera la ciudadanía o bien el período de retorno de la misma. El período de retorno indica la ocurrencia en que un evento puede ser igualado o superado por lo menos una vez en determinado tiempo.

k) Coeficiente de escorrentía (C): Es la relación entre el volumen de agua de escorrentía superficial total y el volumen total de agua precipitado, en un intervalo de tiempo determinado (ambas expresan una altura de agua). Si la cuenca no es homogénea a lo que se refiere al uso y tipo de suelo, este coeficiente debe ser ponderado por una unidad de área o bien:

$$C = \frac{C_i * A_i}{A_i}$$

Donde:

C_i: Coeficiente de escorrentía se la cuenca homogénea, (adimensional)

A_i: Área de la cuenca homogénea, (km²)

La escorrentía es limitada en las cuencas pequeñas que drenan hacia los lagos y al océano por la poca precipitación, alta capacidad de infiltración, alta evaporación potencial y cortas trayectorias de los ríos.

3.2.4 Períodos de diseño económico de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario (SAS).

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad, qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles son las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema, ver siguiente Tabla.

TABLA 4: Periodos de diseños económicos para el alcantarillado sanitario

Tipo de estructuras	Características especiales	Período de diseño / años		
Colecores principales Emisarios de descarga	Difíciles y costosos de agrandar		10 a 50	
Tuberías secundarias hasta ø 375 mm			25 o más	
Plantas de tratamiento de aguas servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir		10 a 25	
Edificaciones y estructuras de concreto			50	
Equipos de bombeo:				
De gran tamaño			15 a 25	
Normales			10 a 15	

Fuente: Guías Técnicas INAA, - capítulo IV, Acápites 4.1

3.3 Hidráulica de las alcantarillas

Formula y coeficiente de rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base a la fórmula de Manning. En la siguiente tabla, se indican los valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, para las tuberías de uso más corriente. La Fórmula de Manning es la siguiente:

$$V = \left(R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \right) * \frac{1}{n}$$

Donde:

V = Velocidad de escurrimiento, (m/s)

R = Radio hidráulico = Área de tubería /Perímetro mojado (m)

S = Pendiente hidráulica, (m/m)

n = Coeficiente de Manning, dependiente al material a usar

TABLA 5. Coeficiente de rugosidad en tuberías

Material	Coeficiente "n"
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto - Cemento	0.01
Hierro Galvanizado	0.014
Hierro Fundido (H°F°)	0.012
Fibra de vidrio	0.01

Fuente: Guías Técnicas INAA, - capítulo V, Acápite 5.1

3.3.1 Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo de las tuberías deberá ser de 150 mm (6").

3.3.2 Pendiente máxima

Aquella pendiente que produzca una velocidad máxima de 3 m/s

3.3.3 Pendiente mínima

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la tensión de arrastre, según la siguiente ecuación:

$$f = W * R * S$$

Donde:

f : Tensión de arrastre, (Pa)

W : Peso específico del líquido(N/m³)

R : Radio hidráulico a gasto mínimo(m)

S : Pendiente mínima, (m/m)

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

3.3.4 Pérdida de Carga adicional

La pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección.

3.3.5 Carga hidráulica disponible.

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

3.3.6 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.

3.3.7 Cobertura sobre tuberías

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras.

Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a profundidades inferiores a 1 m, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

3.3.8 Ubicación de las alcantarillas

En las vías de circulación dirigidas de este a oeste, las tuberías se deberán ubicar al norte de la línea central de la vía.

En las vías de circulación dirigidas de norte a sur, las tuberías se deberán ubicar al oeste de la línea central de la vía. En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.

3.3.9 Sifones invertidos

Los sifones invertidos se utilizan para pasar por debajo de estructuras tales como conducciones, ferrocarriles subterráneos o bajo un curso de agua a través de un valle. Se deberán construir con tuberías de hierro dúctil, concreto reforzado u otro material resistente a las presiones que estarán sometidos.

Los parámetros de diseño serán los siguientes:

1. El diámetro mínimo, igual al mismo tamaño que el de las alcantarillas.
2. La velocidad deberá mantenerse entre 0.90 y 1.20 m/s.
3. Se deberán instalar más de una tubería, para mantener velocidades adecuadas en todo momento, disponiendo los tubos de tal manera, que estos entren progresivamente en operación al aumentar el caudal de agua residual.
4. La pérdida de carga realmente necesaria en cualquier momento deberá ser igual a la pérdida por rozamiento más las pérdidas singulares.

5. El nivel de arranque de la cámara de registro a la salida del sifón deberá estar a una elevación por debajo, con relación a la rasante en la cámara de registro a la entrada del sifón, igual a las pérdidas de carga enunciadas en el numeral anterior.

Estos fueron tomados de un diseño hidráulico llamado, DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SIFÓN INVERTIDO de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Civil, Perú.

3.4 Pozos de visita

Ubicación de pozos de visita sanitaria

Se deberán colocar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar “Registros terminales”.

3.4.1 Distancia máxima entre pozos

TABLA 6. Distancia máxima entre pozos

Diámetro ϕ (mm)	Separación máxima (m) 150 a 400
150 a 400	100
450 y mayores	200
Fuente: Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado, INAA - Capítulo VI.	

Características del pozo de visita

El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto.

Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.

El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con diámetros de 750 mm y menores; para alcantarillas con mayores de 750 mm, D deberá ser igual al diámetro de la Alcantarilla más 600 mm

3.4.2 Pozos de visita con caída

Se deberán usar pozos de visita con caída cuando la altura entre el fondo del pozo de visita y el fondo de la tubería de entrada sea mayor de 0.60 m.

3.5 Costo y presupuesto

(FISE, 2007) Para abordar este tema es necesario tener como base una fuente de información que sea confiable y eficiente, en nuestro país mejor que ninguna otra es la Guía de costos del fondo de inversiones del cual se extrajeron los siguientes conceptos fundamentales:

Presupuesto de construcción:

Es el cálculo anticipado a la ejecución, en una fecha dada, del costo de una obra a partir de un diseño técnico y sus especificaciones técnicas de construcción. Este presupuesto se elabora haciendo un seguimiento de cada una de las etapas y subetapas constructivas de la obra.

Costos unitarios:

Es un sistema de cálculo que permite valorar a partir de rendimientos, obtener el costo de una actividad a realizar por unidad de medida.

Take-off

Vocablo del idioma inglés utilizado en el lenguaje del sector construcción para definir el cálculo de cantidades de obras de las actividades de un proyecto con sus correspondientes unidades de medida.

Se analizará detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto del diseño de alcantarillado sanitario.

3.6 Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Definición de impacto ambiental

Se define como la alteración favorable o desfavorable que experimenta el medio ambiente como resultado de la actividad humana o de la propia naturaleza.

El impacto ambiental se manifiesta según tres etapas consecutivas:

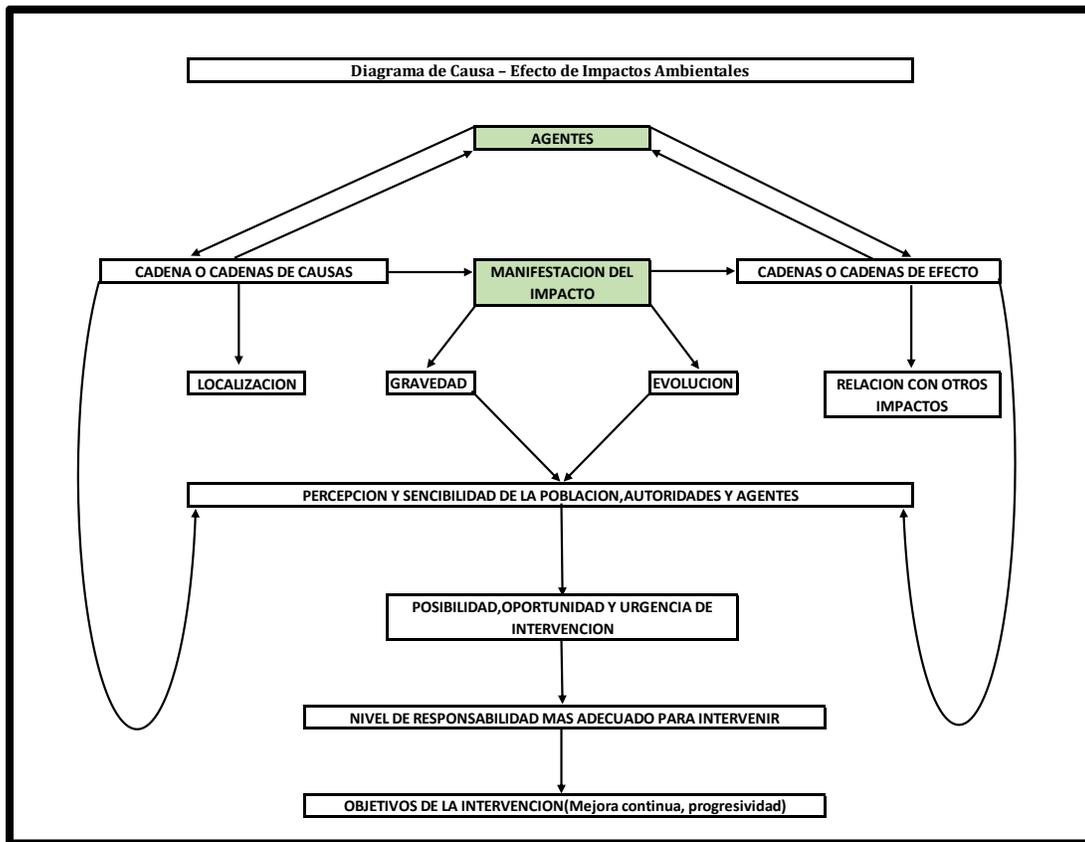
- Alteración de algunos factores o del conjunto del sistema ambiental.
- Alteración del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- Interpretación de dichos cambios para la salud y el bienestar humano. Esta última etapa está relacionada con la segunda, ya que la modificación del valor no puede desconectarse del significado ambiental del valor de que se parte.

Es importante mencionar que el impacto, es la diferencia de la evolución del entorno con o sin la acción humana, la alteración se mide por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno o algunos de los factores que lo constituyen en ausencia de la actividad causante y la que tiene presencia de esta.

Elementos del diagnóstico de un impacto ambiental

En el Gráfico 1. Se muestran los elementos que se toman en cuenta a la hora de realizar un diagnóstico del impacto ambiental que pudiera presentarse a la hora de poner en marcha un proyecto y su mantenimiento.

Gráfico No. 1



Fuente: Evaluación de Imp. Ambiental Alfonso Garmendia

3.6.1 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Es la actividad diseñada para identificar, predecir y controlar la modificación de los componentes biológico-físicos y socioeconómicos del medio ambiente para interpretar y comunicar información acerca de los impactos, así como la forma de atenuar o minimizar los impactos adversos.

Estos estudios son una herramienta para la toma de decisiones en la etapa de planeación y permiten seleccionar de las alternativas de un proyecto la que ofrezca los mejores beneficios tanto socioeconómicos como ambientales.

El estudio tiene que irse dando durante todo el proceso de construcción, el cual puede ser idealizado con anticipación a la realización de la obra; lo que implica:

planificar, programar, organizar, controlar y tomar medidas de mitigación de toda la obra para saber qué perjuicios se pueden presentar sin ser tan impredecibles.

3.6.2 Método para la realización de una evaluación de impacto ambiental

- **Método de identificación de alternativa**

- En referencia a los trabajos de los técnicos, en esta se encuentran todos los métodos basados en transparencia y sistema de evaluación geográfica.
- Basados en la participación pública, el público afectado puede aportar soluciones que a veces se les puede escapar a los técnicos, por demasiados sencillos o novedosos.

Los métodos de identificación de alternativas se han utilizado sobre todo para localizar los lugares más adecuados para instalar un proyecto puntual o proyectos lineales como la localización de una planta de tratamiento de agua residual.

3.6.3 Métodos para identificar impactos

Lista de revisión

Sirven para conocer, anticipadamente, cualquier suceso, pero con el inconveniente de que algunos tipos de impactos específicos no queden reflejados.

Cuestionarios del Banco Mundial

El banco internacional de reconstrucción y fomento mide los efectos producidos por proyecto al medio ambiente dando una metodología para valorarlos.

Diagramas de redes y método Sorensen

Permite representar y determinar gráficamente flechas que conectan un factor impactante con un factor ambiental, y este a la vez con otro factor.

Matriz de interacción entre factores

En una matriz que al multiplicarla por si misma se obtienen los impactos secundarios y al volver a multiplicar aparecen los terciario y así sucesivamente.

Métodos de evaluación de impacto

Sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes. Los métodos más comunes son: Matriz de Leopold, Método Battelle-Columbus, Método Galletta, Análisis energético Mc Allister, Matriz de Importancia, etc.

La matriz de importancia de Vicente Conesa 1995, modificada por Milán en 1998, consiste en realizar una valoración cualitativa de los impactos identificados, cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción sobre un factor ambiental.

3.6.4 Documentación de la evaluación de impacto ambiental

Memoria – Resumen

Se incluye una descripción detallada de las distintas alternativas del proyecto y sus posibles localizaciones. Deberá llevar los recursos utilizados tanto en la fase de construcción del proyecto como en la operación.

3.6.5 Especificaciones para el estudio del impacto ambiental

Luego de recibida la memoria-resumen tiene un plazo de 10 días para realizar peticiones de información a todas las entidades, instituciones o administraciones que considera pertinente por ejemplo el Ministerio de Medio Ambiente y expertos en medio ambiente y en la temática del proyecto propuesto.

Estudio de Impacto Ambiental

Documento técnico exigido por la administración en el Reglamento de la Evaluación del Impacto Ambiental. Lo redacta el promotor y debe constar de:

- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Exámenes de las Alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

3.6.6 Guías técnicas para la reducción de vulnerabilidad en los sistemas de alcantarillado sanitarios

Esta guía está elaborada en función de las características y condiciones geográficas del país y las zonas vulnerables ante determinada amenaza existentes. Además, ha sido estructurada como un medio que contribuya a fomentar las estrategias nacionales de prevención y mitigación ante los desastres en los sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento, atenuando los efectos de los mismos de forma tal que se permita la consecución de las metas de salud para la población nicaragüense en los próximos años.

Capítulo IV: Diseño Metodológico

La metodología empleada para el diseño de este sistema de alcantarillado está basada en guías técnicas empleadas por el INAA, CEPIS y el MARENA (Decreto 33-95). El proyecto fue elaborado en las cuatro etapas siguientes:

- La primera consistió en recopilar y completar los estudios básicos existentes, unos realizados por Instituciones Nacionales y/o contratadas por la Alcaldía de Matagalpa, tales como ENACAL, INETER, INIDE y otros que se realizaron para el desarrollo del proyecto.
- La segunda se basó en el procesamiento de la información, proyección de población y aportes de aguas residuales, cálculo de áreas tributarias por tramo, caudales de diseño, el trazado de dos redes de alcantarillado sanitario con sus cálculos hidráulicos y topográficos y la creación de sus planos correspondientes en planta y perfil.
- En la tercera se evaluaron las distintas alternativas de sistemas de tratamiento, calculando la alternativa seleccionada con sus respectivos planos, manuales de operación y mantenimiento.
- Por último, en la cuarta etapa se analizaron los costos y presupuesto de cada obra y los impactos ambientales positivos y negativos que ocasionarían.

4.1. Estudios básicos

El dimensionamiento del proyecto se basó en los criterios técnicos y en la información obtenida de los estudios básicos descritos a continuación:

Topografía

En el mes de diciembre del año 2017 se realizaron levantamientos topográficos de planimetría y altimetría con estacionamientos a cada 20 metros de las calles de los barrios Las Marías y Las Piedrecitas.

Los levantamientos y dibujos topográficos se financiaron con fondos de ENACAL la alcaldía Municipal de Matagalpa

Censo poblacional

Se usaron los datos proporcionados por la página electrónica oficial del Instituto Nacional para la Información y el Desarrollo (INIDE) a partir de los censos realizados en 1971 hasta el último en el 2005.

En el VIII censo de población y IV de vivienda nos muestra en el casco urbano de Matagalpa una población de 174,852 habitantes y en el Bo. Las Marías una población de 2,268 habitantes en el año 2017.

Estudio poblacional

Período de diseño

Se proyectó para un período de 20 años de acuerdo a La Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Análisis de tasa de crecimiento poblacional

El método utilizado fue el geométrico, la tasa de crecimiento seleccionada fue del 3 % anual, INAA recomienda valores no menores del 2.5% y no mayores del 4% anual de crecimiento poblacional, también se valoró el uso del método de saturación, por las características semiconcentradas de la población, sin embargo, se considera que aún existen espacios ocupacionales dentro de los barrios, donde podría desarrollarse la población a un índice de crecimiento reducido, lo que corresponde con el uso de la tasa de crecimiento adoptada.

Población de diseño

Para el año 2017 según el censo realizado por la Alcaldía de Matagalpa Los Bo Las Marías y Las Piedrecitas presentó una población de 2268 personas y proyectando la población al período de diseño del proyecto se obtiene que la población alcanzara una población de 4096 personas para el año 2037.

4.2 Cálculo de caudales

4.2.1. Consumo doméstico

Dotación con la que fue calculada y construida dicha red por el proyecto de Agua y Saneamiento por la Alcaldía de Matagalpa, equivalente a 29 galones por persona por día, rango en el que se encuentra la población proyectada en los estudios proporcionados por el proyecto. Este último valor de la dotación es ligeramente mayor que el prescrito por la (Guías Técnicas de INAA), que establece una dotación de 100 ℓ /p-d para poblaciones en el rango de 0 y 5,000 habitantes.

4.2.2 Caudal de infiltración (Qinf)

Se utilizaron 1,300 Gal/Ha*Día recomendados por el INAA, dando un caudal de infiltración total de 14,560 Gal/día.

4.2.3 Caudal medio (Qm)

Se consideró un factor de retorno del 80% de la dotación de agua potable para la población proyectada, rango establecido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y adoptado por INAA para efectos de diseño.

4.2.4 Caudal máximo (Qmáx)

El gasto máximo de aguas residuales se calculó utilizando una relación de Harmon igual a 3.0 en los casos en que el calculado no cumpliera con el rango 1.8 al 3.0.

4.2.5 Caudal de diseño (Qd)

El caudal de diseño se basó en la suma de todos los caudales anteriormente mencionados. Para ver resultados de los caudales locales y el caudal total.

4.3 Estudio hidrológico

El método utilizado para el estudio hidrológico fue el racional, empleado para determinar el caudal Instantáneo máximo de descarga en cuencas hidrográficas con áreas menores o iguales a 5.0 km².

4.4 Diseño de red de alcantarillado

Toda la red drena a favor de la gravedad que van a dar a una misma y única cuenca. Los sistemas son de tipo separado, o bien, trabajan independientes del alcantarillado pluvial, esto se debe a prioridades socioeconómicas y además es de tipo convencional.

El diseño se realizó con la ayuda del programa CivilCad 2014 el cual calculó con los criterios predeterminados manualmente y mostrados a continuación:

Tirante de agua: El tirante máximo utilizado fue del 80% y el mínimo del 20% del diámetro de la tubería.

Pendiente longitudinal mínima: Se determinó aplicando el criterio de tensión de arrastre con la capacidad de producir una velocidad de auto lavado en la tubería, con un valor mínimo de $f = 1 \text{ Pa}$.

Pendiente longitudinal máxima: Se usó aquella que produjera velocidades inferiores o iguales a 3.00 m/s.

Cobertura sobre tuberías: El diseño mantuvo una cobertura mínima sobre la corona de la tubería de 1.30 m, esta para mantener una separación con la red de agua potable que tienen una cobertura mínima de 1.20 m según (Norma Técnica para Diseño Abastecimiento y Potabilización de AP – Capítulo VII, Acápito 7.4.7). Esto para evitar problemas futuros en los traslapes de tuberías de AP y AS.

Conexiones domiciliarias: Todas las conexiones serán de PVC de 100 mm (4") de diámetro, comenzando en la caja de registro de cada vivienda y luego acoplándose a la alcantarilla que pasará por su respectiva calle o avenida. (Ver detalles en Plano 10).

Capítulo V: Cálculos y Resultados

5.1 Estudio socioeconómico

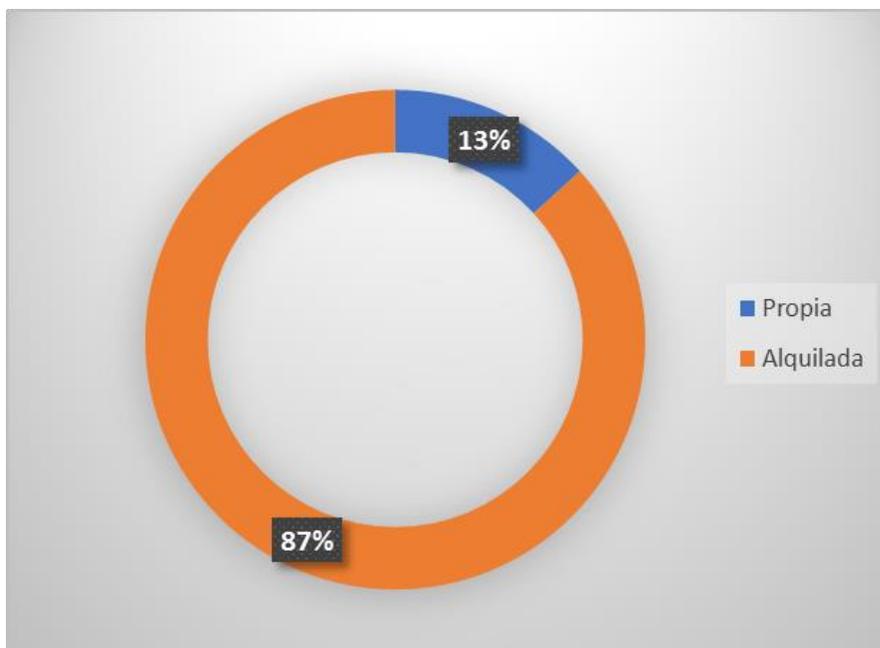
A partir de la información primaria recolectada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Adquisición de la vivienda.

De las 378 viviendas sujetas a estudio en los barrios Las Piedrecitas y Las Marías, se encontró que la mayoría (87%) son propias. El resto que son 50 (13%) se refiere a que son alquiladas (Ver Gráfico No. 2).

Gráfico No. 2

Adquisición de la vivienda, en los barrios beneficiarios del proyecto de Alcantarillado sanitario.



Fuente: Encuesta Socioeconómica. febrero 2018.

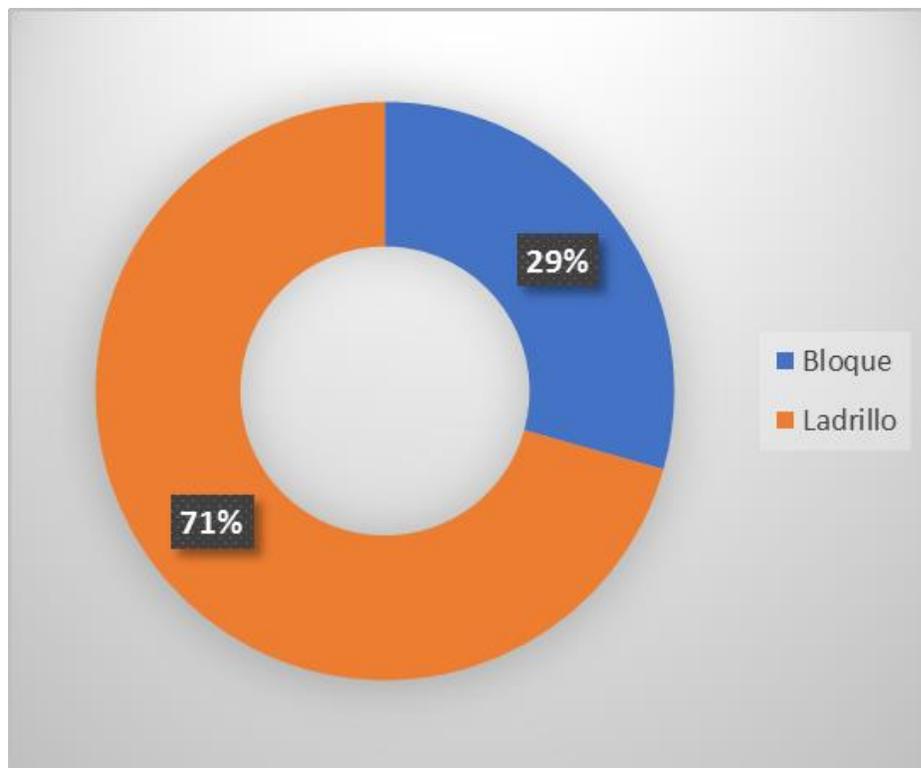
Condiciones de la vivienda:

Paredes

En los materiales utilizados para la construcción de las paredes, se observa en el Gráfico No. 2 que el mayor porcentaje 71% (267 viviendas) tienen paredes de Ladrillo, un 29 % están construidas de bloque, estos dos tipos de materiales son característico en la zona norte del país. en menor escala otros materiales de construcción. (Ver Gráfico No. 3).

Gráfico No. 3

Tipo de materiales utilizados en paredes de las viviendas del proyecto de alcantarillado sanitario



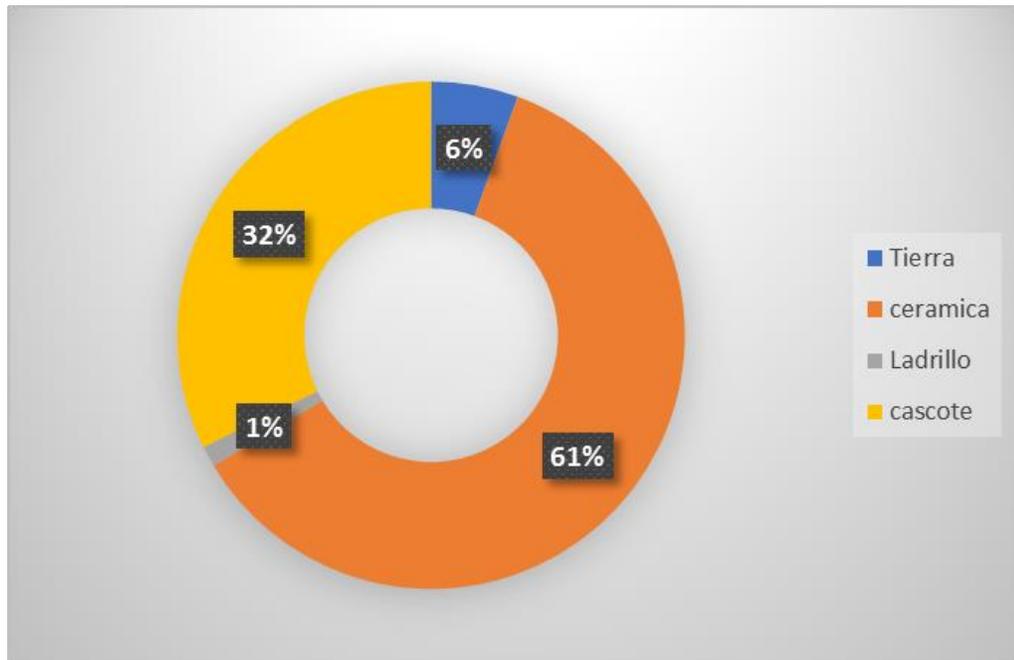
Fuente: Encuesta Socioeconómica. febrero 2018.

Pisos

Entre los materiales utilizados para los pisos de las viviendas beneficiarias del proyecto, predominan los pisos de cerámica (61 %), el (32%) corresponde a otros, que se refiere a pisos con cascote o embaldosado (Cemento, arena y grava) y en menor porcentaje están los pisos de ladrillo (1%), de lo expuesto anteriormente la mayor parte son viviendas son de recursos económicos clase media (Ver gráfico No. 4).

Gráfico No. 4

Tipo de piso de la vivienda del proyecto de alcantarillado sanitario.



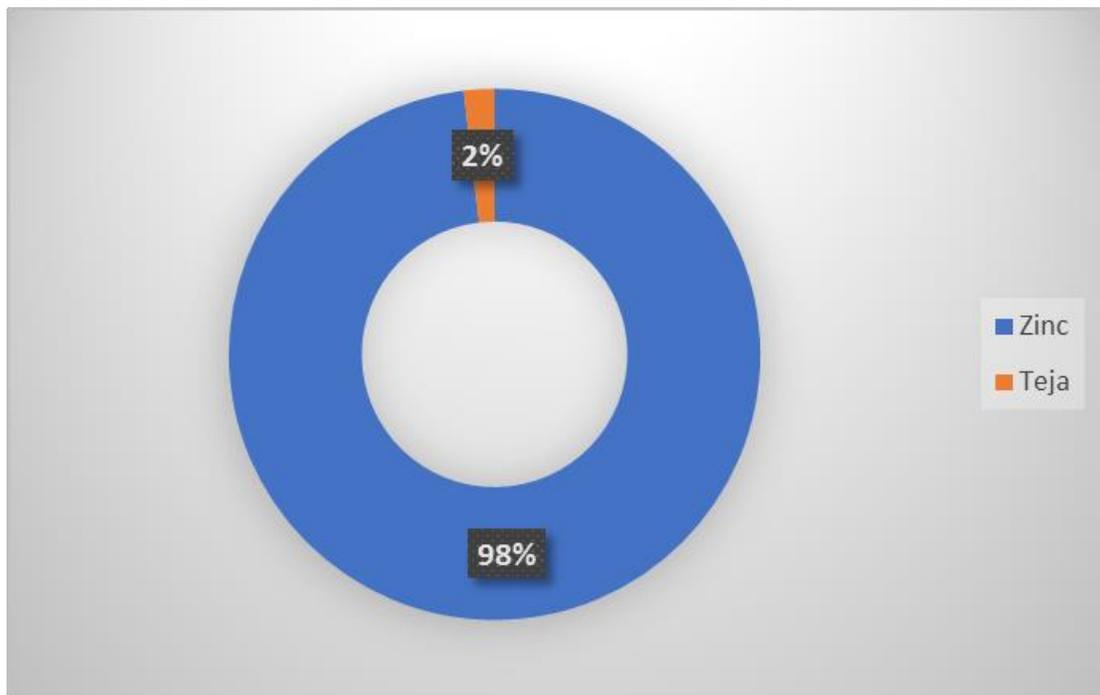
Fuente: Encuesta socioeconómica. febrero 2018.

Techos

Dentro de los materiales utilizados para las cubiertas de techo de las viviendas beneficiarias del proyecto, en su mayoría predominan los techos de zinc corrugado (98 %), el (2%) son de tejados, siendo estos materiales los de menor uso, debido a que son materiales poco usuales en esta zona para cubrirse ante los agentes climáticos. (Ver gráfico No. 5)

Gráfico No. 5

Tipo de Techo de la vivienda del proyecto de alcantarillado sanitario.



Fuente: Encuesta Socioeconómica. febrero 2018.

Población de Diseño

$P_n = P_o * (1 + r)^n$	
Po	2,268 hab
r	3%
n	20
Pn	4,096 hab

Fuente: Elaboración propia

Servicios públicos existentes

Agua potable

De acuerdo con las personas encuestadas el 100% de las viviendas de los barrios Las Piedrecitas y Las Marías, cuentan legalmente con el servicio.

Alcantarillado sanitario

El 2% de las viviendas están conectadas a la red alcantarillado y un 98% poseen pilas sépticas.

Red eléctrica

Del total de las viviendas encuestadas el 100% de ellas cuenta con dicho servicio.

Red telefónica

Del total de las viviendas encuestadas el 30% de ellas cuenta con dicho servicio.

Recolección de basura

La alcaldía municipal de Matagalpa tiene una cobertura del 100% de los barrios beneficiarios.

Disponibilidad económica de los habitantes de los barrios beneficiarios

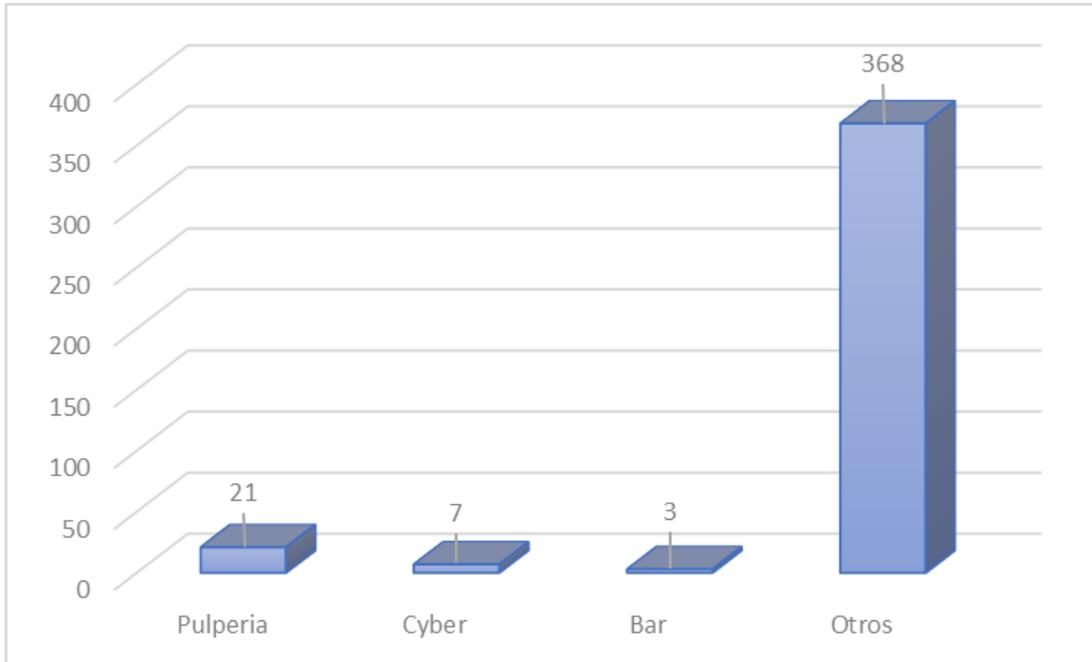
La disponibilidad económica de los habitantes está ligada a los ingresos económicos en cada vivienda de los barrios.

Cabe mencionar que la población adulta es del 45.6% y poseen un trabajo formal lo cual nos indica que los pobladores de estos dos barrios tienen disponibilidad para la instalación de este servicio, dado que los barrios necesitan mejorar su infraestructura, así como la calidad de vida de sus habitantes.

De las 378 viviendas que corresponden a los dos barrios en estudio, 21 viviendas tienen pulperías, 7 son Ciber, 3 son Bares y el resto poseen empleos formales ya sea dentro del casco urbano como fuera del mismo. (ver gráfico No. 6)

Gráfico No. 6

Actividades económicas de los pobladores del proyecto de alcantarillado sanitario.



Fuente: Encuesta socioeconómica. febrero 2018.

5.2 Cálculos y Estudios básicos de diseño

El sistema de alcantarillado sanitario está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales, etc.

Sin embargo, se puede observar que no toda el agua abastecida por el acueducto vuelve, en forma de agua usada a la cloaca, debido a que una parte es descargada fuera del sistema de recolección.

5.2.1 Cálculo del caudal de las aguas residuales

El dato de la población para el último año del periodo de diseño se tomó del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y el 16% del CPD (del consumo industrial, comercial e institucional), para una población de 4,096 habitantes para el año 2037.

Caudal promedio diario de aguas residuales domesticas (Q_{prom})

$$Q_m = \frac{0.8 * 100 \text{ lhabdia} * 4096}{86400 \text{ seg/dia}}$$

$$Q_m = 3.79 \text{ lps}$$

Caudal de infiltración (Q_{inf})

Para diámetros de tuberías de 0.2m $T_{za_{inf}} = 0.00011 \text{ lps}$

$Q_{inf} = 0.00011 \text{ lps} * \text{Long. Red (5,215.80 m)} = 0.57 \text{ lps}$

Caudal máximo de aguas negras (Q_{max})

El caudal máximo de aguas negras $Q_{m\acute{a}x}$, se determinó mediante el factor de Harmon (FH). Aunque su uso se recomienda para poblaciones mayores de 10,000 habitantes, los caudales se obtuvieron utilizando este factor.

$$FH = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right)$$

$$FH = 1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt{4.096}} \right)$$

$$FH = 3.324$$

FH = 3.324 como el FH > 3 se utilizará FH = 3.00

$$Q_{max} = FH * Q_m$$

$$Q_{max} = 3 * 3.79 \text{ lps}$$

$$Q_{max} = 11.37 \text{ lps}$$

Caudal mínimo de aguas negras (Q_{min})

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

$$Q_{min} = \frac{3.79 \text{ lps}}{5}$$

$$Q_{min} = 0.758 \text{ lps}$$

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. Según la Norma Brasileña NBR 9649. $Q_{min} = 1.5 \text{ lps}$.

Como el caudal mínimo es menor de 1.5 lps se considera este último como caudal mínimo.

Caudal de diseño aguas negras (Q_{dis})

$$Q_{dis} = Q_{max} + Q_{inf}$$

$$Q_{dis} = 11.37 \text{ lps} + 0.57 \text{ lps}$$

$$Q_{dis} = 11.94 \text{ lps}$$

Caudales resultantes del proyecto

• Caudal doméstico medio:	3.79 litros/segundo
• Caudal doméstico máximo SAS:	11.37 litros/segundo
• Caudal de infiltraciones SAS:	0.57 litros/segundo
• Caudal doméstico mínimo SAS:	0.758 litros/segundo
• Caudal de diseño:	11.94 lps

Ejemplo de cálculo para el tramo de tubería 1-2

Datos

Longitud = 120.79m

Diámetro = 6" = 0.15m

Pendiente = 2.7% = 27 m/km

n = 0.009 para PVC

Área a tubo lleno

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

$$A_{ll} = \frac{3.1416 * 0.15^2}{4}$$

$$A_{ll} = 0.0177m^2$$

Perímetro a tubo lleno

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

$$P_{ll} = 3.1416 * 0.15m$$

$$P_{ll} = 0.471m$$

Radio hidráulico

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

$$R_h = \frac{0.0177}{0.471}$$

$$R_h = 0.0375m$$

Velocidad a tubo lleno

$$V_{ll} = \frac{1}{n} (R_h^{2/3} * S^{1/2})$$

$$V_{ll} = \frac{1}{0.009} (0.0375^{2/3} * 0.027^{1/2})$$

$$V_{ll} = 2.06m/s$$

Caudal a tubo lleno

$$Q_u = V_u * A_u$$

$$Q_u = 2.06 \frac{m}{s} * 0.0177 m^2$$

$$Q_u = 0.0364 m^3/s$$

Flujos en tuberías a sección parcialmente llena

Se debe de destacar que la sección normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, de la sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características del flujo a sección llena y parcialmente llena.

Tenemos que para los cálculos hidráulicos las tuberías se diseñaran a tubo parcialmente lleno al 80% de la capacidad máxima de la sección del tramo. Se mantendrán siempre las condiciones de flujos de gravedad en los colectores o tuberías.

Lo necesario a conocer es la relación Q_{dis}/Q_{lleno} y V_{dis}/V_{llena} . Para esto se pueden utilizar ecuaciones basadas en las fórmulas de manning, tablas, nomogramas o la llamada curva del banano que comúnmente se utiliza por su fácil manejo. Basados en la relación del caudal de diseño y el caudal a tubería llena procedemos a realizar las intercepciones respectivas. ver gráfico No. 7, pág. 63.

Relaciones a tubo parcialmente lleno

$$\frac{Q_{dis}}{Q_u} = \frac{0.01194 m^3}{0.0364 m^3}$$

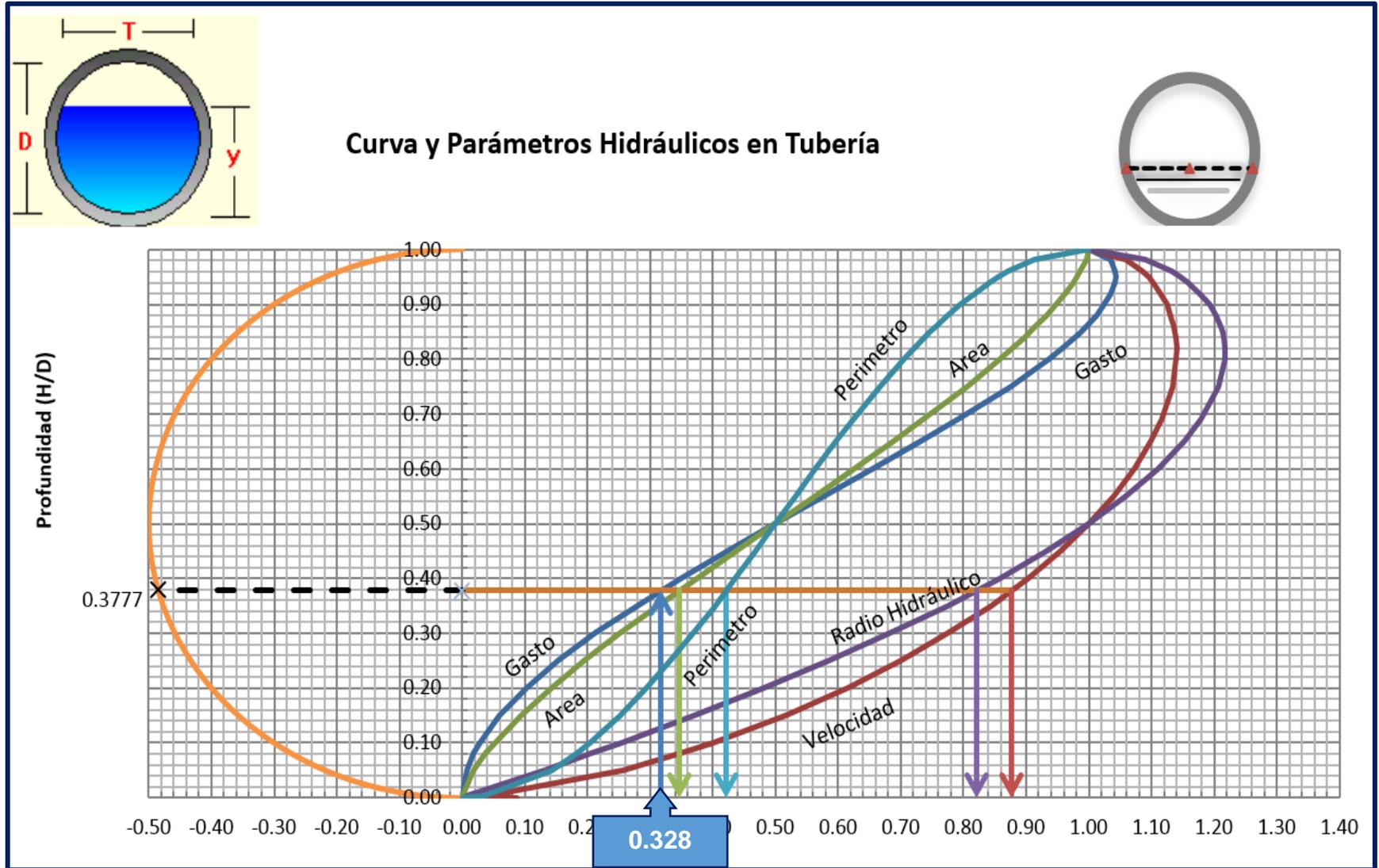
$$\frac{Q_{dis}}{Q_u} = 0.328 m^3$$

Con el valor de $Q_{dis}/Q_{II} = 0.328$, Se entra en el eje de abscisas e interceptamos la curva de gasto; se proyecta horizontalmente y se lee en el eje de las ordenadas la relación $H/D = 0.3777$; Luego se intercepta horizontalmente cada una de las curvas de relación y se lee en el eje de las abscisas, $V/V_{II} = 0.8767$, $R/R_{hII} = 0.8204$, $P/P_{II} = 0.4213$, y $A/A_{II} = 0.3457$. El valor del ángulo (α) corresponde a **151.68** ($^{\circ}$) grados.

Para un gasto real de 11.94 lps, Tirante hidráulico igual a 0.06 m, y superior. Libre de 0.15 m.

El colector presenta las siguientes condiciones hidráulicas: colector con 1/2 de su Capacidad, Gasto a sección plena igual a 37.71 lps, que representa un tirante hidráulico de 0.13 m. al 100%. Diámetro: 6 pulg.

Gráfico No. 7



Fuente: Elaboración Propia

Tabla No. 8

Relación de elementos hidráulicos.

Seno(&)	0.4743
(&)	151.68
Vr/Vc	0.8767
Qr/C	0.3166
Ar/Ac	0.3457
k	0.0448
0.25-k	0.2052
14.3239Seno(&)	6.7945
H/D	0.3777
Pr/Pc	0.4213
H	5.76 cm
D	15 cm
Vr	1.81 m/s
Rr/Rc	0.8204

Fuente: Elaboración propia.

Velocidad a tubo parcialmente lleno

$$\frac{V}{V_{ll}} = 0.8767$$

$$V_{diseño} = \frac{V}{V_{ll}} * V_{ll} = 0.8767 * 2.06 \text{ m/s}$$

$$V_{diseño} = 1.81 \text{ m/s}$$

Tirante a tubo parcialmente lleno

$$\frac{H}{D} = 0.3777 * 100$$

$$\frac{H}{D} = 37.77 \%$$

$$D = 0.3777 * 0.15$$

$$d = 0.05665$$

Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno

$$r = \frac{r}{Rh_{ll}} * Rh = 0.05665 * 0.8204$$

$$r = 0.0465 \text{ m}$$

Fuerza tractiva

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

$$\tau = \left(9,810 \frac{N}{m^3}\right) * 0.0465m * 0.027$$

$$\tau = 8.57pa$$

$$12.32pa > 1pa$$

Perdida de carga adicional

$$P_{carga} = \frac{0.25V^2}{2g}$$

$$P_{carga} = \frac{0.25 * 1.81^2}{2(9.81)}$$

$$0.042m$$

🕒 Cálculos topográficos

Datos

Longitud = 120.79m

Diámetro = 6" = 0.15m

Pendiente = 2.7% = 27 m/km

n = 0.009 para PVC

caja de inspección = 0.60

cota de inicio (terreno) = 766.425

cota final (terreno) = 763.132

➤ Elevación de corona de salida

Elev. Corona de salida = (elev.terreno – recubrimiento mínimo)

$$766.425 - 0.90 = 765.525$$

➤ Elevación de corona de entrada en el PVS #2

$$763.132 - (120.79 * 0.027) = 759.870$$

➤ Elevación invert de salida

$$765.525 - 0.15m (6") = 765.375$$

➤ **Elevación invert de entrada**

$$759.870 - 0.15\text{m (6")} = 759.72$$

➤ **Volumen de excavación del PVS**

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

$$A_{exc} = 3.1416 * 1.10^2$$

$$A_{exc} = 3.80 \text{ m}^2$$

Profundidad de excavación aprox. = 1.1 m

$$V_{exc} = A_{exc} * \text{Profundidad}$$

$$V_{exc} = 3.80 * 1.10$$

$$V_{exc} = 4.20 \text{ m}^3$$

➤ **Volumen de excavación de tubería**

Ancho de excavación = 0.15 + 0.85 = 1.00m

Altura de excavación = 0.80m

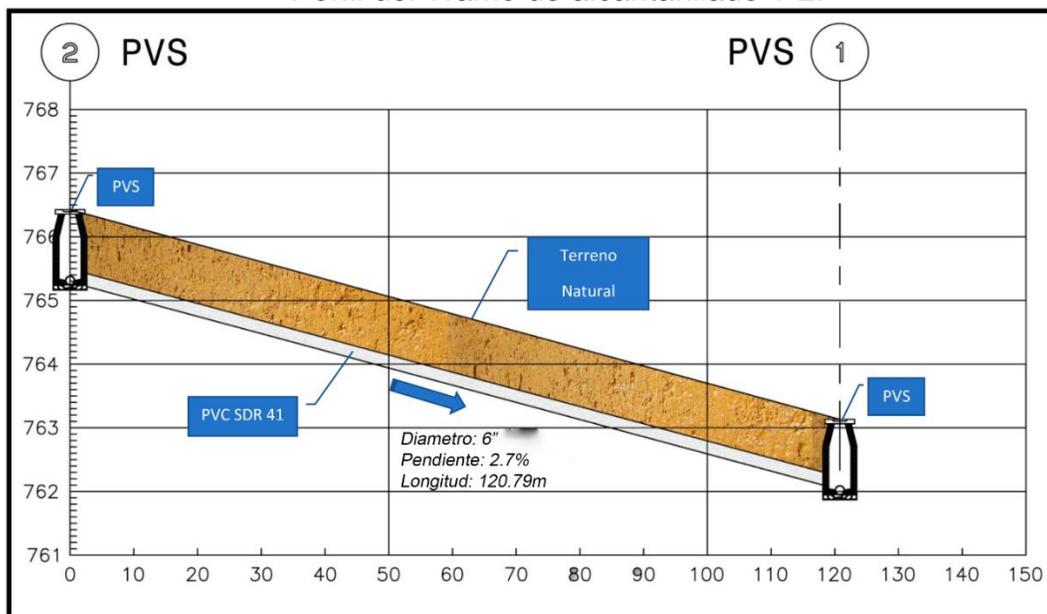
$$V_{exc} = 1.00 * 0.80 * \text{long.}$$

$$V_{exc} = 1.00 * 0.80 * 120.79$$

$$V_{exc} = 96.63 \text{ m}^3$$

Gráfico No. 8

Perfil del Tramo de alcantarillado 1-2.



Elaboración: Civilcad 2014

Tablas No. 9 Resultados de los cálculos hidráulicos

Pozo de visita	TRAMO	LONGITUD(m)		GASTOS(lps)			COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE	Ø	Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TIRANTES		VELOCIDAD (m/s)	
		Tramo	Total	Qmed	Qmin	QMax Prev	Inicial	Final	Propuesta (m/m)	Pulg.		QII (lps)	VII (m/s)	Qmin/QII	Qmax/QII	Vmin/VII	Vmax/VII	ymin/D	ymax/D	Vmin	Vmax
PVS	40-41	56	56	0.041	1.500	0.187	776.344	776.102	0.43%	6"	0.009	14.417	0.816	0.048	0.006	0.515	0.275	0.149	0.055	0.496	0.265
PVS	41-42	64	121	0.088	1.500	0.400	776.302	767.620	13.52%	6"	0.009	80.896	4.578	0.008	0.002	0.304	0.203	0.065	0.035	1.683	1.125
PVS	42-43	68	189	0.137	1.500	0.626	767.620	761.748	8.61%	6"	0.009	64.546	3.653	0.006	0.003	0.279	0.214	0.057	0.038	2.051	1.571
PVS	43-44	31	219	0.160	1.500	0.728	751.748	751.594	0.50%	6"	0.009	15.581	0.882	0.048	0.023	0.515	0.415	0.149	0.105	0.496	0.400
PVS	46-45	44	44	0.032	1.500	0.145	757.556	752.766	10.96%	6"	0.009	72.818	4.121	0.009	0.001	0.313	0.153	0.068	0.023	1.580	0.774
PVS	45-44	6	50	0.036	1.500	0.166	752.766	751.594	18.88%	6"	0.009	95.575	5.408	0.007	0.001	0.289	0.147	0.060	0.021	1.897	0.967
PVS	44-94	24	293	0.213	1.500	0.972	751.594	750.528	4.51%	6"	0.009	46.694	2.642	0.014	0.009	0.358	0.314	0.084	0.068	1.157	1.014
PVS	94-93	21	314	0.228	1.500	1.040	750.528	750.305	1.08%	6"	0.009	22.866	1.294	0.029	0.020	0.443	0.396	0.117	0.098	0.707	0.634
PVS	46-47	58	58	0.042	1.500	0.191	757.556	755.614	3.37%	6"	0.009	40.398	2.286	0.016	0.002	0.373	0.199	0.089	0.034	1.049	0.560
PVS	50-49	21	21	0.015	1.500	0.069	768.000	765.705	10.95%	6"	0.009	72.799	4.120	0.009	0.000	0.313	0.122	0.068	0.016	1.580	0.618
PVS	49-48	75	96	0.070	1.500	0.319	765.705	757.904	10.37%	6"	0.009	70.832	4.008	0.009	0.002	0.315	0.197	0.069	0.033	1.549	0.967
PVS	48-47	41	137	0.100	1.500	0.454	757.904	755.614	5.60%	6"	0.009	52.076	2.947	0.013	0.004	0.347	0.241	0.080	0.045	1.241	0.863
PVS	47-90	16	210	0.153	1.500	0.698	754.614	753.473	7.22%	6"	0.009	59.091	3.344	0.005	0.002	0.265	0.210	0.052	0.037	2.303	1.824
PVS	90-91	31	241	0.175	1.500	0.799	750.473	750.413	0.20%	6"	0.009	9.751	0.552	0.048	0.026	0.515	0.426	0.149	0.110	0.496	0.411
PVS	93-92	36	350	0.255	1.500	1.161	750.305	749.999	0.84%	6"	0.009	20.166	1.141	0.034	0.026	0.464	0.430	0.126	0.112	0.633	0.586
PVS	91-92	55	296	0.215	1.500	0.980	750.413	749.999	0.76%	6"	0.009	19.153	1.084	0.039	0.026	0.485	0.427	0.135	0.110	0.572	0.504
PVS	48-73	53	149	0.109	1.500	0.495	757.904	756.620	2.42%	6"	0.009	34.198	1.935	0.020	0.007	0.396	0.283	0.098	0.058	0.915	0.654
PVS	49-76	31	52	0.038	1.500	0.173	765.705	762.358	10.68%	6"	0.009	71.879	4.068	0.009	0.001	0.314	0.163	0.068	0.025	1.560	0.807
PVS	76-74	31	84	0.061	1.500	0.277	762.358	760.050	7.36%	6"	0.009	59.690	3.378	0.011	0.002	0.332	0.198	0.074	0.034	1.376	0.823
PVS	74-73	78	162	0.118	1.500	0.537	760.050	756.620	4.38%	6"	0.009	46.055	2.606	0.014	0.005	0.359	0.263	0.084	0.052	1.148	0.840
PVS	73-72	43	354	0.258	1.500	1.175	756.620	753.758	6.65%	6"	0.009	56.731	3.210	0.012	0.009	0.338	0.314	0.076	0.068	1.322	1.228
PVS	75-71	19	19	0.013	1.500	0.062	757.755	756.818	5.05%	6"	0.009	49.429	2.797	0.014	0.001	0.352	0.133	0.082	0.018	1.200	0.453
PVS	71-72	73	92	0.067	1.500	0.304	756.818	753.758	4.18%	6"	0.009	44.979	2.545	0.015	0.003	0.362	0.223	0.085	0.040	1.130	0.695
PVS	72-77	29	475	0.346	1.500	1.576	753.758	749.924	13.12%	6"	0.009	79.690	4.510	0.008	0.009	0.304	0.309	0.065	0.066	1.679	1.704
PVS	77-82	27	502	0.365	1.500	1.665	749.924	746.038	14.50%	6"	0.009	83.771	4.740	0.008	0.009	0.300	0.309	0.063	0.067	1.739	1.795
PVS	82-81	18	520	0.378	1.500	1.723	746.038	745.000	5.92%	6"	0.009	53.542	3.030	0.012	0.014	0.344	0.358	0.078	0.084	1.272	1.326
PVS	77-78	25	500	0.364	1.500	1.658	749.924	748.418	6.09%	6"	0.009	54.306	3.073	0.012	0.014	0.342	0.352	0.078	0.082	1.287	1.326
PVS	78-79	29	529	0.384	1.500	1.753	748.418	744.113	14.95%	6"	0.009	85.057	4.813	0.008	0.009	0.298	0.313	0.063	0.068	1.756	1.841
PVS	81-79	9	529	0.385	1.500	1.754	745.000	744.113	9.35%	6"	0.009	67.269	3.807	0.010	0.012	0.321	0.336	0.070	0.076	1.490	1.563
PVS	40-67	84	84	0.061	1.500	0.277	776.344	774.239	2.52%	6"	0.009	34.914	1.976	0.019	0.004	0.391	0.234	0.096	0.043	0.942	0.564
PVS	57-67	32	32	0.023	1.500	0.107	768.634	764.239	13.67%	6"	0.009	81.323	4.602	0.048	0.003	0.515	0.231	0.149	0.043	0.496	0.223
PVS	50-51	68	68	0.050	1.500	0.226	768.000	765.265	4.01%	6"	0.009	44.075	2.494	0.015	0.002	0.364	0.205	0.086	0.035	1.110	0.624
PVS	51-67	71	140	0.101	1.500	0.463	765.265	764.239	1.44%	6"	0.009	26.360	1.492	0.048	0.015	0.515	0.362	0.149	0.085	0.496	0.349
PVS	90-89	80	290	0.211	1.500	0.962	750.473	750.390	0.10%	6"	0.009	7.099	0.402	0.048	0.031	0.515	0.451	0.149	0.120	0.496	0.435
PVS	89-83	50	341	0.248	1.500	1.129	750.390	750.262	0.25%	6"	0.009	11.091	0.628	0.048	0.036	0.515	0.473	0.149	0.130	0.496	0.456
PVS	72-83	32	478	0.347	1.500	1.584	753.758	750.262	11.02%	6"	0.009	73.034	4.133	0.009	0.010	0.313	0.318	0.068	0.069	1.580	1.606
PVS	40-39	31	31	0.023	1.500	0.104	776.344	771.771	14.61%	6"	0.009	84.087	4.758	0.008	0.001	0.299	0.132	0.063	0.018	1.744	0.771
PVS	39-38	80	80	0.058	1.500	0.266	771.771	765.771	7.48%	6"	0.009	60.166	3.405	0.011	0.002	0.331	0.196	0.074	0.033	1.383	0.816
PVS	37-38	49	49	0.036	1.500	0.163	766.771	765.771	2.04%	6"	0.009	31.388	1.776	0.021	0.002	0.404	0.206	0.101	0.036	0.872	0.444
PVS	59-37	8	8	0.006	1.500	0.026	768.033	766.771	16.38%	6"	0.009	89.026	5.038	0.007	0.000	0.294	0.085	0.062	0.009	1.816	0.522
PVS	36-37	52	52	0.038	1.500	0.172	767.548	766.771	1.49%	6"	0.009	26.897	1.522	0.025	0.003	0.422	0.219	0.109	0.039	0.788	0.409
PVS	57-58	44	44	0.032	1.500	0.147	768.634	768.033	1.36%	6"	0.009	25.641	1.451	0.026	0.003	0.427	0.211	0.110	0.037	0.770	0.380
PVS	60-58	10	10	0.007	1.500	0.032	768.864	768.033	8.67%	6"	0.009	64.762	3.665	0.010	0.000	0.324	0.100	0.072	0.012	1.456	0.448
PVS	59-58	37	37	0.027	1.500	0.124	768.033	767.033	2.68%	6"	0.009	36.000	2.037	0.048	0.004	0.515	0.242	0.149	0.046	0.496	0.233
PVS	74-75	23	23	0.017	1.500	0.076	760.050	757.755	9.96%	6"	0.009	69.428	3.929	0.010	0.000	0.317	0.128	0.069	0.017	1.528	0.615
PVS	50-69	63	63	0.046	1.500	0.209	768.000	765.000	4.76%	6"	0.009	47.989	2.716	0.007	0.001	0.284	0.156	0.058	0.023	1.965	1.077
PVS	69-68	53	53	0.038	1.500	0.175	755.000	754.398	1.14%	6"	0.009	23.516	1.331	0.029	0.003	0.443	0.231	0.117	0.042	0.707	0.369
PVS	70-68	24	24	0.017	1.500	0.079	756.702	754.398	9.67%	6"	0.009	68.407	3.871	0.010	0.001	0.319	0.130	0.070	0.018	1.512	0.615
PVS	71-70	4	4	0.003	1.500	0.015	756.818	756.702	2.59%	6"	0.009	35.388	2.003	0.019	0.000	0.389	0.095	0.095	0.011	0.955	0.233

Elaboración propia

Tabla No. 10 Resultados de los cálculos hidráulicos

Pozo de visita	TRAMO	LONGITUD(m)		GASTOS(lps)			COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE	Ø	Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TIRANTES		VELOCIDAD (m/s)	
		Tramo	Total	Qmed	Qmin	QM ax Prev	Inicial	Final	Propuesta (m/m)	Pulg.		QII (lps)	VII (m/s)	Qmin/QII	Qmax/QII	Vmin/VII	Vmax/VII	ymin/D	ymax/D	Vmin	Vmax
PVS	51-52	61	129	0.094	1.500	0.428	765.265	758.037	11.88%	6"	0.009	75.824	4.291	0.009	0.003	0.309	0.211	0.066	0.037	1.624	1.108
PVS	68-53	62	62	0.045	1.500	0.205	754.398	750.178	6.84%	6"	0.009	57.534	3.256	0.012	0.002	0.336	0.183	0.076	0.030	1.336	0.728
PVS	52-53	58	58	0.042	1.500	0.192	758.037	750.178	13.60%	6"	0.009	81.138	4.591	0.008	0.001	0.303	0.161	0.064	0.025	1.701	0.908
PVS	54-53	79	79	0.058	1.500	0.263	768.062	760.178	9.93%	6"	0.009	69.337	3.924	0.006	0.001	0.280	0.165	0.057	0.025	2.027	1.191
PVS	57-56	62	62	0.045	1.500	0.207	768.634	768.127	0.81%	6"	0.009	19.844	1.123	0.034	0.005	0.464	0.255	0.126	0.049	0.633	0.347
PVS	55-56	56	56	0.041	1.500	0.185	769.062	768.127	1.68%	6"	0.009	28.486	1.612	0.023	0.003	0.415	0.220	0.105	0.039	0.824	0.436
PVS	55-54	32	32	0.024	1.500	0.108	769.062	768.062	3.08%	6"	0.009	38.612	2.185	0.017	0.001	0.379	0.170	0.091	0.027	1.016	0.455
PVS	60-61	49	49	0.036	1.500	0.164	768.864	768.524	0.69%	6"	0.009	18.260	1.033	0.036	0.004	0.474	0.242	0.130	0.046	0.604	0.309
PVS	61-62	43	43	0.031	1.500	0.143	768.524	766.650	4.33%	6"	0.009	45.778	2.591	0.015	0.001	0.360	0.176	0.084	0.028	1.139	0.557
PVS	62-63	52	52	0.038	1.500	0.173	766.650	763.434	6.18%	6"	0.009	54.672	3.094	0.012	0.001	0.341	0.176	0.077	0.028	1.294	0.669
PVS	54-63	39	39	0.028	1.500	0.128	768.062	763.434	11.98%	6"	0.009	76.141	4.309	0.009	0.001	0.308	0.146	0.066	0.021	1.628	0.768
PVS	37-66	38	38	0.028	1.500	0.125	766.771	766.364	1.08%	6"	0.009	22.818	1.291	0.029	0.002	0.443	0.208	0.117	0.036	0.707	0.333
PVS	66-65	34	34	0.024	1.500	0.112	766.364	765.315	3.12%	6"	0.009	38.851	2.198	0.017	0.001	0.379	0.172	0.091	0.027	1.016	0.460
PVS	65-64	84	84	0.061	1.500	0.280	765.315	762.172	3.72%	6"	0.009	42.440	2.402	0.016	0.003	0.369	0.221	0.088	0.040	1.081	0.649
PVS	1-64	88	88	0.064	1.500	0.291	763.132	762.172	1.09%	6"	0.009	22.991	1.301	0.029	0.006	0.443	0.270	0.117	0.054	0.707	0.431
PVS	35-36	65	65	0.047	1.500	0.214	768.458	767.548	1.41%	6"	0.009	26.121	1.478	0.026	0.004	0.427	0.236	0.110	0.044	0.770	0.426
PVS	34-35	31	31	0.022	1.500	0.101	768.677	768.458	0.72%	6"	0.009	18.617	1.054	0.036	0.002	0.474	0.209	0.130	0.037	0.604	0.267
PVS	32-34	24	24	0.018	1.500	0.080	769.411	768.677	3.03%	6"	0.009	38.311	2.168	0.018	0.001	0.381	0.156	0.092	0.023	1.004	0.412
PVS	31-32	35	35	0.026	1.500	0.116	772.721	769.411	9.43%	6"	0.009	67.545	3.822	0.010	0.001	0.320	0.147	0.070	0.021	1.496	0.685
PVS	32-33	66	66	0.048	1.500	0.218	769.411	767.640	2.70%	6"	0.009	36.133	2.045	0.001	0.000	0.153	0.085	0.023	0.009	7.997	4.423
PVS	22-33	58	58	0.042	1.500	0.192	768.221	767.640	1.00%	6"	0.009	22.025	1.246	0.001	0.000	0.150	0.080	0.022	0.009	8.342	4.440
PVS	23-22	35	35	0.025	1.500	0.114	773.001	767.221	16.74%	6"	0.009	90.004	5.093	0.007	0.001	0.286	0.130	0.059	0.018	1.932	0.880
PVS	100-20	34	34	0.025	1.500	0.112	777.613	772.209	15.94%	6"	0.009	87.827	4.970	0.008	0.001	0.296	0.134	0.062	0.019	1.796	0.814
PVS	19-20	21	21	0.015	1.500	0.069	773.615	772.209	6.76%	6"	0.009	57.191	3.236	0.012	0.001	0.336	0.131	0.076	0.018	1.336	0.522
PVS	20-21	62	117	0.085	1.500	0.387	772.209	768.555	5.88%	6"	0.009	53.346	3.019	0.012	0.003	0.344	0.228	0.078	0.042	1.272	0.842
PVS	21-22	58	175	0.127	1.500	0.579	768.555	767.221	2.31%	6"	0.009	33.416	1.891	0.020	0.008	0.396	0.297	0.098	0.062	0.915	0.686
PVS	22-1	64	273	0.199	1.500	0.906	767.221	763.132	6.37%	6"	0.009	55.532	3.142	0.012	0.007	0.340	0.292	0.077	0.061	1.301	1.117
PVS	2-1	121	121	0.088	1.500	0.400	766.425	763.132	2.73%	6"	0.009	36.322	2.055	0.018	0.005	0.387	0.259	0.094	0.051	0.968	0.649
PVS	30-31	36	36	0.026	1.500	0.120	776.980	775.721	3.47%	6"	0.009	40.968	2.318	0.007	0.001	0.292	0.135	0.061	0.019	1.846	0.854
PVS	29-30	52	52	0.038	1.500	0.171	789.398	778.980	20.19%	6"	0.009	98.839	5.593	0.007	0.001	0.285	0.147	0.059	0.021	1.952	1.006
PVS	28-29	46	46	0.033	1.500	0.153	792.284	789.398	6.27%	6"	0.009	55.098	3.118	0.012	0.001	0.340	0.169	0.077	0.026	1.301	0.648
PVS	95-29	36	36	0.026	1.500	0.120	796.939	789.398	20.80%	6"	0.009	100.333	5.678	0.007	0.001	0.284	0.131	0.058	0.018	1.972	0.912
PVS	27-28	21	21	0.015	1.500	0.070	794.863	792.284	12.14%	6"	0.009	76.648	4.337	0.009	0.000	0.308	0.121	0.066	0.016	1.633	0.641
PVS	27-26	31	31	0.023	1.500	0.104	794.863	790.108	15.12%	6"	0.009	85.540	4.841	0.008	0.001	0.298	0.132	0.063	0.018	1.764	0.781
PVS	26-25	24	24	0.018	1.500	0.081	790.108	785.439	19.09%	6"	0.009	96.107	5.439	0.007	0.000	0.287	0.118	0.059	0.015	1.914	0.784

Elaboración propia

Tabla No. 11 Resultados de los cálculos hidráulicos

Pozo de visita	TRAMO	LONGITUD(m)		GASTOS(lps)			COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE	Ø	Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TIRANTES		VELOCIDAD (m/s)	
		Tramo	Total	Qmed	Qmin	QMax Prev	Inicial	Final	Propuesta (m/m)	Pulg.		QII (lps)	VII (m/s)	Qmin/QII	Qmax/QII	Vmin/VII	Vmax/VII	ymin/D	ymax/D	Vmin	Vmax
PVS	24-23	27	27	0.020	1.500	0.090	780.191	774.001	22.85%	6"	0.009	105.159	5.951	0.006	0.000	0.280	0.118	0.057	0.015	2.039	0.862
PVS	20-2	55	55	0.040	1.500	0.184	772.209	766.425	10.43%	6"	0.009	71.058	4.021	0.009	0.001	0.315	0.166	0.069	0.026	1.549	0.816
PVS	3-2	50	50	0.036	1.500	0.164	768.688	766.425	4.57%	6"	0.009	47.005	2.660	0.014	0.002	0.357	0.182	0.083	0.029	1.166	0.595
PVS	25-97	86	86	0.063	1.500	0.286	785.439	785.366	0.08%	6"	0.009	6.396	0.362	0.048	0.009	0.515	0.313	0.149	0.068	0.496	0.301
PVS	97-98	22	22	0.016	1.500	0.074	785.366	784.037	5.95%	6"	0.009	53.662	3.037	0.012	0.001	0.343	0.137	0.078	0.019	1.279	0.511
PVS	98-99	30	30	0.022	1.500	0.099	784.037	781.749	7.65%	6"	0.009	60.827	3.442	0.011	0.001	0.331	0.144	0.074	0.021	1.389	0.606
PVS	101-100	60	60	0.044	1.500	0.199	783.232	777.613	9.38%	6"	0.009	67.359	3.812	0.010	0.001	0.320	0.173	0.070	0.027	1.496	0.807
PVS	99-100	15	15	0.011	1.500	0.049	780.749	779.613	7.63%	6"	0.009	60.775	3.439	0.006	0.000	0.271	0.095	0.054	0.011	2.181	0.767
PVS	18-19	35	35	0.026	1.500	0.118	776.652	773.615	8.57%	6"	0.009	64.383	3.643	0.010	0.001	0.324	0.149	0.072	0.022	1.450	0.667
PVS	17-18	43	43	0.031	1.500	0.143	779.000	776.652	5.46%	6"	0.009	51.409	2.909	0.013	0.001	0.347	0.169	0.080	0.026	1.241	0.606
PVS	102-17	28	28	0.020	1.500	0.092	783.200	779.000	15.12%	6"	0.009	85.549	4.841	0.008	0.000	0.298	0.127	0.063	0.017	1.764	0.752
PVS	16-17	65	65	0.048	1.500	0.217	785.800	779.000	10.40%	6"	0.009	70.940	4.014	0.009	0.001	0.315	0.175	0.069	0.028	1.549	0.859
PVS	6-5	72	72	0.052	1.500	0.238	779.439	773.316	8.53%	6"	0.009	64.264	3.637	0.010	0.002	0.325	0.185	0.072	0.030	1.444	0.824
PVS	17-5	38	38	0.028	1.500	0.126	779.000	773.316	14.99%	6"	0.009	85.182	4.820	0.008	0.001	0.298	0.140	0.063	0.020	1.760	0.825
PVS	5-4	18	128	0.093	1.500	0.423	773.316	770.891	13.48%	6"	0.009	80.767	4.570	0.008	0.002	0.303	0.206	0.064	0.036	1.697	1.154
PVS	4-3	50	177	0.129	1.500	0.588	770.891	768.688	4.44%	6"	0.009	46.377	2.624	0.014	0.006	0.359	0.270	0.084	0.054	1.148	0.864
PVS	101-102	35	35	0.026	1.500	0.117	783.532	783.200	0.94%	6"	0.009	21.313	1.206	0.048	0.004	0.515	0.238	0.149	0.045	0.496	0.230
PVS	15-16	52	52	0.038	1.500	0.172	787.789	785.800	3.83%	6"	0.009	43.034	2.435	0.016	0.002	0.367	0.190	0.087	0.032	1.091	0.565
PVS	11-15	61	61	0.045	1.500	0.204	791.721	787.789	6.40%	6"	0.009	55.634	3.148	0.012	0.002	0.339	0.185	0.077	0.030	1.308	0.712
PVS	12-11	23	23	0.017	1.500	0.077	795.750	791.721	17.38%	6"	0.009	91.709	5.190	0.007	0.000	0.292	0.118	0.061	0.015	1.853	0.747
PVS	11-10	20	20	0.015	1.500	0.068	791.721	788.149	17.51%	6"	0.009	92.055	5.209	0.007	0.000	0.291	0.113	0.061	0.014	1.857	0.720
PVS	10-9	32	32	0.024	1.500	0.107	788.149	784.741	10.53%	6"	0.009	71.369	4.039	0.009	0.001	0.315	0.141	0.068	0.020	1.554	0.695
PVS	9-8	48	48	0.035	1.500	0.159	784.741	783.423	2.75%	6"	0.009	36.489	2.065	0.018	0.002	0.384	0.194	0.094	0.033	0.981	0.495
PVS	8-7	57	57	0.041	1.500	0.188	783.423	782.535	1.57%	6"	0.009	27.561	1.560	0.024	0.003	0.418	0.223	0.107	0.040	0.806	0.429
PVS	7-6	33	33	0.024	1.500	0.110	782.535	779.439	9.31%	6"	0.009	67.137	3.799	0.010	0.001	0.321	0.144	0.070	0.021	1.490	0.672
PVS	85-86	34	34	0.025	1.500	0.112	742.000	738.194	11.26%	6"	0.009	73.819	4.177	0.004	0.000	0.236	0.106	0.044	0.013	3.013	1.362
PVS	85-84	18	18	0.013	1.500	0.060	740.000	739.171	4.55%	6"	0.009	46.910	2.655	0.004	0.000	0.249	0.093	0.048	0.011	2.645	0.989
PVS	83-84	56	56	0.041	1.500	0.185	745.262	740.171	9.13%	6"	0.009	66.486	3.762	0.007	0.001	0.286	0.151	0.059	0.022	1.942	1.024
PVS	87-84	17	17	0.012	1.500	0.057	764.000	762.171	10.66%	6"	0.009	71.824	4.064	0.002	0.000	0.193	0.071	0.032	0.007	4.751	1.741
PVS	87-88	25	25	0.018	1.500	0.082	782.000	780.635	5.52%	6"	0.009	51.680	2.925	0.002	0.000	0.199	0.081	0.034	0.009	4.446	1.823
PVS	79-80	17	1075	0.782	1.500	3.564	744.113	742.743	8.02%	6"	0.009	62.305	3.526	0.011	0.025	0.328	0.426	0.073	0.110	1.414	1.836
PVS	96-95	67	67	0.048	1.500	0.221	802.503	796.939	8.34%	6"	0.009	63.543	3.596	0.006	0.001	0.279	0.155	0.057	0.023	2.051	1.143
PVS	14-13	23	23	0.017	1.500	0.075	805.103	804.854	1.09%	6"	0.009	23.013	1.302	0.006	0.000	0.279	0.112	0.057	0.014	2.045	0.820
PVS	13-12	32	32	0.023	1.500	0.105	801.854	799.750	6.64%	6"	0.009	56.703	3.209	0.006	0.000	0.270	0.120	0.054	0.016	2.206	0.978

Elaboración propia

Tabla No. 12 Resultados de los cálculos topográficos

Pozo de visita	TRAMO	COTA CLAVE (m)		COTA BATEA (m)		PROFUNDIDAD (m)		VOLUMENES (m3)		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Pozo	Media	Excavación	Plantilla	Relleno
PVS	40-41	775.444	775.219	775.241	775.015	1.003	1.187	46.270	4.226	42.044
PVS	41-42	775.194	766.720	774.991	766.517	1.211	1.003	53.303	4.815	48.488
PVS	42-43	766.720	750.828	766.517	750.625	1.003	1.023	51.823	5.115	46.708
PVS	43-44	750.817	750.694	750.614	750.491	1.034	1.003	23.455	2.302	21.153
PVS	46-45	756.656	751.847	756.453	751.644	1.003	1.022	33.195	3.279	29.917
PVS	45-44	751.847	750.693	751.644	750.489	1.022	1.005	4.718	0.466	4.253
PVS	44-94	750.693	749.628	750.489	749.425	1.005	1.003	17.815	1.774	16.041
PVS	94-93	749.628	749.401	749.425	749.198	1.003	1.007	15.563	1.548	14.015
PVS	46-47	756.656	754.698	756.453	754.495	1.003	1.019	43.668	4.319	39.349
PVS	50-49	767.100	764.795	766.897	764.592	1.003	1.013	15.847	1.572	14.275
PVS	49-48	764.795	756.970	764.592	756.766	1.013	1.038	57.867	5.643	52.224
PVS	48-47	756.961	754.714	756.758	754.511	1.046	1.003	31.397	3.065	28.332
PVS	47-90	754.712	749.573	754.509	749.370	1.005	1.003	11.908	1.186	10.722
PVS	90-91	749.573	749.451	749.370	749.248	1.003	1.065	23.686	2.290	21.396
PVS	93-92	749.390	749.099	749.187	748.896	1.018	1.003	27.596	2.731	24.866
PVS	91-92	749.427	749.099	749.223	748.896	1.090	1.003	42.859	4.096	38.763
PVS	48-73	756.942	755.720	756.739	755.517	1.065	1.003	41.211	3.985	37.226
PVS	49-76	764.781	761.458	764.578	761.255	1.027	1.003	23.869	2.351	21.518
PVS	76-74	761.458	759.138	761.255	758.935	1.003	1.015	23.724	2.351	21.373
PVS	74-73	759.138	755.695	758.935	755.492	1.015	1.028	59.953	5.869	54.084
PVS	73-72	755.695	752.855	755.492	752.652	1.028	1.006	32.829	3.227	29.602
PVS	75-71	756.846	755.918	756.643	755.715	1.012	1.003	14.026	1.392	12.635
PVS	71-72	755.918	752.844	755.715	752.641	1.003	1.017	55.459	5.490	49.969
PVS	72-77	752.844	749.017	752.641	748.813	1.017	1.011	22.218	2.191	20.027
PVS	77-82	749.017	745.131	748.813	744.928	1.011	1.010	20.307	2.010	18.297
PVS	82-81	745.131	744.097	744.928	743.894	1.010	1.006	13.247	1.314	11.933
PVS	77-78	749.017	747.509	748.813	747.306	1.011	1.012	18.743	1.853	16.889
PVS	78-79	747.503	743.213	747.300	743.010	1.018	1.003	21.822	2.160	19.663
PVS	81-79	744.095	743.213	743.892	743.010	1.008	1.003	7.154	0.711	6.443
PVS	40-67	775.428	773.339	775.225	773.136	1.019	1.003	63.372	6.267	57.104
PVS	57-67	767.734	767.605	767.531	767.402	1.003	6.737	93.342	2.412	90.930
PVS	50-51	767.090	764.365	766.887	764.162	1.013	1.003	51.511	5.110	46.402
PVS	51-67	764.365	764.079	764.162	763.876	1.003	10.263	30.885	5.359	29.653
PVS	90-89	749.573	749.254	749.370	749.051	1.003	1.239	67.014	5.977	61.036
PVS	89-83	749.254	749.053	749.051	748.850	1.239	1.312	48.176	3.776	44.400
PVS	72-83	752.844	749.355	752.641	749.152	1.017	1.010	24.115	2.379	21.737
PVS	40-39	775.441	770.871	775.237	770.668	1.007	1.003	23.590	2.347	21.242
PVS	39-38	770.871	764.855	770.668	764.652	1.003	1.019	60.820	6.016	54.805
PVS	37-38	765.853	764.871	765.650	764.668	1.021	1.003	37.281	3.684	33.598

Elaboración propia

Tabla No.13 Resultado de los cálculos topográficos

Pozo de visita	TRAMO	COTA CLAVE (m)		COTA BATEA (m)		PROFUNDIDAD (m)		VOLUMENES (m3)		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Pozo	Media	Excavación	Plantilla	Relleno
PVS	59-37	767.133	765.869	766.930	765.666	1.003	1.005	5.802	0.578	5.225
PVS	36-37	766.648	765.868	766.445	765.665	1.003	1.006	39.157	3.898	35.259
PVS	57-58	767.734	767.115	767.531	766.912	1.003	1.021	33.586	3.318	30.269
PVS	60-58	767.964	767.130	767.761	766.927	1.003	1.006	7.225	0.719	6.506
PVS	59-58	767.133	766.984	766.930	766.780	1.003	1.153	30.185	2.800	27.385
PVS	74-75	759.150	756.846	758.947	756.643	1.003	1.012	17.413	1.728	15.685
PVS	50-69	767.086	754.100	766.883	753.897	1.017	1.003	47.756	4.728	43.028
PVS	69-68	754.077	753.498	753.874	753.295	1.026	1.003	40.081	3.951	36.130
PVS	70-68	755.802	753.491	755.599	753.288	1.003	1.010	17.990	1.787	16.203
PVS	71-70	755.918	755.801	755.715	755.598	1.003	1.004	3.373	0.336	3.037
PVS	51-52	764.365	757.125	764.162	756.922	1.003	1.015	46.041	4.563	41.478
PVS	68-53	753.473	749.278	753.270	749.075	1.028	1.003	46.994	4.627	42.367
PVS	52-53	757.134	749.278	756.931	749.075	1.006	1.003	43.521	4.333	39.188
PVS	54-53	767.133	749.278	766.930	749.075	1.032	1.003	60.563	5.952	54.612
PVS	57-56	767.725	767.227	767.522	767.024	1.012	1.003	47.077	4.673	42.405
PVS	55-56	768.162	767.214	767.959	767.011	1.003	1.016	42.222	4.182	38.040
PVS	55-54	768.162	767.156	767.959	766.953	1.003	1.009	24.497	2.434	22.063
PVS	60-61	767.964	767.619	767.761	767.415	1.003	1.009	37.227	3.701	33.527
PVS	61-62	767.611	765.750	767.408	765.547	1.016	1.003	32.774	3.245	29.528
PVS	62-63	765.750	762.522	765.547	762.319	1.003	1.015	39.412	3.905	35.507
PVS	54-63	767.162	762.526	766.959	762.323	1.003	1.011	29.175	2.897	26.278
PVS	37-66	765.871	765.455	765.668	765.252	1.003	1.012	28.591	2.837	25.753
PVS	66-65	765.458	764.415	765.254	764.212	1.010	1.003	25.385	2.522	22.863
PVS	65-64	764.396	761.272	764.193	761.069	1.022	1.003	64.124	6.333	57.791
PVS	1-64	762.232	761.265	762.029	761.062	1.003	1.010	66.345	6.591	59.754
PVS	35-36	767.552	766.648	767.348	766.445	1.010	1.003	48.715	4.840	43.875
PVS	34-35	767.772	767.558	767.569	767.355	1.008	1.003	23.063	2.293	20.770
PVS	32-34	768.503	767.777	768.300	767.574	1.011	1.003	18.281	1.815	16.466
PVS	31-32	771.811	768.511	771.608	768.308	1.013	1.003	26.545	2.633	23.912
PVS	32-33	768.511	766.311	768.308	766.108	1.003	1.027	49.970	4.923	45.047
PVS	22-33	766.311	773.089	766.108	772.885	1.013	1.003	43.830	4.347	39.483
PVS	23-22	773.089	766.321	772.885	766.118	1.016	1.003	26.140	2.590	23.550
PVS	100-20	776.700	771.309	776.496	771.106	1.017	1.003	25.680	2.543	23.137
PVS	19-20	772.715	771.300	772.512	771.097	1.003	1.012	15.718	1.560	14.158
PVS	20-21	771.300	767.634	771.097	767.431	1.012	1.024	47.428	4.660	42.768
PVS	21-22	767.634	766.305	767.431	766.102	1.024	1.019	44.294	4.336	39.958
PVS	22-1	766.274	762.232	766.071	762.029	1.050	1.003	49.399	4.812	44.587
PVS	2-1	765.493	762.232	765.290	762.029	1.035	1.003	92.319	9.059	83.260
PVS	30-31	778.065	771.821	777.862	771.618	1.018	1.003	27.521	2.723	24.798
PVS	29-30	788.498	778.074	788.295	777.871	1.003	1.009	38.949	3.870	35.079
PVS	28-29	791.384	788.486	791.181	788.283	1.003	1.015	34.825	3.450	31.374
PVS	95-29	796.038	788.498	795.835	788.295	1.004	1.003	27.287	2.719	24.568
PVS	27-28	793.954	791.384	793.751	791.181	1.012	1.003	16.052	1.593	14.459

Elaboración propia

Tabla No. 14 Resultado de los cálculos topográficos

Pozo de visita	TRAMO	COTA CLAVE (m)		COTA BATEA (m)		PROFUNDIDAD (m)		VOLUMENES (m3)		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Pozo	Media	Excavación	Plantilla	Relleno
PVS	27-26	793.957	789.208	793.753	789.005	1.010	1.003	23.737	2.359	21.378
PVS	26-25	789.208	784.536	789.005	784.333	1.003	1.006	18.433	1.835	16.599
PVS	25-24	784.539	779.283	784.336	779.080	1.003	1.011	17.884	1.776	16.108
PVS	24-23	779.291	773.088	779.088	772.885	1.003	1.016	20.514	2.032	18.482
PVS	20-2	771.290	765.525	771.087	765.322	1.022	1.003	42.102	4.157	37.945
PVS	3-2	767.788	765.508	767.585	765.305	1.003	1.020	37.608	3.717	33.890
PVS	25-97	784.539	784.194	784.336	783.990	1.003	1.276	73.786	6.476	67.310
PVS	97-98	784.466	783.126	784.263	782.923	1.003	1.014	16.897	1.675	15.222
PVS	98-99	783.123	780.849	782.920	780.646	1.017	1.003	22.669	2.244	20.425
PVS	101-100	782.332	776.699	782.129	776.496	1.003	1.017	45.412	4.495	40.917
PVS	99-100	780.849	776.711	780.646	776.508	1.003	1.005	11.207	1.116	10.091
PVS	18-19	775.752	772.703	775.549	772.500	1.003	1.015	26.836	2.659	24.177
PVS	17-18	778.100	775.735	777.897	775.532	1.003	1.020	32.614	3.224	29.390
PVS	102-17	782.293	778.100	782.090	777.897	1.010	1.003	20.963	2.083	18.881
PVS	16-17	784.900	778.100	784.697	777.896	1.003	1.004	49.208	4.904	44.304
PVS	6-5	778.514	772.416	778.311	772.213	1.028	1.003	54.644	5.381	49.263
PVS	17-5	778.100	772.414	777.897	772.211	1.003	1.005	28.554	2.843	25.711
PVS	5-4	772.414	769.985	772.211	769.782	1.005	1.009	13.589	1.349	12.240
PVS	4-3	769.969	767.788	769.766	767.585	1.025	1.003	37.704	3.717	33.987
PVS	101-102	782.332	782.191	782.129	781.987	1.003	1.113	28.063	2.653	25.410
PVS	15-16	786.875	784.900	786.672	784.697	1.017	1.003	39.378	3.898	35.480
PVS	11-15	790.821	786.887	790.618	786.683	1.003	1.006	46.309	4.611	41.698
PVS	12-11	794.850	790.816	794.647	790.613	1.003	1.008	17.482	1.739	15.743
PVS	11-10	790.819	787.249	790.615	787.046	1.006	1.003	15.365	1.530	13.836
PVS	10-9	787.241	783.841	787.037	783.638	1.012	1.003	24.462	2.428	22.034
PVS	9-8	783.841	782.500	783.638	782.296	1.003	1.027	36.462	3.593	32.869
PVS	8-7	782.523	781.618	782.320	781.415	1.003	1.020	42.927	4.243	38.685
PVS	7-6	781.630	778.539	781.427	778.336	1.008	1.003	25.069	2.493	22.576
PVS	85-86	747.089	723.294	746.885	723.091	1.015	1.003	25.574	2.535	23.039
PVS	85-84	747.089	738.265	746.885	738.062	1.015	1.009	13.833	1.367	12.466
PVS	83-84	749.362	738.271	749.159	738.068	1.003	1.003	41.937	4.180	37.757
PVS	87-84	783.100	738.268	782.897	738.065	1.003	1.006	12.927	1.287	11.640
PVS	87-88	783.100	729.729	782.897	729.526	1.003	1.009	18.662	1.855	16.807
PVS	79-80	743.209	741.843	743.006	741.640	1.007	1.003	12.874	1.281	11.593
PVS	96-95	811.576	796.039	811.373	795.836	1.030	1.003	50.840	5.001	45.839
PVS	14-13	809.203	803.947	809.000	803.744	1.003	1.010	17.177	1.706	15.470
PVS	13-12	803.938	794.850	803.735	794.647	1.019	1.003	24.012	2.375	21.637
								3975.888	384.881	3595.135

Elaboración propia

5.4 Presupuesto de diseño del sistema propuesto

5.4.1 Consideraciones generales

Para realizar estos cálculos fue conveniente apoyarse del software Microsoft Excel 2016 que nos facilitó para realizar los mismos y poder determinar el costo aproximado que tomaría construir el sistema de alcantarillado propuesto.

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos. Como costos indirectos se consideraron: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los precios unitarios de costos directos e indirectos fueron proporcionados de una base de datos facilitada por ENACAL Matagalpa.

Es importante el señalar que se realizó una inspección de todas las calles de los barrios Las Piedrecitas y Las Marías, para efectos de corroborar las condiciones de estos, sin embargo, estos pueden sufrir variaciones significativas con el paso del tiempo, por lo que, al momento de ejecutar el proyecto, se debe realizar una nueva inspección para verificar las condiciones reales de campo.

Para un presupuesto más específico, será necesario contar con un estudio de suelos para verificar las condiciones de campo en el sector y evaluar las medidas a tomar, basado en las condiciones encontradas; ya que el presupuesto realizado en este trabajo de graduación ha sido de una forma general, asumiendo el tipo de suelo según la ubicación del barrio y observaciones de campo. La apertura de nuevas calles, requerirá el hacer los ajustes correspondientes del presupuesto. A continuación, se muestra el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario propuesto:

Tabla No. 15 Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

DESCRIPCIÓN	U / M	CANT.	COSTO		COSTOS UNITARIOS				SUB TOTALES				TOTAL C\$
			UNIT.	MAT.	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPOS	MATERIAL	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPO		
PRELIMINARES								6,981.15	49,337.72	123,115.18	71,131.53	33,378.18	276,962.61
Limpieza inicial en Derecho de Vía	ml	5,215.81	18.00		10.00	8.00				52,158.10	41,726.48		93,884.58
Trazo y nivelación	ml	5,215.81	24.88	6.94	12.75	5.19	1.15	36,197.72	66,501.58	27,070.05	5,998.18		135,767.53
Rotulo Alusivo del Proyecto	c/u	1.00	6,445.00	4,000.00	1,600.00	665.00	180.00	4,000.00	1,600.00	665.00	180.00		6,445.00
Facilidades Temporales (Champas)	Glb	1.00	12,896.00	8,600.00	2,685.00	1,611.00		8,600.00	2,685.00	1,611.00			12,896.00
Instalaciones Provisionales de Energía Eléctrica	Glb	1.00	567.00	370.00	150.00	47.00		370.00	150.00	47.00			567.00
Instalaciones Provisionales de Agua Potable	Glb	1.00	202.50	170.00	20.50	12.00		170.00	20.50	12.00			202.50
Letrina Provisional (Tipo Mapreco)	mes	4.00	6,800.00				6,800.00					27,200.00	27,200.00
COLECTORAS													
Excavación Para Tubería									318,071.04			75,382.84	393,453.88
Excavación manual en Suelo Normal,prof de 0 a 0.90 m	m3	3,975.89	98.96		80.00		18.96		318,071.04			75,382.84	393,453.88
Relleno Y Compactación								174,555.35	776,282.62	125,112.49	248,762.84		1324,713.30
Relleno y Compactación con material del sitio	m3	3,595.14	67.90		58.50	3.20	6.20		611,530.04	33,451.22	64,811.73		709,792.99
Botar Material sobrante a 1.0 km con equipo	m3	845.00	42.66			14.20	28.46			38,281.44	76,724.64		115,006.08
Acarreo de Material Selecto a 1.5 km c/ equipo	m3	535.21	112.66	63.57		16.24	32.85	174,555.35		44,593.03	90,202.03		309,350.42
Relleno Especial con material selecto	m3	535.21	96.40		80.00	6.20	10.20		42,816.80	3,318.30	5,459.14		51,594.24
Instalación de Tubería		5,215.81						782,371.50	79,541.10	202,269.11	82,149.01		1146,330.72
Tubería de 6" PVC SDR -41	ml	5,215.81	219.78	150.00	15.25	38.78	15.75	782,371.50	79,541.10	202,269.11	82,149.01		1146,330.72
DISPOSITIVOS DE INSPECCION	c/u	102.00						2114,206.20	1037,053.19	105,831.21	221,897.97		3478,988.57
Excavación manual	m3	384.90	230.00		215.00		15.00		241,102.08		16,821.08		257,923.16
Relleno material del sitio	m3	402.75	67.00		58.00	2.50	6.50		39,024.89	1,682.11	4,373.48		45,080.48
Relleno Especial con material selecto	m3	88.00	69.00		60.00	2.50	6.50		26,913.72	1,121.41	2,915.65		30,950.78
Botar Material Sobrante	m3	230.00	59.50			18.50	41.00			8,298.40	18,391.04		26,689.44
Acarreo de Material Selecto a 1.5 km c/ equipo	m3	348.56	177.00	100.00		25.00	52.00	34,856.00		11,214.05	23,325.22		69,395.27
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 0.90 a 1.20 m.)	c/u	60.00	11,955.00	7,500.00	3,300.00	350.00	805.00	450,000.00	198,000.00	21,000.00	48,300.00		717,300.00
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 1.21 a 2.00 m.)	c/u	25.00	13,551.00	8,400.00	3,925.00	368.00	858.00	210,000.00	98,125.00	9,200.00	21,450.00		338,775.00
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 2.01 a 2.50 m.)	c/u	12.00	15,712.25	11,380.00	3,225.00	956.75	150.50	136,560.00	38,700.00	11,481.00	1,806.00		188,547.00
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 2.51 a 3.50 m.)	c/u	5.00	19,194.50	13,674.00	3,977.50	1,333.00	210.00	68,370.00	19,887.50	6,665.00	1,050.00		95,972.50
Tapas de Polietileno	c/u	102.00	2,800.00	2,500.00	250.00	15.00	35.00	255,000.00	25,500.00	1,530.00	3,570.00		285,600.00

CONEXIONES DOMICILIARES	c/u	473.00	0.00					804,100.00	189,200.00	18,920.00	42,570.00	1054,790.00
Conexion domiciliar	c/u	473.00	2,230.00	1,700.00	400.00	40.00	90.00	804,100.00	189,200.00	18,920.00	42,570.00	1054,790.00
OTRAS OBRAS			0.00					464,207.80	361,703.45	42,560.65	133,801.95	235,930.00
Concreto de 2500 psi p/ protección de tubería	m3	43.00	2,210.00	1,800.00	90.00	95.00	225.00	113,400.00	5,670.00	5,985.00	14,175.00	139,230.00
Medidas de Mitigacion (cisterna contra tolvaneras)	glb	1.00	70,000.00	20,000.00		10,000.00	40,000.00	20,000.00		10,000.00	40,000.00	70,000.00
Rotulos y señalizacion Preventiva	glb	1.00	17,000.00	12,000.00	5,000.00			12,000.00	5,000.00			17,000.00
Señalizacion Nocturna	c/u	1.00	9,700.00	1,700.00	7,500.00	150.00	350.00	1,700.00	7,500.00	150.00	350.00	9,700.00
LIMPIEZA Y ENTREGA	glb	1.00						1,000.00	7,000.00			8,000.00
Limpieza Final	glb	1.00	6,000.00	1,000.00	5,000.00			1,000.00	5,000.00			6,000.00
Entrega y Detalles	dia	1.00	2,000.00		2,000.00				2,000.00			2,000.00
PRESTACIONES SOCIALES (33% de mano de obra)	0.33								1136,610.65			1136,610.65
SUB TOTAL COSTO DIRECTO												9055,779.73
Costos Indirectos												
Administración 10% del directo	10%											905,577.97
Imprevistos 10% del directo	10%											905,577.97
Utilidades:10% de CD+ADM.+IMP.	10%											2716,733.92
Supervisión 5% de CD	5%											452,788.99
SUB TOTAL COSTO INDIRECTO												4980,678.85
Total Directos + Indirectos												14036,458.59
Impuesto de la Municipalidad (1.0% CD+CI)	1%											5071,236.65
TOTAL ESTIMADO C\$												19107,695.24
TOTAL ESTIMADO U\$												579,021.07

Fuente: Elaboración propia

5.5 Estudio de impacto ambiental

Primero se elaboró una lista de los impactos ambientales que se podrían presentar durante la construcción y la operación del sistema; luego, por medio de la matriz de importancia de Vicente Conesa en 1995 y modificada por Milán en 1998, se fueron dando valores a cada uno de los impactos según su comportamiento durante todo el período de la obra, como son su intensidad, extensión, persistencia, etc., hasta llegar a un valor de importancia negativo o positivo, los cuales representarían un beneficio o un perjuicio de la actividad sobre el medio, respectivamente.

Los valores dados por la matriz de importancia se ven representados por medio de un gráfico de áreas en donde se visualizaron bien las áreas negativas y positivas resultantes, lo cual muestra un balance entre beneficios y perjuicios, que se podrían presentar durante la construcción y operación del sistema

5.6 Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario aplicando La Guía Técnica para la Reducción de la Vulnerabilidad en los Sistemas de Alcantarillado Sanitario

5.6.1 Situación ambiental del área de influencia

Área influencia directa: es el área que será afectada por las obras o actividades del proyecto.

Medio Físico

Aire: Los principales problemas que se presentaran son debido a las partículas de polvo suspendidas en el aire y el ruido que se producirá por las máquinas que serán utilizadas para la excavación de zanjas.

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

Medio perceptivo: El paisaje se verá afectado cuando se lleve a cabo la construcción de red de alcantarillado sanitario.

Durante la etapa de Operación

Medio Físico

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

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

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

Olores: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirán olores.

Nivel Sonoro: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá ruido.

Suelo: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirán alteraciones en el suelo.

Medio perceptivo

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

Economía y población

- Tránsito y medios de transporte: el funcionamiento del sistema no provocará un impacto sobre el tránsito y circulación de vehículos, por lo que este impacto se considera nulo.

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

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

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

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

5.6.2 Identificación de los impactos negativos durante la construcción

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	Factor impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
Construcción	Preliminares	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo, emisión de carburadores al igual del ruido que esparcen las maquinas que operan, molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje debido a la presencia de las maquinas operadoras, enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo.
	Colectoras	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo al realizar la excavación de zanjas para instalar las tuberías, emisión de ruido al colocar las tuberías de las zanjas, molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo, así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo al realizar excavaciones, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable.
	Pozos de visitas	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo al realizar la excavación, molestia a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo, así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable, alteración del suelo.
	Conexiones	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	No produce ningún efecto en el ambiente.
	Limpieza y entrega	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	No produce ningún efecto en el ambiente.

Fuente: Elaboración propia

5.6.3 Criterios para la evaluación de impacto ambiental

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

Tabla No. 16 símbolos y valores de la importancia de los impactos

SIGNO	INTENSIDAD (I) (Destrucción)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Impacto ambiental beneficioso-----(+) ◆ Impacto ambiental perjudicial-----(-) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Baja----- 1 ◆ Media----- 2 ◆ Alta----- 4 ◆ Muy alta----- 8 ◆ Total----- 16
EXTENSION (E) (Área de influencia)	MOMENTO (M)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Puntual----- 1 ◆ Parcial----- 2 ◆ Extenso----- 4 ◆ Total----- 8 ◆ Crítico----- >8 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Largo plazo----- 1 ◆ Medio plazo----- 2 ◆ Inmediato----- 4 ◆ Crítico----- +1, +4
PERSISTENCIA (P) (Permanencia del efecto)	REVERSIBILIDAD (R) (Reconstrucción)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fugaz----- 1 ◆ Temporal----- 2 ◆ Pertinaz----- 4 ◆ Permanente----- 8 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Corto plazo----- 1 ◆ Medio plazo----- 2 ◆ Largo plazo----- 4 ◆ Irreversible----- 8 ◆ Irrecuperable----- 20
IMPORTANCIA $\pm (3I + 2E + M + P + R)$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 17 Matriz de valoración

	Etapa de construcción						Etapa de operación					
	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	IMPORTANCIA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	IMPORTANCIA
1- AIRE												
Contaminación por ruidos	-2	-1	-2	-2	-1	-13	-1	-2	-2	-2	-1	-12
Contaminación por partículas	-2	-2	-4	-2	-1	-17						
Contaminación por olores	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
2- SUELO												
Estructura del suelo	-1	-2	-1	-8	-4	-20	-1	-1	-1	1	-1	-6
Contaminación de suelo y subsuelo por derrames de combustibles y aceites	-1	-1	-2	-8	-4	-19						
3- AGUA												
Calidad	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
Contaminación por hidrocarburos	-1	-2	-2	-4	-4	-17						
Drenaje	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
Aguas subterráneas	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
4- CONDICIONES BIOLÓGICAS												
Fauna	-1	-1	-1	-1	-1	-8	1	2	1	1	2	11
Flora	-1	-1	-1	-1	-1	-8	1	2	1	1	2	11
5- SISTEMA DE TRANSPORTE												
Automóviles	-1	-1	-1	-1	-1	-8	2	4	4	4	4	26
Camiones	-1	-1	-1	-1	-1	-8	2	4	4	4	4	26
Movimiento	-1	-2	-2	-2	-1	-12	4	4	4	4	4	32
6- MEDIO PERCEPTUAL												
Visibilidad	-2	-2	-4	-1	-1	-16						
Estética	-2	-2	-2	-2	-2	-16	2	2	4	8	4	26
7- MEDIO SOCIOECONÓMICO												
Desarrollo urbano permanente							2	2	2	8	4	24
Estilo, calidad y condiciones de vida							8	2	4	8	4	44
Nivel cultural							1	2	2	8	4	21
Afectaciones en la salud de trabajadores y pobladores	-1	-1	-4	-2	-1	-12						
Ampliación de servicios							2	2	2	4	8	24
8- SERVICIOS												
Calidad sanitaria en el ambiente local	-1	-2	-2	-2	-1	-12	8	4	4	8	4	48
Reducción de molestias sanitarias debido a olor en los alrededores producidas por aguas							8	4	4	8	8	52
Salud de la población	-1	-2	-2	-2	-1	-12	8	4	4	8	4	48
Bienestar social	-1	-2	-2	-2	-2	-13	8	4	4	8	4	48

Fuente: Elaboración propia

5.7 Medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos durante la construcción y operación

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

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

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

5.7.1 Plan de vigilancia y control ambiental en la etapa de construcción y operación del sistema.

En relación con el medio físico

En relación con los recursos hídricos superficiales y subterráneos

- Se prohibirá el lavado de vehículos, su mantenimiento o cambio de aceites y lubricantes en la zona de obra. Se deberá efectuar esta tarea en talleres existentes.

- Se deberán instalar baños para uso del trabajo, campamento y frentes de obra.

En relación con la calidad del aire.

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

En relación con la producción de olores.

- Con relación a los olores producidos en zona del trabajo y campamentos se deberá controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La empresa de contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenado de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado. Esta acción se deberá realizar por lo menos tres veces a la semana.
- La zona del trabajo y campamento se deberá mantener limpia en forma permanente.
- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga con la finalidad de reducir las emisiones de gases.

En relación con la contaminación sonora.

- Optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir en movimiento de ésta, evitando horas innecesarias de circulación.

- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección auditiva por parte del personal de obra.

En relación con el suelo

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La empresa contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenamiento de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado.
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes.
- Se deberá optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de estas evitando horas innecesarias de circulación.
- En forma permanente se controlará la estabilidad de taludes y de excavaciones para evitar desmoronamiento en excavaciones. La empresa contratista deberá garantizar la estabilidad de los taludes ya sea en forma natural o mediante el empleo de sostenimientos temporarios.

5.7.2 Medidas mitigadoras para la excavación de zanjas para la colocación de tuberías.

1. El material extraído de las excavaciones se mantendrá acopiado, humedecido o protegido con una cubierta superficial a fin de evitar su desparramo y permitir el tránsito peatonal.
2. Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.

3. Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.
4. Se establece como máximo para cada frente de trabajo 200m lineales de excavación sin tubería colocada como límite de ejecución de zanjas.
5. En la apertura del camino para tuberías, bajo ninguna circunstancia los individuos arbóreos y arbustivos deberán ser suprimidos sin la debida autorización ambiental componente. Los árboles deben ser tumbados adentro de la zona de la obra. Los árboles localizados fuera de los límites de la zona de obra no deben ser cortados para obtener madera para la obra.
6. En la apertura de zanjas el suelo fértil de superficie y suelo mineral excavado deben ser almacenados separadamente. En ninguna circunstancia el suelo superficial que será utilizado para la futura recuperación del área degradada por la apertura de la zanja deberá ser utilizado como revestimiento de fondo de zanja.

5.7.3 Evaluación de impacto ambiental de la obra en general.

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

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

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

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

- Minimizar la obstrucción de carriles para tránsito de paso.

- b) Cumplimiento de los requisitos más estrictos que dispongan las ordenanzas vigentes para prevenir la contaminación sonora
 - Utilización de equipos de construcción de baja generación de ruido.
 - Programación de las actividades que producen más ruido para los períodos menos sensibles.
 - Programar las rutas del tránsito de camiones relacionado con la construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido.
 - Reducción de velocidad de vehículos afectados a lo construcción.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Acorde a los datos obtenidos, de la encuesta socioeconómica realizada a pobladores de los barrios Las Marías y Las Piedrecitas, se determinó que está conformado por 454 viviendas, con una población total futura de 4,096 habitantes.

Para conocer las condiciones topográficas del terreno de los barrios, se realizó una revisión a planos topográficos existentes del mismo, los cuales fueron facilitados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) del municipio de Matagalpa, con el objetivo de recopilar datos que contribuyeron a la realización del diseño del sistema de alcantarillado sanitario de los barrios.

Se elaboraron los planos constructivos de la red de alcantarillado dimensionado de acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño de la propuesta del alcantarillado.

La propuesta de alcantarillado sanitario se diseñó de acuerdo a la “guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario condominal de INAA” publicada en el sitio web. La red de alcantarillado sanitario se diseñó para una cobertura del 100% de la población del área de estudio y se logró desarrollar para que trabaje enteramente por gravedad hacia el punto de descarga recomendado por ENACAL.

Se determinó los costos que conlleva la realización de este, teniendo un monto total de seiscientos ochenta y nueve mil doscientos cincuenta y nueve comas ochenta y siete dólares americanos (U\$541,167.62), en base a precios actuales de mano de obras, costo de equipo.

En lo que respecta a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se realizó una identificación de los impactos negativos durante la etapa de construcción. Para valorar los impactos, producidos a los distintos medios, se utilizó la matriz de valoración, evaluando tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de operación. Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, se muestran las correspondientes medidas de mitigación a tomar, durante las dos etapas del proyecto, así como el plan de gestión ambiental que se deberá llevar a cabo una vez puesto en marcha el proyecto.

6.2 Recomendaciones

1. Cumplir con el manual de operación y mantenimiento para evitar fallas en el sistema.
2. Incluir a la población en la etapa de construcción como método de generación de ingresos.
3. Realizar campañas de educación ambiental para el buen uso del sistema de alcantarillado.
4. Hacer promotorías antes, durante y después de la construcción del sistema de alcantarillado en escuelas, instituciones y empresas en general.
5. Implementar todas las medidas de higiene y seguridad en la etapa de construcción.
6. Localizar la ubicación donde se evacuará el material excedente de las excavaciones a realizarse.
7. Realizar pruebas de laboratorio para el control de calidad de agua en el efluente del sistema de tratamiento, con una rutina de, una prueba al mes en los primeros 3 meses y posteriormente una prueba trimestral durante los 20 años que proyecta el sistema, para garantizar su buen funcionamiento.
8. Se deberá de garantizar la conexión de todos los usuarios y el uso del sistema en un 100%, para poder evaluar el proyecto piloto como tal.

Bibliografía

1. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario Y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).
2. Guías Técnicas para la Reducción de Vulnerabilidad en los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).
3. Ing. José Ángel Baltodano e Ing. Miguel Blanco Chávez. Estudio Hidrológico e Hidráulico de un cauce: Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Departamento de hidráulica-FTC-UNI-RUPAP.
4. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
5. Catálogo de etapas y subetapas (FISE 2007).
6. (SGC), S. G. (2005). Investigación geológica de los riesgos naturales en Nicaragua y en otros países en América Central.
7. Diseño Hidráulico de un sifón invertido (Universidad Pedro Ruiz Gallo, Perú).
8. UNI-PAUS. (2013). Diseño y evaluación de sistema de agua Potable. Managua.
9. Valencia, U. P. (2003). Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. Valencia.

ANEXOS

Anexo No. 1
Listado de ecuaciones

ECUACIONES	DESCRIPCIÓN
$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s}$	<i>Ecuación (3.1) Caudal mínimo Norma Brasileña NBR9649</i>
$Q_{mh} = K * Q_{med}$	<i>Ecuación (3.2) Caudal máximo horario. NBR9649</i>
$K = K1 * K$	<i>Ecuación (3.3) Coeficiente de flujo máximo</i>
$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_c + Q_{ind} + Q_{inst}$	<i>Ecuación (3.4) Caudal de diseño</i>
$\tau = W * Rh * S$	<i>Ecuación (3.5) Tensión tractiva.</i>
$S = \tau / (W * Rh)$	<i>Ecuación (3.6) Pendiente mínimas.</i>
$Q = V * A$	<i>Ecuación (3.7) de la continuidad.</i>
$V = \frac{1}{n} * R_H^{2/3} * S^{1/2}$	<i>Ecuación (3.8) Formula de manning.</i>
$R_H = \frac{\frac{\pi}{4} * D^2}{2 * \pi * r} = \frac{D}{4}$	<i>Ecuación (3.9) para tuberías a sección llena</i>
$\frac{d}{D} < 80\%$	<i>Ecuación (3.10) diseño de tubería al 80% de capacidad</i>
Relaciones hidráulicas para secciones parcialmente llenas en las siguientes expresiones:	
$\theta^\circ = 2A \cos(1 - \frac{2h}{D})$	<i>Ecuación (3.11), ángulo central θ° en grado sexagesimal.</i>
$rh = \frac{D}{4} (1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta})$	<i>Ecuación (3.12,) del radio hidráulico.</i>
$v = \frac{0.397 * D^{2/3}}{n} (1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta})^{2/3} * S^{1/2}$	<i>Ecuación (3.13) de la velocidad.</i>



$q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2 * \pi * \theta^0)^{2/3}} (2 * \pi * \theta^0 - 360 * \text{sen} \theta^0)^{5/3} * S^{1/2}$	<i>Ecuación (3.14) del caudal</i>
$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3}$	<i>Ecuación (3.15) relación de la velocidad.</i>
$\frac{r}{R} = 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta}$	<i>Ecuación (3.16) relación del radio.</i>
$\frac{v}{V} = \left(\frac{r}{R}\right)^{2/3}$	<i>Ecuación (3.17) relación de la velocidad y radio.</i>
$\frac{q}{Q} = \left(\frac{a}{A}\right) \times \left(\frac{v}{V}\right)$ $\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta^0}{360^0} - \frac{\text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right) \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3}$	<i>Ecuación (3.18) y (3.19) relación del caudal.</i>
PS=Números de viviendas x 6 habitantes/ viviendas	<i>Ecuación (3.25) estimación de población</i>
$Pf = Pac [1 + \%]^n$	<i>Ecuación (3.26) Proyección de población.</i>
$0.2 (Vm)^2/2g$	<i>Ecuación (3.27) pérdida de carga</i>
Ecuaciones utilizadas en el cálculos topográficos:	
Elev.de corona de salida= Elev.del terreno menos el recubrimiento mínimo.	<i>Ecuación (3.20)</i>
Elev. De corona del siguiente punto=Elev.de corona del punto anterior menos (la longitud por la pendiente).	<i>Ecuación (3.21)</i>
Elev.delinver de sal=Elev.de corona de salida menos el diámetro de tubería	<i>Ecuación (3.22)</i>
Volumen de exc. en pozo= Área del pozo por la profundidad	<i>Ecuación (3.23)</i>
Volumen de exc. de tubería= Área de la tubería por la profundidad.	<i>Ecuación (3.24)</i>

Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo No. 2

Cuadro de valores de la curva de relaciones hidráulicas

q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH	q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH	q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH
0.00	0	0	0	0.33	0.897	0.395	0.85	0.67	1.072	0.599	1.11
0.01	0.326	0.072	0.186	0.34	0.904	0.402	0.86	0.68	1.075	0.605	1.115
0.02	0.398	0.099	0.251	0.35	0.911	0.408	0.87	0.69	1.079	0.611	1.12
0.03	0.448	0.119	0.3	0.36	0.918	0.415	0.88	0.70	1.082	0.616	1.125
0.04	0.448	0.137	0.341	0.37	0.925	0.421	0.89	0.71	1.085	0.622	1.131
0.05	0.522	0.152	0.377	0.38	0.932	0.428	0.9	0.72	1.088	0.628	1.135
0.06	0.551	0.167	0.409	0.39	0.938	0.434	0.908	0.73	1.092	0.634	1.14
0.07	0.576	0.179	0.437	0.40	0.944	0.44	0.918	0.74	1.095	0.64	1.145
0.08	0.599	0.191	0.464	0.41	0.95	0.446	0.927	0.75	1.097	0.646	1.15
0.09	0.62	0.203	0.488	0.42	0.956	0.452	0.935	0.76	1.1	0.652	1.154
0.10	0.641	0.215	0.513	0.43	0.962	0.458	0.943	0.77	1.103	0.658	1.159
0.11	0.658	0.224	0.533	0.44	0.968	0.464	0.952	0.78	1.106	0.664	1.163
0.12	0.675	0.234	0.555	0.45	0.974	0.47	0.961	0.79	1.108	0.67	1.167
0.13	0.69	0.244	0.573	0.46	0.979	0.476	0.969	0.80	1.111	0.677	1.171
0.14	0.705	0.253	0.592	0.47	0.985	0.482	0.977	0.81	1.113	0.683	1.175
0.15	0.72	0.252	0.611	0.48	0.99	0.488	0.985	0.82	1.116	0.689	1.179
0.16	0.733	0.271	0.627	0.49	0.995	0.494	0.992	0.83	1.118	0.695	1.182
0.17	0.746	0.279	0.644	0.50	1	0.5	1	0.84	1.12	0.702	1.186
0.18	0.757	0.287	0.669	0.51	1.005	0.506	1.007	0.85	1.123	0.708	1.189
0.19	0.77	0.295	0.675	0.52	1.01	0.512	1.015	0.86	1.125	0.715	1.193
0.20	0.781	0.303	0.69	0.53	1.015	0.518	1.022	0.87	1.126	0.721	1.196
0.21	0.792	0.311	0.704	0.54	1.019	0.523	1.029	0.88	1.128	0.728	1.199
0.22	0.802	0.319	0.718	0.55	1.024	0.529	1.036	0.89	1.13	0.735	1.201
0.23	0.813	0.326	0.732	0.56	1.028	0.535	1.043	0.90	1.132	0.742	1.204
0.24	0.822	0.334	0.745	0.57	1.033	0.541	1.049	0.91	1.133	0.749	1.206
0.25	0.831	0.341	0.758	0.58	1.037	0.547	1.056	0.92	1.135	0.756	1.209
0.26	0.84	0.348	0.77	0.59	1.041	0.552	1.062	0.93	1.136	0.763	1.211
0.27	0.849	0.355	0.783	0.60	1.045	0.558	1.068	0.94	1.137	0.771	1.212
0.28	0.858	0.362	0.794	0.61	1.049	0.564	1.075	0.95	1.138	0.778	1.214
0.29	0.866	0.369	0.806	0.62	1.053	0.57	1.081	0.96	1.139	0.786	1.215
0.30	0.874	0.376	0.817	0.63	1.057	0.576	1.087	0.97	1.139	0.794	1.216
0.31	0.882	0.382	0.828	0.64	1.061	0.581	1.093	0.98	1.14	0.802	1.217
0.32	0.89	0.389	0.839	0.65	1.065	0.587	1.098	0.99	1.14	0.811	1.217
				0.66	1.068	0.593	1.104				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo No. 3

Glosario de términos

Diseño de sitio: Es el plano de ingeniería en el cual se indica toda la infraestructura interrelacionada con una obra a desarrollar, se hace a una escala donde se muestren todas las obras a construir y existentes con los retiros a colindancias y cuerpos de agua.

Agua residual: Es el residuo líquido transportado por una alcantarilla, el cual puede incluir descargas domésticas industriales, así como también aguas lluvias, infiltraciones y flujos de entrada. Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido degradada por la incorporación de agentes contaminantes.

Agente contaminante: Toda aquella sustancia cuya incorporación a un cuerpo de agua conlleve el deterioro de la calidad física, química o biológica de este.

Agua residual de tipo especial: Agua residual de tipo diferente al ordinario.

Agua residual de tipo ordinario: Agua residual generada por las actividades domésticas del ser humano (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.)

Agua residual doméstico o sanitaria: Es aquella que se origina en los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales.

Aguas negras: Son las aguas provenientes del servicio sanitario.

Alcantarilla: Es una tubería o conducto, en general cerrado, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.

Alcantarilla combinada: Transporta tanto aguas residuales como aguas lluvias.

Alcantarilla sanitaria: Transporta aguas residuales sanitarias y es diseñada para excluir aguas lluvias, infiltración y flujo de entrada.

Alcantarillado convencional. Recolección de las aguas residuales a través de una red de tuberías, consta de una red de tuberías que requieren profundas excavaciones para su instalación y de buzones ubicados cada cambio de dirección, cambio de desnivel, cruce de tuberías o cada 100 m como máximo. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula.

Alcantarillado simplificado. Alcantarillado que difiere del sistema convencional, en la simplificación y minimización del uso de materiales y criterios constructivos. Requieren de excavaciones menos profundas y de un menor número de buzones que el alcantarillado convencional, además de emplear cajas de inspección o de limpieza. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula. El costo de construcción de este sistema es menor que el del alcantarillado convencional.

Contaminación: Es un término general que significa la introducción al agua de microorganismos, que hacen el agua impropia al consumo humano, generalmente se considera que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.

Consumo: Cantidad de agua signada a una persona por unidad de tiempo.

Caudal mínimo horario: Es la mínima cantidad de agua que será requerida en una determinada hora del día.

Caudal medio diario: Es la cantidad de agua que requiere una población en un día.

Caudal de infiltración: El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

Consumo máximo diario: Es la cantidad máxima de agua asignado en un día para un habitante.

Coefficiente de rugosidad: Coeficiente de aspereza o escabrosidad.

Densidad poblacional: Es el número de habitantes por unidad de superficie hab/Ha.

Método geométrico: Se considera cuando las ciudades crecen en proporción del presente método.

Población actual: es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.

Población inicial: es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes. Cabe observar que entre la población actual esta población puede haber una diferencia significativa, en función del tiempo de implantación de las obras.

Población final: Es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado del sistema de aguas lluvias o pluvial.

Tramo: Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

Red: Es la distribución de acueductos y alcantarillas en base a un diseño.

Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.

Colector principal ó matriz: Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias

Caja de inspección domiciliaria: Cámara localizada en la parte final de la red pública de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Pozo de visita: También llamados pozos de inspección, están situados en los puntos en donde la tubería cambia de dirección o diámetro, cambio dependiente, origen de tramo (cabeceras).

Cota invert: La parte más baja de un colector, en donde entran una o varias tuberías y solo una de ellas es de seguimiento.

Pendiente: Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad, la cual en alcantarillados cumple con especificaciones establecidas.

Relaciones Hidráulicas: Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.

Vida útil: Es el periodo de tiempo que las estructuras realizan su función en un 100%.

Disposición final: Es el punto de descarga final del agua que ha sido tratada anteriormente

Anexo No. 4
Fotografías situación actual



Elaboración propia

Fotografías situación actual



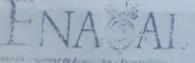
Elaboración propia

Anexo No. 5

Aforo en la línea de descarga


 Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado Sanitario
 ENACAL Matagalpa Dirección Técnica
 Levantamiento de datos (Aforos de Alcantarilla)
 Pto: 029 Elev: 704msnm

Barrio:		Municipio:		Departamento:		N° familias	Fecha levan:
Hielera		Matagalpa					24-05-2017
						Levantado por:	Ing. Luis Zeledón
Item	Hora	Diámetro cm	Tirante (Y)	Q (L/S)	Velocidad (Y)	Observación	
1	06:00	6"	9	8"	7		
2	07:00	"	10	8"	9		
3	08:00	"	10	"	9		
4	09:00	"	8	"	6		
5	10:00	"	9	"	7		
6	11:00	"	10	"	9		
7	12:00	"	7	"	6		
	1:00	"	10	"	8		
9	3:00	"	8	"	6		
10	4:00	"	7	"	5		
11	5:00	"	6	"	4		
12	6:00	6"	8	"	6		


 Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado Sanitario
 ENACAL Matagalpa Dirección Técnica
 Levantamiento de datos (Aforos de Alcantarilla)

Barrio:		Municipio:		Departamento:		N° familias	Fecha levan:
						Levantado por:	Ing. Luis Zeledón
Item	Hora	Diámetro cm	Tirante (Y)	Q (L/S)	Observación		
1	06:30	6"	7	6"	7		
2	07:30	"	7	"	7		
3	08:30	"	8	"	8		
4	9:30	"	9	"	9		
5	10:30	"	7	"	7		
6	11:30	"	8	"	8		
7	12:30	"	6	"	6		
8	1:30	"	5	"	5		
9	2:30	"	5	"	5		
10	3:30	"	4	"	4		
11	4:30	"	5	"	5		
12	5:30	"	5	"	5		
	6:30	"	7	"	7		

Ing. Carmelo Ruiz Vallejos

Fuente: ENACAL Matagalpa

Anexo No. 6

**PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO**