

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Facultad de Ciencias y Tecnología
Escuela de Ingeniería Civil**



**“Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en la
localidad El Cacique, Monte Plata, 2021”**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Sustentantes:

Albert Ricardo Javier Antigua 16-0540
Elpyme Hernández Amarante 15-2122

Asesora:

Ing. Amelia María Pérez Sánchez

Santo Domingo, D.N., República Dominicana
Septiembre 2021

Agradecimientos

A Dios: Por darnos la vida, salud y permitirme lograr llegar hasta aquí, ya que sin él nada es posible.

A la universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): Por abrirme sus puertas para adquirir los conocimientos necesarios y formarme como profesional.

A mi Asesora Ing. Amelia Pérez: Quien es una excelente profesora, muchas gracias por dedicar gran parte de su tiempo a ayudarnos, aconsejarnos y hacernos las recomendaciones necesarias para lograr un buen trabajo de grado.

A mis profesores: Quienes fueron parte fundamental en todo este proceso de formación académica profesional.

A mi compañero de tesis: Albert Javier, por ser una persona aplicada y motivadora, sin el esfuerzo de ambos esto no hubiera sido posible. Gracias por todos estos años de amistad.

A mis amigos y compañeros de carrera: Junior Gil, Brayan Cuevas, Bielka Fernández, Brayham Herrera, Jean López, Isabel Tejeda, Alejandro Liriano, Jesús Berroa, Vianka Duval, Carlos Vargas, Betsy Cedano, Brianer Vásquez, Johan Garcia, Arianny Vásquez, Simón Durán, Jefferson Volquez, Rafael Beltre, Samuel López, Jorge Martínez, Luis Pérez, Cesar Delgado, por todos estos años de amistad y momentos vividos.

Elpyme Hernández Amarante

Agradecimientos

A Dios: En primer lugar, por darme Salud y vida para estudiar la carrera que me gusta y ampliar mis habilidades y conocimientos.

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): Por darme la oportunidad y medios para adquirir conocimientos y capacitarme como un profesional útil para la sociedad.

A mi Asesora Ing. Amelia Pérez: Por ser soporte y guía no solo en el desarrollo de este trabajo de grado sino durante parte de mi formación académica además por su gran entrega y disposición a la enseñanza.

A mis profesores: Quienes fueron parte fundamental en todo este proceso de formación académica profesional fue un placer y orgullo el aprender de ustedes y sus experiencias.

A mi compañero de tesis: Elpyme Hernandez, por ser una persona entregada, aplicada y motivadora, sin el esfuerzo de ambos esto no hubiera sido posible. Gracias por todos estos años de amistad.

Albert Ricardo Javier Antigua

Dedicatoria

A mi padre: Lic. Elpidio Hernández Del Orbe, por ser mi ejemplo a seguir como persona y como profesional, eres una persona intachable. Gracias por darme tantos consejos, por educarme de la manera en que lo has hecho y brindarme todo tu apoyo cuando decidí escoger esta carrera. Me siento demasiado orgulloso de tenerte como padre. Te adoro

A mi madre: Dra. Carmen Amarante, por ser la mejor madre del mundo, gracias por toda tu entrega, dedicación y apoyo, siempre dando lo mejor de ti, gracias por todo el cariño y amor que me brindas, me siento demasiado orgulloso de tenerte como madre, me faltan palabras para agradecerte tanto. Te amo.

A mis hermanos: Aneudy Hernández y Juan Luis Hernández, por ser mis mejores amigos, con quienes he compartido los mejores momentos de mi vida, este logro es de los tres.

A mis tíos: Darío Hernández y Carina Ulloa, quienes siempre estuvieron brindándome su apoyo incondicional en todos los sentidos de la palabra, estando siempre pendientes de mí y tratándome como si fuese uno de sus hijos.

Elpyme Hernández Amarante

Dedicatoria

A mis padres Julio Cesar Javier Ramos y Suani Maribel Antigua Aquino: Por ser mi inspiración, ayudarme siempre en lo que necesite, motivarme a superarme, crecer y lograr la meta que me propuse a obtener, por siempre alentarme a cumplir mis sueños por guiarme, preocuparse, enseñarme e instruirme a que sea una persona de bien y de valores morales y humanos, son los mejores del mundo y agradezco a Dios por tenerlos. Los amo.

A mi hermana Nicelis Javier Antigua: Por aconsejarme y ayudarme siempre en mi proceso de formación profesional, alentarme a superarme y crecer cada día más y preocuparte todo el tiempo te amo mucho eres la mejor hermana que alguien pueda tener. Te amo

A Maite Leticia Aquino Abad: Por motivarme a ser mejor persona, siempre alentarme preocuparte para que me supere y crezca, por apoyarme en este proceso y siempre estar para mí cuando te necesite. Te amo.

A Demás familiares Javier y Antigua: A toda mi familia en especial a mis primos Erik Rosario, José Antigua, Eylin Rosario, Edicson Armengot, Dariander Antigua y Erick Antigua por estar pendientes de mí y mis estudios, sus buenos consejos y apoyo moral.

A mis amigos y compañeros de carrera: Jean López, Junior Gil, Carlos Jr. Cedeño, Samuel López, Franklin Pimentel, Louis Pérez, Francisco Delgado, Georges Mercedes, Abnel Sandoval, Brayham Herrera, Jesús Berroa, Vianka Duval, Betsy Cedano, Jorge Martínez, Johan García, Alejandro Liriano, Reyson Ferdinand, Alam Vessup, Reymond Andújar, Jefferson Volquez, Rafael Beltre, Luis Pérez, Cesar Delgado y Aury Brayan herrera este logro es de todos.

Albert Ricardo Javier Antigua

Índice

Introducción	12
Capítulo I: Problema de investigación	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Pregunta de investigación.....	14
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificación.....	15
1.5 Alcances y limitaciones.....	16
1.5.1 Alcances	16
1.5.2 Limitaciones	16
1.6 Antecedentes	16
Capítulo II: Marco teórico.....	19
2.1 Saneamiento	19
2.2 Aguas Residuales	19

2.2.1 Clasificación de las aguas residuales.....	20
2.2.2 Características de las aguas residuales	21
2.2.2.1 Características físicas del agua	21
2.2.2.2 Características químicas de agua	23
2.2.2.3 Características biológicas de agua	27
2.3 Enfermedades en el agua.....	28
2.4 Sistema de depuración de aguas residuales.....	30
2.5 Elementos dañinos de las aguas residuales	31
2.6 Sistemas de alcantarillados.....	33
2.6.1 Sistemas de alcantarillados convencionales	34
2.6.1.1 Clasificación de los sistemas de alcantarillado convencionales	35
2.6.2 Sistemas de alcantarillados no convencionales	36
2.6.2.1 Clasificación de los sistemas de alcantarillado no convencionales	37
2.7 Marco conceptual	38
2.8 Marco contextual.....	41
2.8.1 Ubicación	41

2.8.2 Municipio De Monte Plata	43
2.8.3 Geografía	44
2.8.4 Economía	44
2.8.5 Educación	44
2.8.6 Salud	44
2.8.7 Población	44
Capítulo III: Marco Metodológico	45
3.1 Enfoque de la investigación	45
3.2 Tipo de investigación	45
3.2.1 Procedimientos de la investigación	46
3.3 Población y muestra	47
3.3.1 Alcance	47
3.3.2 Elementos	47
3.3.3 Criterios de selección de la muestra	48
3.3.4 Análisis de los datos	48
3.4 Procedimiento de diseño	49
3.4.1 Sistema de alcantarillado sanitario	49

3.5 Parámetros de Diseño.....	49
3.5.1 Trazado de la red	49
3.5.2 Estimación de la población.....	50
3.5.3 El cálculo de la población actual	51
3.5.4 Crecimiento Logarítmico.....	51
3.5.5 Dotación neta mínima y máxima.....	52
3.5.6 Pérdidas	53
3.5.7 Coeficiente de retorno (Fr)	54
3.5.8 Dotación Bruta.....	55
3.5.9 Caudal medio diario de agua potable ($Q_{medd} (AP)$)	56
3.5.10 Caudal medio diario de aguas residuales.....	56
3.5.11 Caudal máximo horario de Agua Residual.....	57
3.5.12 Factor de mayoración (F) o Factor punta	58
3.5.13 Caudal por conexiones erradas (Q_e).....	59
3.5.14 Caudal de infiltración (Q_i).....	60
3.5.15 Caudal de diseño.....	61

3.5.16 Criterios para la asignación de diámetros.....	62
3.5.17 Diametro de tuberías.....	63
3.5.18 Criterios para la asignación de velocidades.....	64
3.5.19 Criterios para asignación de pendientes	66
3.5.20 Capítulo IV: Resultados y Análisis	68
4.1 Analisis e interpretacion de resultados.....	68
4.1.1 Resultados de la encuesta	68
4.2 Resultado	79
4.2.1 Sistema de alcantarillado sanitario	79
Conclusiones	82
Recomendaciones.....	84
Bibliografia	86
Anexo I.....	90
Anexo I. Imágenes de la visita de campo.....	90
Anexo II Tablas del diseño de alcantarillado sanitario	108

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Escala del pH.	24
Ilustración 2: Esquema de una red de alcantarillado convencional.....	34
Ilustración 3: Esquema de una red de alcantarillado no convencional.....	36
Ilustración 4: Imagen satelital de monte plata.....	41
Ilustración 5: Imagen satelital de la localidad El Cacique.	42
Ilustración 6: Imagen municipio de monte plata.....	43
Ilustración 7: Realización de encuesta	90
Ilustración 8: Realización de encuesta	91
Ilustración 9: Realización de encuesta	92
Ilustración 10: Rio La Savita.....	93
Ilustración 11: Puente Rio La Savita.....	94
Ilustración 12: Parque principal	95
Ilustración 13: Encuesta	96
Ilustración 14: Encuesta	97
Ilustración 15: Encuesta.....	98
Ilustración 16: Encuesta	99

Índice de tablas

Tabla 1 : Dotación conforme a características Socioeconómicas	52
Tabla 2: Dotación según cantidad de habitantes	53
Tabla 3. Coeficiente de retorno	55
Tabla 4 : Variables de ecuación de diámetro en tuberías.....	63
Tabla 5 : Variables de ecuación de Velocidad	65
Tabla 6 : Estimación de la población futura.....	80
Tabla 7: Cálculos De caudales	80
Tabla 8: Pendiente y Caudales Máximos de Tuberías de Alcantarillado Sanitario de PVC.	97

Introducción

Este sistema de alcantarillado sanitario es una infraestructura que permitirá recolectar y transportar las aguas residuales originadas por las necesidades diarias de los habitantes de esta zona

Debido al gran crecimiento de la localidad El Cacique se ha visto en la necesidad de diseñar una red de alcantarillado sanitario para satisfacer las necesidades de saneamiento de sus habitantes.

El sistema de alcantarillado sanitario tiene muchas ventajas, ya que sirve para solucionar problemas que causan impactos negativos en las sociedades, este sistema es efectivo porque ofrece soluciones seguras y demostrables con resultados positivos a largo y corto plazo.

Este trabajo de grado tiene como propósito cooperar al saneamiento básico de la localidad El Cacique y con ello mejorar las condiciones de higiene, salud y proteger los recursos naturales que cuenta El Cacique.

Capítulo I: Problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema

La localidad el Cacique ubicada en la provincia Monte Plata al igual que muchos otras en República Dominicana no cuenta con un sistema eficaz para conducir y darles un debido tratamiento a las aguas residuales, es decir no poseen sistemas de alcantarillado sanitario o plantas de tratamiento para estas, esto contribuye a la contaminación ambiental afectando cuerpos de agua superficiales como ríos y afluentes de estos, producto de las descargas de aguas residuales de las casas directamente a los contenes y el un popular uso de lo que son pozos sépticos que son muy comunes en las viviendas de las personas de clase media y escasos recursos quienes optan por este como una manera económica de manejar desechos sólidos, este tipo de sistemas pueden tener un impacto negativo hasta en las aguas subterráneas las cuales son difíciles de contaminar pero luego que se contaminan es aún más difícil su descontaminación.

Dicha contaminación en el agua también trae consigo problemas de salud para la población de habitantes lo cual lo convierte en un problema ambiental y sanitario, incluso económico, si estas llegan al punto de estar muy contaminadas afectaría la economía de esta localidad donde se desarrolla la ganadería y agricultura.

Los organismos encargados de desarrollar este tipo de estructuras hidráulicas para beneficiar las comunidades en la República Dominicana, son El Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) y el Ayuntamiento que corresponda. El ayuntamiento del distrito municipal de Boyá es la organización que tiene jurisdicción en la localidad El Cacique.

1.2 Preguntas de investigación

1. Actualmente, ¿cómo se manejan las aguas residuales de la localidad?
2. ¿Cuál es el diseño de alcantarillado que satisface las necesidades de la localidad?
3. ¿Qué propuesta conceptual sería la adecuada para el tratamiento de las aguas residuales de acuerdo a la condición actual de la localidad?
4. ¿Cuál sería el destino final de las aguas residuales?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un Sistema de Alcantarillado Sanitario en la localidad El Cacique, provincia Monte Plata, República Dominicana.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar los puntos donde los habitantes de esta localidad realizan sus descargas sanitarias.
2. Conducir el flujo de las aguas residuales mediante un sistema de tuberías hacia una planta de tratamiento.
3. Sugerir una planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin del manejo de estas en dicha localidad.

4. Mejorar la calidad del ambiente y la salud de la población.

1.4 Justificación

El desarrollo de las comunidades provoca un aumento en la demografía de sus habitantes, lo que provoca que las personas de bajos recursos opten por viviendas en las afueras de dichas zonas desarrolladas, ya que dentro de estas zonas en desarrollo las viviendas son más costosas por su cercanía. Alrededor de esta zona se crean sectores los cuales no poseen las mismas cualidades y comodidades en cuanto a calidad de vida se refiere, a diferencia de lo que una zona bien preparada pueda ofrecer. Dentro de las cualidades o ventajas que estas zonas pueden ofrecer son los alcantarillados sanitarios, a diferencia de las demás que no cuentan con un sistema adecuado para recibir, conducir y tratar de forma correcta sus aguas residuales y buscan alternativas que no suelen ser beneficiosas para el medio ambiente afectando su calidad de vida.

Producto de estas alternativas a causa de la ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario se produce la contaminación del subsuelo y aguas subterráneas en la localidad El Cacique debido a la utilización de letrinas y pozos filtrantes como medios de manejo de dichas aguas residuales y desechos sólidos.

La motivación para realizar este trabajo en estudio y diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en la localidad El Cacique, es aportar información que pueda orientar a distintas instituciones y sectores interesados al momento en que decidan estudiar dicha localidad, dejando

así una referencia la cual sirva como medio de información respaldada, detallada y aplicable en futuros estudios para tomar acciones que sean de beneficio a la sociedad y esta localidad.

Plantear un sistema de alcantarillado sanitario en la localidad El Cacique es de suma importancia, debido a que esta localidad se encuentra en las proximidades del río la Savita dando así una solución para manejar correctamente sus aguas residuales, buscando salvaguardar este recurso hídrico tan importante en la zona el cual beneficia de innumerables maneras al medio ambiente.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Esta investigación abarca únicamente el diseño de alcantarillado sanitario de la comunidad El Cacique, se realizará una propuesta para el tratamiento de estas aguas.

1.5.2 Limitaciones

No se realizarán estudios de suelo, estudios de impacto ambiental ni cálculos de presupuestos.

1.6 Antecedentes

En la actualidad no existen propuestas anteriores de alcantarillado sanitario en la zona de estudio ni investigaciones previas sobre este problema.

- Tumbaco, Ecuador (2021) “Diseñar el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Comunidad Manantiales del Cantón Montecristi, Provincia de Manabí”. Este proyecto de titulación consistió en el diseño del sistema de alcantarillado para la comunidad Manantiales perteneciente al cantón Montecristi en la provincia de Manabí, la cual en la actualidad no cuenta con los servicios básicos ya que la comunidad se encuentra alejada de la cabecera cantonal limitando con el cantón Jipijapa, su población es 427 habitantes que se dedican a diversas actividades principalmente a la agricultura, por esta razón ha sido necesario realizar este proyecto para mejorar la calidad de vida de sus pobladores.

- Cuenca, Ecuador (2018) “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca”, sustentado por Diego Marcelo Bravo Jácome y Edison David Solís García para la obtención del título de ingeniero civil. En el presente trabajo, se realiza: el diseño del alcantarillado sanitario y la disposición de la escorrentía superficial mediante acequias; dando prioridad a mitigar las enfermedades producidas por la falta de un sistema para evacuación de heces, y el cálculo del presupuesto total de la obra; enfocado en diferentes materiales para los colectores como son PVC y hormigón. Estableciendo de esta manera la mejor opción desde un punto de vista económico y funcional. En Los Laureles, el 100% de la población ha presentado problemas de salud producto de un deficiente sistema de alcantarillado. Para el diseño, se procedió a realizar encuestas socio-económicas y sanitarias de los habitantes del barrio.

- Ramon Santana, República Dominicana (2021) “Propuesta de diseño de alcantarillado sanitario en el municipio de Ramon Santana, Provincia San Pedro de Macorís”, sustentado por Brayham Isaías Herrera Pérez este trabajo de grado tiene como objetivo principal diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que solucione el problema de la contaminación de los cuerpos hídricos de dicha localidad. Según las informaciones recolectadas mediante levantamientos de las entrevistas, se pudo constatar las condiciones que imperan en la zona de estudio, los pobladores de la comunidad del Municipio cabecera de Ramón Santana hacen uso de pozos filtrantes y de pozos sépticos, los cuales vierten al subsuelo y las corrientes acuíferas aguas no tratadas.
- Los Ríos, República Dominicana (2018) “Diseño de sistema de alcantarillado sanitario condominal para el barrio La Yuca de Los Ríos”, sustentado por Laura Cristina Reyes Fernández y Juan Enrique Arambolo Romero. Este trabajo de grado tiene como objetivo proveer una alternativa para la distribución de aguas residuales de una porción de La Yuca, ubicada en el sector Los Ríos, Distrito Nacional. Este proyecto contiene el estudio, diseño, cálculos y planos donde se detalla la obra civil. Esta contribución se realizará mediante un sistema de alcantarillado condominal, que nos permitirá determinar las alternativas para la identificación y solución de los problemas de higiene en las comunidades, promoviendo un manejo adecuado de agua y una disposición correcta de los residuos sólidos y excretas.

Capítulo II: Marco teórico

2.1 Saneamiento

El saneamiento, se define como el conjunto de acciones técnicas, disposiciones legales y medidas estratégicas planificadas, tendiente a la prevención y mejoramiento a la calidad del medio ambiente humano. (Campos Irene, Saneamiento Ambiental, Costa Rica, 2003)

Por saneamiento se entiende el suministro de instalaciones y servicios que permitan eliminar sin riesgo eliminar la orina y las heces. El término saneamiento también hace referencia al mantenimiento de buenas condiciones de higiene gracias a servicios como la recogida de basura y evacuación de aguas residuales. (Organización Mundial de la Salud -OMS)

2.2 Aguas Residuales

Las aguas residuales domésticas hacen referencia a aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.), consiste básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares. (Mara, 1990)

2.2.1 Clasificación de las aguas residuales

Una de las maneras de clasificar las aguas residuales es dependiendo su tipo de origen estas pueden tener su procedencia a partir de distintas actividades, dentro de estas están las Domésticas, de establecimientos comerciales o institucionales y pueden clasificarse según el uso del cual provienen:

- **Agua Residual Doméstica (ARD)**

Este tipo de agua residual tiene su procedencia del inodoro las cuales transportan orina y heces.

- **Aguas Grises**

Son aguas provenientes de las lavadoras, regaderas, fregaderos, tina y lavamanos (Allen, 2015)

- **Agua Residual industrial (ARI)**

Este tipo de aguas provienen de los procesos de producción de las distintas industrias

- **Aguas Residuales derivadas de la lluvia ácida**

La lluvia ácida es nombrada por muchos como un enemigo invisible ya que generalmente pasa inadvertida para gran parte de las personas, No obstante, esta entra en la categoría de agua residual ya que esta es producida como consecuencia de las actividades humanas que repercuten en la atmósfera.

Cuando cae la lluvia y esta trae consigo un conjunto de contaminantes que se encuentran en la atmósfera fundamentalmente en los núcleos urbanos, se le denomina lluvia ácida y esta es un tipo de agua residual que al caer de las nubes va hacia los alcantarillados sanitarios y se une con las demás aguas residuales que provienen de otros orígenes.

2.2.2 Características de las aguas residuales

Estas características pueden ser tanto químicas como físicas y estas representan un parámetro importante para escoger el tipo adecuado de tratamiento que se debe aplicar en las aguas residuales.

2.2.2.1 Características físicas del agua

- **Color**

El color es una característica del agua que indica la edad del agua. El agua residual fresca suele tener un color gris. El oxígeno que se encuentra en el agua residual se disminuye por de la descomposición de la materia orgánica producida por las bacterias, provoca que el agua residual cambie su color a negro, a este tipo de agua residual se le suele denominar como séptica.

- **Turbiedad**

Es un procedimiento que nos indica la calidad de las aguas que se vierten debido a la relación de del material coloidal y residual en suspensión, La obtención de la medición de

la turbiedad se lleva por métodos prácticos-físicos como es la comparación entre la intensidad de luz dispersada en la muestra y la intensidad de luz ya acotada en un registro de suspensión de referencia, esta característica es importante ya que la materia coloidal suspendida en la superficie del agua absorbe la luz impidiendo su transmisión, donde existe una variabilidad de proporción en relación de las dos características como es la turbiedad y la concentración de sólidos en suspensión de aguas residuales. (Llano et al. 2014)

- **Temperatura**

La temperatura del agua residual es mayor que la del agua potable, esta varía entre 10 y 20 °C debido a que se añade calor al agua en los sistemas de plomería de las edificaciones, lo que genera gran cantidad de gases a la atmósfera. (Cristancho-Montenegro, 2020)

- **Olor**

Es un parámetro que proporciona información sobre el estado del agua y puede provocar rechazo por parte del consumidor. (Jiménez Cisneros, 2001)

- **Sólidos suspendidos totales (SST)**

Están compuestos por partículas orgánicas o inorgánicas fácilmente separables del líquido por sedimentación, filtración o centrifugación. (Carlos rojas, 2002)

- **Sólidos suspendidos**

Pequeñas partículas de contaminantes sólidos insolubles que flotan en la superficie o están suspendidos en aguas residuales u otros líquidos. Resisten la remoción por medios convencionales. Son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación.

- **Sólidos Filtrables**

Los sólidos filtrables son la fracción de materia sólida que pasa por un filtro de membrana de vidrio con un tamaño de poro de 1.2 micra (Oscar Delgadillo, 2010)

2.2.2.2 Características químicas de agua

Las características químicas están enfocadas en función de la materia orgánica, inorgánica y gases presentes en el agua residual.

- **pH**

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno. En términos generales, se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total. (Chacón Chaquea, M. 2016)



Ilustración 1: Escala del pH.

Fuente: (medidordeph, 2013)

- **Pesticidas y productos químicos de uso agrícola**

Los compuestos orgánicos que se hallan a nivel de traza, tales como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos de uso agrícola, son tóxicos para la mayor parte de las formas de vida y, por lo tanto, pueden constituir peligrosos contaminantes de las aguas superficiales. Estos productos no son constituyentes comunes de las aguas residuales, sino que suelen incorporarse a las mismas, fundamentalmente, como consecuencia de la escorrentía de parques, campos agrícolas y tierras abandonadas.

- **Nitrógeno**

Los elementos nitrógeno son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimulantes. El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato.

- **Nitrógeno inorgánico**

También llamado nitrógeno amoniacal, este influye en el pH de las aguas. Gran parte del nitrógeno presente en el agua residual se debe a los compuestos nitrogenados utilizados en la agricultura y en la industria química como por ejemplo el uso de fertilizantes y detergentes

- **Nitrógeno orgánico**

El nitrógeno orgánico contribuye al desarrollo de bacterias y demás seres acuáticos no deseables. Su presencia en las aguas residuales es aportada a través de las excretas humanas, además se los encuentra en la forma de proteínas, aminoácidos y urea. La presencia de nitrógeno orgánico en las aguas residuales urbanas se debe también a los residuos domésticos formados por proteínas o productos de su degradación.

- **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua se define como su capacidad para neutralizar ácidos. La alcalinidad es un parámetro esencial de la calidad del agua y está relacionada con los procesos de nitrificación y desnitrificación.

- **Cloruros**

La presencia de cloruros en las aguas residuales es un parámetro importante. Las heces humanas, por ejemplo, suponen unos 6 gramos de cloruros por persona y día.

- **Grasas**

Las grasas son los compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal. Las grasas están siempre presentes en las aguas residuales domésticas debido al uso de manteca, grasas y aceites vegetales en las cocinas.

- **Carbono orgánico total (COT)**

El carbono orgánico está presente especialmente debido al uso de fertilizantes y a residuos de alimentos.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

La DBO expresa la cantidad de oxígeno necesaria para la biodegradación de la materia orgánica (degradación por microorganismos). Este indicador se aplica principalmente en el control del tratamiento primario en las estaciones depuradoras y en la evaluación del estado de degradación de los vertidos que tengan carga orgánica.

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

La medida de este parámetro es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua cualquiera que sea su origen orgánico o mineral. La DQO corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación al dicromato o permanganato, en medio ácido. (Metcalf & Eddy, 1996)

2.2.2.3 Características biológicas de agua

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano (Tchobanoglous, 2000).

- **Microorganismos**

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, bacterias y arqueobacterias.

- **Hongos**

Los hongos son protistas eucariotas aerobios, multicelulares, no fotosintéticos y quimioheterótrofos. Muchos de los hongos son saprofitos basan su alimentación en materia orgánica muerta.

- **Algas**

Las algas pueden presentar serios inconvenientes en las aguas superficiales, puesto que pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables. Éste fenómeno, que se conoce con el nombre de crecimiento explosivo, puede conducir a que ríos, lagos y embalses sean cubiertos por grandes colonias flotantes de algas.

- **Protozoos**

Los protozoos son microorganismos eucariotas cuya estructura está formada por una sola célula abierta. La mayoría de los protozoos son aerobios, aunque se conocen algunos anaerobios.

- **Plantas y animales**

Las diferentes plantas y animales que tienen importancia para el ingeniero sanitario tienen tamaños muy variados: desde los gusanos y rotíferos microscópicos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos resulta útil a la hora de valorar el estado de lagos y corrientes, al determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente, y a la hora de determinar la efectividad de la vida biológica en los tratamientos secundarios empleados para destruir los residuos orgánicos. (Metcalf & Eddy, 1996)

2.3 Enfermedades en el agua

Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades provocadas por el consumo de agua contaminada con orina, gestos fecales de humanos o animales, desechos industriales y que contienen microorganismos y sustancias patogénicas.

- **Cólera**

Es una enfermedad bacteriana intestinal aguda, cuyo agente es el vibrio cholerae. La infección suele ser leve o sin síntomas, pero en aproximadamente uno de cada 20 (5%) de las personas infectadas pueden desarrollar una enfermedad grave caracterizada por diarrea acuosa profusa, vómitos y calambres en las piernas. La bacteria del cólera se encuentra generalmente en fuentes de agua o alimentos que han sido contaminados por las heces (excremento) de una persona infectada por el cólera. (Renapra, 2019)

- **Diarrea**

La diarrea es la deposición, tres o más veces al día (o con una frecuencia mayor que la normal para la persona) de heces sueltas o líquidas. La deposición frecuente de heces firmes (de consistencia sólida) no es diarrea, ni tampoco la deposición de heces de consistencia suelta y “pastosa” por bebés amamantados.

La diarrea suele ser un síntoma de una infección del tracto digestivo, que puede estar ocasionada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. La infección se transmite por alimentos o agua de consumo contaminados, o bien de una persona a otra como resultado de una higiene deficiente. (OMS, 2017)

- **Amebiasis**

Se denomina amebiasis a la infección por el parásito Entamoeba histolytica. A nivel mundial es la tercera causa de mortalidad por infecciones parasitarias por protozoos,

después de malaria y esquistosomiasis. La infección se adquiere por la ingestión de quistes, habitualmente a través de agua o comida contaminada. (Domínguez M. 2018)

- **Fiebre tifoidea**

Es una infección que causa diarrea y una erupción cutánea. Es causada más comúnmente por una bacteria llamada *Salmonella typhi*. Se propaga a través de alimentos, agua o bebidas contaminadas. (Mandell, 2015)

2.4 Sistema de depuración de aguas residuales

- **Pretratamiento**

El pretratamiento de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Como ejemplos de pretratamientos podemos citar el desbaste y dilaceración para la eliminación de sólidos gruesos y trapos, la flotación para la eliminación de grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa que pueda causar obstrucciones en los equipos y un desgaste excesivo de los mismos.

- **Tratamiento primario**

En el tratamiento primario se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual. Esta eliminación suele llevarse a cabo mediante

operaciones físicas tales como el tamizado y la sedimentación. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta.

- **Tratamiento secundario**

El tratamiento secundario de las aguas residuales está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento secundario. Se define tratamiento secundario convencional como la combinación de diferentes procesos normalmente, empleado para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con fangos activados, reductores derechos fijos, los sistemas de lagunas y la sedimentación. (Metcalf & Eddy, 1996)

- **Tratamiento terciario**

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. (Belzona, 2010)

2.5 Elementos dañinos de las aguas residuales

- **Malos olores y sabores**

Son consecuencia de la diversidad de sustancias que portan, y, sobre todo, de los productos de la descomposición de éstas, especialmente en aquellos procesos, sobre todo

anaerobios, en los que se descompone materia orgánica, con desprendimiento de gases. A esto hay que añadir las causas naturales de olores y sabores: la proliferación de microorganismos, los procesos de descomposición, la presencia de vegetación acuática, mohos, hongos, etc., y la reducción de sulfatos a sulfuros, en condiciones anóxicas.

- **Acción tóxica**

Es el efecto y la repercusión que tienen algunos residuos sobre la flora y fauna natural de las masas hídricas receptoras y sobre los consumidores que utilicen esas aguas, o que se vean afectados por la acumulación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimentaria. A este respecto, es importante tener en cuenta que en numerosas ocasiones las aguas residuales se utilizan, sin un tratamiento previo, para el riego de cosechas de verduras y hortalizas, con el enorme riesgo que esto supone, ya que el hombre puede consumirlas crudas, pasando a él directamente la contaminación por tóxicos o microorganismos

- **Compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales**

Representan el problema más antiguo de contaminación del agua. En un principio, se priorizaron los efectos de los residuos domésticos sobre los industriales, debido al potencial de efectos agudos sobre la salud que poseían los residuos humanos, comparados con la creencia de que los residuos industriales producían sólo efectos indirectos. Pero conforme fueron apareciendo nuevos compuestos químicos procedentes de las industrias, se empezó

a prestar una mayor atención a los efectos de los residuos industriales sobre la salud y su impacto en el medio ambiente.

- **Compuestos procedentes de efluentes agrícolas**

Los residuos agrícolas contienen altos niveles de nitratos, fosfatos, amonio y sulfuros, y el drenaje de los silos puede ser tóxico, debido a sus bajos niveles de pH. Pero los compuestos más tóxicos de estos efluentes son los fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas. (Rivas Mijares, 1978)

2.6 Sistemas de alcantarillados

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican en:

- Sistemas de alcantarillados convencionales
- Sistemas de alcantarillados no convencionales

2.6.1 Sistemas de alcantarillados convencionales

Los sistemas de alcantarillados convencionales son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten gran flexibilidad en la operación del sistema atendiendo a la densidad de población presente y futura. (Penagos Blanco, 2015)

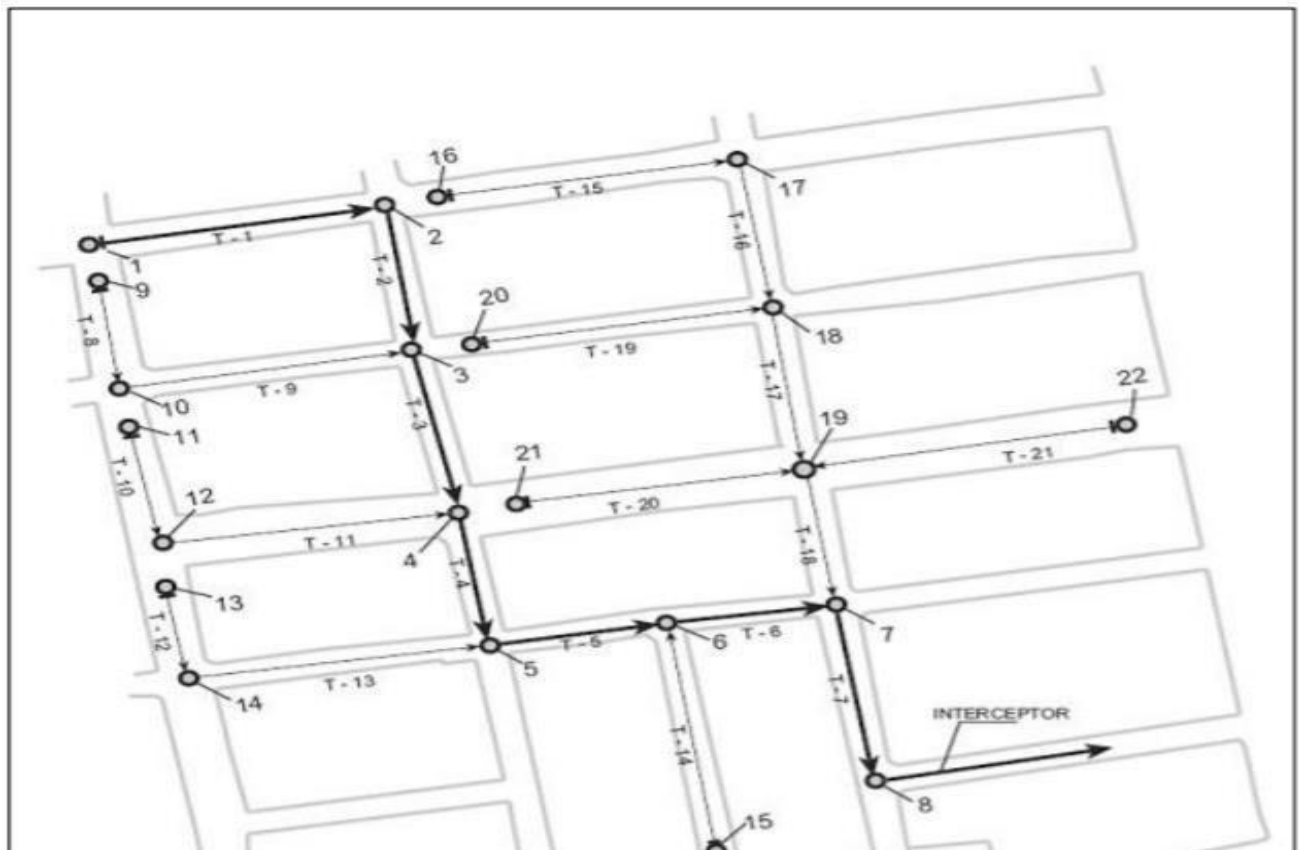


Ilustración 2: Esquema de una red de alcantarillado convencional.

Fuente: (Penagos Blanco, 2015)

2.6.1.1 Clasificación de los sistemas de alcantarillado convencionales

- **Alcantarillado sanitario**

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

- **Alcantarillado pluvial**

Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.

- **Alcantarillado combinado**

Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración.

- **Alcantarillado semicombinado**

Se denomina al sistema que conduce el 100% de las aguas negras que produce un área o conjunto de áreas, y un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales captadas en esa zona que se consideran excedencias y que serían conducidas por este sistema de manera

ocasional y como un alivio al sistema pluvial y/o de infiltración para no ocasionar inundaciones en las vialidades y/o zonas habitacionales. (Penagos Blanco, 2015)

2.6.2 Sistemas de alcantarillados no convencionales

Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de en los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener. (Ruiz Cortinez, 2009)



Ilustración 3: Esquema de una red de alcantarillado no convencional.

Fuente: (Aguas Regional, 2018)

2.6.2.1 Clasificación de los sistemas de alcantarillado no convencionales

- **Alcantarillado simplificado**

Un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.

- **Alcantarillado condominiales**

Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.

- **Alcantarillado sin arrastre de sólidos**

Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones. (Ruiz Cortinez, 2009)

2.7 Marco conceptual

- **Agua:** es un compuesto formado por un átomo de hidrógeno y dos átomos de oxígeno unido por enlaces covalentes y esta molécula es considerada estable y para representarla se usa H₂O.
- **Aguas Residuales:** Desecho líquido que está constituido por aguas provenientes de actividades domésticas e industriales y aguas de infiltración.
- **Aguas Grises:** Desecho líquido producto de la actividad humana del uso del agua en duchas, lavamanos, fregaderos, etc. la cual no posee materia fecal.
- **Sistema de alcantarillado:** Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales.
- **Red de alcantarillado sanitario:** Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.
- **Pozo séptico:** Es un medio de tratamiento de aguas residuales doméstico por el cual regularmente las personas lo toman como alternativa al no tener sistema de alcantarillado sanitario en su comunidad esta combina procesos de sedimentación y digestión de la materia orgánica.

- **Letrina:** es un espacio fuera de la vivienda el cual las personas utilizan para defecar y manejar la materia orgánica, regularmente está presente en zonas fuera de los cascos urbanos en viviendas de familias de escasos recursos.
- **Contaminación del agua:** Esta existe cuando se alteran las características físicas, químicas, radiactivas, microbiológicas u organolépticas del agua como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.
- **Análisis Físico-Químico del Agua:** Proceso en el cual se somete una muestra de agua a exámenes de laboratorios para así obtener datos sobre esta.
- **Análisis Microbiológico del agua:** Proceso en el cual se somete una muestra de agua a exámenes de laboratorios para así obtener datos sobre la ausencia o existencia, tipo y cantidad de microorganismos en esta.
- **Calidad del agua:** Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.
- **Caudal:** Este representa un volumen de agua que pasa por una sección de tubería en un determinado tiempo y se representa en unidad de volumen por unidad de tiempo (l/s).
- **Caudal máximo diario:** Este representa la cantidad máxima de caudal utilizada en 24 horas.
- **Caudal máximo horario:** Este representa la cantidad máxima de caudal utilizada en una hora.

- **Caudal medio diario:** Este representa la cantidad media de consumo del caudal en 24 horas.
- **Caudal de diseño:** Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más los caudales adicionales por infiltración, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.
- **Diseño:** actividad creativa la cual genera y examina de manera sistemática las especificaciones para objetos, procesos, servicios y sus sistemas cuyo funcionamiento está dentro de los parámetros u objetivos establecidos.
- **Cota:** Esta representa la altura medida a partir del nivel del mar u otro punto previamente marcado o descrito.

2.8 Marco contextual

2.8.1 Ubicación

La localidad El Cacique perteneciente al distrito municipal de Boya está ubicada en la provincia Monte Plata, se encuentra a unos 62 km de la ciudad capital, Santo Domingo. Su ubicación con las coordenadas geográficas son latitud de $18^{\circ}49'02.6''N$ y longitud de $69^{\circ}51'18.0''W$.

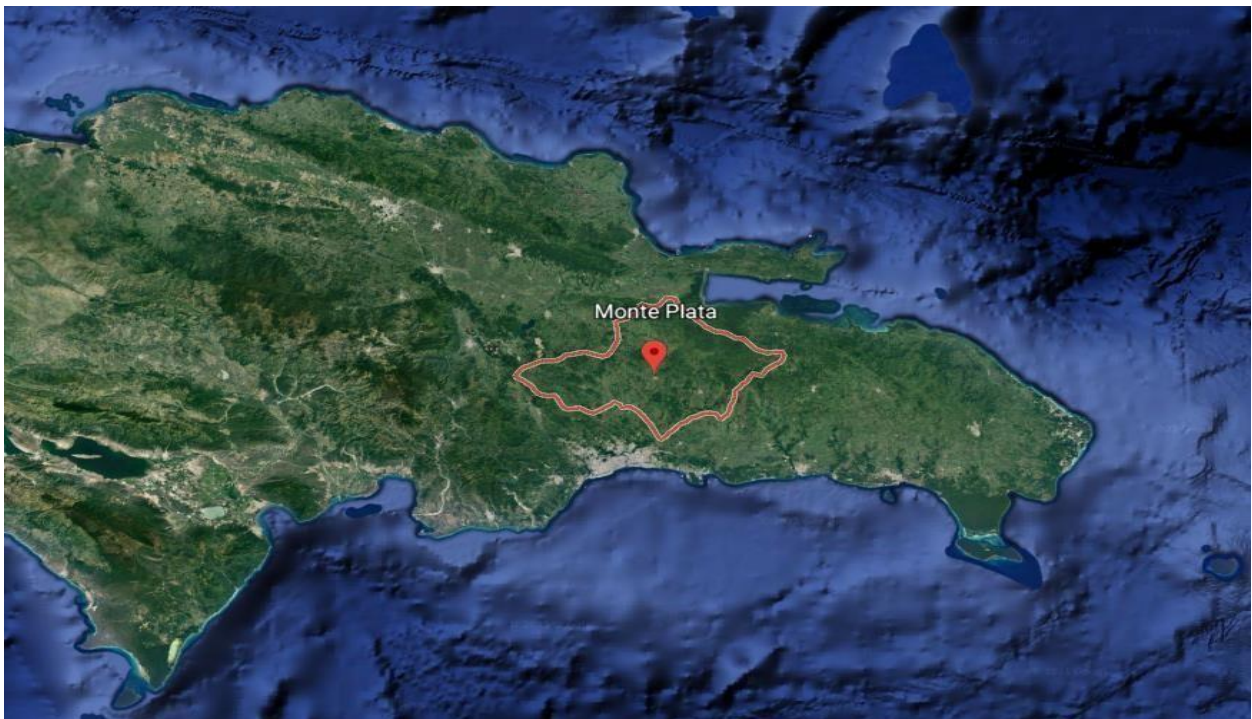


Ilustración 4: Imagen satelital de monte plata.

Fuente: (Google earth, 2021)

Estas imágenes fueron obtenidas mediante softwares satelitales como Google earth y Google maps los cuales nos sirven como una fuente de información georreferenciadas.



Ilustración 5: Imagen satelital de la localidad

El Cacique. Fuente: (Google earth, 2021)

2.8.2 Municipio De Monte Plata

- **Superficie total** = 6,311km²
- **Población (Censo 2010)** = 46,723 habitantes
- **Densidad poblacional** = 74 hab/km²
- **Distritos municipales** Monte Plata, Chirino, Don Juan y Boya.



Ilustración 6: Imagen municipio de monte plata.

Fuente: (Oficina Nacional de estadística, 2020)

2.8.3 Geografía

El cacique nos ofrece una bella vegetación a sus alrededores rodeada de pastizales y llena de árboles a sus cercanías está el cauce del río la Savita, una fuente hídrica importante para gran parte de los habitantes de este y otros municipios.

2.8.4 Economía

Gran parte de las personas de esta localidad se dedican al comercio de mercancías, otros son agricultores, ganaderos y obreros de construcción entre otras; a pesar de esto son una comunidad muy humilde y existen muchas personas de escasos recursos.

2.8.5 Educación

La localidad el cacique cuenta con tres centros educativos. Estos son dos escuelas básicas y un liceo secundario llamados: Escuela Básica El Cacique Y Liceo Secundario El Cacique.

2.8.6 Salud

Esta localidad cuenta con una clínica llamada: Clínica Rural El Cacique, la cual brinda asistencia y cuidados básicos de salud a los habitantes.

2.8.7 Población

Según el censo de 2010 la población de la localidad del cacique era de alrededor de 3,240 personas y según datos suministrados por el Regidor Joel Batista del Ayuntamiento esta cantidad ronda actualmente por un estimado de 6,300 personas.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque para disponer las bases de esta investigación es el método cualitativo y se contempla de forma particular es decir no Global, esta investigación está basada en la realidad de esta localidad y a partir de esta se adquieren los datos en los que nuestros estudios se fundamentan.

3.2 Tipo de investigación

En el trabajo de investigación una de las técnicas de investigación utilizadas es la entrevista, que es un diálogo donde se involucran dos o más personas, se desarrolla cuando una de las partes que Investiga pregunta y la otra responde permitiendo de esta manera recolectar información para sus propios fines.

La entrevista estructurada se caracteriza por estar rígidamente estandarizada, se plantean idénticas preguntas y en el mismo orden cada uno de los participantes, quienes deben escoger la respuesta entre dos o tres alternativas que se le ofrecen. (López, N |Sandoval, I. Métodos y Técnicas de Investigación Cuantitativa y Cualitativa, 2016)

Esta investigación describe la situación actual de esta localidad sobre la falta de un sistema de alcantarillado sanitario y nos brinda la oportunidad para aportar una solución coherente que pueda ser usada, de esta manera podemos decir que la investigación realizada es de tipo aplicable. Dentro de esta podemos ver características descriptivas de dicho problema en estudio recaudando

información a partir de recursos de investigación como visitas y observación del lugar, encuestas o entrevistas brindando una visión real que hacen posible determinar información valiosa para la realización de esta.

La investigación es de tipo descriptiva con el fin de especificar características, lugares y objetos que sean parte del estudio realizado. Este tipo de investigación descriptiva está guiada o basada en fuentes de información y reglamentos establecidos por instituciones que rigen el diseño de este tipo de proyectos a nivel nacional como son: El Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA), Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo (CAASD) y la Norma Ambiental Sobre Calidad de Agua y Control.

La investigación realizada se complementa con otro tipo de análisis llamado trabajo de campo, este se basa en visitas al lugar donde se observan y se analiza la calidad de vida de estas personas y el cómo esta pueda ser afectada por el problema sanitario.

3.2.1 Procedimientos de la investigación

Dentro de las acciones iniciales tomadas se solicitó la ayuda del Lic. Joel Batista maestro de profesión y actual Regidor de esta localidad, se hizo una petición de colaboración al Instituto Nacional De Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA) en su oficina ubicada en el municipio Monte Plata provincia Monte Plata en la cual pudimos corroborar el dato de que no existía alcantarillado sanitario en esta localidad e hicimos contacto con el actual Síndico de la localidad en estudio Claudio Paulino alias (Ronito). Todos estos datos obtenidos a través de estas

personas fueron de gran utilidad para el desarrollo del trabajo permitiéndonos tener mayor concepto del problema.

La falta de un sistema que le permita manejar los desechos sólidos a estas localidades fue lo que nos condujo a seleccionar el tema de este trabajo de grado. En la actualidad el mal manejo de desechos sólidos que pudimos observar al momento de visitar esta localidad visualizamos que en muchos hogares estos desechos se manejan mediante el uso de pozos sépticos algunos lo hacían por medio de letrinas y otros simplemente no tienen ninguna de las anteriores y optan por arrojar sus desechos directo al suelo, como ya sabemos este tipo de alternativas impactan de forma muy negativa al medio ambiente y la salubridad de las personas que residen en esta localidad.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Alcance

Localidad El Cacique, provincia Monte Plata, municipio Monte Plata, distrito municipal Boya.

3.3.2 Elementos

Sistema de Alcantarillado Sanitario

Para la recopilación de datos y obtener una visión actual de la situación; en nuestro trabajo de campo examinamos la mayor cantidad de datos posibles basándonos en nuestras posibilidades haciendo lo que estuviese a nuestro alcance y lo que nos permitieran los habitantes de esta

localidad, debido a la situación actual de pandemia algunos habitantes se negaron a responder las preguntas lo cual es entendible.

A pesar de esto tuvimos la oportunidad de recolectar datos de unas 24 viviendas y alrededor 32 personas. La encuesta fue realizada en horario de (entre las 9:30 am y 2:00 pm) el día Sábado 21 del mes de julio del año 2021, dando resultados e información los cuales aportaron mucho para la realización de este trabajo.

3.3.3 Criterios de selección de la muestra

La selección de muestra se realizó para el provecho y búsqueda de información, la razón de esto es que esta Localidad se encuentra cerca del Cauce del río la Savita, este cuerpo de agua representa un recurso importante para el desarrollo y estilo de vida no solo de esta localidad en la que realizan actividades de comercio, agricultura y ganadería sino en las otras comunidades del municipio y está Siendo contaminado por las aguas residuales que no pasan por el debido proceso de tratamiento. Esta localidad se eligió por su cercanía al río y la falta de un sistema de alcantarillado que proteja el medio ambiente.

3.3.4 Análisis de los datos

En el desarrollo de la investigación, pudimos obtener datos a base de encuestas, entrevistas y visitas al lugar observando el estilo de vida de la comunidad.

Pudimos analizar la situación de la localidad desde el punto de vista socio económico gracias a las entrevistas y ayuda de las encuestas, así tuvimos la oportunidad de hacer una recolección de datos para determinar una visión real que fue de aporte para el diseño.

3.4 Procedimiento de diseño

3.4.1 Sistema de alcantarillado sanitario

El Sistema de alcantarillado sanitario tiene como objetivo conducir las aguas residuales producidas por el uso del agua en el diario vivir del ser humano, es decir todas sus actividades cotidianas, esto abarca actividades hogareñas, comerciales, industriales, otros tipos que no son controladas como las infiltradas, etc., toda agua usada para este tipo de actividades debe trasladarse, almacenarse y tratarse de la debida forma para ser regresada a un cuerpo de agua receptor garantizando así un menor impacto en el medio ambiente.

3.5 Parámetros de Diseño

3.5.1 Trazado de la red

Para el trazado de la red se hizo un análisis visual de terreno en nuestra visita de campo de tal manera de tener una orientación real de la situación en las calles de la localidad El Cacique.

3.5.2 Estimación de la población

El cálculo de la población y su distribución espacial, debe ser realizado con base en datos censales e información local y regional. Deben ser determinadas, tanto para el inicio como para el final del proyecto (lo que define el periodo de diseño “n”), así como para los años intermedios que se consideren pertinentes, las densidades poblacionales en las zonas de ocupación homogénea, siguiendo las categorías: residencial, comercial, industrial y pública.

El cálculo de la población por abastecer debe considerar actividades turísticas, laborales, industriales y/o comerciales. Debe ajustarse la proyección de la población para tener en cuenta la población flotante de acuerdo con los estudios socioeconómicos disponibles para la población. En el caso de proyectos de urbanizaciones la población se calculará en base al número de viviendas y el número de habitantes por unidad habitacional. En caso de que existan posibilidades de migración hacia el distrito municipal, esta debe tenerse presente en los estudios de la población.

El alcance del período de diseño "n" del proyecto dependerá de la disponibilidad de las fuentes, vida útil de las instalaciones y recursos financieros con un mínimo deseable de “n” de 20 años. Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, 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 serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema.

El contenido de la tabla que sigue debe considerarse normativo para estos aspectos. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

3.5.3 El cálculo de la población actual

Se procedió a hacer un análisis que consistió en tomar datos poblacionales que manejaban las autoridades del ayuntamiento de esta localidad los cuales nos proporcionaron la información de los habitantes existentes en esta localidad. Este dato está basado en estudios previos realizados por el ayuntamiento de esta localidad. Además de esto decidimos aplicar la fórmula de crecimiento logarítmico ampliando nuestra percepción del rango en que oscila la población actual de esta localidad.

3.5.4 Crecimiento Logarítmico

Para la realización de esta parte del diseño se utilizaron datos del Censo obtenidos a partir de la oficina de estadísticas con el resultado de la población promedio calcular las tasas de incremento poblacional utilizando la información arrojada por el estudio demográfico o censo realizado en el año 2010 del cual pudimos obtener la población inicial y donde se utilizó la fórmula de proyección geométrica para la obtención de la tasa de hacinamiento promedio en esa localidad:

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$

P_f → Población Futura

P_i → Población inicial

n→Periodo de diseño

r→Tasa de crecimiento anual

3.5.5 Dotación neta mínima y máxima

Para la información sobre la dotación del agua se realizó un estudio teniendo en cuenta la población, guiándonos por las normas establecidas por INAPA (Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados) basándonos en características socioeconómicas obtenemos los datos de la tabla 1 a continuación:

Tabla 1: Dotación conforme a características Socioeconómicas

Características Sistema	Dotación neta mínima (L/hab/día)	Dotación neta máxima (L/hab/día)
Rural (Fuente pública)	40	60
Rural (Acometida Rural)	80	120
Semi-Urbano (Acometida Urbana)	120	150
Urbano (Acometida Urbana)	200	-

Fuente: (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Para obtener la dotación del agua se realizó un estudio considerando la población la tabla a continuación hace referencia a los rangos de valores de consumo. (López,2003)

Tabla 2: Dotación según cantidad de habitantes

Población	Consumo mínimo (L/hab/día)	Consumo máximo (L/hab/día)
< 2,500 habitantes	100	150
2,500- 12,000 habitantes	120	180
12,500 - 60,000 Habitantes	130	-
> 60,000 habitantes	150	-

Fuente (López, 2007)

De acuerdo a la población y características socioeconómicas del lugar en estudio, se eligió el valor de 200 L/hab/día de dotación neta para el propósito de cálculo.

3.5.6 Pérdidas

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) plantas(s) potabilizadoras(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del distrito municipal.

Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en la comunidad sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s), incluida los consumos operaciones en la red. Para las comunidades que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas se tomará entre 20% y 40%. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

3.5.7 Coeficiente de retorno (Fr)

Es la parte del agua proveniente del uso doméstico proporcionada (dotación neta), recibida como agua negra por el sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. A partir de esto podemos decir que un por ciento del total del agua proporcionada regresa al sistema de alcantarillado. Este porcentaje es al que se le llama coeficiente de retorno, este oscila dentro de las estadísticas entre 70 y 85% proveniente de la dotación de agua potable, tomando como observación que el cálculo del consumo medio diario por habitante se debe corresponder con la dotación neta que se puede convertir en agua residual. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

En la realización de este Diseño se tomará 85% para el coeficiente de retorno.

Tabla 3. Coeficiente de retorno

Localidad	Coeficiente de retorno (Fr)
Población Residencial	0.80
Habitaciones Hoteleras	0.85
Turistas Ocasionales	0.80
Comercio	0.40 - 0.50
Institucional	0.40 - 0.50
Industrial	0.40 - 1.50

Fuente: (Elaboración Propia con datos de INAPA, 2018)

3.5.8 Dotación Bruta

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = D_{neta} / (1 - \%per)$$

$$D_{bruta} = \text{Dotación Bruta}$$

$$D_{neta} = \text{Dotación Neta}$$

$$\%per = \text{Porcentaje de pérdidas}$$

3.5.9 Caudal medio diario de agua potable ($\frac{Q_{med}}{d (AP)}$)

El caudal medio diario, es el caudal medio que se estima para la población proyectada, contemplando la dotación bruta que se le asigne. Esta pertenece al promedio de los consumos diarios en un periodo de un año. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Se calcula utilizando la fórmula a continuación:

$$\frac{Q_{med}}{d (AP)} = \frac{P_{fut} * D_{bruta}}{86400}$$

$\frac{Q_{med}}{d (AP)}$ → Caudal medio diario de agua potable

P_{fut} → Población Futura

D_{bruta} → Dotación

3.5.10 Caudal medio diario de aguas residuales

El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{med}) para un colector con un área de drenaje dado es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales. Q_{med} debe ser estimado, mínimo, para las condiciones iniciales y finales de operación del sistema. En los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto

a las domésticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

$$Q_{med/d} (AR) = FR * Q_{med/d} (AP)$$

$Q_{med/d} (AR)$ → Caudal medio diario de aguas Residuales domésticos, L/s

Fr → Coeficiente de retorno

$Q_{med/d} (AP)$ = Caudal medio diario de agua potable

3.5.11 Caudal máximo horario de Agua Residual

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día de máximo consumo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, (F). (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

$$Q_{max/h} = \frac{F * Q_{med}}{d}$$

3.5.12 Factor de mayoración (F) o factor punta

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración 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 de Harmon y Babbitt, válidas para poblaciones de 1,000 a 1,000, 000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

En ausencia de valores históricos de mediciones de campo que determinen la variación de caudales, se pueden emplear ecuaciones empíricas que determinan el factor de mayoración. En este caso, se tomó en cuenta la ecuación de Harmon tomando en cuenta la población expresada en miles de habitantes ($P/1,000$). El intervalo de población para el uso de esta ecuación debe oscilar entre mil y un millón de habitantes. (Cualla, 2003)

$$\text{Coeficiente Harmon} = \frac{18 + \sqrt{Poblacion}}{4 + \sqrt{Poblacion}}$$

3.5.13 Caudal por conexiones erradas (Qe)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios, Qe. Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. El caudal por conexiones erradas a considerar será del 5% al 15% del caudal máximo horario de aguas residuales.

Estos valores deben tomarse como guías: el menor en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias y el mayor en caso de que el área del proyecto no disponga de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, como porcentajes del caudal máximo horario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador. Si los aportes por conexiones erradas son notoriamente altos, debe desarrollarse un proyecto de recolección y evacuación de aguas lluvias a mediano plazo (separado) y, por lo tanto, el diseño del sistema sanitario debe ser consistente con tal previsión. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

$$Q_e = 0.10 * Q_{\max/h(AR)}$$

Establecimos el 10 % del caudal máximo horario de aguas residuales para estimar el caudal por conexiones erradas en el diseño.

3.5.14 Caudal de infiltración (Qi)

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables.

Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema, en horas cuando el consumo de agua es mínimo, y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de los colectores, las dimensiones, estado y tipo de colectores, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de pozos de inspección y demás estructuras, y su calidad constructiva.

El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración. A lo largo de la vida útil de las redes, el aporte de aguas de infiltración también puede estar asociado con el nivel de amenaza sísmica de la localidad. Se requiere que el diseñador justifique los valores adoptados teniendo en cuenta los factores señalados. En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base a considerar para tuberías termoplásticas (PVC-PEHD-GRP) un valor de infiltración de 10 m³ /km-día y para tuberías de hormigón (simple o armado) 50 m³ /km-día, tomando en cuenta un bajo nivel freático. En caso de niveles freáticos

altos, estos valores se duplicarán. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Y se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Q_i = L * Q_a$$

Q_i = caudal de infiltración

L = Longitud total de tuberías

Q_a = Caudal aportado

Para el Diseño decidimos guiarnos por el INAPA y se escogió el material PVC, este posee un valor 10m³/km-Día.

3.5.15 Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, $Q_{m\acute{a}x/h}$, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{dis} = Q_{m\acute{a}x/h} + Q_{inf} + Q_{ue}$$

Q_{dis} = caudal de Diseño

$Q_{max/h(AR)}$ = Caudal máximo horario de Agua Residual

Q_i =Caudal de infiltración

Q_e =Caudal por conexiones erradas

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño considerado como la descarga mínima de un inodoro. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

3.5.16 Criterios para la asignación de diámetros

Diámetro interno real mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8 pulg), con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema. Sin embargo, para sistemas simplificados, éste puede reducirse a 150 mm (6 pulg), requiriendo una justificación detallada por parte del diseñador. Las conexiones domiciliarias se harán en un diámetro mínimo de 4", las previstas para edificios, hoteles y comercios de envergaduras en un diámetro mínimo de 6" (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

3.5.17 Diámetro de tuberías

Para la obtención del diámetro de cada una de las tuberías fue calculado mediante la ecuación de Manning, asumiendo que la tubería estará a sección llena esta se expresa como a continuación:

$$\varnothing = 1.548 \left(\frac{nQ}{S^2} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Tabla 4: Variables de ecuación de diámetro en tuberías

\varnothing	Diámetro
N	Rugosidad
Q	Caudal Total en el tramo
S	Pendiente de la tubería en el tramo

Fuente: (Elaboración Propia)

Dependiendo del resultado de la fórmula, si este no arroja un tamaño comercial disponible, se elige el mismo para trabajar.

3.5.18 Criterios para la asignación de velocidades

Velocidad mínima

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0.30 m/s. Además, se debe considerar:

Velocidad mínima a tubo lleno = 0.60 m/s

Velocidad mínima recomendable = 0.45 m/s

Velocidad mínima = 0.30 m/s

Velocidad máxima

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados deben estar plenamente justificados en términos de características de los materiales, de las características abrasivas de las aguas residuales, de la turbulencia del flujo y de los empotramientos de los colectores. En general, se recomienda que la velocidad máxima real no supere los 5 m/s. Los

valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por el INAPA. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Velocidades en tuberías

Las velocidades en los distintos tramos de tuberías se calcularon mediante de la fórmula de Manning, esta contempla la rugosidad del material en este caso (PVC=0.009) y la pendiente calculada en cada uno de los distintos tramos:

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

Tabla 5: Variables de ecuación de Velocidad

V	Velocidad del flujo
N	Coficiente de Rugosidad
RH	Radio hidráulico de la sección
S	Pendiente Hidráulica

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Para pvc → n= 0.009

Para Concreto → n= 0.013

3.5.19 Criterios para asignación de pendientes

Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases adecuadas. Se utilizará como pendiente mínima aquella que no produzca velocidades menores a la mínima permisible a tubo lleno. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real que no esté por encima del valor permitido. (INAPA, Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias, 2018)

Pendiente de terreno en los tramos

Cada una se calculó con la fórmula:

$$\frac{(Cota\ superior\ del\ tramo\ según\ el\ flujo) - (cota\ inferior\ del\ tramo\ según\ el\ flujo)}{Longitud\ del\ tramo}$$

En algunas situaciones, al estimar la pendiente aplicando la fórmula anterior no favorecen a la pendiente mínima requerida y se procede a asignarse directamente.

Pendiente de tuberías (entrada y salida de registros)

Cada una se calculó con la fórmula:

$$\frac{(Cota\ superior\ del\ tramo\ según\ el\ flujo - 1.20) - (cota\ inferior\ del\ tramo\ según\ el\ flujo - 1.20)}{Longitud\ del\ tramo}$$

En Varios casos, la pendiente calculada utilizando la fórmula anterior no favorecen a la pendiente mínima requerida, se diseñó la cota del registro inferior un poco más profunda para obtener la inclinación adecuada.

Capacidad máxima de conducción (Qmax)

$$Q_{max} = 0.312 \left(\frac{\phi^{\frac{8}{3}} * S^2}{n} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Capítulo IV: Resultados y Análisis

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Resultados de la encuesta

Por medio de una encuesta aplicada para la recolección de datos, se analizaron los resultados para llegar a la conclusión de las interrogantes.

Pregunta No. 1: ¿Cuántas personas viven en su casa?

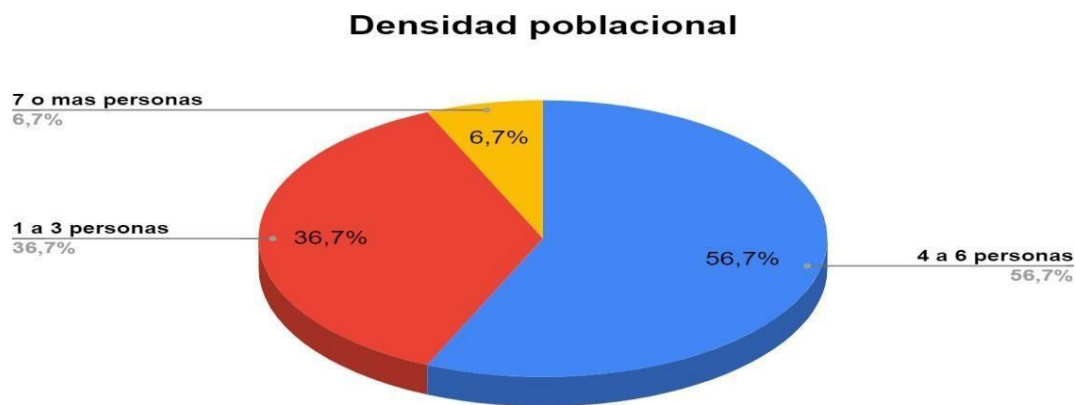


Gráfico 1: Densidad poblacional

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Según el método de recopilación de datos el rango de personas que predomina por vivienda es de cuatro a 6 habitantes.

Pregunta No. 2: ¿Cuál es el promedio de ingreso familiar?



Gráfico 2: Promedio de ingreso familiar

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

El ingreso promedio de las familias es de 1,000 a 10,000 pesos dominicanos, esto indica que la mayoría de las familias son de bajos recursos económicos.

Pregunta No. 3: ¿Cuál es la actividad económica familiar?

Actividad económica familiar

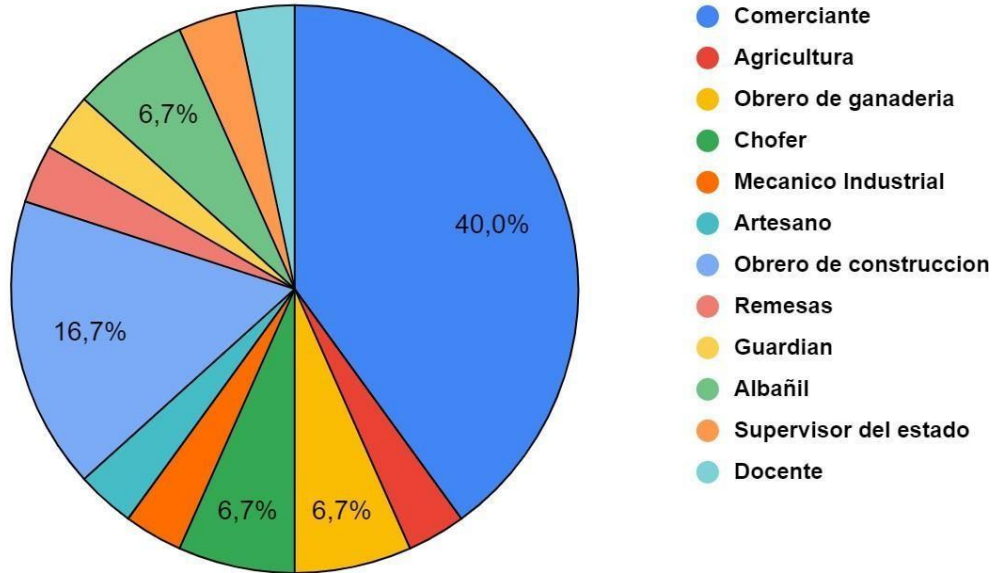


Gráfico 3: Actividad económica familiar

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Se pudo conocer que la actividad económica que prevalece en la localidad El Cacique es el comercio, luego le sigue la construcción esta juega un papel muy importante ya que influye en el desarrollo de dicha localidad.

Pregunta No. 4: ¿Cuál es su nivel académico alcanzado?

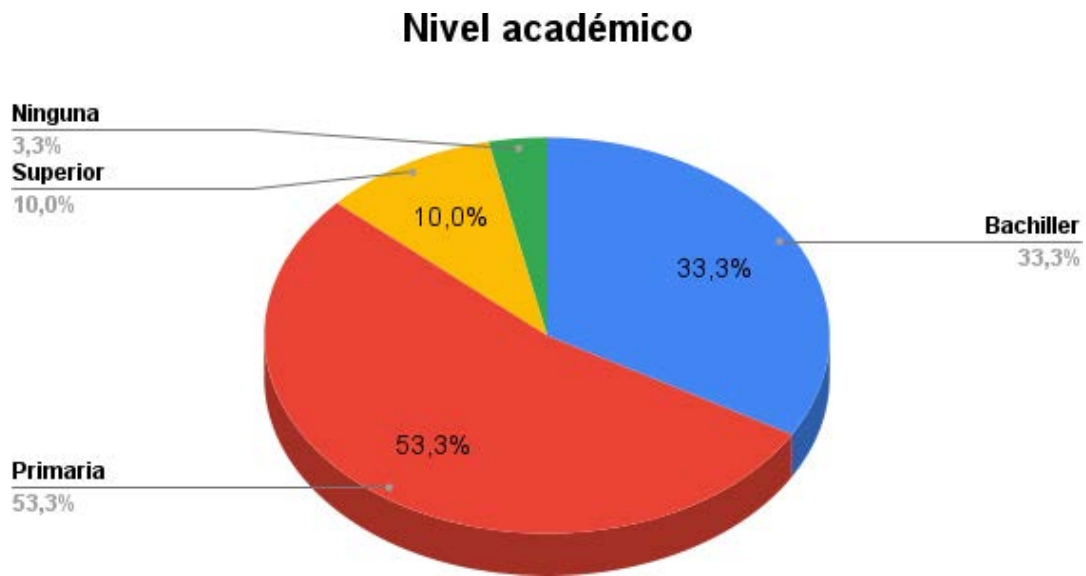


Gráfico 4: Nivel académico

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La mayoría de los habitantes encuestados han alcanzado el nivel primario de sus estudios, ya que dejan sus estudios desde muy temprana edad para ayudar a sus familias.

Pregunta No. 5: ¿Qué tipo de abastecimiento de agua potable poseen?



Gráfico 5: Abastecimiento de agua potable

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La mayoría de las muestras encuestadas indican que predominan las instalaciones por tuberías externas, luego les siguen los pozos.

Pregunta No. 6: ¿Tiene disponibilidad de agua potable?

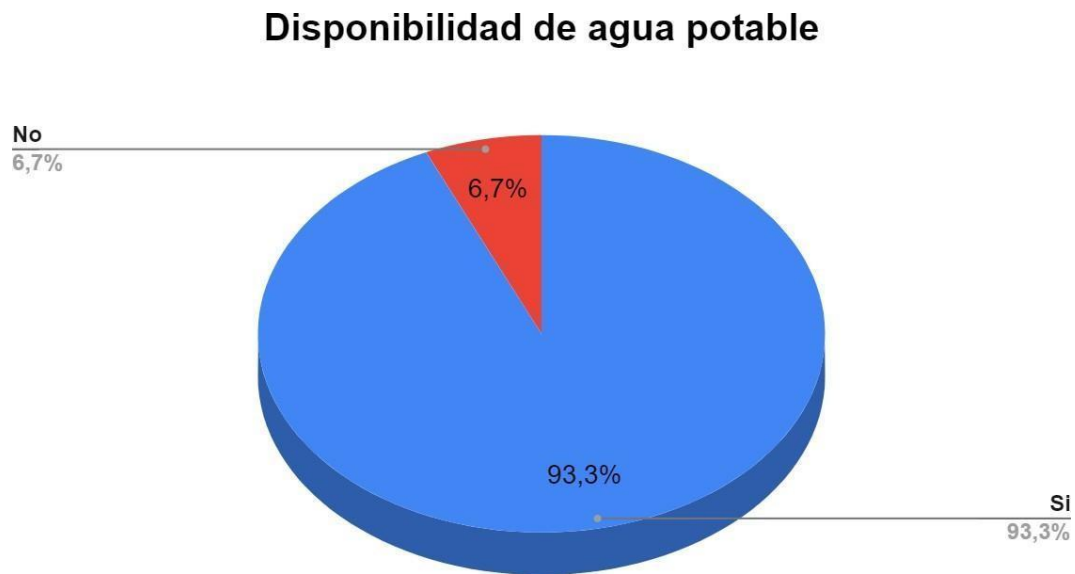


Gráfico 6: Disponibilidad de agua potable

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La gran mayoría de los hogares encuestados afirmaron que disponen de agua potable, aunque alrededor de un 70% la reciben con una presión mínima.

Pregunta No. 7: ¿Qué días llega el agua?

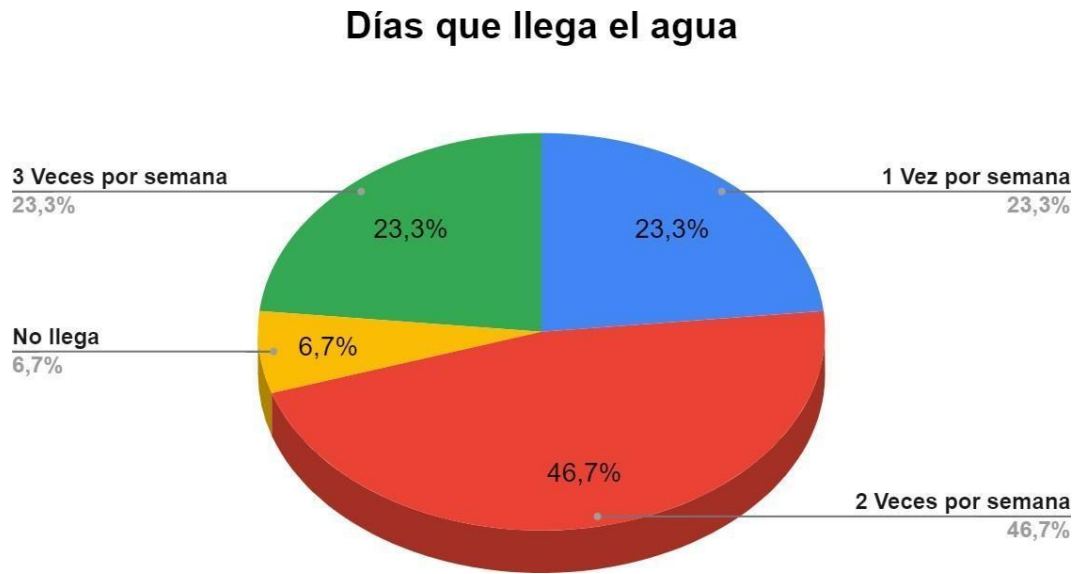


Gráfico 7: Días que llega el agua

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La mayoría de los encuestados indicaron que reciben agua potable dos veces por semana, y en otros sectores solo llega el agua una y tres veces lo cual no satisface sus necesidades.

Pregunta No. 8: ¿Cuántas horas llega el agua?

Horas que llega el agua

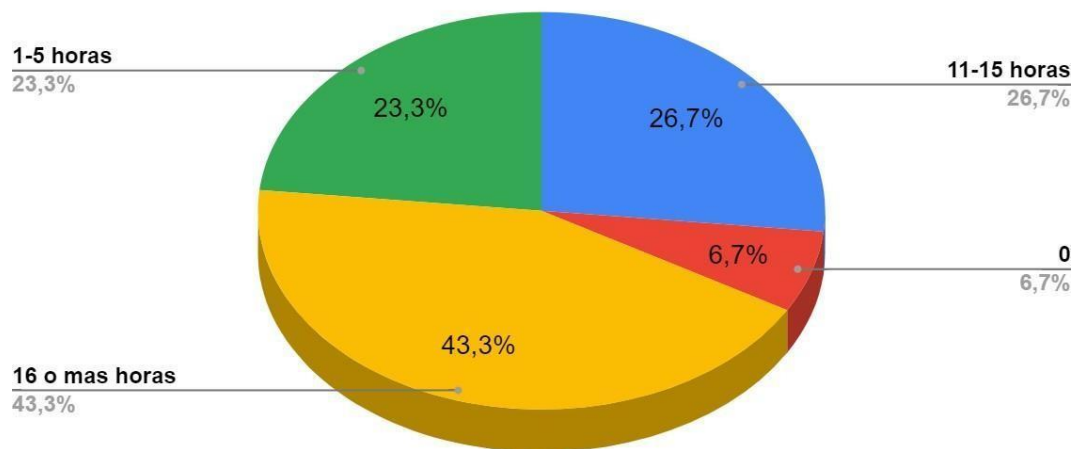


Gráfico 8: Horas que llega el agua

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La muestra indica que en la mayoría de los hogares encuestados el agua llega por más de dieciséis horas por día, luego en otros sectores el agua llega de una a quince horas.

Pregunta No. 9: ¿Utiliza Algún método para disponer las aguas residuales?

Disponer las aguas residuales

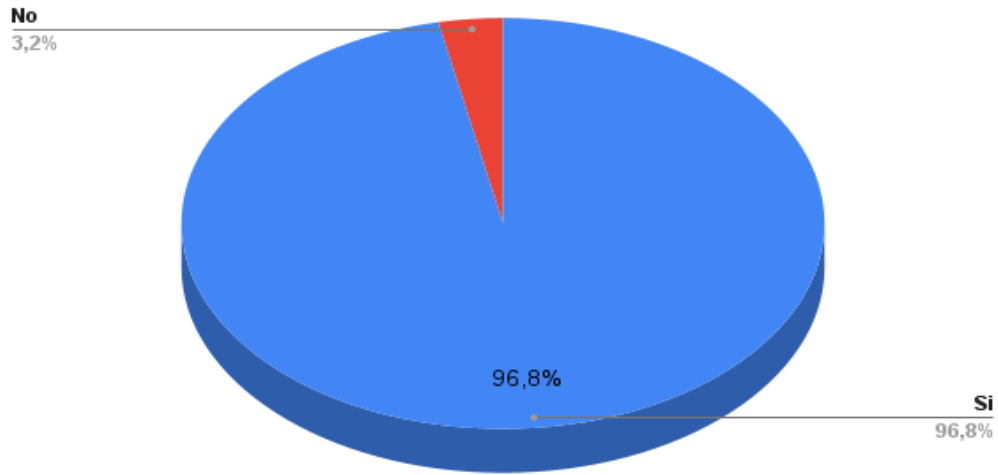


Gráfico 9: Recolección de aguas residuales

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

La mayoría de los hogares encuestados respondieron de forma afirmativa, indicando que estos poseen dónde echar las aguas residuales.

Pregunta No. 10: ¿Qué método utilizan para disponer las aguas residuales?

Método de recolección de aguas residuales

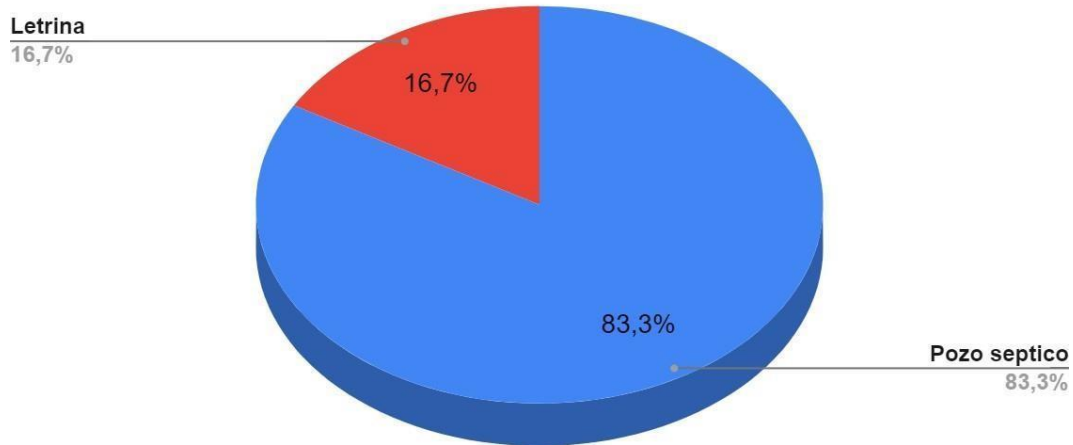


Gráfico 10: Método de recolección de aguas residuales

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Podemos observar en el gráfico que la gran mayoría de los hogares de esta localidad utilizan pozos sépticos para disponer de aguas residuales. Otra parte de los hogares encuestados utilizan letrinas para deshacerse de ellas.

Pregunta No. 11: ¿Disponen de aparatos sanitarios?

Disponibilidad de aparatos sanitarios

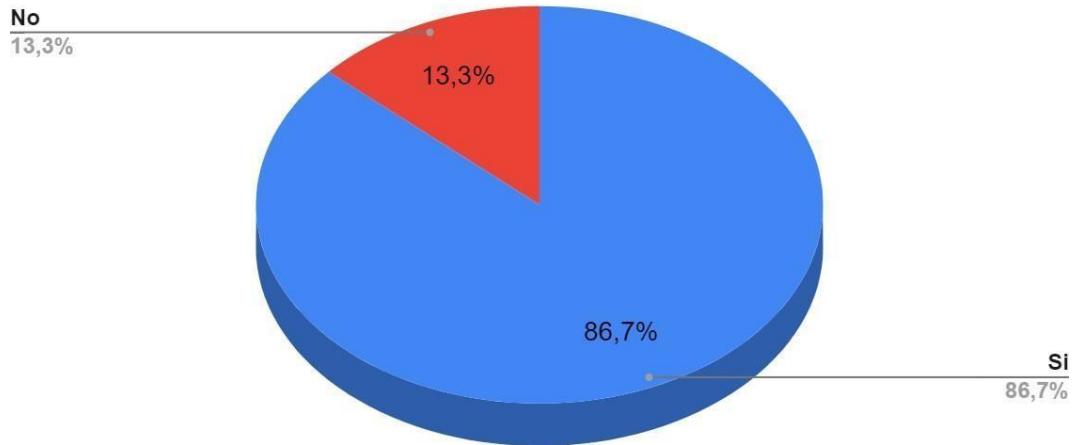


Gráfico 11: Disponibilidad de aparatos sanitarios

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

En el gráfico se puede observar que el 86.7% de los habitantes disponen de aparatos sanitarios para hacer sus necesidades

4.2 Resultado

4.2.1 Sistema de alcantarillado sanitario

- **Estimación de la población**

Datos:

- Población según datos del censo del año 2010:

Según el Censo de 2010 la población de la localidad del cacique era de alrededor de 3,240 personas y según Datos suministrados por el Regidor Joel Batista del Ayuntamiento esta cantidad ronda actualmente por un estimado de 6,300 personas. Tomaremos como población actual el dato proporcionado por el Censo del 2010 ya que es un estudio demográfico más confiable. Cabe destacar que la Provincia Monte Plata se encuentra dentro de las provincias con una tasa de crecimiento baja de 0.374% según el censo del 2010.

- Periodo de Diseño: 20 años.
- Tasa de crecimiento: 0.374%
- Dotación: 200 lt/habitantes/día
- Pérdidas: 20%
- Dotación bruta: 250 lt/habitantes /día
- Tiempo de construcción: 1 año
- Longitud de tubería: 6327,578m
- Población, actual, año 2010: 3240 Habitantes

Tabla 6: Estimación de la población futura

Estimacion de poblacion Futura				
	Cantidad	Unidades	Poblacion Futura $Pf= Pi * (1 + r)^{An}$	Unidades
Periodo de Diseño:	20	años.	3638	Habitantes
Tasa de crecimiento:	0,38	%		
Dotación:	200	lt/habitantes/día		
Pérdidas:	0,20			
Dotación bruta	250	lt/habitantes /día		
Tiempo de construcción	1	año		
Longitud de tubería:	6.357,58	m		
Población, actual, año (2020)	3240	Habitantes		
Coefficiente de Harmon	1,229805822			
Caudal de Aporte	10	m3/km.dia		

Fuente (Propia a partir de datos recolectados, 2021)

Tabla 7: Cálculos De caudales

Calculo de Caudales					
Caudal medio $Q_{med/d}$ (AP)	caudal medio (AR)	Caudal maximo horario	Caudal por conecciones erradas Q_e	caudal de infiltracion Q_i	Caudal de Diseño Q_{dis}
$Q_{med/d}(AP)= (P_f * Dotación)$	$Q_{med/d} (AR)= 80%$	$Q_{max/h}= F * Q_{med/d}$	$Q_e= 10% * Q_{max/h}$	$Q_{inf}= QA * L$	$Q_{dis} = Q_{máx/h} + Q_{inf} + Q_e$
(Lps)	(Lps)	(Lps)	(Lps)	(Lps)	(Lps)
10,52662037	8,421296296	10,35655921	1,035655921	0,7358310185	12,12804615

Fuente (Propia a partir de datos recolectados, 2021)

Aquí podemos observar los resultados obtenidos para así determinar el caudal de diseño para esta localidad, utilizamos una dotación neta de 200 L/habitantes/día y un coeficiente de pérdida de 0.20 obteniendo un caudal de diseño 12.12 Lps.

Los resultados para el cálculo de diseño de la red de alcantarillado sanitario se muestran en el anexo II.

- **Información topográfica**

Las elevaciones necesarias para la realización del diseño fueron obtenidas mediante el software satelital Google Earth.

El terreno de esta localidad presenta poca variación en las cotas lo que provocó que se arrojaron excavaciones profundas en algunos tramos del diseño esto se hace con la finalidad de garantizar la pendiente y obtener un flujo continuo.

- **Diseño de alcantarillado Sanitario**

El sistema de alcantarillado sanitario comprende 120 registros de alcantarillado. En total existen 6,357.58 m de tubería, todas estas tuberías poseen un diámetro de 8'' todas las tuberías son de PVC SDR- 32.5.

Conclusiones

En este trabajo de investigación se propuso realizar un alcantarillado sanitario el cual cubre las necesidades básicas cumpliendo y satisfactoriamente con los objetivos establecidos al inicio de esta investigación, desarrollando así los resultados en expectativa.

Durante el proceso de investigación, análisis y estudio teórico utilizamos los saberes previos adquiridos durante nuestra carrera en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), sumándole el trabajo de desarrollo práctico y empeño se hizo posible la realización de este trabajo.

Con la realización de esta investigación se agrega una propuesta de solución a uno de los problemas que afectan a esta localidad, aportando así a mejorar la calidad de vida de sus habitantes disminuyendo las posibilidades de contraer enfermedades y otras complicaciones que el mal manejo de sus aguas residuales provoca a su entorno o medio ambiente.

El cuerpo de agua más cercano a esta localidad es el río la savita el cual es un afluente importante de la localidad El Cacique y gran parte del municipio de Monte Plata y es de vital importancia protegerlo de esta contaminación causada por el mal manejo de estas aguas.

Gran parte de los Habitantes vierten estas aguas residuales al suelo provocando como resultado el aumento de problemas salubres debido a la contaminación, este sistema representa también una solución para el manejo de las aguas provenientes de las duchas, lavamanos y fregaderos que son servidas en las calles y contenes y van al río por medio de estos.

Este Diseño tiene una cobertura de 100% de la población del área en estudio. A pesar de que la zona presenta muy poca variación en las cotas, obtuvimos un diseño funcional por acción de gravedad sin la necesidad del uso de equipos de bombeo en ningún punto.

El sistema tiene como función recolectar las aguas residuales y dirigirlas por acción de la gravedad mediante tuberías conectadas hacia una PTAR para de esta manera ser tratadas y devueltas al cuerpo de agua receptor.

Recomendaciones

- Construir una red de alcantarillado sanitario en la localidad El Cacique, para mejorar la calidad de vida.
- Mostrarles a las autoridades competentes la propuesta para que la tengan en consideración.
- Crear conciencia en la población sobre el gran impacto negativo que tiene la contaminación en su hábitat.
- Educar cada cierto tiempo a la población de la localidad en lo que se refiere a la importancia del transporte de las aguas residuales y los beneficios asociados al mismo, como puede ser la disminución de las enfermedades de origen hídricas.
- Se recomienda utilizar el material establecido para este diseño, así como las pendientes y los diámetros sugeridos ya que la variación de estos provocaría alteración de las condiciones hidráulicas del diseño, lo que podría provocar complicaciones como obstrucciones en algunos sectores de la red.
- Se recomienda la debida capacitación del personal de INAPA para darle un adecuado mantenimiento periódico al alcantarillado y así evitar la obstrucción de este y obtener un debido funcionamiento.
- Recomendamos realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental antes de desarrollar el proyecto.
- Se recomienda realizar un levantamiento topográfico en el área de estudio.
- Se recomienda el diseño y construcción de una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) para procesar las aguas residuales que recolecta el sistema de alcantarillado sanitario y así evitar que estas sean dirigidas a los cuerpos de agua aledaños a la zona provocando un impacto positivo para el medio ambiente.

- Sugerimos que esta PTAR sea aerobia ya que esta aprovecha la capacidad de los microorganismos de procesar la materia orgánica y nutrientes disueltos en el agua residual el cual lo usan para su propio desarrollo en presencia de oxígeno.

Bibliografía

Los Ríos, República Dominicana (2018) Diseño de sistema de alcantarillado sanitario condominial para el barrio La Yuca. Recuperado de

<https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/585>

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2960/1/TESIS%20FINAL.pdf>

Cuenca, Ecuador (2018) Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca. Recuperado de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31523/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

Tumbaco, Ecuador, (2021) Diseñar el Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Comunidad Manantiales del Cantón Montecristi - Provincia de Manabí. Recuperado de

<https://greywateraction.org/wp-content/uploads/2014/11/finalGWmanual-esp-5-29-15.pdf>

Análisis de la generación de gei en la cuenca del río Bogotá (Colombia) y un panorama comparativo entre las cuencas de las capitales de México y Perú. Recuperado de

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=d3cc33ab-9dcb-4375-86ba-f7f0bd9452f5%40sdc-v-sessmgr02>

(Chacón Chaquea, M. 2016). Análisis físico y químico de la calidad del agua. Bogotá, Colombia: Ediciones USTA. Recuperado de <https://elibro-net.eu1.proxy.openathens.net/es/ereader/unphu/68990?page=22>.

(Jiménez Cisneros, Blanca E. 2001) La contaminación ambiental en México. México
Recuperado

d
e
<https://books.google.com.do/books?id=8MVxlyJGokIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

(Ricardo Rojas 2002) Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_AR-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1628365180&Signature=DpWaIoC4CwMLxpG2WHKYKF9Mk8Txdg~Jbc1qb1MT9qnBjs1~y3voqlMQHcV4rHt2zTAs3x44MqCjCtuwPv9bMy1RHxxEmma6lhKSHg5F011I0ociOMgoR2Y6vOdvst4hiuHOwsPo7x-X3wAiNr0jH3r5udq5d2af~cw3zf0Or~I0q6z2J0zqRV2pWJ2iWol9rVteqjTAeUSc0und5XTFOeEIPIY~eSH2~MnBMBbGQkM2W1Cddmn~PH9anLkzMTZPs69zq3Zbs8miyfQqnynUA-OCsNmSiAvEhAWZK4uqN7W8fsk~pb5hDoKn~nWqDU2vBBq9VaPTcpzAuZvrpkEtsA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

(Oscar Delgadillo 2010) Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales.
Recuperado de

https://books.google.com.do/books?id=1kO2J5aDljQC&pg=PA57&dq=solidos+suspendidos+en+aguas+residuales&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiHjfelz5_yAhVDPK0KHdQKAUsQ6AEwA3oECAIQAg#v=onepage&q=sólidos%20suspendidos%20en%20aguas%20residuales&f=false

(Metcalf & Eddy, 1996) Ingeniería de aguas residuales (3ra edición) vol. 1. Recuperado de <https://www.freelibros.me/ingenieria-ambiental/ingenieria-de-aguas-residuales-volumen-1-3ra-edicion-metcalf-eddy>

(Renapra, 2019) Enfermedades transmitidas por alimentos red nacional de protección de alimentos. recuperado de

<http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/Colera.pdf>

(OMS 2017) Enfermedades diarreicas, Organización mundial de la salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>

(Domínguez M.) Amebiasis intestinal y hepática. Recuperado de <https://gastrolat.org/DOI/PDF/10.0716/gastrolat2018s1000.10.pdf>

(Mandell, 2015) Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. Recuperado de: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001332.htm>

(Belzona, 2010) Tratamiento de aguas residuales. Recuperado de https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

(Rivas Mijares, 1978) Tratamiento de aguas residuales. 2ª ed. Ediciones Vega. Recuperado de https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

(Unatsabar, 2005) Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. Recuperado de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF

(Penagos Blanco) Componentes del sistema de alcantarillado. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13163/COMPONENTES%20SISTEMA%20DE%20ALCANTARILLADO-%20Laura%20Penagos.pdf;jsessionid=FC5D043D3D17A71BAB8094A756449D27?sequence=1>

(Ruiz Cortinez, 2009) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgapds-29.pdf>

Ingeniería del diseño, J Chaur. Recuperado de

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAll>

o

(ONE), 2020, Tu municipio en cifras, Oficina Nacional de estadística. Recuperado de:

<https://web.one.gob.do/publicaciones/2020/tu-municipio-en-cifras-monte-plata-2020/?altTemplate=publicacionOnline>

Anexo I

Anexo I. Imágenes de la visita de campo



Ilustración 7: Realización de encuesta

Fuente (propia, 2021)



Ilustración 8: Realización de encuesta

Fuente (propia, 2021)



Ilustración 9: Realización de encuesta

Fuente (propia, 2021)



Ilustración 10: Rio La Savita

Fuente (propia, 2021)



Ilustración 11: Puente Rio La Savita

Fuente (propia, 2021)



Ilustración 12: Parque principal

Fuente (Propia, 2021)

Modelo de encuesta utilizado

Encuesta para los habitantes de la comunidad El Cacique

- 1) ¿Cuántas personas viven en su casa?
 - a) 1 a 3 personas
 - b) 4 a 6 personas
 - c) 7 o más personas
- 2) ¿Cuál es el promedio de ingreso familiar?
 - a) 1,000 - 10,000 RD\$
 - b) 11,000 - 20,000 RD\$
 - c) 21,000 - 30,000 RD\$
 - d) 31,000 o más RD\$
- 3) ¿Cuál es la actividad económica familiar?
- 4) ¿Cuál es su nivel académico alcanzado?
 - a) Primaria
 - b) Bachiller
 - c) Superior
 - d) Ninguna
- 5) ¿Qué tipo de abastecimiento de agua potable poseen?
 - a) Tuberías internas
 - b) Tuberías externas
 - c) Pozos
 - d) Tanques u otros
- 6) ¿Tiene disponibilidad de agua potable?
 - a) Si
 - b) No
- 7) ¿Qué días llega el agua?
 - a) 1 vez por semana
 - b) 2 veces por semana
 - c) 3 veces por semana
 - d) No llega
- 8) ¿Cuántas horas llega el agua?
 - a) 0
 - b) 1-5 horas
 - c) 11-15 horas
 - d) 16 o más horas
- 9) ¿Utiliza algún método para disponer las aguas residuales?
 - a) Si
 - b) No
- 10) ¿Qué método utilizan para disponer las aguas residuales?
 - a) Pozo séptico
 - b) Letrinas
- 11) ¿Disponen de aparatos sanitarios?
 - a) Si
 - b) No

Ilustración 13: Encuesta

Fuente (Propia, 2021)

Encuesta para los habitantes de la comunidad El Cacique

- 1) ¿Cuántas personas viven en su casa?
 - a) 1 a 3 personas
 - b) 4 a 6 personas
 - c) 7 o más personas
- 2) ¿Cuál es el promedio de ingreso familiar?
 - a) 1,000 - 10,000 RD\$
 - b) 11,000 - 20,000 RD\$
 - c) 21,000 - 30,000 RD\$
 - d) 31,000 o más RD\$
- 3) ¿Cuál es la actividad económica familiar?

comerciante
- 4) ¿Cuál es su nivel académico alcanzado?
 - a) Primaria
 - b) Bachiller
 - c) Superior
 - d) Ninguna
- 5) ¿Qué tipo de abastecimiento de agua potable poseen?
 - a) Tuberías internas
 - b) Tuberías externas
 - c) Pozos
 - d) Tanques u otros
- 6) ¿Tiene disponibilidad de agua potable?
 - a) Si
 - b) No
- 7) ¿Qué días llega el agua?
 - a) 1 vez por semana
 - b) 2 veces por semana
 - c) 3 veces por semana
 - d) No llega
- 8) ¿Cuántas horas llega el agua?
 - a) 0
 - b) 1-5 horas
 - c) 11-15 horas
 - d) 16 o más horas
- 9) ¿Utiliza algún método para disponer las aguas residuales?
 - a) Si
 - b) No
- 10) ¿Qué método utilizan para disponer las aguas residuales?
 - a) Pozo séptico
 - b) Letrinas
- 11) ¿Disponen de aparatos sanitarios?
 - a) Si
 - b) No

Ilustración 14: Encuesta

Fuente (Propia, 2021)

Encuesta para los habitantes de la comunidad El Cacique

- 1) ¿Cuántas personas viven en su casa?
 a) 1 a 3 personas b) 4 a 6 personas c) 7 o más personas
- 2) ¿Cuál es el promedio de ingreso familiar?
 a) 1,000 - 10,000 RD\$ b) 11,000 - 20,000 RD\$ c) 21,000 - 30,000 RD\$
 d) 31,000 o más RD\$
- 3) ¿Cuál es la actividad económica familiar?
Comerciante
- 4) ¿Cuál es su nivel académico alcanzado?
 a) Primaria b) Bachiller c) Superior d) Ninguna
- 5) ¿Qué tipo de abastecimiento de agua potable poseen?
 a) Tuberías internas b) Tuberías externas c) Pozos d) Tanques u otros
- 6) ¿Tiene disponibilidad de agua potable?
 a) Si b) No
- 7) ¿Qué días llega el agua?
 a) 1 vez por semana b) 2 veces por semana c) 3 veces por semana
 d) No llega
- 8) ¿Cuántas horas llega el agua?
 a) 0 b) 1-5 horas c) 11-15 horas d) 16 o más horas
- 9) ¿Utiliza algún método para disponer las aguas residuales?
 a) Si b) No
- 10) ¿Qué método utilizan para disponer las aguas residuales?
 a) Pozo séptico b) Letrinas
- 11) ¿Disponen de aparatos sanitarios?
 a) Si b) No

Ilustración 15: Encuesta

Fuente (Propia, 2021)

Encuesta para los habitantes de la comunidad El Cacique

- 1) ¿Cuántas personas viven en su casa?
a) 1 a 3 personas b) 4 a 6 personas c) 7 o más personas
- 2) ¿Cuál es el promedio de ingreso familiar?
a) 1,000 - 10,000 RD\$ b) 11,000 - 20,000 RD\$ c) 21,000 - 30,000 RD\$
d) 31,000 o más RD\$
- 3) ¿Cuál es la actividad económica familiar?
Agricultura
- 4) ¿Cuál es su nivel académico alcanzado?
a) Primaria b) Bachiller c) Superior d) Ninguna
- 5) ¿Qué tipo de abastecimiento de agua potable poseen?
a) Tuberías internas b) Tuberías externas c) Pozos d) Tanques u otros
- 6) ¿Tiene disponibilidad de agua potable?
a) Si b) No
- 7) ¿Qué días llega el agua?
a) 1 vez por semana b) 2 veces por semana c) 3 veces por semana
d) No llega
- 8) ¿Cuántas horas llega el agua?
a) 0 b) 1-5 horas c) 11-15 horas d) 16 o más horas
- 9) ¿Utiliza algún método para disponer las aguas residuales?
a) Si b) No
- 10) ¿Qué método utilizan para disponer las aguas residuales?
a) Pozo séptico b) Letrinas
- 11) ¿Disponen de aparatos sanitarios?
a) Si b) No

Ilustración 16: Encuesta

Fuente (Propia, 2021)

Anexo II

Cálculo de caudal de diseño

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$

$$P_{fut} = 3240 * (1 + 0.00376)^{(20+11)} = \mathbf{3,638 \text{ habitantes}}$$

- **Caudales**

→ **Caudal medio diario de agua potable:**

$$Q_{med/d(AP)} = (P_f * \text{Dotación bruta}) / 86,400$$

$$Q_{med/d(AP)} = (3,638 * 250) / 86,400 = 10.52 \text{ LPS}$$

→ **Caudal medio diario agua residual:**

$$Q_{med/d (AR)} = 80\% * Q_{med/d(AP)}$$

$$Q_{med/d (AR)} = 0.80 * 10.53 \text{ LPS} = 8.42 \text{ LPS}$$

→ **Caudal Máximo horario:**

$$\text{Coeficiente Harmon (F)} = \frac{18 + \sqrt{\text{Población}}}{4 + \sqrt{\text{Población}}}$$

$$F = 1.229$$

$$Q_{\max/h} = F * Q_{\text{med}}/d$$

$$Q_{\max/h} = 1.229 * 8.24 \text{ LPS} = 10.35 \text{ LPS}$$

→ **Conexiones erradas:**

$$Q_e = 10\% * Q_{\max/h}$$

$$Q_e = 0.10 * 10.35 \text{ LPS} = 1.035 \text{ LPS}$$

Caudal de infiltración

$$Q_{\text{inf}} = 10 \text{ m}^3/\text{km.día} * 6.3099313 \text{ km}$$

$$Q_{\text{inf}} = 63.099 \text{ m}^3/\text{día} = 0.73 \text{ LPS}$$

Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis}} = Q_{\text{máx/h}} + Q_{\text{inf}} + Q_e$$

$$Q_{\text{dis}} = 10.35 + 1.035 + 0.73 = 12.12 \text{ LPS}$$

Caudal unitario:

$$Q_u = Q_{\text{dis}} / L$$

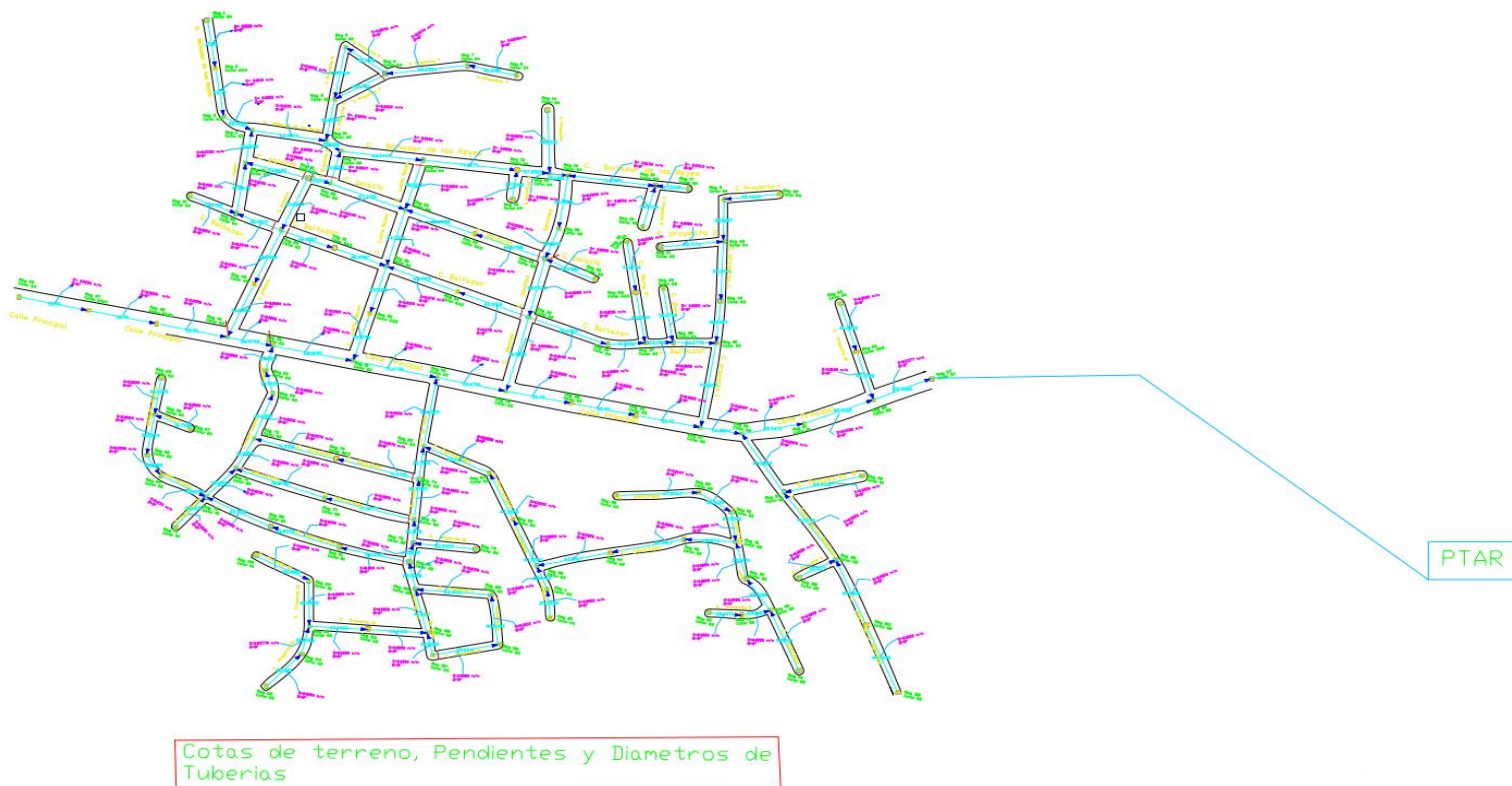
$$Q_u = 12.12 \text{ LPS} / 6327,578 \text{ m} = 0,0019 \text{ LPS/m}$$

Tabla 8: Pendiente y Caudales Máximos de Tuberías de Alcantarillado Sanitario de PVC.

TUBERIA DE PVC						
TABLA DE PENDIENTE Y CAUDALES MAXIMOS DE TUBERIAS DE ALCANTARILLADO A.N.						
Rugosidad (n)	0.009	V min. (m/s)	0.3	V max. (m/s)	5	
Diámetro (pulg)	Área (m2)	Pendiente S min	Pendiente S max	Diámetro (m)	Q min (LPS)	Q max (LPS)
8	0.03242928	0.00039525	0.10979123	0.2032	0.48935436	162.1463933
10	0.05067075	0.0002931	0.08141571	0.254	0.8879187	253.3537395
12	0.07296588	0.00022957	0.06376838	0.3048	1.44473145	364.829385
16	0.12971711	0.00015613	0.0433698	0.4064	3.11439401	648.5855732
21	0.223458	0.00010845	0.03012551	0.5334	6.43722543	1117.289991
24	0.29186351	9.0683E-05	0.02518983	0.6096	9.19469265	1459.31754
30	0.45603673	6.7246E-05	0.01867952	0.762	16.6834918	2280.183656
36	0.65669289	5.267E-05	0.01463063	0.9144	27.1456896	3283.464465
42	0.89383199	4.2841E-05	0.0119002	1.0668	40.9683814	4469.159966
48	1.16745403	3.5822E-05	0.0099505	1.2192	58.5177077	5837.270159
60	1.82414692	2.6564E-05	0.0073788	1.524	106.178611	9120.734624
72	2.62677157	2.0806E-05	0.0057794	1.8288	172.763091	13133.85786

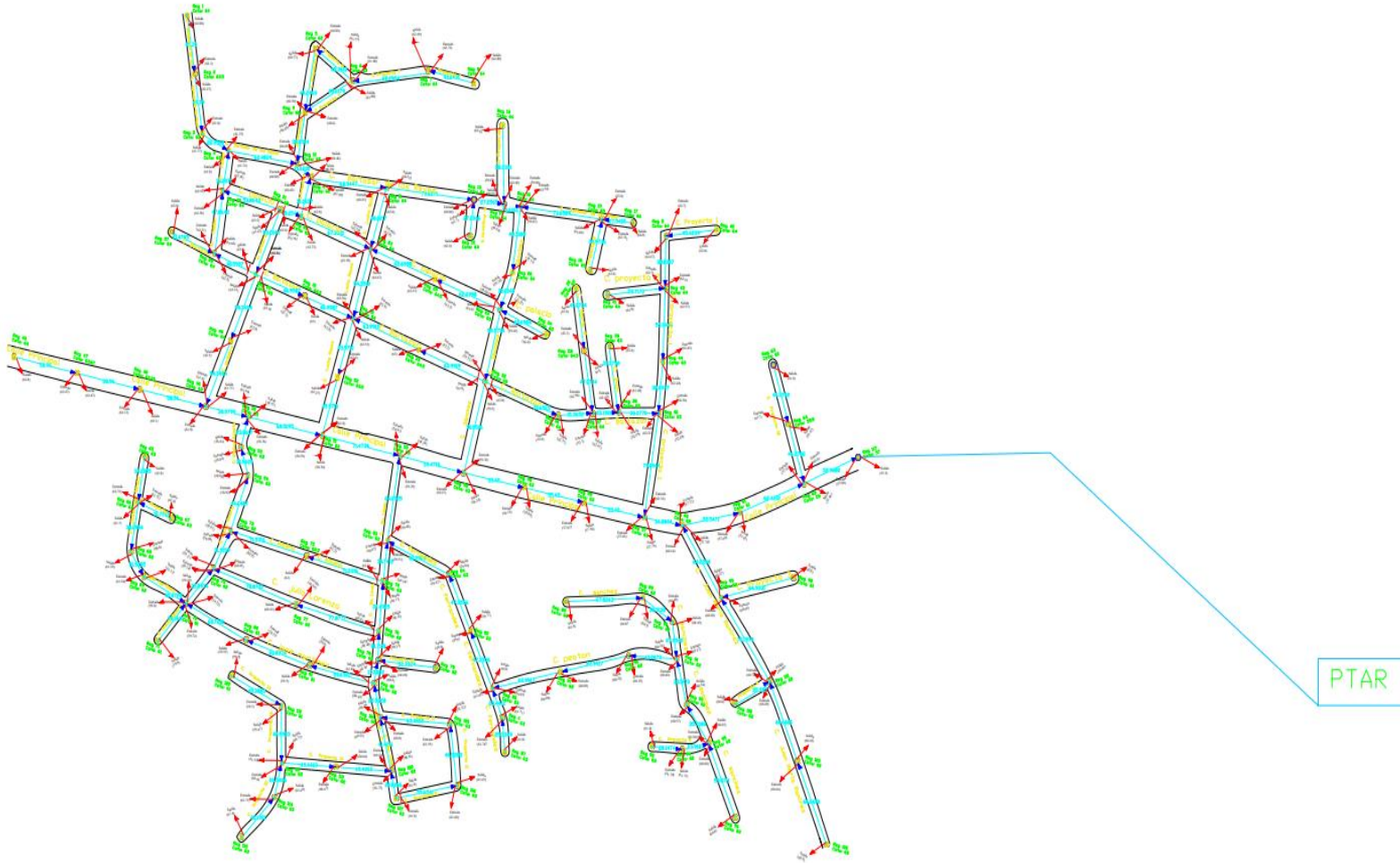
Fuente (Propia, 2021)

Plano trazado de la red, Cotas de terreno, Pendientes y Diámetros De tuberías



Fuente: (Propia 2021)

Plano trazado de red, Flujo Cotas de terreno Cotas de entrada y Salida de las tuberías en los registros, Longitud de tuberías.

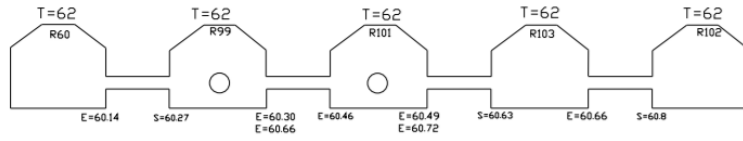


Cotas de terreno, cotas de entrada y salida en los registros

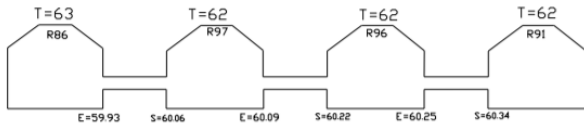
Fuente (Propia, 2021)

Perfiles hidráulicos

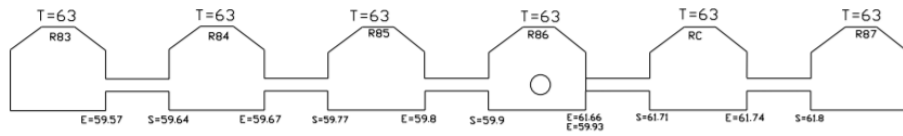
Calle Juan Maria Rodriguez



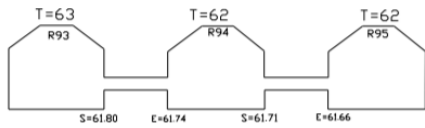
Calle Peaton



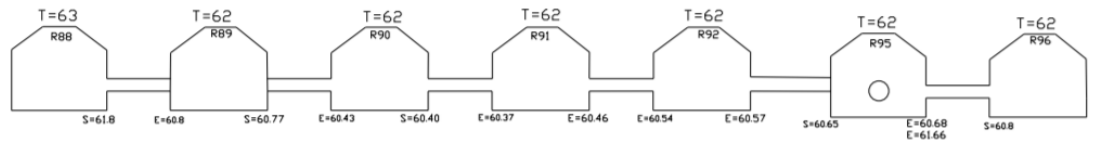
Calle Fernández



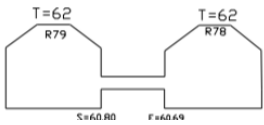
Calle Proyecto 9



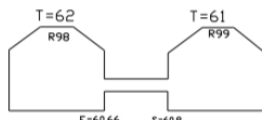
Calle Sánchez A.



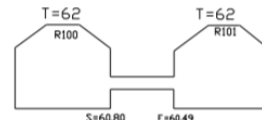
Calle Proyecto 6



Calle Proyecto 3



Calle Proyecto 4

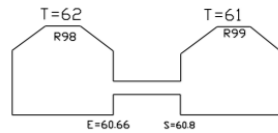


Fuente: (Propia 2021)

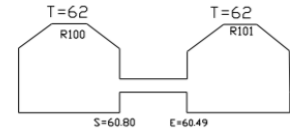
Calle Proyecto 6



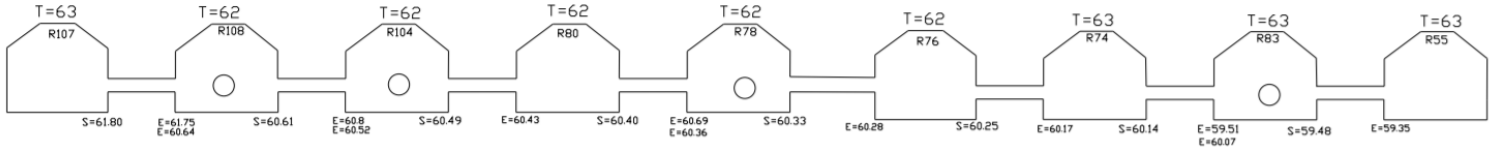
Calle Proyecto 3



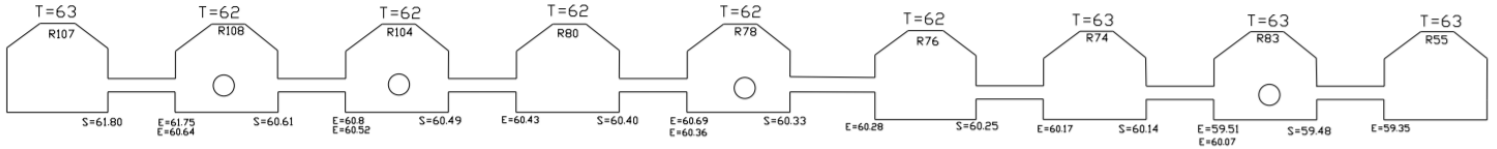
Calle Proyecto 4



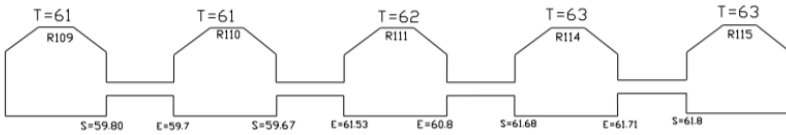
Calle Bo. Lindo



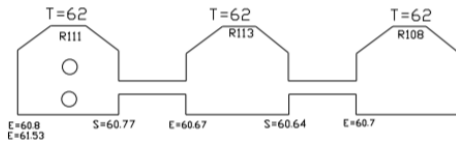
Calle Bo. Lindo



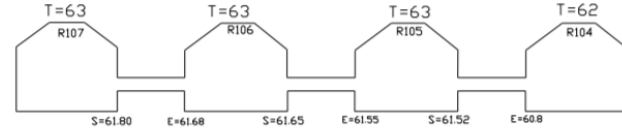
Calle Proyecto 13



Calle Proyecto 13



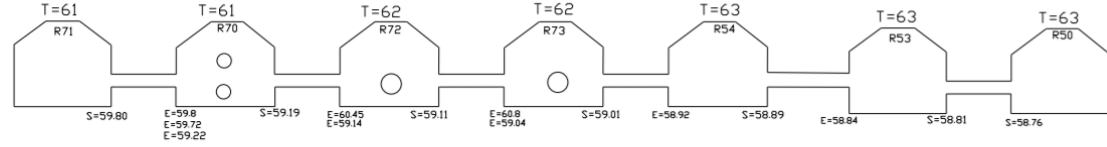
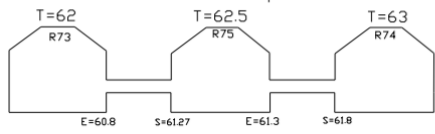
Calle Proyecto 11



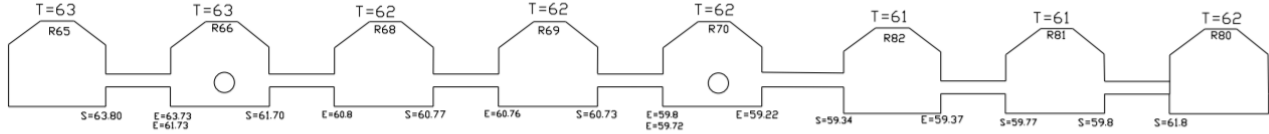
Fuente: (Propia 2021)

Calle Analay Acosta

Calle Aquino

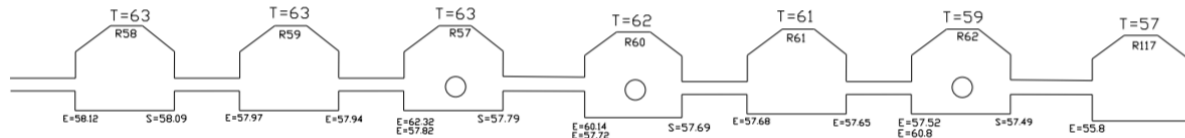
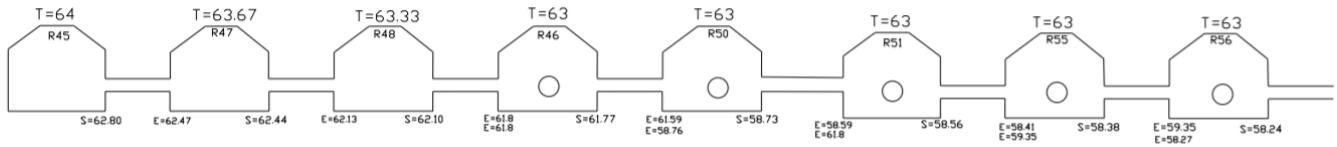


Calle Jose Martinez



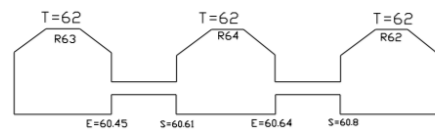
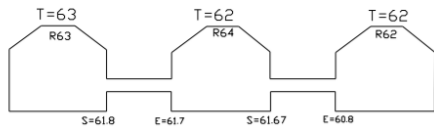
Calle Principal

Calle Principal



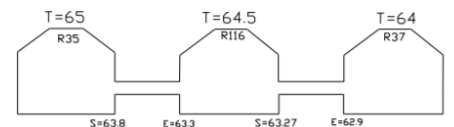
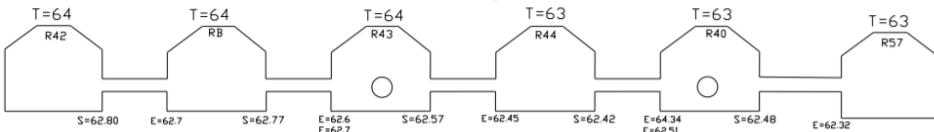
Calle Proyecto 12

Calle Julio Lorenzo



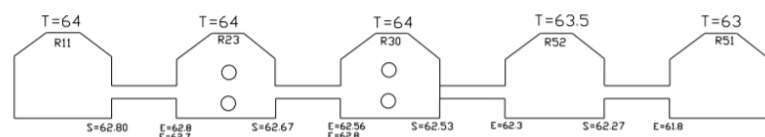
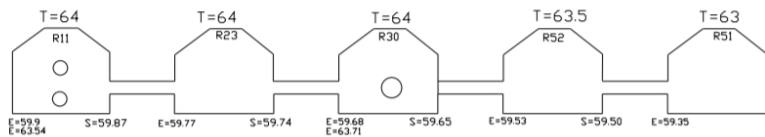
Calle Proyecto 1

Calle Maria P.



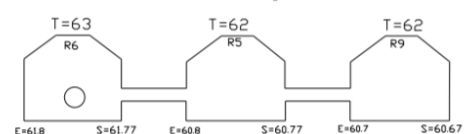
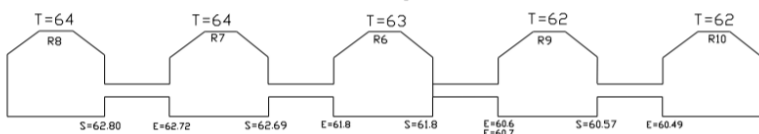
Calle Lucha Reyes

Calle Sánchez

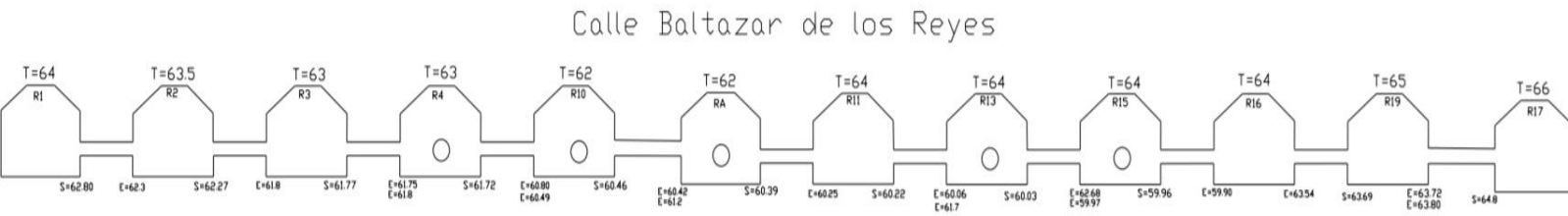
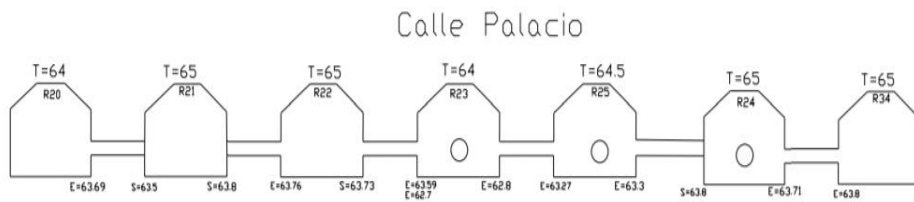
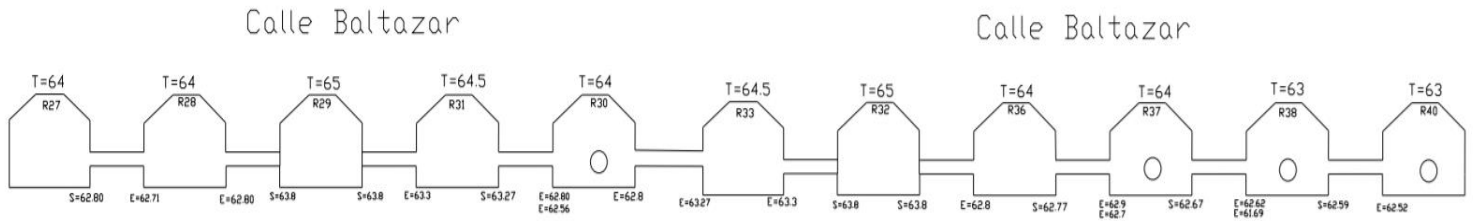
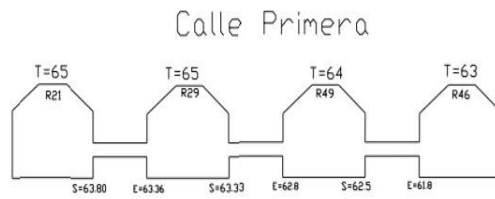
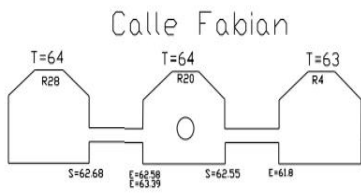


Calle Proyecto 7

Calle Proyecto 8



Fuente: (Propia 2021)



Fuente: (Propia 2021)

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Escuela de Ingeniería Civil

Elpyme Hernández Amarante

Sustentante de tesis

Albert Ricardo Javier Antigua

Sustentante de tesis

Ing. Amelia Pérez Sánchez

Asesora de tesis

Ing. Carlos Muñoz

Presidente del jurado

Ing. Cesar Mercedes

Jurado de tesis

Ing. Sanmy Campo

Jurado de tesis

Ing. José Adolfo Herrera

Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Calificación _____

Fecha _____