

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO PUEBLO VIEJO, PROVINCIA AZUA, REPÚBLICA DOMINICANA. (2021)**

**Para la obtención del título de:**  
**INGENIERO CIVIL**

**Sustentantes:**

Ezequiel Vásquez García	17-0084
Charlyn Fortuna Lamarche	17-1714

**Asesora:**

Ing. María Cristina Sánchez

**Santo Domingo, D.N.**

**Septiembre 2021**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le agradezco infinitamente a **Dios todo poderoso**, que cada día me dio más fuerzas, sabiduría y entendimiento para seguir adelante con mis sueños y así poder concluir satisfactoriamente esta carrera de Ingeniería Civil.

Luego de Dios, le doy gracias a mi amada madre, **Jacqueline Lamarche**, mi soporte y la persona a quien más admiro. Siempre me dejó claro que yo puedo con todo lo que me proponga y fue ese peldaño tan importante para nunca rendirme y mantenerme firme. Gracias por apoyarme en mis sueños y metas, y corregirme para ser cada día mejor.

Gracias a mi querida hermana, **Scarlet Fortuna**, quien me vio y me animó en momentos de dificultad. Gracias por tu apoyo incondicional y darme fuerzas cuando más las necesité.

Gracias a todos mis familiares y seres queridos, en especial a mi querido padre **Domingo Fortuna**, mis tías **Dinorah Lamarche** y **Maritza Silverio**, quienes siempre estuvieron pendientes de mí y dispuestos a ayudarme en todo lo que tuvieran la posibilidad, mostrándome siempre lo importante que soy para ellos y lo orgullosos que están de verme cada día crecer más tanto como profesionalmente, como personalmente.

A mis queridos **amigos y compañeros** de la universidad, que me acompañaron todo el trayecto de esta carrera, haciendo de esta etapa una de las más placenteras y fructíferas que he podido tener. Le agradezco a la universidad porque por ella he podido encontrarlos y hacerlos parte de mi vida, considerándolos como familia.

Agradezco de todo corazón a nuestra profesora y asesora de tesis, **María Cristina Sánchez**, por siempre estar a nuestra disposición para ayudarnos y explicarnos de la mejor manera para que así le entendamos y podamos seguir tranquilamente con esta investigación.

Por último, con muchísimo cariño quiero resaltar a mi gran amigo y compañero de tesis, **Ezequiel Vásquez**, quien me acompañó desde mis inicios hasta el final de este lindo trayecto en la universidad. Gracias por ser tan linda persona y compartir esta experiencia conmigo.

**Charlyn Fortuna Lamarche**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a **Dios** por haberme permitido llegar hasta aquí, por haberme dado salud, fuerza y disciplina para completar este logro, también agradezco por haberme permitido conocer a las maravillosas personas que son mis compañeros de carrera.

Agradezco a mis padres, **Olga García** y **Manuel Vásquez** por haberme apoyado incondicionalmente en cada paso del camino, sus consejos, su amor, por haberme criado con el carácter necesario para ser un buen profesional, y aún más importante, una buena persona.

Agradezco a mis hermanos **Ángel Vásquez García** y **Shakira Vásquez García** por igualmente haberme apoyado y siempre haber estado en disposición.

Agradezco a todos mis amigos de la universidad, en especial a **Fernando Polanco, Jesús Polanco, Charlyn Fortuna, Elio Serra, Seliné Terrero, Anthony Meléndez, Ángel Díaz y Ashley Guevara**, gracias por haber sido parte de este recorrido, por el apoyo que mutuamente siempre nos brindamos, y por haber hecho de mi periodo universitario, una etapa memorable.

A mi compañera de tesis, **Charlyn Fortuna**, por haber sido una ejemplar compañera, no solo en la elaboración del trabajo de grado, sino a lo largo de toda la carrera.

Agradezco a mi novia, **Jatna Rodríguez** por haberme servido de soporte cuando más lo necesitaba, e igualmente por siempre haberme acompañado en la realización de esta meta que marca un antes y un después en mi vida.

Gracias a **María Cristina Sánchez**, por su diligencia y disposición para ayudarnos, o aclarar cualquier duda durante la realización de este trabajo de grado, muchas gracias.

Gracias a la **Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU)**, por haberme permitido aprender y desarrollarme en sus instalaciones educativas.

Gracias,

**Ezequiel Daniel Vásquez García**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO 1. PLANTAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Preguntas de investigación.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación .....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Objetivo General .....	12
1.3.2 Objetivos Específicos .....	12
<b>1.4 Justificación e importancia .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 Alcances y Limitaciones .....</b>	<b>15</b>
1.5.1 Alcances .....	15
1.5.2 Limitaciones .....	15
<b>1.6 Antecedentes.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO 2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Agua Residual .....</b>	<b>19</b>
2.1.1 Características de las aguas residuales .....	19
2.1.2 Clasificación de las aguas residuales.....	23
2.1.3 Enfermedades que se puede contraer por las aguas residuales.....	24
<b>2.2 Tratamiento de las aguas residuales .....</b>	<b>26</b>
2.2.1 Métodos del proceso de tratamiento.....	27
2.2.2 Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales .....	28
<b>2.3 Red de alcantarillado.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Marco contextual.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Localización de la zona de estudio.....	30
2.4.2 Ubicación geográfica.....	32
2.4.3 Geografía .....	32
2.4.4 Población y Densidad poblacional .....	32
2.4.5 Clima .....	33
2.4.6 División Político – Administrativa.....	33
2.4.7 Economía.....	34
2.4.8 Salud.....	35
2.4.9 Educación .....	35
2.4.10 Historia del municipio .....	36
2.4.11 Cultura .....	37
<b>CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2 Tipos de investigación .....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Investigación descriptiva .....	38
3.2.2 Investigación aplicada .....	38
3.2.3 Investigación bibliográfica .....	39
3.2.4 Investigación de campo .....	39

<b>3.3 Procedimiento de la investigación .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Técnicas de investigación .....</b>	<b>40</b>
3.4.1 Observación directa .....	40
3.4.2 Entrevista estructurada .....	40
3.4.3 Encuesta estructurada .....	40
<b>3.5 Procedimiento de diseño .....</b>	<b>41</b>
3.5.1 Información topográfica .....	41
3.5.2 Trazado de la red .....	41
3.5.3 Población actual.....	41
3.5.4 Población futura.....	41
3.5.5 Dotación .....	42
3.5.6 Factor de retorno.....	43
3.5.7 Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{med}$ ) .....	44
3.5.8 Factor de mayoración (F) .....	45
3.5.9 Caudal máximo horario ( $Q_{m\acute{a}x/h}$ ).....	45
3.5.10 Caudal de conexiones erradas ( $Q_e$ ) .....	45
3.5.11 Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ ) .....	46
3.5.12 Caudal de diseño ( $Q_{dis}$ ) .....	46
3.5.13 Velocidad mínima .....	47
3.5.14 Velocidad máxima.....	47
3.5.15 Pendiente mínima .....	48
3.5.16 Pendiente máxima .....	48
3.5.17 Diámetro mínimo.....	48
<b>CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 Análisis e interpretación de resultados en visita de campo .....</b>	<b>49</b>
4.1.1 Resultados de la encuesta .....	50
4.1.2 Resultados de la entrevista .....	55
<b>4.2 Análisis e interpretación de resultados sobre el diseño.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3 Propuesta de planta de tratamiento.....</b>	<b>57</b>
4.3.1 Pretratamiento.....	60
4.3.2 Tratamiento primario.....	61
4.3.3 Tratamiento Secundario.....	62
4.3.4 Terreno propuesto.....	64
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA Y ENTREVISTA.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 2. PLANTA DE DISEÑO .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO 4. DETALLES DE RED .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 5. PERFILES HIDRÁULICOS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO 6. FIGURAS DE VISITAS DE CAMPO .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de República Dominicana.....	30
<b>Figura 2:</b> Mapa de la provincia donde está ubicada la zona de estudio.....	31
<b>Figura 3:</b> Zona de estudio – Imagen satelital de la zona urbana de Pueblo Viejo, Azua.....	31
<b>Figura 4:</b> Terreno propuesto para planta de tratamiento.....	64
<b>Figura 5:</b> Terreno propuesto para planta de tratamiento. ....	65
<b>Figura 6:</b> Entrada a Pueblo Viejo desde Las Terreras, pueblo vecino.....	91
<b>Figura 7:</b> Ayuntamiento Municipal de Pueblo Viejo, Azua.....	91
<b>Figura 8:</b> Junto a Víctor Figuereo, alcalde municipal de Pueblo Viejo.....	92
<b>Figura 9:</b> Realizando entrevista a Leicys Vásquez, encargada de recursos humanos en el Ayuntamiento Municipal de Pueblo Viejo.....	92
<b>Figura 10:</b> Junto a la encargada de recursos humanos del Ayuntamiento de Pueblo Viejo, Leicys Vásquez.....	93
<b>Figura 11:</b> Liceo Secundario Cacique Enriquillo. Principal Liceo de la comunidad. ....	93
<b>Figura 12:</b> Parroquia Nuestra Señora de las Mercedes. Parroquia ubicada en la entrada y calle principal de Pueblo Viejo. ....	94
<b>Figura 13:</b> Clínica Rural Pueblo Viejo.....	94
<b>Figura 14:</b> Ruinas de Pueblo Viejo, patrimonio monumental de República Dominicana.....	95
<b>Figura 15:</b> Campo de béisbol de Pueblo Viejo.....	95
<b>Figura 16:</b> Parque Güübia, ubicado en la calle principal de Pueblo Viejo.....	96
<b>Figura 17:</b> Extensión de Calle Independencia.....	96
<b>Figura 18:</b> Calle José Francisco Peña Gómez.....	97
<b>Figura 19:</b> Calle Independencia, cercana al ayuntamiento de Pueblo Viejo.....	97
<b>Figura 20:</b> Viviendas de la comunidad de Pueblo Viejo.....	98
<b>Figura 21:</b> Viviendas de la comunidad de Pueblo Viejo.....	98
<b>Figura 22:</b> Realizando las encuestas en conjunto.....	99
<b>Figura 23:</b> Sra. Frederinda Figuereo, residente de la comunidad de Pueblo Viejo desde hace 62 años aproximadamente, toda su vida.....	99
<b>Figura 24:</b> Vivienda con letrina.....	100
<b>Figura 25:</b> Exterior de letrina.....	100
<b>Figura 26:</b> Visita a Río Jura.....	101
<b>Figura 27:</b> Vista del Río Jura.....	101
<b>Figura 28:</b> Vista del Río Jura.....	102
<b>Figura 29:</b> Viviendas de Pueblo Viejo, Azua.....	102
<b>Figura 30:</b> Terreno para el cultivo de plátanos.....	103
<b>Figura 31:</b> Rigola ubicada entre las viviendas de la comunidad, próximo a Las Ruinas de Pueblo Viejo.....	103
<b>Figura 32:</b> Camiones recolectores de basura del ayuntamiento de Pueblo Viejo.....	104
<b>Figura 33:</b> Vista del Río Jura. Figura tomada en el pueblo Las Terreras.....	104
<b>Figura 34:</b> Cañada cercana al terreno propuesto para planta de tratamiento.....	105
<b>Figura 35:</b> Cañada cercana al terreno propuesto para planta de tratamiento.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> División territorial de pueblo viejo.....	33
<b>Tabla 2.</b> Dotación por tipo de proyecto .....	43
<b>Tabla 3.</b> Consideraciones para velocidad mínima del colector.....	47
<b>Tabla 4.</b> Valores máximos permisibles de descargas de agua residual municipal en aguas superficiales .	58
<b>Tabla 5.</b> Composición típica de las aguas residuales domésticas .....	58
<b>Tabla 6.</b> Eficiencias típicas de remoción .....	59
<b>Tabla 7.</b> Información típica para el diseño de rejillas de barras .....	60
<b>Tabla 8.</b> Geometría para desarenadores.....	61
<b>Tabla 9.</b> Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria .....	62
<b>Tabla 10.</b> Estándares de diseño del RAP .....	63
<b>Tabla 11.</b> Propiedades físicas de medios de filtros percoladores.....	63

# INTRODUCCIÓN

El crecimiento desbocado de las ciudades y de la población en general, puede provocar que un fragmento cada vez más elevado de la población se encuentre en condiciones por debajo de las adecuadas; debido al aumento de la contaminación y escasos recursos, ciertas zonas se pueden ver afectadas por males como: deficientes condiciones de salubridad.

En República Dominicana, los poblados que se encuentran fuera de las principales ciudades suelen carecer de ciertos aspectos básicos que caracterizan los tiempos modernos. La incorporación de una red de alcantarillado sanitario puede suponer un avance significativo para las personas que habitan zonas que se encuentran desprovistas de sistemas efectivos para desechar los desperdicios.

Para el diseño de un alcantarillado sanitario por gravedad se utiliza como guía y normativa el Reglamento Técnico Para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro - Sanitario del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA), el cual indica las dotaciones que se deben atribuir a diferentes localidades, como también indica las velocidades mínimas y máximas que se deben permitir y las profundidades de excavación adecuadas. Igualmente, en el diseño de la propuesta conceptual de planta de tratamiento, se utiliza como guía la normativa del INAPA, en conjunto con las normas de medio ambiente, que señalan y regulan los depósitos de aguas después de haber sido tratadas.

La investigación realizada consta de cuatro capítulos, en los cuales se detallan los parámetros para la propuesta de alcantarillado sanitario en la zona urbana de Pueblo Viejo, provincia de Azua, República Dominicana. En el primer capítulo se presentan los objetivos de la investigación, los antecedentes y el planteamiento de la misma. En el segundo capítulo se trata el

marco teórico, en el cual se definen los conceptos que conciernen a la investigación, e igualmente contiene informaciones que permiten conocer la zona de estudio. En el tercer capítulo se trata el marco metodológico, en el que se detalla las metodologías a utilizar para recolectar información, e igualmente los procesos del diseño.

Así mismo en el último capítulo, se presentan y analizan los resultados tanto de la investigación, como los del diseño. La investigación realizada cuenta con una conclusión y anexos que sustentan la misma. Por último, ésta también cuenta con recomendaciones importantes, que permitirán que la propuesta se realice de manera efectiva.

# CAPITULO 1. PLANTAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

El saneamiento deficiente va asociado a la transmisión de enfermedades como el cólera, la diarrea, la hepatitis A, la fiebre tifoidea, y la poliomielitis; muchas de las cuales provocan el retraso del crecimiento.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2,300 millones de personas no tienen instalaciones de saneamiento básicas, tales como inodoros o sistemas de alcantarillado. Uno de los grandes problemas a nivel mundial que provoca la falta de un sistema de alcantarillado es que las aguas negras se pueden mezclar con el sistema de abastecimiento. Para la OMS un 10% de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales.

De acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, 490 millones de personas en Latinoamérica no tienen acceso a un saneamiento seguro, es decir, acceso a la recolección y el tratamiento de las aguas residuales, como a la disposición segura de estas para el medio ambiente. Esta cifra, que representa al 69% de la población latinoamericana, indica qué tan alto es este problema en la región; cabe destacar que la mayoría de estas zonas sin alcantarillado pertenecen a zonas rurales.

La mayoría de las zonas rurales de República Dominicana se encuentran aisladas y desprovistas, en comparación con las principales ciudades del país. Sabiendo esto, es fácil deducir que un alto porcentaje de estas zonas no cuentan con un sistema del alcantarillado sanitario, lo cual afecta la calidad de vida de la población de la zona de estudio.

Una de estas zonas que tiene esta problemática es el municipio Pueblo Viejo, de la provincia de Azua. Por la ausencia de este servicio los pobladores se ven obligados a utilizar métodos que son perjudiciales para desechar las aguas negras, tales como: construcción de pozos sépticos o el uso de letrinas.

El defectuoso drenaje de las aguas negras puede ser perjudicial para el medio ambiente y para la salud de los pobladores, debido a que el mal manejo de estos desechos puede contaminar o aumentar la posibilidad de contagio de una enfermedad asociada al mal manejo de las heces.

La finalidad de este diseño es resolver en Pueblo Viejo, esta problemática que afecta un alto porcentaje de su población, así como a tantas personas en el mundo. Este diseño será un aporte al desarrollo de la región y del país, ya que contar con un alcantarillado sanitario es un avance para estas zonas, e indica el desarrollo de la misma.

## **1.2 Preguntas de investigación**

- ¿Cómo se podrían mejorar las condiciones sanitarias del municipio?
- ¿Qué tipo de tratamiento sería el indicado para tratar las aguas negras recolectadas en el alcantarillado sanitario?
- ¿Cuáles son las zonas más afectadas por los problemas de salubridad?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Presentar una propuesta del diseño de un alcantarillado sanitario en el municipio de Pueblo Viejo, provincia Azua, República Dominicana.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Mejorar las condiciones sanitarias, y por tanto la calidad de vida de las personas que viven en este municipio.
- Proponer una planta de tratamiento que esté conectada a la red de alcantarillado sanitario, eliminando contaminantes que se encuentran en las aguas residuales.
- Definir las zonas más afectadas por los problemas de salubridad en Pueblo Viejo.

## 1.4 Justificación e importancia

La contaminación es un fenómeno que actualmente azota innumerables comunidades a través de los residuos hidrosanitarios que sufren de insuficiencia de tratamiento y provocan daños en la comunidad y las aguas superficiales cercanas a las zonas. El agua es un recurso vital para la vida y debe ser renovado y utilizado en buenas condiciones, por lo que resulta de suma importancia poseer una red de circulación de la misma para fines de optimización y mantenimiento de este recurso.

Para esto existen los sistemas de alcantarillados, que permiten la recolección y la movilización de aguas residuales hacia un depósito donde serán tratadas y destinadas a los diferentes usos. La importancia de que cada comunidad pueda disfrutar de uno, puede evidenciarse en el nivel de higiene y salubridad que poseerá el entorno que habiten los ciudadanos.

“La primera prioridad que demanda una comunidad es el suministro del agua, con calidad adecuada y cantidad suficiente. Ya logrado este objetivo, surge otro no menos importante que consiste en la adecuada eliminación de las aguas ya utilizadas que se convierten en potenciales vehículos de muchas enfermedades y trastorno del medioambiente.” (Rodríguez Pimentel, H. 2017)

El presente trabajo de grado surge ante la necesidad de lograr el objetivo de reducir en sus mínimos niveles la insalubridad y contaminación producida por la población como consecuencia de las actividades humanas que se realizan cada día. En este caso, se propone diseñar una red de alcantarillado sanitario para el municipio de Pueblo Viejo, ubicado en la provincia de Azua, República Dominicana.

Según las encuestas realizadas, la población de este municipio se ve afectada por la falta de un sistema de alcantarillado, lo que se evidencia en el alto grado de contaminación e insalubridad que posee dicha comunidad. En la actualidad, para combatir dicha contaminación esta comunidad ha recurrido al uso pozos sépticos, letrinas y otros métodos, que ayudan a que las aguas residuales y desechos sólidos no se estanquen, pero aún así, no reduce los niveles de contaminación como debería, lo que repercutirá negativamente a futuro en la salud de los munícipes.

Por lo que, entre muchos de los beneficios que puede traer un sistema de alcantarillado sanitario a este municipio, podemos resaltar la mejora de la calidad de vida que posee la población actualmente, disminuyendo los niveles de contaminación existentes y convirtiendo el hábitat en un ambiente saludable, higiénico y confortable para las personas del entorno. Así mismo, aportar al desarrollo de dicho municipio, incentivando al crecimiento del mismo, brindando a las obras futuras un sistema del cual podrán beneficiarse.

## **1.5 Alcances y Limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

- Se llevará a cabo el diseño de una red de alcantarillado sanitario para la zona urbana del municipio de Pueblo Viejo, situado en la provincia Azua, República Dominicana.
- Se entrevistará una muestra representativa de la población para evaluar que tanto le afecta a la comunidad la ausencia de un alcantarillado sanitario.
- Se presentarán los cálculos del diseño del alcantarillado sanitario.

### **1.5.2 Limitaciones**

- No se efectuarán estudios de suelo.
- No se realizarán análisis de costo del alcantarillado diseñado.
- No se realizarán estudios de impacto ambiental.
- No se incluirá nada referente al funcionamiento del alcantarillado sanitario.

## **1.6 Antecedentes**

Durante el período que gobernó el doctor Joaquín Balaguer se inició la construcción de más de 50 sistemas de alcantarillados en pueblos y ciudades. Algunos fueron terminados, mientras que otros quedaron obsoletos y no se ha retomado la construcción de ellos. Indagando sobre aquellos pueblos donde fueron construidos dichos alcantarillados, nos encontramos con Pueblo Viejo, uno de los municipios donde el expresidente inició la construcción de un alcantarillado sanitario, sin embargo, se llegó a ejecutar únicamente una pequeña parte de la obra, la cual desde entonces no ha recibido el debido mantenimiento.

En busca de trabajos e informaciones relacionados con nuestro tema, luego de haber resaltado el pequeño proceso ya realizado anteriormente en la zona, también nos encontramos con un sin número de trabajos de investigación estrechamente relacionados con el tema a tratar, entre estos podemos resaltar los siguientes:

### **NACIONALES**

- Trabajo de grado: Diseño de sistema de alcantarillado sanitario en la Colonia Agrícola, Pedernales, sustentado por Gabriel Alejandro Mercedes y Jake Montes de Oca, para optar por el título de Ingeniería Civil en la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), para el año 2018. La problemática que estos presentan y con dicho trabajo intentan solucionar es la contaminación que se ve en los ríos Yaque del Norte, Jimenoa y Baiguate, los tres afectados debido a que los pobladores al no poseer un sistema de alcantarillado sanitario, recurrieron al uso del alcantarillado pluvial para el desalojo de desechos producidos día tras día en las viviendas del sector Colonia Agrícola.

El objetivo de dicho trabajo es que con el correcto diseño de alcantarillado se disminuya la insalubridad y contaminación generada por las aguas residuales que no tienen tratamiento, mejorando no solo la calidad de vida de los habitantes, sino que también reducir potencialmente las aguas superficiales de ríos y arroyos afectados.

- Trabajo de grado: ‘Diseño de sistema de alcantarillado sanitario condominal para el barrio La Yuca de Los Ríos, Santo Domingo, D.N.’, sustentado por Laura Reyes Fernández y Juan Arambol Romero, para optar por el título de Ingeniería Civil en la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), en enero del año 2018. Estos proponen un diseño de alcantarillado sanitario para un sector de Santo Domingo, La Yuca, asegurando una mejora en el ambiente de las personas pertenecientes a dicho sector. La localidad sufre de la contaminación y mal olor proveniente de una cañada aledaña a la zona, donde se van todas las aguas residuales y desechos sólidos de los mismos pobladores de la zona, esto debido a la falta de un sistema de alcantarillado pertinente.

## **INTERNACIONALES**

- Trabajo de grado: ‘Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Tuín, departamento de Ahuachapán, El Salvador’, sustentado por José León Blanco, Erick Salinas Rodríguez y Mario Zepeda Lima, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de El Salvador, en marzo del año 2017. El objetivo principal de dicho trabajo de investigación es el diseño de no solo el alcantarillado sanitario, sino también de una planta de tratamiento para regular y mejorar la conducción de las aguas residuales y los desechos sólidos, hacia un depósito adecuado, y allí darle el debido mantenimiento. Esto con el fin de ofrecer al municipio de Turín una mejora en las

condiciones sanitarias de la población y por tanto una mejora en la salud, como también teniendo una comunidad más salubre e higiénica ayudaría en el ámbito económico por parte del turismo en dicho municipio.

- Trabajo de grado: ‘Diseño de la red de alcantarillado del barrio Centro Poblado Pasoancho, situado en el municipio de Zipaquirá’, sustentado por Cristian Fernando Córdoba Cataño, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia, en el año 2013. Este trabajo de grado se fundamenta en la optimización de los alcantarillados ya construidos en la zona. Estos alcantarillados no trabajan con el potencial deseado debido a la antigüedad de los mismos y el poco mantenimiento que ha tenido a lo largo del tiempo. El objetivo de este es diseñar alcantarillado sanitario cumpliendo con las normas impuestas por la RAS2000, para que así estos sistemas puedan brindar capacidad suficientes para la comunidad actual y las obras venideras.

## **CAPITULO 2. MARCO TEORICO**

### **2.1 Agua Residual**

“Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella.” (Zarza, L. 2017)

#### **2.1.1 Características de las aguas residuales**

El recurso hídrico en general, contiene cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que varían dependiendo el tipo de agua que se analice, presentando diferentes características fisicoquímicas, características que se tienen en cuenta para poder tener un manejo óptimo del recurso para posteriormente poder ser tratado, si no se realiza un buen manejo del recurso se generaría una mala caracterización de las aguas e impide seleccionar correctamente los tratamientos que esta necesite. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S)

##### **2.1.1.1 Características físicas**

Estas características se pueden distinguir por el color, el olor, los sólidos, la turbidez y la temperatura que posea el agua.

- **Color:** El color del agua se debe a las sustancias o materias suspendidas en la misma, causando que el agua tome el color de la sustancia suspendida. Existen diferentes distinciones para el color que tome el agua, siendo el color aparente el que se produce debido a los sólidos suspendidos; y el color verdadero el que proviene de las sustancias disueltas.

- **Olor:** El olor desagradable que viene de las aguas residuales tiene mucho que ver con los gases provenientes de la descomposición de materia orgánica.
  - **Sólidos suspendidos:** 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 proceso de filtración o de sedimentación.
  - **Sólidos disueltos:** Es la denominación que reciben todos los sólidos que quedan retenidos en un proceso de filtración fina. En general, los sólidos disueltos son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos.
  - **Sólidos totales:** Se incluyen todos los sólidos existentes en las aguas residuales y que en promedio son un 50% orgánicos. Es precisamente esta unidad orgánica de los sólidos presentes en las aguas residuales la que es sujeto de degradación y se constituye como requisito para una planta de tratamiento de aguas residuales.
  - **Turbidez:** Es una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas. Sirve principalmente para conocer la cantidad de luz que es absorbida por el material suspendido en el agua. La turbiedad del agua es debida a la desintegración y la erosión de materiales arcillosos, limos, o rocas, pero también por los restos de plantas y microorganismos.
  - **Temperatura:** La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua de abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. Afecta directamente a las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para otros fines.
- (Garzón, D. y Espino, R.)

### 2.1.1.2 Características químicas

Estas características toman en cuenta no solo las partículas presentes en el agua, sino que también considera las partículas en suspensión. Estas se pueden distinguir por dos grupos, materia orgánica y materia inorgánica.

Los sólidos inorgánicos se conforman principalmente por Nitrógeno, Fósforo, Cloruros, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos y trazas de sustancias tóxicas como Arsénico, Cianuro, Cadmio, Cromo, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc. Los sólidos orgánicos se clasifican en nitrogenados y no nitrogenados. Los sólidos nitrogenados se componen por proteínas, ureas, aminas y aminoácidos, y los sólidos no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S)

- **Materia orgánica:** Son fracciones relevantes que se dan de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a esto se refleja como la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua.
- **Oxígeno disuelto:** Es un parámetro fundamental que se contempla en el ecosistema acuático y su valor debería estar por encima de los 4 mg/L para así mismo asegurar la sobrevivencia de los organismos superiores. El oxígeno se usa como indicador de la contaminación para los cuerpos hídricos. Para el correcto funcionamiento de los tratamientos aerobios de las aguas residuales, es necesario asegurar una concentración mínima de 1 mg/L.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, se usa para determinar el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** También una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra. A diferencia de la DBO, esta prueba emplea un oxidante fuerte (dicromato de potasio –  $K_2Cr_2O_7$ ) en un medio ácido (ácido sulfúrico –  $H_2SO_4$ ) en vez de microorganismos. (PTR, Uniminuto)
- **Materia inorgánica:** Las aguas residuales y naturales contienen varios componentes inorgánicos de gran importancia para el establecimiento y control de la calidad de agua. Puesto que las concentraciones de los distintos constituyentes inorgánicos pueden afectar mucho a los usos del agua, conviene examinar su naturaleza.
- **pH:** Es un importante parámetro de calidad tanto de las aguas naturales como de las residuales. El intervalo de concentración ideal para la existencia de la mayoría de vida biológica es muy estrecho y crítico.
- **Alcalinidad:** Su presencia en el agua residual se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio\*, magnesio\*, sodio, potasio o amoníaco. La concentración de la alcalinidad en el agua residual es especialmente importante cuando debe efectuarse un tratamiento químico y cuando haya que eliminar el amoníaco mediante arrastre por aire.
- **Compuestos tóxicos:** El cobre, plomo, plata, cromo, arsénico y boro son tóxicos en distintos grados para los microorganismos, y, por tanto, deben tenerse en consideración al proyectar una planta de tratamiento biológico.
- **Cloruros:** Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contienen y están en contacto con el agua y, en las regiones costeras, por la intrusión del agua salada. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales en las aguas superficiales. (Garzón, D. y Espino, R)

### 2.1.1.3 Características biológicas

Las características bacteriológicas de las aguas residuales son la razón más importante para hacer el tratamiento de las mismas ya que el propósito del tratamiento de aguas residuales es la eliminación de los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de evitar la contaminación biológica cortando el ciclo epidemiológico de transmisión. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S)

- **Bacterias:** Responsables de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en las aguas residuales. Su crecimiento ocurre a pH entre 6,5, y 7,5. De lo cual algunas de las bacterias son patógenas, como la *Escherichia coli*, indicador de contaminación de origen fecal.
- **Hongos:** Los Hongos predominan en las aguas residuales de tipo industrial debido que resisten a valores de pH bajos y a la escasez de nutrientes.
- **Protozoos:** Se alimentan de bacterias y materia orgánica, para mejorar la calidad microbiológica de los efluentes de las PTAR.
- **Actinomicetos:** Son bacterias filamentosas conocidas por causar problemas en reactores de lodos activados, generando la aparición de espumas y la pérdida de sedimentación del lodo, hinchamiento o filamentosos, incrementando los sólidos del efluente y la disminución de la eficiencia del TAR.

### 2.1.2 Clasificación de las aguas residuales

Las aguas residuales se suelen clasificar según su origen, es decir, las causas o actividades de donde provienen o donde se originaron. Entre los tipos más comunes de aguas residuales encontramos:

- **Aguas residuales urbanas (ARU):** Se trata del agua residual que aglomera los distintos tipos a mencionar que se dan en las zonas o núcleos urbanos, es decir, incluyen las aguas residuales domésticas, las aguas residuales industriales y las aguas provenientes de lluvias en las zonas urbanas.
- **Aguas residuales domésticas (ARD):** Este tipo de aguas residuales se da como producto de la actividades realizadas en las viviendas, establecimientos comerciales o instituciones. Estas se pueden clasificar en aguas negras o fecales, provenientes de las necesidades fisiológicas del ser humano, y aguas grises, que provienen de las actividades de limpieza.
- **Aguas residuales industriales (ARI):** Estas aguas provienen de las actividades comerciales e industriales, donde su proceso de producción, transformación o manipulación sea necesario el uso del agua. Este tipo de agua residual tiene una amplia clasificación según el vertido, ya sean de tipo orgánico, inorgánico, de ambos dicho anteriormente, entre otros.
- **Aguas residuales provenientes de lluvias (ARLL):** Este tipo de agua residual proviene de la escorrentía superficial de las lluvias que a su paso arrastra material acumulado en la superficie por donde pasa.
- **Aguas residuales agrícolas (ARA):** Estas aguas residuales se dan debido a la escorrentía superficial en zonas agrícolas que utilizan agua y de esta forma se ligan con productos contaminantes, tales como pesticidas, sales, sólidos en suspensión y demás.

### **2.1.3 Enfermedades que se puede contraer por las aguas residuales**

- **Cólera**

El cólera es una infección intestinal aguda causada por la ingestión de alimentos o agua contaminados por la bacteria *Vibrio cholerae*. Tiene un periodo de incubación corto, entre

menos de un día y cinco días, y la bacteria produce una entero toxina que causa una diarrea copiosa, indolora y acuosa que puede conducir con rapidez a una deshidratación grave y a la muerte si no se trata prontamente. La mayor parte de los pacientes sufren también vómitos. (Organización mundial de la salud, 2021)

- **Diarrea**

La diarrea es la evacuación intestinal de heces flojas y líquidas tres o más veces al día. La diarrea puede ser aguda, persistente o crónica. La diarrea aguda es más común que la diarrea persistente o crónica. La deshidratación y la malabsorción pueden ser complicaciones de la diarrea.

El principal síntoma de la diarrea es la evacuación intestinal de heces flojas y líquidas tres o más veces al día. También puede haber otros síntomas. Las causas de la diarrea incluyen infecciones, alergias e intolerancias a los alimentos, problemas del tubo digestivo y efectos secundarios de las medicinas. (National Institute of diabetes and digestive and kidney diseases, 2016)

- **Hepatitis A**

La hepatitis A es una infección del hígado sumamente contagiosa causada por el virus de la hepatitis A. Es uno de varios tipos de virus de hepatitis que causa inflamación y afecta al funcionamiento del hígado.

Es probable que contraigas hepatitis A por ingerir alimentos o agua contaminados, o por el contacto directo con personas u objetos infectados. Los casos leves de hepatitis A no necesitan tratamiento. La mayoría de las personas infectadas se recuperan por completo sin daños permanentes en el hígado. (Mayo clinic, 2020)

- **Fiebre tifoidea**

La fiebre tifoidea se produce por la bacteria *Salmonella typhi*. La fiebre tifoidea es poco común en los países industrializados. Sin embargo, sigue siendo una grave amenaza para la salud en el mundo en desarrollo, especialmente para los niños.

La fiebre tifoidea se transmite a través de alimentos y agua contaminados o el contacto cercano con una persona infectada. Generalmente, los signos y los síntomas incluyen fiebre alta, dolor de cabeza, dolor abdominal y estreñimiento o diarrea. (Mayo clinic, 2020)

- **Poliomielitis**

La poliomiélitis o polio es una enfermedad viral que puede afectar la médula espinal causando debilidad muscular y parálisis. El virus de la polio entra en el organismo a través de la boca, generalmente cuando las manos se han contaminado con las heces de una persona infectada. Es más común entre los bebés y los niños pequeños y ocurre en condiciones de higiene deficiente. La parálisis es más común y más severa cuando la infección se presenta en personas mayores. (Mayo clinic, 2020)

## **2.2 Tratamiento de las aguas residuales**

El mundo del tratamiento de las Aguas Residuales (AR) es muy nuevo y ha venido evolucionando debido a la expansión demográfica que se vive en la actualidad, lo que provoca el incremento de las aguas servidas y, por ende, la creciente contaminación de las fuentes de agua que ha puesto en riesgo la salud humana y la de los ecosistemas. Es por eso, que el interés en eliminar contaminantes de las aguas residuales se ha incrementado en los últimos años y, existe una constante búsqueda de nuevos y mejores diseños de sistemas de tratamiento confiables, de bajo costo y que ofrezcan mejores resultados que contrarresten esta situación; para esto existen

formas de tratamiento como las conocidas Plantas de Tratamiento para Aguas Residuales (PTAR) que ayudan a minimizar dicha problemática. (Saldaña, R. 2020)

Es una serie de procesos químicos, físicos y biológicos que se le suministra al agua residual y que al procesarse logra eliminar todos los contaminantes que son desprendidos por el uso diario de las personas, las empresas, los comercios y la lluvia. El beneficio del tratamiento del agua residual es, poder producir en gran medida agua efluente del tratado o agua limpia que sea reutilizable y que esté convenientemente disponible para el reúso. A este tipo de tratamiento también se le conoce como depuración de las aguas residuales, este nombre lo distingue del agua potable. (Tratamiento de aguas residuales)

### **2.2.1 Métodos del proceso de tratamiento**

- **Métodos físicos:** En este renglón encontramos métodos como la sedimentación, la filtración, regulación, flotación, entre otros, que se encargan de separar materia en suspensión con gran tamaño.
- **Métodos químicos:** Procesos como la precipitación, la desinfección, intercambio iónico, entre otros, se pueden encerrar en este tipo de métodos, pues se encargan de la eliminación de materia disuelta en el agua, considerando sus propiedades químicas.
- **Métodos biológicos:** El tratamiento biológico de aguas residuales, realizado principalmente mediante lagunas de oxidación, cuenta con una serie de procesos que tienen en común el uso de microorganismos tales como bacterias para llevar a cabo la reducción de concentraciones de componentes solubles presentes en el agua. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S) Entre los sistemas utilizados en estos métodos cabe mencionar: Sistemas aerobios, sistemas anaerobios y sistemas anóxicos.

### **2.2.2 Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales**

- **Tratamiento preliminar**

Se llama preliminar porque es la antesala del tratamiento de depuración que las aguas residuales recibirán. Este proceso cumple las funciones de regular y medir el caudal de agua que ingresa a la planta. Además, en este tratamiento se remueven los sólidos flotantes de gran tamaño, la arena y la grasa presentes en las aguas negras.

Estos agentes indeseables son eliminados mediante un proceso de filtración, siendo este indispensable para el correcto desarrollo de esta etapa. En este proceso, el agua residual es preparada para facilitar dicho tratamiento. Esto con el fin de resguardar la instalación y evitar daños a los equipos usados en las distintas operaciones y procesos que conforman el sistema de tratamiento.

- **Tratamiento primario**

El objetivo de este tratamiento es la eliminación de los sólidos en suspensión. Este se realiza por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por sustancias químicas. El agua residual es depositada en grandes estanques decantadores y queda retenida allí de 1 a 2 horas. Se le agregan compuestos químicos como aluminio, poli electrolitos flocculantes y sales de hierro para completar el proceso.

- **Tratamiento secundario**

Los objetivos principales de esta etapa es eliminar la materia orgánica en estado coloidal y en disolución a través de un proceso de oxidación de naturaleza biológica. También, la degradación de sustancias del contenido biológico presente en el agua residual causado por desechos humanos. Dentro de esta etapa se encuentra los procesos aeróbicos y anaeróbicos y físico-químico como la

floculación. Estos disminuyen gran parte de la demanda biológica de oxígeno y remueven las cantidades extras de sólidos sedimentales.

- **Tratamiento terciario**

Esta es la etapa final del tratamiento de aguas residuales. En ella se realizan una serie de procesos, entre ellos la eliminación de agentes patógenos como bacterias fecales y de los nutrientes. Estos procesos aumentan a estándares requeridos la calidad del agua para ser descargada en mares, ríos, lagos y demás cuencas hidrográficas. (Tratamiento de Aguas Residuales)

## **2.3 Red de alcantarillado**

Es el sistema de conductos, tuberías y estructuras empleados para transportar las aguas residuales, cloacales o servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde diferentes puntos donde las reciben hasta el sitio de tratamiento u otro punto de descarga. (Construmática, s.f.)

Los componentes principales de las redes que integran los alcantarillados, son las siguientes:

- **Red de atarjeas**

Conjunto de tuberías que reciben y transportan las aguas negras descargadas de procedencia doméstica, industrial y comercial, transportan las aguas residuales hacia los colectores, interceptores, o emisores. (SIAPA, 2014)

- **Subcolector**

Conductos que reciben los aportes de aguas negras de las redes de atarjeas, y va conectado a un colector. (SIAPA, 2014)

- **Colectores**

Conductos que reciben los aportes de aguas negras de los subcolectores. Pueden estar conectados a un interceptor, un emisor, o una planta de tratamiento. (SIAPA, 2014)

- **Interceptor**

Tuberías que interceptan los aportes de aguas negras de dos o más colectores y terminan en un emisor, o en una planta de tratamiento. (SIAPA, 2014)

- **Emisores**

Conducto que recibe aportaciones de aguas residuales únicamente de los colectores o interceptores. Su función principal es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento. (SIAPA, 2014)

## 2.4 Marco contextual

### 2.4.1 Localización de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en República Dominicana, provincia de Azua, municipio de Pueblo Viejo, zona urbana. Pueblo Viejo, se localiza en la intersección de las coordenadas 18°24'07.6"N 70°46'00.9"W.



*Figura 1: Mapa de República Dominicana  
Fuente: Google Earth (2021)*



### **2.4.2 Ubicación geográfica**

El municipio de Pueblo Viejo, pertenece a la provincia de Azua, que a su vez forma parte de la región Valdesia y su capital. Limita al norte con los distritos municipales Las Barías – La Estancia, Los Jovillos y Clavellina, al sur con el distrito municipal Puerto Viejo y el Mar Caribe; por el este con el distrito municipal Clavellina y al oeste con los distritos municipales Puerto Viejo, Proyecto 4 y Las Barías – La Estancia.

### **2.4.3 Geografía**

La Sierra de Ocoa, que es el extremo sur de la Cordillera Central, constituye el límite oriental de la provincia. En la mitad norte de la provincia también se encuentra la Cordillera Central. En el suroeste, en los límites con las provincias Barahona y Bahoruco, se encuentran las sierras de Martín García y de Neiba.

La provincia cuenta en su litoral marino con varias playas, entre las que se destacan: playa Caobita, Los Negros, Las Charcas, Caracoles, Tortuguero, Monte Rio y Palmar de Ocoa. El municipio de Pueblo Viejo cuenta con la playa Boca de Jura, ubicada en el distrito El Rosario, que posee gran potencial turístico.

### **2.4.4 Población y Densidad poblacional**

La provincia de Azua, según el Censo de Población y Vivienda 2010, contaba con 214,311 habitantes, de los cuales 165,403 (77.18 %) estaban asentados en área urbana y 48,908 (22.82 %) en área rural.

La población total del municipio de Pueblo Viejo asciende a 11,235 habitantes y su superficie es de 47 km<sup>2</sup>. Con una densidad poblacional de 239hab/km<sup>2</sup>. La población del área

territorial de la cabecera urbana de Pueblo Viejo es de 7,191 habitantes, de los cuales 3,736 son hombres y 3.455 mujeres.

#### 2.4.5 Clima

En la parte sur de la provincia, en el Llano de Azua, el clima es seco estepario caliente con temporada doble de lluvias, con una vegetación xerófila. En la parte norte de la provincia, el clima tiende a ser tropical lluvioso de sabana, también con temporada doble de lluvias. La precipitación media anual en el municipio de Pueblo Viejo, es de 665.3 mm con apenas 53 días de lluvia. Las mayores precipitaciones ocurren en la primavera y el otoño, principalmente en los meses de mayo y octubre. La temperatura promedio anual es de 30 °C. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014; Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

#### 2.4.6 División Político – Administrativa

El municipio de Pueblo Viejo, está formado por nueve barrios: Medio o Centro 1, Nuevo, La Cuchilla, Buenos Aires, Guachupita, Centro 2, Batey, Enriquillo y el Barrio México; y dos secciones rurales: Las Terreras y Guayacanal y. La sesión de Guayacanal a su vez cuenta con cuatro unidades territoriales: Guayacanal, La Concordia, La Victoria, y Palmarejo. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

*Tabla 1. División territorial de pueblo viejo*

Municipio	Cabecera Urbana	Barrios Censales	Zona Rural	Paraje
Municipio de Pueblo Viejo	Pueblo Viejo	Medio o Centro 1	Las Terreras	Las Terreras
		Nuevo	Guayacanal	Guayacanal
		La Cuchilla		La Concordia
		Buenos Aires		La Victoria
		Guachupita		Palmarejo
		Centro 2		
		Batey		
		Enriquillo		
		México		

*Fuente: Plan municipal de desarrollo Pueblo Viejo y su distrito municipal El Rosario*

### **2.4.7 Economía**

En la provincia de Azua la economía agrícola tiene alta importancia en la provisión de empleo y satisfacción del consumo interno. Azua se ubica entre las 5 provincias con tasa de desempleo más bajo del país, pero con una de las mayores tasas de inactividad de la población, señalando que existe mayor proporción de población que depende económicamente de los que trabajan. Las limitadas oportunidades económicas que limitan el desarrollo agrícola en el país, se traduce en falta de competitividad en mercados internacionales y escollos que frenan las posibilidades de desarrollo de su población.

En términos económicos, la provincia tiene dos territorios agrícolas claramente diferenciados: la zona baja, la del llano costero, en donde predominan los cultivos intensivos beneficiados por una importante infraestructura de riego, y la zona alta, en la ladera Sur de la Cordillera Central, donde predomina el cultivo de café y más recientemente, el de aguacate.

A nivel de municipio de Pueblo Viejo, sus territorios se encuentran en la zona baja y la agricultura es la actividad principal de los pobladores, el comercio, la manufactura y los transportes generan más puestos de trabajo. La zona rural del municipio, donde sus pobladores practican una agricultura de subsistencia, alberga a la población más pobre de Republica Dominicana.

Dentro de las actividades del gobierno central en materia de promoción de la economía local destacan: compra de tierra para reasentamientos humanos en caso de ocurrencia de desastres naturales; arreglos de camino vecinales; construcción de puentes; donaciones de abonos y fertilizantes; financiamientos y asesorías técnicas, entre otras. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

#### **2.4.8 Salud**

El MSP, a través de las direcciones y programas implementa acciones para garantizar la salud de la población en el municipio de Pueblo Viejo. La Región de Salud VI cuenta con dos Centros de Atención Primaria, constituidos como unidades de atención primaria (UNAP), modalidad de clínicas rurales. Una se ubica en el centro urbano de Pueblo Viejo y otro en el centro urbano El Rosario.

Cada clínica cuenta con el siguiente personal: dos médicos pasantes (uno de familia y un pediatra); dos enfermeras y personal de apoyo en los servicios. Ambos centros de atención cuentan con sus respectivas unidades de emergencias.

Sus infraestructuras se encuentran en buenas condiciones, lo que posibilita la atención primaria; aunque sólo cuentan con lo elemental para ofrecer estos servicios, sin embargo, existe una demanda insatisfecha por servicios de salud especializada.

El servicio de expendio de medicamentos se realiza a través de una botica popular que opera en el casco urbano; que oferta medicamentos genéricos. Cabe destacar que la inexistencia de laboratorios clínicos dificulta la identificación de enfermedades. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

#### **2.4.9 Educación**

El Ministerio de Educación (MINERD) es el órgano rector del Sistema Educativo Dominicano, cuenta con Direcciones regionales y Distritos Educativos en el todo el territorio nacional. Pueblo Viejo y su DM El Rosario pertenecen al Distrito Educativo 03– 01, de la Dirección Regional de Educación Azua.

El número de matriculados a nivel provincial asciende a 62,378 de los cuales 4,683 corresponden a nivel inicial, 42,399 a nivel básico, 12,503 a nivel medio y unos 2,793 a los adultos. El número de planteles en la provincia es de unas 202. A nivel de aulas, cuentan con 1,282 y con unos 1,978 docentes. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

#### **2.4.10 Historia del municipio**

En el año 1504 en los suelos que ocupa Pueblo Viejo, el Adelantado Don Diego de Velázquez, conquistador de Cuba, fundó la villa de Compostela de Azua, nombre que fue cambiado posteriormente a Azua de Compostela. En 1504 la ciudad recibe el escudo heráldico dado por la Corona Española. En este acto, el célebre conquistador de México, Hernán Cortes, funge como escribano de la ciudad, cargo que cumple hasta 1511.

La floreciente ciudad colonial fue destruida por un maremoto provocado por tres terremotos ocurridos en el año 1752. La villa se traslada entonces hacia el interior de la provincia, y se ubica en una zona llana, aproximadamente a 7.5 km. del mar y 5 km. de la extremidad de dos cadenas de montañas que salen del Cibao y forman el valle del río Vía, donde hay tierras fértiles. Este recorría la ciudad de norte a sur y ha abastecido de agua a sus pobladores.

Con el propósito de instalar la fabrica de sacos y cordelería, se creó la Dirección de Fomento y Cultivo del Sisal, en Pueblo Viejo de Azua. Las edificaciones y sus dependencias fueron inauguradas el 25 de octubre de 1952. Las obras inauguradas consistían en 20 edificaciones de madera para alojar el personal dirigente, a los empleados y obreros, y para uso de talleres, almacenes y garajes de la empresa, todas las cuales disponían de cinco molinos de viento con sus respectivos pozos tubulares para proporcionar agua, además de contar con energía eléctrica y una

red telefónica a dos vías, de 17 kilómetros, conectada con la central de teléfono interurbano de Azua, y varios caminos carreteros interiores, además de la vida principal.

Pueblo Viejo fue reconocido como municipio por la Ley N° 86-03, del 1 de mayo de 2003, donde quedó integrado por el distrito municipal El Rosario y las secciones Guayacanal, La Ciénaga y Las Terreras. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

#### **2.4.11 Cultura**

En lo que respecta a las manifestaciones culturales, en el municipio de Pueblo Nuevo se pueden citar: los rezos; las noches de velas y toque de atabales. El 21 de enero se celebra el día de "La Virgen de la Altagracia". La celebración se inicia con la novena el día 12 y concluye el 21. El 6 de enero se conmemora como Día de los Reyes Magos y el 24 de septiembre se celebra la Fiesta de la Virgen de las Mercedes. El programa de actividades de esta festividad (culturales, deportivas, sociales, religiosas y recreativas) dura una semana en torno a la fecha central del 24. (Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana, 2014)

## **CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Enfoque de la investigación**

El modelo investigativo a utilizar es el modelo cuantitativo, este modelo se caracteriza por aplicar la observación y el estudio progresivo, para resolver los casos específicos planteados, utilizando métodos matemáticos o estadísticos.

### **3.2 Tipos de investigación**

La investigación en curso se puede identificar con diferentes ramas, entre las cuales se encuentran: investigación descriptiva, investigación aplicada, investigación bibliográfica e investigación de campo.

#### **3.2.1 Investigación descriptiva**

La investigación en curso se puede tomar como descriptiva, debido a que esta define la problemática de saneamiento en la zona con todas las interrogantes posibles: ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, en esta investigación también se definen las características de la comunidad que está siendo estudiada.

#### **3.2.2 Investigación aplicada**

Esta investigación puede ser aplicada, debido a que se utilizan o aplican los conocimientos para diseñar estrategias que resuelven problemas que afectan a la comunidad, tales como: la evacuación y saneamiento de las aguas residuales de la comunidad.

### **3.2.3 Investigación bibliográfica**

Las investigaciones bibliográficas se caracterizan por utilizar mucha documentación para obtener información sobre lo que se está investigando. En esta investigación en la parte bibliográfica, se utilizan reglamentos y guías, igualmente se utilizan elementos bibliográficos en la parte de antecedentes.

### **3.2.4 Investigación de campo**

Esta investigación también se puede considerar de campo, debido a que se realizaron encuestas y entrevistas en la zona de estudio, para recolectar datos importantes para el desarrollo de la investigación.

## **3.3 Procedimiento de la investigación**

Durante la investigación se requirió la asistencia del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA), específicamente del ingeniero Alan Vásquez, encargado del departamento de diseño de sistema de alcantarillado sanitario. Además, se obtuvo la asistencia del ayuntamiento de pueblo viejo, cuyo máximo representante, alcalde Víctor Figuerero, quien en conjunto con Leicy Vásquez, encargada de recursos humanos, nos suministraron la información necesaria para la realización de la investigación.

La información facilitada por INAPA indicaba las zonas del país que carecían de sistema de alcantarillado sanitario, en cuanto a la alcaldía de Pueblo Viejo nos suministró datos que nos permitían conocer la zona de estudio, tales como: que institución se encargaba de suministrar el agua potable, desde que año, si existe o no un sistema de alcantarillado pluvial, recolección de basura y las zonas de pueblo viejo con mayor densidad de personas.

### **3.4 Técnicas de investigación**

Durante la investigación, se utilizarán tres métodos de investigación predominantes: Observación directa, entrevista estructurada y encuesta estructurada.

#### **3.4.1 Observación directa**

La observación directa es un método de recolección de datos sobre un fenómeno o situación particular. Se caracteriza porque el investigador se encuentra en el lugar en el que se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que de lo contrario los datos obtenidos no serían válidos. (Lifeder, 2020)

#### **3.4.2 Entrevista estructurada**

Se utilizó la entrevista para la recolección de datos concernientes a la necesidad de un alcantarillado sanitario en la zona de estudio. Una entrevista estructurada se puede definir como una entrevista formal y se caracteriza por estar planteada de una manera estandarizada; en ella se hacen preguntas que previamente fueron pensadas y que se dirigen a un entrevistado en particular que responde concretamente lo que se le está preguntando. (Concepto de, 2020)

#### **3.4.3 Encuesta estructurada**

Se realizaron encuestas a los residentes de la zona de estudio, esta se utilizó como método de investigación para recolectar datos beneficios para la investigación en curso. La encuesta estructurada tiene como función primordial la estandarización del proceso de la recogida de datos por medio de un instrumento que es el cuestionario. (Encuestas Estructuradas y semiestructuradas. 2017, 17 octubre)

## **3.5 Procedimiento de diseño**

### **3.5.1 Información topográfica**

Luego de una búsqueda exhaustiva de planos topográficos referentes a la zona, la información topográfica utilizada para realizar el diseño de alcantarillado sanitario propuesto para el municipio Pueblo Viejo, Azua, fue proporcionada por en su mayor parte por el programa informático Google Earth Pro, apoyándonos de un plano topográfico suministrado por el Instituto Cartográfico Militar (IMC).

### **3.5.2 Trazado de la red**

Para el trazado de la red hicimos uso de Adobe Illustrator, software que se basa en el traspaso de la información topográfica que nos ofrece la aplicación informática Google Maps al software de diseño utilizado para realizar el diseño, AutoCAD. Para un traspaso exitoso y una correcta verificación, fuimos asistidos por el alcalde municipal de la zona, Víctor Figuerero.

### **3.5.3 Población actual**

Según el censo realizado por la Organización Nacional de Estadísticas en 2010, el municipio Pueblo Viejo, ubicado en Azua, tiene una población actual de 7,191 habitantes en total, dividiéndose en 3,736 hombres y 3,455 mujeres.

### **3.5.4 Población futura**

Existe diversidad de Métodos para la estimación de poblaciones futuras, pero, en realidad, ninguno es 100% preciso, pues en todo caso siempre existirá un grado de incertidumbre, que puede depender de una variedad de factores, como podría ser el clima y el nivel socioeconómico de la población, entre otros. (Tutoriales Ingeniería Civil)

En este caso utilizaremos el método de crecimiento geométrico, basado en el último censo realizado y considerando que la población tendrá un crecimiento proporcional a la tasa de último período censal. Para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pf = Pi * (1 + i)^t$$

Donde:

**Pf** → Población futura

**Pi** → Población inicial

**i** → Tasa de crecimiento anual

**t** → Período de diseño

### 3.5.5 Dotación

Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes. (INAPA, 2018)

- Dotación neta: corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.
- Dotación bruta: Esta puede obtenerse teniendo en cuenta la dotación neta y el porcentaje de pérdidas, utilizando la siguiente fórmula:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%P}$$

Donde:

**%P** → Porcentaje de pérdidas

Tabla 2. Dotación por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Dotación
Dotación Apartamentos Urbanos	250 L/hab·día
Dotación Apartamentos Turísticos	400 L/hab·día
Locales Comerciales	20 l/m <sup>2</sup> /d
Hoteles Áreas Turísticas	600 L/hab·día
Hoteles Áreas Turísticas Todo Incluido	700 L/hab·día
Hoteles Áreas Urbanos	500 L/hab·día
Hostales	350 L/hab·día
Pensiones	300 L/hab·día
Villas-Viviendas (1000 m <sup>2</sup> ≥Parcela ≤1500 m <sup>2</sup> )	800 L/hab·día*
Villas-Viviendas (1500 m <sup>2</sup> ≥Parcela ≤2000 m <sup>2</sup> )	1000 L/hab·día*
Villas-Viviendas (2000 m <sup>2</sup> ≥Parcela ≤3000 m <sup>2</sup> )	1200 L/hab·día*
Escuela: Externos	40 L/Alumno·día
Escuela: Internados	200 L/Alumno·día
Escuela: Personas no residentes	50 L/hab·día
Hospitales	800 L/cama·día
Clínicas Médicas	500 L/consultorio día
Clínicas Dentales	1000 L/consultorio día
Mercados, puestos: 15 l/m <sup>2</sup> /d	15 L/m <sup>2</sup> /d
Cines, teatros: 3 l/asiento/d	3 L/asiento/d
Oficinas: 6 l/m <sup>2</sup> /d	6 L/m <sup>2</sup> /d
Bodegas: 20 l/m <sup>2</sup> /d	20 L/m <sup>2</sup> /d
Gasolineras: 300 l/bomba/d	350 l/bomba/d
Área Verde	2-3 L/m <sup>2</sup> /d

Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA

### 3.5.6 Factor de retorno

Este factor tiene en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, en razón de sus múltiples usos como riego, lavado de pisos, cocina y

otros. Se puede establecer que solo un porcentaje del total de agua consumida se devuelve al alcantarillado. (Gonzales, G. 2017)

Según estudios estadísticos se adoptará un coeficiente de retorno o aporte del 70% al 85% de la dotación de agua potable, pero teniendo en cuenta que la estimación del consumo medio diario por habitante se debe corresponder con la dotación neta que se puede convertir en agua residual. (INAPA,2018)

Para la presente investigación tomaremos en cuenta las consideraciones del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) y utilizaremos un coeficiente de retorno de un 75 por ciento.

### **3.5.7 Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{med}$ )**

El caudal medio diario de aguas residuales es la suma del aporte que tienen las aguas provenientes de los establecimientos domésticos, industriales, comerciales e institucionales al colector de un alcantarillado. Este se puede calcular también con la siguiente expresión:

$$Q_{med}(AR) = Fr * \frac{P * DOT}{86400}$$

Donde:

$Q_{med}(AR)$  → Caudal medio diario de aguas residuales

$Fr$  → Factor de retorno

$P$  → Población

$DOT$  → Dotación bruta

### **3.5.8 Factor de mayoración (F)**

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.

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4 y debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal. (INAPA, 2018)

Utilizaremos la siguiente formula:

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

### **3.5.9 Caudal máximo horario (Q<sub>máx/h</sub>)**

El caudal máximo horario se determina a partir de factores de mayoración de caudal medio diario obtenido anteriormente, los cuales se seleccionan de acuerdo con las características propias de cada población. (Gonzales, G. 2017)

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

### **3.5.10 Caudal de conexiones erradas (Q<sub>e</sub>)**

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios, Q<sub>e</sub>. Estos aportes son 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. (INAPA, 2018)

### **3.5.11 Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ )**

Es producida por la entrada del agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo a través de las uniones entre tramos de tubería, de fisuras en el tubo y en la unión con las estructuras de conexiones como los pozos de inspección.

Este aporte adicional se estima con base de permeabilidad del suelo en el que se ha de construir el alcantarillado sanitario, puede expresarse por metro lineal de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada. (Gonzales, G. 2017)

Este se calcula de la siguiente manera:

$$Q_i = L * Q_a$$

Donde:

$Q_i$  → Caudal de infiltración

$L$  → Longitud total de tubería

$Q_a$  → Caudal de aporte

### **3.5.12 Caudal de diseño ( $Q_{dis}$ )**

Corresponde a la suma del caudal máximo horario, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas. Debe calcularse para condiciones finales de proyecto (periodo de diseño), situación para la cual se ha de dimensionar el sistema, y para las condiciones iniciales en las que

verifican los parámetros de funcionamiento hidráulico del sistema previamente dimensionado. El diseño de caudal mínimo para un colector debe ser 1.5 l/s. (Gonzales, G. 2017)

$$Q_{dis} = Q_{\frac{m\acute{a}x}{h}} + Q_{inf} + Q_e$$

### 3.5.13 Velocidad mínima

En redes de aguas residuales la velocidad deberá ser inferior a 3,0 m/s en caudal punta. En redes de aguas de lluvia la velocidad máxima puede llegar hasta 5,0 m/s. No obstante, estos datos deben consultarse con el fabricante de tuberías para contrastarlos con sus recomendaciones ya que, debido a los materiales empleados en la fabricación de los colectores, podrían variar. (Monge Redondo, M. A. 2020)

Además, se debe considerar:

*Tabla 3. Consideraciones para velocidad mínima del colector*

Velocidad mínima a tubo lleno	= 0.60 m/s
Velocidad mínima recomendable	= 0.45 m/s
Velocidad mínima	= 0.30 m/s

*Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA*

### 3.5.14 Velocidad máxima

El valor máximo de la velocidad del fluido viene determinado por la posible erosión o desgaste que pueda producirse en el interior de las paredes de los tubos. (Monge Redondo, M. A. 2020)

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 sobrepase 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por el INAPA. (INAPA, 2018)

### **3.5.15 Pendiente mínima**

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto-limpieza 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, 2018)

### **3.5.16 Pendiente máxima**

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real. (INAPA, 2018)

### **3.5.17 Diámetro mínimo**

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 plg) 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 plg), requiriéndose 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, 2018)

# **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **4.1 Análisis e interpretación de resultados en visita de campo**

Durante el desarrollo de la investigación, se realizaron visitas a la zona de estudio, con el objetivo de recolectar información que permitiera conocer el área estudiada. Se realizó un recorrido en toda la zona urbana, con el objetivo de conocer la zona, poder conversar y encuestar a los residentes locales. Durante una conversación con un residente local, este nos ofreció llevarnos a ver la cañada que llevábamos días intentando encontrar, la cual será donde se depositarán las aguas tratadas. A lo largo del recorrido nos dimos cuenta que en la zona de estudio hay una considerable cantidad de domicilios que utilizan letrinas para hacer sus necesidades.

En el recorrido, realizamos visitas al ayuntamiento de pueblo viejo, con el fin de hablar sobre las características de la zona de estudio, y a la vez realizar una entrevista al alcalde y a su secretaria. En la conversación con el alcalde Víctor Figuerero nos comentaba que Pueblo Viejo no tiene ningún tipo de problemas con el abastecimiento de agua, solo se atrasa en caso de que haya una avería, y el ayuntamiento se encarga de reparar la misma con la mayor brevedad posible, esto lo confirmamos cuando realizábamos las entrevistas a los pobladores, en la que la mayoría aseguran que les llega el agua diariamente, en pocas ocasiones se atrasa. En la alcaldía, también nos comentaban que a pesar de que la zona de pueblo viejo en su totalidad no está cubierta con un drenaje pluvial (solo los principales barrios cuentan con drenaje pluvial), pueblo viejo no es inundable.

Las entrevistas solo se realizaron al alcalde Víctor Figuereo, y a Leicys Vásquez, encargada de derechos humanos, debido a que consideramos que muchas de las preguntas pueden ser respondidas de forma adecuada por las personas que administran la zona de estudio.

Durante las encuestas y conversaciones con los pobladores, nos comunicaron frecuentemente lo importante que sería contar con un sistema de recolección de aguas residuales, ya que el no tener uno les afecta de cotidianamente. Al mismo tiempo, se notaban entusiasmados y esperanzados en que se estuviera trabajando en una propuesta para solucionar esta problemática que les ha afectado toda la vida.

La encuesta fue utilizada para recolectar información de como los pobladores se veían afectados por la falta de un sistema sanitario, y para determinar en que medida les afectaba en sus vidas diarias, y cuantos se estos consideran que es muy necesario, y que sería un avance importante en la zona.

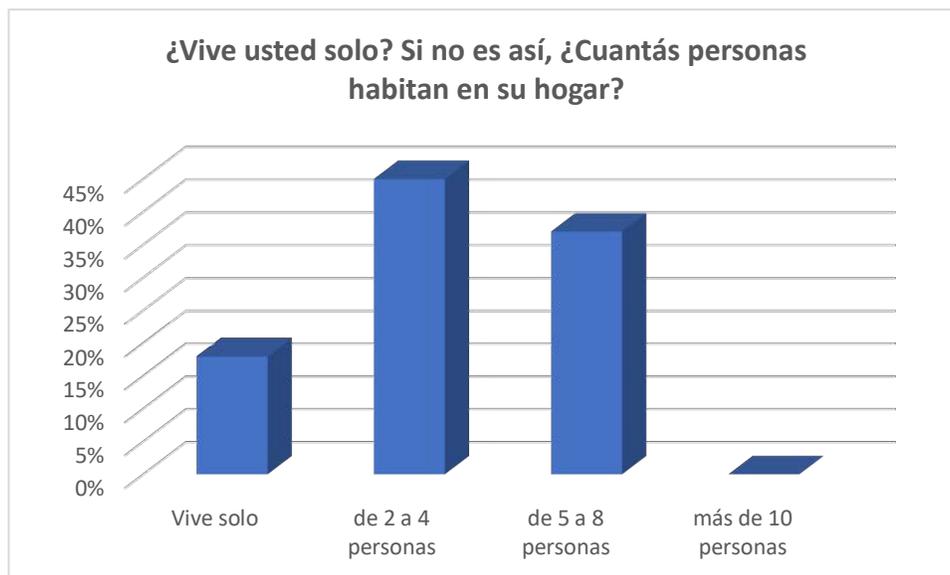
#### **4.1.1 Resultados de la encuesta**

En nuestras visitas al municipio los días 16 de marzo y 1ro de julio del presente año, 2021, pudimos recolectar información importante para realizar y completar esta investigación. Con esta encuesta pudimos conectar con los munícipes y entender su situación más de cerca. De igual forma, pudimos llevar esperanza para la población que espera que la falta de un alcantarillado sanitario ya no sea un problema.

Luego de encuestar una muestra de aproximadamente 50 residentes de la zona, pudimos recolectar información pertinente y obtener resultados que se muestran en las siguientes estadísticas:

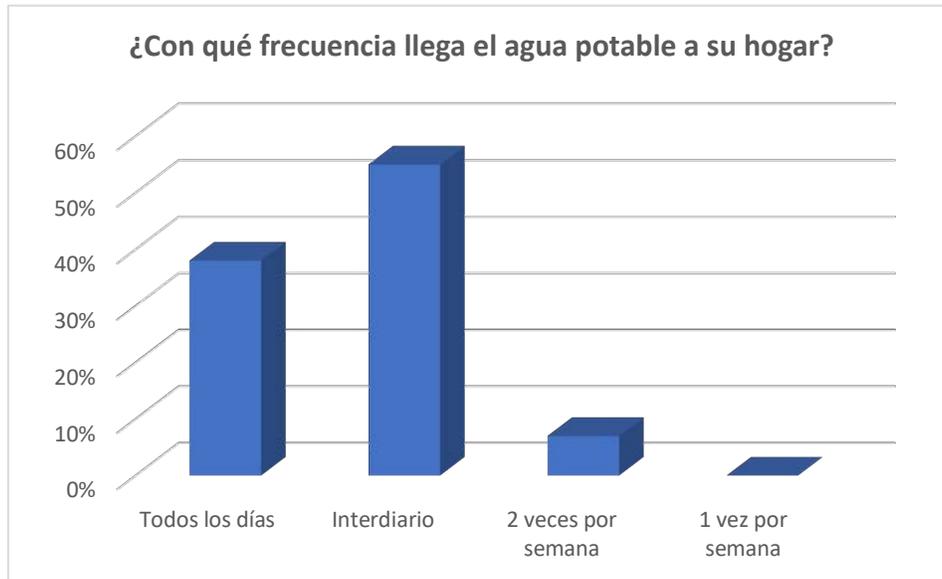
### ¿Vive usted solo? Si no es así, ¿Cuántas personas habitan en su hogar?

Según la estadística reflejada por la encuesta, la mayor parte de los encuestados viven acompañados, habitando en sus hogares entre 4 y 6 personas.



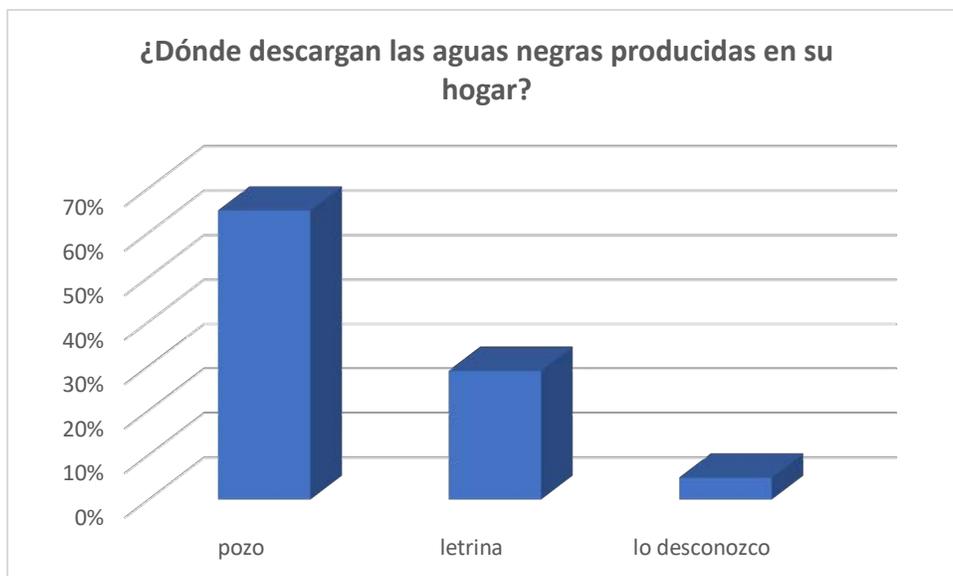
### ¿Con qué frecuencia llega el agua potable a su hogar?

Los encuestados en su totalidad poseen conexión de agua potable. La frecuencia con la que esta llega a sus hogares es interdiario para un 55% por ciento de la población, muchos tienen acceso a ella diariamente y son muy pocos los que tienen poco acceso a ella. Al momento de realizar la encuesta existía una frase común de que mientras no estuviese la dañada o en mantenimiento dicha conexión, llegaba regularmente el agua a sus hogares.



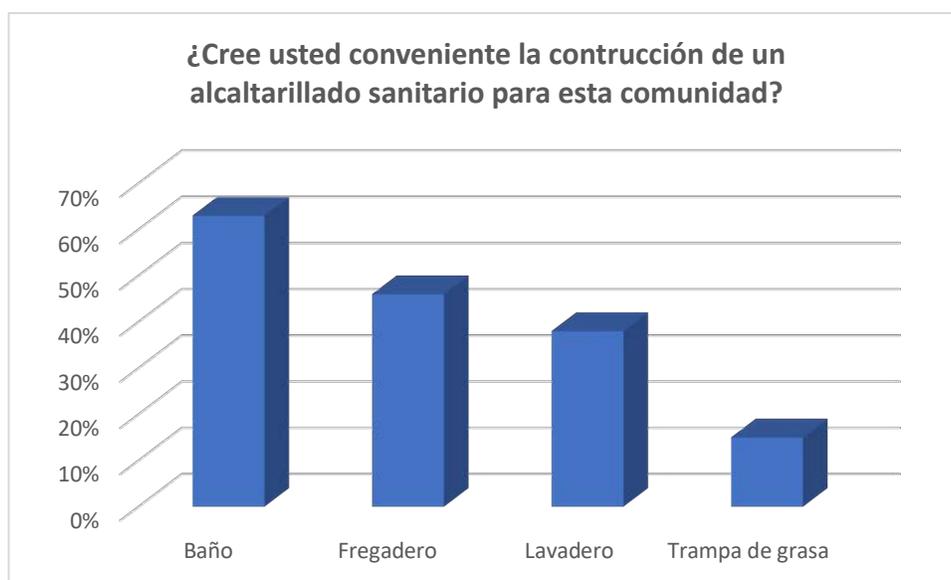
### ¿Dónde descargan las aguas negras producidas en su hogar?

Por la falta de un alcantarillado sanitario, los pobladores de Pueblo Viejo, Azua, han tenido que recurrir en su mayoría a la utilización de pozos sépticos en sus hogares, siendo estos un 65% de la población, mientras que otros utilizan letrinas o en su defecto, descargan sus desechos al intemperie.



### ¿Con cuál de estos aparatos sanitarios cuenta dentro de su hogar?

Lo posesión de aparatos sanitarios se pueden considerar como un privilegio en algunas zonas de la comunidad de Pueblo Viejo, puesto que una gran parte de la población no tiene los recursos suficientes para tenerlos. Por ello, solo un 63% de los encuestados tiene acceso a los aparatos que conforman un baño completo, ducha, lavamanos e inodoro. Un 46% tiene fregadero, un 38% tiene lavadero y un 15% tiene trampa de grasa.



### ¿Cree usted conveniente la construcción de un alcantarillado sanitario para esta comunidad?

Los encuestados en su totalidad expresan que sería conveniente construir un alcantarillado sanitario en la zona donde habitan, ya que en su mayoría se ven afectados directamente y lo ven como una necesidad sanitaria para la población de dicho municipio.



**¿Se ha visto afectado por la ausencia de un alcantarillado sanitario en esta comunidad?**

La mayor parte de los encuestados se ha visto afectado por falta de un alcantarillado sanitario en la zona, expresando más del 90% que la ausencia de este ha provocado casos de insalubridad en su vivienda. Muchos explican la incomodidad que requiere tener que limpiar los pozos sépticos de sus hogares, los malos olores que provocan los mismos e inclusive se quejan del cúmulo de desechos que se posan frente a sus hogares hasta que pasa el servicio de recolección de basura.



#### **4.1.2 Resultados de la entrevista**

Durante las visitas al ayuntamiento se realizaron dos entrevistas, con la finalidad de obtener información precisa que nos permitiera conocer las características administrativas de la zona de estudio. La primera entrevista fue realizada a Leicys Vásquez, encargada de recursos humanos del ayuntamiento, ella nos comentaba lo comprometido que está el ayuntamiento con la recolección de basura, y también la necesidad de asfaltar algunas zonas de Pueblo Viejo. La segunda entrevista fue realizada al alcalde Víctor Figueroa, quien nos expresó que el ayuntamiento se encarga de reparar cualquier tipo de avería en el acueducto que proporciona agua potable, con el objetivo de que el agua nunca haga falta en la zona de estudio.

#### **4.2 Análisis e interpretación de resultados sobre el diseño**

Esta propuesta de alcantarillado sanitario para el municipio de Pueblo Viejo, ubicado en la provincia de Azua, dispone de 167 registros colocados de manera que trabajen efectivamente, por gravedad, la red tiene una longitud total de 10,769.87 metros.

Esta red de alcantarillado sanitario está diseñada para conducir el agua por gravedad, donde encontramos un punto clave de salida que permite la sostenibilidad de este sistema, evitando así excavaciones exageradas debido a que la zona urbana de Pueblo Viejo posee una diferencia altimétrica casi nula, evidenciando así lo llano que es el terreno de la zona. Decidimos iniciar la red en uno de los puntos más altos de la zona, que se encuentra en la calle principal de la zona, con una cota de 24 m.s.n.m. En cuanto al punto de salida, se encuentra en la cota más baja del terreno, ubicado en la calle Mercedes, tiene una cota 20 msnm.

La velocidad mínima obtenida en el diseño en base a las condiciones reales es de 0.30 m/s, mientras que la más alta es de 2.82 m/s. En el caso de las condiciones a tubo lleno, la velocidad

mínima es de 0.67 m/s y la máxima es de 4.26 m/s. Los diámetros varían entre 8 y 16 pulgadas a consecuencia del caudal que llevan, cumpliendo así, junto a las velocidades, con los parámetros establecidos por la norma pertinente para el diseño.

Como anteriormente fue mencionado, la topografía de la zona es sumamente llana, lo que nos lleva a realizar excavaciones de zanjas profundas, siendo la profundidad mínima 1.20 m, mientras que la máxima alcanza valores como 4.74 m, sin sobrepasar los parámetros indicados por la norma.

<b>DOTACIÓN Y CAUDALES DE ESTABLECIMIENTOS</b>					
<b>Establecimientos</b>	<b>Dotación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>		<b>Caudal(l/s)</b>
<b>Colmados/Bodegas</b>	20	23	115.37	M <sup>2</sup>	0.61
<b>Ayuntamiento</b>	6	1	357.73	M <sup>2</sup>	0.025
<b>Cementerio</b>	3	1	6,344.11	M <sup>2</sup>	0.22
<b>Parque María Trinidad Sánchez</b>	3	1	765.21	M <sup>2</sup>	0.027
<b>Parque guibia</b>	3	1	907.05	M <sup>2</sup>	0.032
<b>Iglesia adventista del séptimo día</b>	20	1	230.61	M <sup>2</sup>	0.053
<b>Centro vacacional nazareno</b>	20	1	246.89	M <sup>2</sup>	0.057
<b>Parroquia las mercedes</b>	20	1	264.1	M <sup>2</sup>	0.061
<b>Chaleco comunicaciones</b>	20	1	74.92	M <sup>2</sup>	0.017
<b>William's Centro comercial</b>	20	1	102.49	M <sup>2</sup>	0.024
<b>Bares o licor store</b>	20	6	187.54	M <sup>2</sup>	0.026
<b>Instituciones educativas</b>	40	5	2300	alumnos	5.32
<b>Cmd milan</b>	20	1	186.46	M <sup>2</sup>	0.043
<b>Bombones y conconetes Ortencia</b>	20	1	150.03	M <sup>2</sup>	0.035
<b>Centro de salud pueblo viejo</b>	500	1	3	Consultorio	0.017
<b>Area verde</b>	3	1	19,253.5	M <sup>2</sup>	0.67
<b>Repuestos neris</b>	20	1	174.91	M <sup>2</sup>	0.041
<b>TOTAL</b>					<b>7.52</b>

<b>DATOS REQUERIDOS</b>	
<b>ÁREA TOTAL (M2)</b>	504,538.44
<b>ÁREA TOTAL (KM2)</b>	0.5045
<b>DENSIDAD POBLACIONAL hab-km2</b>	240
<b>TASA DE CRECIMIENTO</b>	0.0370
<b>PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)</b>	30
<b>COEFICIENTE DE RETORNO</b>	0.8000
<b>PÉRDIDAS</b>	0.35
<b>FACTOR DE MAYORACIÓN</b>	2.47
<b>Población inicial</b>	7191
<b>Población final</b>	30756.69
<b>Dotación neta (l/hab-día)</b>	230
<b>Dotación bruta (l/hab-día)</b>	353.85
<b>Qmed (ap)(l/s)</b>	133.48
<b>Qmed (Ar)(l/s)</b>	106.7849
<b>Qmax/h(l/s)</b>	263.40
<b>Q conexiones Erradas(l/s)</b>	26.34
<b>Caudal infiltración(l/s)</b>	0.116
<b>CONVERSION</b>	86400
<b>Qdis (L/S)</b>	<b>289.9</b>

### 4.3 Propuesta de planta de tratamiento

Esta propuesta teórica de planta de tratamiento está basada en los apartados que conciernen al diseño de plantas de tratamiento del reglamento de INAPA de Diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias. Esta tiene el fin de abarcar el funcionamiento y las directrices bases que deben tenerse en cuenta para posteriormente realizar dicho diseño.

El vertido de las aguas se realizará en aguas superficiales, por lo que se deben cumplir los parámetros establecidos en la norma ambiental sobre control de descarga aguas superficiales, alcantarillado sanitario, y aguas costeras, el cual estipula en el artículo 5 los valores máximos permisibles de descargas, en función de su población.

**Tabla 4.** Valores máximos permisibles de descargas de agua residual municipal en aguas superficiales

Población Hab.Equiv	VALORES MAXIMOS PERMISIBLES								
	-	Mg/L							NMP/10 0ml
	pH	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS	N-NH <sub>4</sub>	N-(NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> )	P-PO <sub>4</sub>	CL.res	C.T
<5,000	6-8.5	50	160	50	-	-	-	0.05	1000
5,001-10,000	6-8.5	45	150	45	-	-	-	0.05	1000
10,001-100,000	6-8.5	35	130	40	10	18	3	0.05	1000
>100,001	6-8.5	35	130	35	10	18	2	0.05	1000

Fuente: Norma ambiental sobre control de descargas a aguas superficiales, alcantarillado sanitario y aguas costeras

**Tabla 5.** Composición típica de las aguas residuales domésticas

Contaminante	Concentración Débil	Concentración Media	Concentración Fuerte
Solidos totales (ST), mg/l	350	720	1200
Solidos Disueltos totales (SDT), mg/l	250	500	850
Sólidos en suspensión (SS), mg/l	100	220	350
SS Volátiles, mg/l	80	165	275
SS Fijos, mg/l	20	55	75
Solidos Sedimentables, mg/l	5	10	20
DBO <sub>5</sub> , mg/l	110	220	400
DQO, mg/l	250	500	1000
N-total, mg/l	20	40	85
N-Orgánico	8	15	35
N-NH <sub>3</sub> , mg/l (Amoniaco libre)	12	25	50
P-Total, mg/l	4	8	15
P-Orgánico, mg/l	1	3	5
Cloruros, mg/l	30	50	100
Sulfato, mg/l	20	30	50
Grasas, mg/l	50	100	150
Coliformes totales, n°/100 ml	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>

Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA

Debido a que la norma ambiental regula las descargas máximas permisibles, la selección de los tratamientos a realizar, se deben escoger en base a la eficiente en la remoción de constituyentes que contiene el agua residual.

*Tabla 6. Eficiencias típicas de remoción*

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje						
	DBO	DQO	SS	P	N Org	NH3 -N	Patógenos
Rejillas	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	Desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	Desp.
Filtros percoladores	65-80	60-80	60-85	8-12	15-	8-15	
Alta tasa, roca Supertasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	50 15- 50	8-15	Desp.
Cloración	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	-	-	Desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	-	-	Desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	-	-	Desp.
Lagunas de oxidación anaerobias	50-70	-	20-60	-	-	-	90-99.99
Lagunas aireadas	80-95	-	85-95	-	-	-	90-99.99
Lagunas facultativas	80-90	-	63-75	30	-	-	90-99.99
Lagunas de maduración	60-80	-	85-95	-	-	-	90-99.99
Ultravioleta	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100

*Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA*

### 4.3.1 Pretratamiento

Según la norma de INAPA (2018) Los sistemas pretratamiento de las aguas residuales son aquellos que tienen por objetivo el proceso de eliminación de aquellos constituyentes de las aguas residuales, que pudieren interferir con los procesos subsecuentes del tratamiento.

Las aguas residuales evacuadas desde pueblo viejo se contempla utilizar un sistema de rejillas gruesas de limpieza manual con una anchura de 7.00 mm, con una placa de drenaje que escurrirá y almacenará los sólidos retenidos, con una velocidad de aproximación de 0.45m/s en su caudal promedio. En el pretratamiento, es recomendable instalar rejillas antes del desarenador, ya que facilita la remoción de arena y la limpieza de los canales de desarenado.

*Tabla 7. Información típica para el diseño de rejillas de barras*

Parámetro	Limpieza manual	Limpieza mecánica
<b>Sección recta de la barra:</b>		
Anchura (mm)	5 - 15	5 - 15
Profundidad (mm)	25 – 37.5	25 – 37.5
Separación entre barras (mm)	25 - 50	15 - 75
Ángulo con la vertical (grados)	30 - 45	0 - 30
Velocidad de aproximación (m/s)	0.30 - 0.60	0.60 – 1.10
Pérdida de carga admisible (m)	0.15	0.15

*Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA*

A continuación, después de salir de las rejillas, las aguas residuales pasan por desarenadores con el propósito de remover, grava, arena, cenizas, partículas o cualquier otro material sólido que tenga velocidad de asentamiento. Después de las cámaras desarenadoras se colocarán trituradores y rasgadores.

*Tabla 8. Geometría para desarenadores*

Parámetro	Desarenador de flujo horizontal	Desarenador aireado	Desarenador tipo vórtice
Profundidad (m)	2 - 5	2 - 5	2.5 - 5
Longitud (m)		8 - 20	
Ancho (m)		2.5 - 7	
Relación Largo : Ancho	2.5 : 1 - 5 : 1	3 : 1 - 5 : 1	
Relación	1 : 1 - 5 : 1	1 : 1 - 5 : 1	

*Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA*

#### **4.3.2 Tratamiento primario**

Para el tratamiento primario se propone realizar un proceso de decantación, tomando en cuenta sedimentadores primarios circulares, que se van a encargar de remover sólidos sedimentales y material flotante que se encuentren en las aguas residuales crudas, utilizando un sistema manual de recolección y extracción de los mismos.

Para tener un proceso efectivo de sedimentación se deben tomar en cuenta factores básicos como la concentración de los SS y las características floculantes de los mismos. La concentración del fango decantado suele estar entorno al 1% y, en las mejores ocasiones, del 1.5%. (Blog CEUPE)

Tabla 9. Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria

Parámetro	Intervalo	Típico
<b>Sedimentación primaria seguida de tratamiento secundario</b>		
1-Tiempo de detención, h	1.50-2.50	2.00
2-Carga superficial, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d		
• A caudal medio	32.40-47.72	
• A caudal máximo	81.60-122.16	101.76
3-Carga sobre el vertedero, m <sup>3</sup> /m/d	123.84-494.40	247.68
<b>Sedimentación primaria con adición de lodo activado en exceso</b>		
1-Tiempo de detención, h	1.50 – 2.50	2.00
2-Carga superficial, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d		
• A caudal medio	24.48-32.40	
• A caudal máximo	48.72-69.60	60.96
3-Carga sobre el vertedero, m <sup>3</sup> /m/d	123.84-494.40	247.68
Parámetro	Intervalo	Típico
<b>Dimensiones</b>		
<b>Rectangular:</b>		
• Longitud, m	15 - 90	25 – 40
• Anchura, m	3 -25	5 - 10
• Profundidad, m	3.00 - 4.50	3.60
• Velocidad de los rascadores, m/min	0.60 – 1.20	0.90
<b>Circular:</b>		

Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA

#### 4.3.3 Tratamiento Secundario

El tratamiento secundario tendrá como base un Reactor Anaerobio de flujo a Pistón (RAP), basado en un sistema de tratamiento de aguas residuales de película fija, el cual tiene un comportamiento final de sedimentación y un flujo a pistón, en el cual el fluido se desplaza y sale del tanque en la misma secuencia en la cual entra; cumpliendo un tiempo de retención hidráulica que da lugar a la degradación de la carga contaminante. (Balda et al., 2008)

Tabla 10. Estándares de diseño del RAP

Estándar	Temperatura (°C)
Tiempo de retención hidráulico: a 15°C a 20°C	9 – 10 8
Velocidad en las cámaras de reacción, m/h	3
Velocidad de sedimentación en la cámara final, m/d	24
Profundidad, m	2.7

Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA

Para finalizar, se utilizará un reactor anaerobio de lecho bacteriano, también denominado como filtro percolador, que consiste en un filtro donde las aguas residuales se descargarán utilizando bombas desde las unidades de pretratamiento. Se utilizará como medio filtrante piedra triturada y no contendrá polvo, barro, arena o cualquier otro material fino. Se usará un filtro de alta carga para más eficiencia, y evitar en gran proporción moscas y malos olores alrededor.

Tabla 11. Propiedades físicas de medios de filtros percoladores

Tiempo de medio	Tamaño Nominal, mm.mm	Densidad, kg/m3	Area superficial Relativa, m2/m3	Relación de vacío, %
Empaquetado	610 610 1220	32.04 – 80.10	88.59 – 104.99	> 95
(Bundle)	610 610 1220	64.08 – 96.12	137.80 – 147.65	> 94
Roca	25.4 – 76.2	1441.8	62.3	50
Roca	50.8 – 101.6	1602	46	60
Desordenado	Varios	32.04 – 64.08	82 – 115	> 95
(plástico)	Varios	48.06 – 80.10	138 – 164	> 94
Madera	1200x1200x900	165	46	76

Fuente: Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del INAPA

#### 4.3.4 Terreno propuesto

El terreno propuesto para construir esta planta de tratamiento es un espacio baldío muy cercano a al punto de salida del alcantarillado. Se ha elegido dicho terreno por la capacidad que posee, ya que tiene un área de aproximadamente unos 10,820 metros cuadrados. Además, es un punto estratégico para que las aguas residuales conducidas por el alcantarillado lleguen sin ningún problema.

El terreno evaluado y posteriormente electo, está ubicado entre la calle Enriquillo y la calle Héctor J. Díaz, en una cota superficial de 18 msnm, a unos 325 metros del punto de salida del alcantarillado, que se encuentra en la calle Mercedes, a una cota de 20 m.s.n.m., lo que indica que el agua llegará por sistema de gravedad.



*Figura 4. Terreno propuesto para planta de tratamiento  
Fuente: Google Earth (2021)*



*Figura 5: Terreno propuesto para planta de tratamiento.  
Fuente: Google earth (2021)*

## CONCLUSIÓN

Luego de realizar las investigaciones correspondientes con las informaciones pertinentes llegamos a la conclusión de que un sistema de alcantarillado sanitario que abarque toda la población urbana de Pueblo Viejo, Azua, sería una contribución sumamente favorable para dicha zona, lo cual se ve reflejado en la encuesta realizada, donde podemos notar que la mayoría de los encuestados están a favor de esta propuesta, debido a que se han visto afectados de una manera u otra por la falta de este.

La zona urbana de Pueblo Viejo cuenta con zonas con altos niveles de contaminación debido al uso de letrinas, pozos y demás alternativas, ya que estos no cuentan con servicios básicos que funcionen adecuadamente y tampoco han tenido un buen manejo de sus residuos, por lo que zonas como estas han de ser tratadas con prioridad para cuidar de su salud y bienestar. Dentro de estas zonas podemos destacar la que rodea Las Ruinas de Pueblo Viejo, próxima a la calle José Francisco Peña Gómez, donde en su mayoría utilizan letrinas.

El diseño de alcantarillado sanitario realizado como consecuencia de esta investigación se basa en un sistema que funciona por gravedad, llevando las aguas residuales hacia un punto en común para desde allí guiarlas hacia la planta de tratamiento. Haciendo uso óptimo y cumpliendo con todos los parámetros establecidos por el Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro – sanitario del Instituto de Aguas Potable y Alcantarillado (INAPA), la red cumple con excavaciones, velocidades y diámetros pertinentes en dicha norma. Considerando la poca altimetría que tiene la zona, siendo este un terreno prácticamente llano, se propone realizar excavaciones máximas de 4.97 metros de profundidad, por una red de 10,769.87 metros de

longitud, conectada a otra que va hasta la planta de tratamiento, que cuenta con un total de cuatro (4) registros interconectados por una tubería de 284.2 metros de longitud.

Asimismo, la propuesta de una planta de tratamiento para el referido alcantarillado está estructurada y diseñada para que cumpla con las especificaciones establecidas por la Norma Ambiental sobre Control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillados Sanitarios y Aguas Costeras, haciendo uso de tratamientos que reducen considerablemente los agentes contaminantes que puedan perjudicar el medio ambiente y, por tanto, la calidad de vida en la que se encuentran dichos municipios, obedeciendo los valores máximos permisibles de descargas de aguas residual municipal en aguas superficiales.

Las aguas residuales que lleguen a la planta de tratamiento, luego de ser tratadas no serán del todo vertidas en la cañada próxima a la calle Duarte, sino que también un porcentaje de ellas será destinado al riego de cultivos, con el fin de contribuir con la agricultura del municipio, que es la principal actividad económica.

Finalmente, a lo largo de toda esta investigación se evidencia que la comunidad evaluada posee un nivel de insalubridad que requiere algún trato para la mejora de sus pobladores; Es decir, que la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario en esta zona es notable y comprobable, por lo que esta esta propuesta de alcantarillado sanitario debe ser considerada como la decisión más óptima para beneficiar enormemente a esta comunidad.

## RECOMENDACIONES

Con el propósito de lograr un desarrollo eficiente de la propuesta de alcantarillado sanitario presentada, para la zona urbana de Pueblo Viejo, Azua, se recomienda:

- Dar prioridad a la construcción del alcantarillado sanitario en la zona urbana de Pueblo Viejo, con el fin de solucionar la problemática del desecho de aguas negras.
- Con el propósito de garantizar la calidad de la propuesta, la elaboración del alcantarillado sanitario, se debe realizar con todas las especificaciones que se encuentran en los planos, respetando los diámetros y pendientes establecidas en el diseño, estas han sido verificadas con la norma del INAPA.
- Realizar estudios de suelos previos a la ejecución del alcantarillado, para ajustar el presupuesto de acuerdo al tipo de suelo que se encuentre.
- Dedicar y brindar el mantenimiento con el fin de mantener el alcantarillado en su óptimo funcionamiento.
- Realizar estudios de impacto ambiental antes de la realización del proyecto, evaluar las repercusiones negativas, y compensarlas en igual medida.
- Colocar cámaras de inspección en los domicilios para facilitar la reparación y mantenimiento de las tuberías.
- Elaboración de programas que permitan a la comunidad entender la importancia de la correcta gestión de las aguas residuales.

## REFERENCIAS

- Ayuntamiento de pueblo viejo, azua República Dominicana.* (2014). Obtenido de Plan municipal de desarrollo de pueblo viejo y su distrito municipal el rosario:  
<https://www.sismap.gob.do/Municipal/uploads/evidencias/636675027611195998-PMD-PUEBLO-VIEJO.pdf>
- Blog fibrar y normas.* (s.f.). Obtenido de AGUAS RESIDUALES: CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS:  
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-residuales-clasificacion-y-caracteristicas/>
- BLOG; fibras y normas.* (s.f.). Obtenido de AGUAS RESIDUALES: METODOS DE TRATAMIENTO, VENTA:  
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-residuales-metodos-de-tratamiento/#Proceso-De-Tratamiento-De-Aguas-Residuales>
- Construmática.* (s.f.). Obtenido de Red de alcantarillado:  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Red\\_de\\_Alcantarillado](https://www.construmatica.com/construpedia/Red_de_Alcantarillado)
- iagua.* (s.f.). Obtenido de ¿Qué son las aguas residuales?: <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>
- Manuel Enrique Berríos, B. e. (29 de octubre de 2015). "PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/1268/1/47424.pdf>
- Mayo clinic.* (28 de Agosto de 2020). Obtenido de Hepatitis A: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/hepatitis-a/symptoms-causes/syc-20367007#:~:text=Es%20uno%20de%20varios%20tipos,hepatitis%20A%20no%20necesitan%20tratamiento.>
- Mayo clinic.* (3 de Noviembre de 2020). Obtenido de Fiebre tifoidea: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/typhoid-fever/symptoms-causes/syc-20378661>
- Mayo clinic.* (1 de Diciembre de 2020). Obtenido de Poliomieltis: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/polio/symptoms-causes/syc-20376512>
- National Institute of diabetes and digestives and kidney diseases.* (Noviembre de 2016). Obtenido de Diarrea: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-digestivas/diarrea/que-es>
- Organización mundial de la salud.* (17 de agosto de 2021). Obtenido de Cólera:  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera>
- Sandra Paola Pulido, V. A. (s.f.). *PTAR-Uniminuto.* Obtenido de Origen y características de las aguas residuales: <https://sites.google.com/site/ptaruniminuto/origen-y-caracteristicas-de-las-aguas-residuales>
- SIAPA.* (2014). Obtenido de Alcantarillado sanitario:  
[https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)

*Tratamiento de aguas residuales.* (s.f.). Obtenido de Etapas del proceso de tratamiento:  
<https://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/#more-17>

# **ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA Y ENTREVISTA**

## Encuesta de sanidad en el municipio Pueblo Viejo

1. ¿Vive usted solo? Si no es así, ¿Cuántas personas residen en su hogar? \_\_\_\_\_

2. ¿Posee conexión de agua potable?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

3. ¿Con qué frecuencia llega el agua potable a su hogar?

Todos los días \_\_\_ 2 veces por semana \_\_\_

Interdiario \_\_\_ 1 vez por semana \_\_\_

4. ¿Posee conexión de aguas negras?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

5. ¿Dónde descargan las aguas negras producidas en su hogar?

Alcantarillado \_\_\_ Letrina \_\_\_ Lo desconozco \_\_\_

Pozo séptico \_\_\_ Intemperie \_\_\_

6. ¿Con cuál de estos aparatos sanitarios cuenta usted dentro de su vivienda?

Baño \_\_\_ Cámara desgrasadora \_\_\_

Fregadero \_\_\_ Lavadero \_\_\_

7. ¿Cree usted que es conveniente la realización del alcantarillado para la comunidad?

SI \_\_\_ NO \_\_\_

8. Se ha visto afectado por la ausencia de alcantarillado sanitario en la comunidad

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

Si la respuesta fue sí, ¿cómo lo ha afectado?

---

---

---

## Entrevista para Alcantarillado sanitario, Pueblo Viejo

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Rol desempeñado en la comunidad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

### Sobre Área de estudio:

¿Es Pueblo Viejo una comunidad? Si  No

¿Es un poblado o un paraje? \_\_\_\_\_

¿A qué distrito municipal pertenece Pueblo Viejo? \_\_\_\_\_

¿En qué zonas de Pueblo Viejo hay una mayor concentración de personas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Se ha realizado un censo en alguna comunidad? Si  No

En caso de ser afirmativo, ¿Cuántos habitantes tiene la comunidad según el último censo realizado? \_\_\_\_\_ ¿En qué año fue realizado? \_\_\_\_\_

Anteriormente a este censo ¿Se realizó algún otro censo? Si  No

En caso de la respuesta ser afirmativa, ¿En qué año fue realizado? \_\_\_\_\_

¿Qué población arroja el censo? \_\_\_\_\_

### Diagnóstico del servicio de acueducto en Pueblo Viejo:

¿Posee el municipio disponibilidad de agua potable? Si  No

¿Qué institución se encarga de administrar esta red? \_\_\_\_\_

¿Qué cobertura territorial alcanza el alcantarillado o red de distribución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Ha presentado dificultad abastecer este servicio para el municipio? \_\_\_\_\_

En caso de ser afirmativo, ¿Qué actividad suelen realizar los municipios para solucionarlo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Diagnóstico del servicio alcantarillado pluvial en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay disponibilidad de alcantarillado pluvial? Si  No

¿Poseen alguna forma de drenaje de las aguas provenientes de la lluvia? \_\_\_\_\_

¿Quien dirige este alcantarillado o sistema de drenaje? \_\_\_\_\_

¿Pueblo Viejo, en su totalidad está cubierta por un alcantarillado sanitario? \_\_\_\_\_

Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto. \_\_\_\_\_

**Diagnóstico del servicio alcantarillado sanitario en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay disponibilidad de alcantarillado sanitario? Si  No

¿Quien dirige este alcantarillado? \_\_\_\_\_

El área completa de Pueblo Viejo, Azua, ¿está cubierta por un alcantarillado sanitario? Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto.

En caso de no contar con estos servicios, haga una breve descripción como manejan la carencia de los mismos. \_\_\_\_\_

**Diagnóstico del servicio recolección residuos sólidos en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay servicios de recogida de desperdicios?  Si  No

¿Quién maneja o dirige estos servicios? \_\_\_\_\_

¿Qué tan frecuente se ejerce el servicio de recolección de residuos sólidos? \_\_\_\_\_

¿Hacia qué lugar transportan la basura? \_\_\_\_\_

Si no tienen servicios de basura: ¿Cómo se deshacen de ella? \_\_\_\_\_

**Información del terreno (Pueblo Viejo)**

La zona de Pueblo Viejo, ¿Es inundable? Si  No

¿Cómo es el nivel freático de Pueblo Viejo? Alto  Medio  Bajo

¿Las calles de Pueblo Viejo están asfaltadas o solo una parte? Asfaltadas  Una parte

Si es una parte, ¿Qué otra parte faltaría por asfaltar? \_\_\_\_\_

## Resultados entrevista a Víctor Figueroa

### Entrevista para Alcantarillado sanitario, Pueblo Viejo

Nombre del entrevistado: Victor Figueroa  
Rol desempeñado en la comunidad: Alcalde  
Fecha: 1/7/2021 Hora: 9:50 Am

#### Sobre Área de estudio:

¿Es Pueblo Viejo una comunidad? Si  No   
¿Es un poblado o un paraje? poblado  
¿A qué distrito municipal pertenece Pueblo Viejo? municipio Cabecera  
¿En qué zonas de Pueblo Viejo hay una mayor concentración de personas?  
En el centro, Zona Urbana

¿Se ha realizado un censo en alguna de las comunidades? Si  No   
En caso de ser afirmativo, ¿Cuántos habitantes tiene la comunidad según el último censo realizado? 10,000 Aprox ¿En qué año fue realizado? 2010  
Anteriormente a este censo ¿Se realizó algún otro censo? Si  No   
En caso de la respuesta ser afirmativa, ¿En qué año fue realizado? 2002  
¿Qué población arroja el censo? —

#### Diagnóstico del servicio de acueducto en Pueblo Viejo:

¿Posee el municipio disponibilidad de agua potable? Si  No   
¿Qué institución se encarga de administrar esta red? INAPA  
¿Qué cobertura territorial alcanza el alcantarillado o red de distribución?  
El municipio  
¿Ha presentado dificultad abastecer este servicio para el municipio? Cuando hay averías  
En caso de ser afirmativo, ¿Qué actividad suelen realizar los municipios para solucionarlo?  
Reparaciones

#### Diagnóstico del servicio alcantarillado pluvial en Pueblo Viejo (si existe)

¿Hay disponibilidad de alcantarillado pluvial? Si  No  15%.  
¿Poseen alguna forma de drenaje de las aguas provenientes de la lluvia?  
Caen al drenaje

¿Quién dirige este alcantarillado o sistema de drenaje? I. NDRE y ayuntamiento

¿Pueblo Viejo, en su totalidad está cubierta por un alcantarillado pluvial? NO

Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto. Barro nuevo, Barro enriquillo y Mexico

**Diagnóstico del servicio alcantarillado sanitario en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay disponibilidad de alcantarillado sanitario? Si  No

¿Quién dirige este alcantarillado? —

¿El área completa de pueblo viejo, azua está cubierta por un alcantarillado sanitario? Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto.  
—

En caso de no contar con estos servicios, haga una breve descripción como manejan la carencia de los mismos. Se utiliza el sistema pluvial

**Diagnóstico del servicio recolección residuos sólidos en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay servicios de recogida de desperdicios?  Si  No

¿Quién maneja o dirige estos servicios? El ayuntamiento

¿Qué tan frecuente se ejerce el servicio de recolección de residuos sólidos? Tres veces a la semana en el municipio cabecera y las otras zonas una vez

¿Hacia qué lugar transportan la basura? Un vertedero fuera del pueblo, a dos kilómetros

Si no tienen servicios de basura: ¿Cómo se deshacen de ella? —

**Información del terreno (Pueblo Viejo)**

La zona de Pueblo Viejo, ¿Es inundable?

¿Cómo es el nivel freático de Pueblo Viejo?

¿Las calles de Pueblo Viejo están asfaltadas o solo una parte?

Si es una parte, ¿Qué otra parte faltaría por asfaltar?

Si

No

Alto  Medio

Bajo

Asfaltadas

Una parte

Las zonas nuevas

80-85%

**Datos de antecedentes**

¿Se ha realizado algún estudio con la finalidad de construir un alcantarillado sanitario o algo relacionado a esta área? Si  No  En caso de ser afirmativo, ¿Cuáles fueron?

Comisión de INAPA, junio 2020

## Resultados de entrevista Leicys Vásquez

### Entrevista para Alcantarillado sanitario, Pueblo Viejo

Nombre del entrevistado: Leicys Vásquez  
Rol desempeñado en la comunidad: Encargada Recursos Humanos  
Fecha: 16 Marzo 2021 Hora: 2:30

#### Sobre Área de estudio:

¿Es Pueblo Viejo una comunidad? Si  No   
¿Es un poblado o un paraje? Municipio  
¿A qué distrito municipal pertenece Pueblo Viejo? Azuva  
¿En qué zonas de Pueblo Viejo hay una mayor concentración de personas?  
En el Centro

¿Se ha realizado un censo en alguna de las comunidades? Si  No   
En caso de ser afirmativo, ¿Cuántos habitantes tiene la comunidad según el último censo realizado? \_\_\_\_\_ ¿En qué año fue realizado? 2010  
Anteriormente a este censo ¿Se realizó algún otro censo? Si  No   
En caso de la respuesta ser afirmativa, ¿En qué año fue realizado? 2002  
¿Qué población arrojó el censo? \_\_\_\_\_

#### Diagnóstico del servicio de acueducto en Pueblo Viejo:

¿Posee el municipio disponibilidad de agua potable? Si  No   
¿Qué institución se encarga de administrar esta red? INAPA  
¿Qué cobertura territorial alcanza el alcantarillado o red de distribución?  
Todo el municipio  
¿Ha presentado dificultad abastecer este servicio para el municipio? Al principio  
En caso de ser afirmativo, ¿Qué actividad suejen realizar los municipes para solucionarlo?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Diagnóstico del servicio alcantarillado pluvial en Pueblo Viejo (si existe)

¿Hay disponibilidad de alcantarillado pluvial? Si  No   
¿Poseen alguna forma de drenaje de las aguas provenientes de la lluvia?  
El agua se evapora, la zona es muy seca

¿Quién dirige este alcantarillado o sistema de drenaje? El ayuntamiento

¿Pueblo Viejo, en su totalidad está cubierta por un alcantarillado pluvial? No

Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto. La zona Urbana

**Diagnóstico del servicio alcantarillado sanitario en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay disponibilidad de alcantarillado sanitario? Si  No

¿Quién dirige este alcantarillado? —

¿El área completa de pueblo viejo, azua está cubierta por un alcantarillado sanitario? Si no está cubierta en su totalidad comunicar el porcentaje que si está cubierto.  
—

En caso de no contar con estos servicios, haga una breve descripción como manejan la carencia de los mismos. —

**Diagnóstico del servicio recolección residuos sólidos en Pueblo Viejo (si existe)**

¿Hay servicios de recogida de desperdicios?  Si  No

¿Quién maneja o dirige estos servicios? El ayuntamiento

¿Qué tan frecuente se ejerce el servicio de recolección de residuos sólidos? Tres veces a la semana

¿Hacia qué lugar transportan la basura? Vertedero a cielo abierto

Si no tienen servicios de basura: ¿Cómo se deshacen de ella? —

**Información del terreno (Pueblo Viejo)**

La zona de Pueblo Viejo, ¿Es inundable? Si  No

¿Cómo es el nivel freático de Pueblo Viejo? Alto  Medio  Bajo

¿Las calles de Pueblo Viejo están asfaltadas o solo una parte? Asfaltadas  Una parte

Si es una parte, ¿Qué otra parte faltaría por asfaltar? 80%

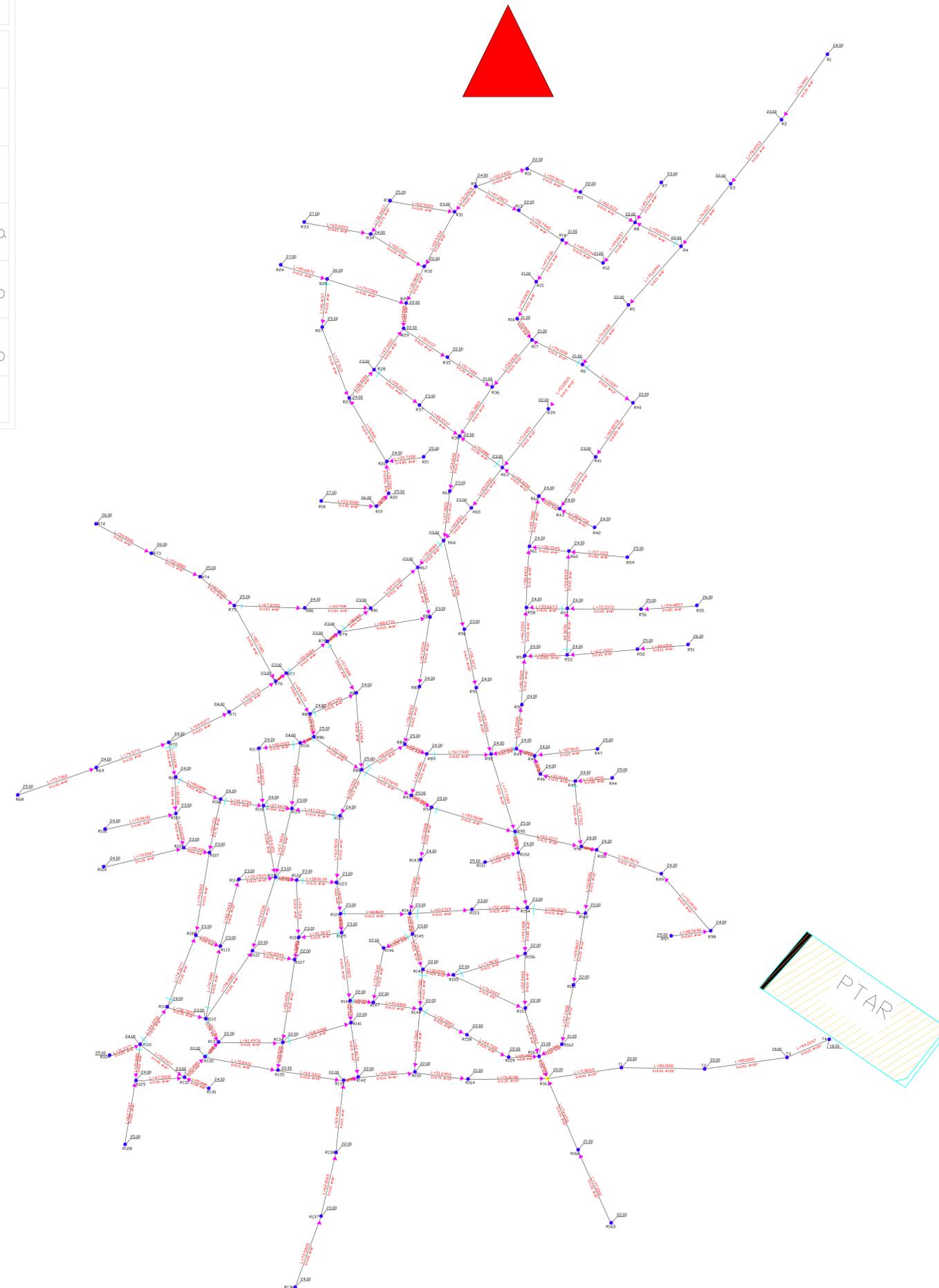
**Datos de antecedentes**

¿Se ha realizado algún estudio con la finalidad de construir un alcantarillado sanitario o algo relacionado a esta área? Si  No  En caso de ser afirmativo, ¿Cuáles fueron?  
—

## **ANEXO 2. PLANTA DE DISEÑO**

# LEYENDA

	Tuberías PVC
	Cerrado de tubería de salida
	Registro
	Dirección flujo de agua
PTAR	Planta de tratamiento
T1,T2,T3	Tubería hacia Planta de tratamiento
	Dirección del Norte.



## Facultad de Ciencias y Tecnología Escuela de Ingeniería Civil

**Pueblo Viejo,**  
Azua, República Dominicana.

### Trabajo de grado **ALCANTARILLADO SANTARIO**

**Sustentantes:**  
Ezequiel Vásquez  
García.

Charlyn Fortuna  
Iamarche.

**Fecha:**  
20 de agosto del 2021

## **ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO**



82	83	67.55	12.57	1.84 LPS	<b>14.39 LPS</b>	23.00	24.00	21.46	21.38	1.54	2.62	0.080	0.001	-0.0148	0.001	28.0141	0.254	10	0.69	55.003	0.925	1.1192	0.68	0.235	25.77	10.00	0.77	
83	84	56.82	14.39	1.53 LPS	<b>15.92 LPS</b>	24.00	25.00	21.35	21.27	2.65	3.73	0.080	0.001	-0.0176	0.001	30.5449	0.254	10	0.75	56.003	0.925	1.1192	0.74	0.235	28.10	10.00	0.84	
77	85	45.43	14.09	1.72 LPS	<b>15.31 LPS</b>	23.00	24.00	21.72	21.65	2.28	2.35	0.108	0.002	-0.0220	0.002	17.6226	0.2032	8	0.68	57.003	0.925	1.1192	0.67	0.188	16.21	8.00	0.76	
86	86	22.24	15.31	1.20 LPS	<b>16.51 LPS</b>	24.00	25.00	21.61	21.58	2.28	3.41	0.080	0.001	-0.0148	0.001	29.0242	0.254	10	0.74	58.003	0.925	1.1192	0.65	0.235	27.49	10.00	0.74	
86	88	55.77	15.91	1.50 LPS	<b>17.41 LPS</b>	25.00	25.00	21.56	21.45	3.44	3.55	0.108	0.002	-0.0000	0.002	19.9395	0.2032	8	0.77	59.003	0.925	1.1192	0.76	0.188	18.34	8.00	0.86	
78	87	57.01	0.00	1.53 LPS	<b>1.53 LPS</b>	23.00	24.00	21.80	21.73	1.20	1.27	0.108	0.002	-0.0175	0.001	15.7323	0.2032	8	0.61	60.003	0.925	1.1192	0.60	0.188	14.47	8.00	0.68	
85	87	48.53	0.00	1.31 LPS	<b>1.31 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.73	1.20	1.27	0.108	0.002	-0.0000	0.001	17.0515	0.2032	8	0.66	61.003	0.925	1.1192	0.65	0.188	15.69	8.00	0.74	
87	88	73.7	2.84	1.98 LPS	<b>4.88 LPS</b>	24.00	25.00	21.70	21.61	2.30	3.39	0.108	0.002	-0.0136	0.001	15.8894	0.2032	8	0.60	62.003	0.925	1.1192	0.60	0.188	14.43	8.00	0.68	
88	84	48.06	0.00	1.29 LPS	<b>1.29 LPS</b>	24.00	25.00	21.80	21.73	1.20	1.27	0.108	0.002	-0.0000	0.001	17.1306	0.2032	8	0.64	63.003	0.925	1.1192	0.64	0.188	15.76	7.00	0.74	
84	89	23.12	17.21	0.62 LPS	<b>17.83 LPS</b>	25.00	24.00	21.24	21.20	3.76	2.80	0.108	0.002	-0.0433	0.002	18.6747	0.2032	8	0.72	64.003	0.925	1.1192	0.71	0.188	17.17	8.00	0.81	
89	92	61.74	0.00	1.66 LPS	<b>1.66 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.71	1.20	1.29	0.108	0.002	-0.0000	0.001	17.1418	0.2032	8	0.66	65.003	0.925	1.1192	0.65	0.188	15.75	8.00	0.74	
66	90	87.81	102.96	2.36 LPS	<b>105.32 LPS</b>	23.00	23.00	19.23	19.12	3.77	3.88	0.037	0.001	0.0000	0.001	138.1323	0.4572	18	1.05	66.003	0.925	1.1192	1.04	0.423	127.08	18.00	1.18	
90	91	56.32	105.32	1.52 LPS	<b>106.84 LPS</b>	23.00	24.00	19.09	19.06	3.91	4.94	0.032	0.000	-0.0178	0.001	119.2944	0.508	20	0.74	67.003	0.925	1.1192	0.73	0.470	109.75	20.00	0.82	
91	92	65.34	106.84	1.75 LPS	<b>108.64 LPS</b>	24.00	24.00	22.00	21.93	18.99	4.97	4.01	0.032	0.000	0.0153	0.001	127.8884	0.508	20	0.79	68.003	0.925	1.1192	0.78	0.470	111.66	20.00	0.88
49	92	24.56	0.00	0.66 LPS	<b>0.66 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.76	1.20	1.24	0.108	0.002	-0.0000	0.002	18.1190	0.2032	8	0.70	69.003	0.925	1.1192	0.69	0.188	16.67	8.00	0.78	
88	93	53.57	0.00	1.44 LPS	<b>1.44 LPS</b>	25.00	25.00	23.80	23.73	1.20	1.27	0.108	0.002	-0.0000	0.001	16.2295	0.2032	8	0.63	70.003	0.925	1.1192	0.62	0.188	14.93	8.00	0.70	
89	93	42.2	17.83	1.14 LPS	<b>18.97 LPS</b>	24.00	25.00	21.17	21.11	2.83	3.89	0.080	0.001	-0.0237	0.001	30.6947	0.254	10	0.76	71.003	0.925	1.1192	0.75	0.235	28.24	10.00	0.85	
93	94	22.39	20.41	0.60 LPS	<b>21.01 LPS</b>	25.00	25.00	21.08	21.05	3.92	3.95	0.080	0.001	0.0000	0.001	29.7974	0.254	10	0.74	72.003	0.925	1.1192	0.72	0.235	27.41	10.00	0.82	
94	95	83.56	0.00	2.25 LPS	<b>2.25 LPS</b>	25.00	25.00	23.80	23.70	1.20	1.30	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.5317	0.2032	8	0.60	73.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.29	8.00	0.67	
49	92	24.56	0.00	0.66 LPS	<b>0.66 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.76	1.20	1.24	0.108	0.002	-0.0000	0.002	18.1190	0.2032	8	0.70	69.003	0.925	1.1192	0.69	0.188	16.67	8.00	0.78	
88	93	53.57	0.00	1.44 LPS	<b>1.44 LPS</b>	25.00	25.00	23.80	23.73	1.20	1.27	0.108	0.002	-0.0000	0.001	16.2295	0.2032	8	0.63	70.003	0.925	1.1192	0.62	0.188	14.93	8.00	0.70	
89	93	42.2	17.83	1.14 LPS	<b>18.97 LPS</b>	24.00	25.00	21.17	21.11	2.83	3.89	0.080	0.001	-0.0237	0.001	30.6947	0.254	10	0.76	71.003	0.925	1.1192	0.75	0.235	28.24	10.00	0.85	
93	94	22.39	20.41	0.60 LPS	<b>21.01 LPS</b>	25.00	25.00	21.08	21.05	3.92	3.95	0.080	0.001	0.0000	0.001	29.7974	0.254	10	0.74	72.003	0.925	1.1192	0.72	0.235	27.41	10.00	0.82	
94	95	83.56	0.00	2.25 LPS	<b>2.25 LPS</b>	25.00	25.00	23.80	23.70	1.20	1.30	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.5317	0.2032	8	0.60	73.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.29	8.00	0.67	
95	95	77.73	110.92	2.09 LPS	<b>113.01 LPS</b>	24.00	25.00	21.08	20.98	2.92	4.02	0.037	0.001	-0.0129	0.001	139.9834	0.4572	18	1.07	74.003	0.925	1.1192	1.05	0.423	128.78	18.00	1.19	
92	95	65.13	115.26	1.75 LPS	<b>117.01 LPS</b>	25.00	24.00	20.95	20.87	4.05	5.13	0.037	0.001	-0.0154	0.001	136.7809	0.4572	18	1.04	75.003	0.925	1.1192	1.03	0.423	125.84	18.00	1.17	
45	96	62.78	0.00	1.69 LPS	<b>1.69 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.70	1.20	1.30	0.108	0.002	-0.0000	0.002	17.9187	0.2032	8	0.69	76.003	0.925	1.1192	0.68	0.188	16.49	8.00	0.77	
97	98	38.57	0.00	1.04 LPS	<b>1.04 LPS</b>	25.00	24.00	23.80	22.89	1.20	1.20	0.108	0.002	-0.0259	0.026	72.2924	0.2032	8	2.79	77.003	0.925	1.1192	2.75	0.188	66.51	8.00	2.12	
98	99	72.09	1.04	1.94 LPS	<b>2.98 LPS</b>	24.00	24.00	22.77	22.67	1.23	1.33	0.108	0.002	-0.0000	0.001	16.7217	0.2032	8	0.64	78.003	0.925	1.1192	0.64	0.188	15.38	8.00	0.72	
99	100	66.91	2.98	1.80 LPS	<b>4.78 LPS</b>	24.00	24.00	22.64	22.56	1.36	1.44	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.5245	0.2032	8	0.60	79.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.28	8.00	0.67	
96	100	14.95	118.70	0.40 LPS	<b>119.11 LPS</b>	24.00	24.00	22.53	22.50	1.47	1.50	0.037	0.001	0.0000	0.002	174.8280	0.4572	18	1.33	80.003	0.925	1.1192	1.31	0.423	160.84	18.00	1.49	
70	101	33.62	0.00	0.90 LPS	<b>0.90 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.76	1.20	1.24	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.4863	0.2032	8	0.60	81.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.12	8.00	0.67	
101	101	35.22	0.90	0.95 LPS	<b>1.85 LPS</b>	24.00	23.00	22.73	21.80	1.27	1.20	0.108	0.002	-0.0284	0.026	72.9965	0.2032	8	2.81	82.003	0.925	1.1192	2.77	0.188	67.25	8.00	3.15	
102	102	39.12	0.00	1.11 LPS	<b>1.11 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.72	1.20	1.29	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.4928	0.2032	8	0.60	83.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.12	8.00	0.74	
103	105	33.62	3.74	0.90 LPS	<b>4.65 LPS</b>	23.00	23.00	21.77	21.73	1.23	1.27	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.4863	0.2032	8	0.60	84.003	0.925	1.1192	0.59	0.188	14.25	8.00	0.67	
104	105	79.09	0.00	2.13 LPS	<b>2.13 LPS</b>	23.00	23.00	22.80	21.80	1.20	1.20	0.108	0.002	-0.0126	0.013	50.4843	0.2032	8	1.95	85.003	0.925	1.1192	1.92	0.188	46.45	8.00	2.18	
105	107	25.14	6.78	0.68 LPS	<b>7.46 LPS</b>	23.00	23.00	21.70	21.66	1.30	1.34	0.108	0.002	-0.0000	0.002	17.9087	0.2032	8	0.69	86.003	0.925	1.1192	0.68	0.188	16.48	8.00	0.77	
101	106	48.69	0.00	1.31 LPS	<b>1.31 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.74	1.20	1.26	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.7696	0.2032	8	0.61	87.003	0.925	1.1192	0.60	0.188	14.30	8.00	0.68	
107	106	31.21	1.31	1.20 LPS	<b>1.20 LPS</b>	23.00	24.00	21.71	21.60	1.29	1.29	0.108	0.002	-0.0000	0.001	15.8202	0.2032	8	0.61	88.003	0.925	1.1192	0.61	0.188	15.58	8.00	0.72	
107	108	79.66	10.17	2.14 LPS	<b>12.31 LPS</b>	23.00	23.00	21.63	21.52	1.37	1.48	0.108	0.002	-0.0000	0.001	16.6838	0.2032	8	0.64	89.003	0.925	1.1192	0.63	0.188	15.35	8.00	0.72	
109	110	31.24	0.00	0.84 LPS	<b>0.84 LPS</b>	25.00	24.00	23.80	22.80	1.20	1.20	0.108	0.002	-0.0320	0.032	80.3271	0.2032	8	3.10	90.003	0.925	1.1192	3.05	0.188	73.90	8.00	3.47	
110	111	44.03	0.00	1.19 LPS	<b>1.19 LPS</b>	24.00	24.00	22.80	22.74	1.20	1.26	0.108	0.002	-0.0000	0.001	16.5737	0.2032	8	0.64	91.003	0.925	1.1192	0.63	0.188	15.25	8.00	0.72	
111	108	74.33	0.00	2.00 LPS	<b>2.00 LPS</b>	24.00	23.00	22.80	21.80	1.20	1.20	0.108	0.002	-0.0135	0.013	52.0757	0.2032	8	2.01	92.003	0.925	1.1192	1.98	0.188	47.91	8.00	2.25	
112	112	15.02	14.31	0.93 LPS	<b>15.95 LPS</b>	24.00	24.00	22.77	22.67	1.23	1.33	0.108	0.002	-0.0000	0.001	17.0267	0.2032	8	0.69									



## **ANEXO 4. DETALLES DE RED**



UNPHU

Facultad de Ciencias y  
Tecnología  
Escuela de Ingeniería Civil

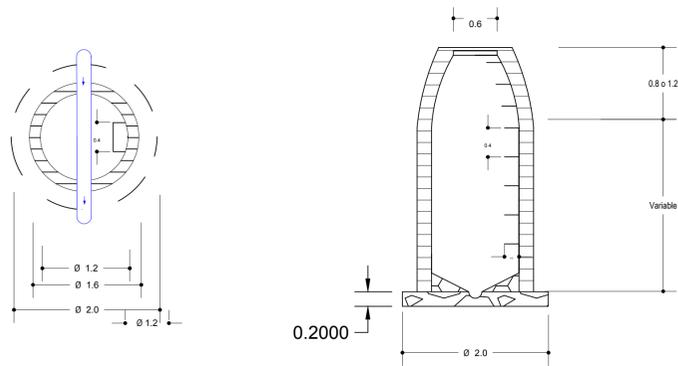
Pueblo Viejo,  
Azua, República Dominicana.

Trabajo de grado  
SECCIONES  
TRANSVERSALES TÍPICAS

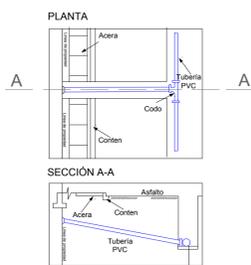
**Sustentantes:**  
Ezequiel Vásquez García.  
Charlyn Fortuna Iamarche.

**Fecha:**  
20 de agosto del 2021

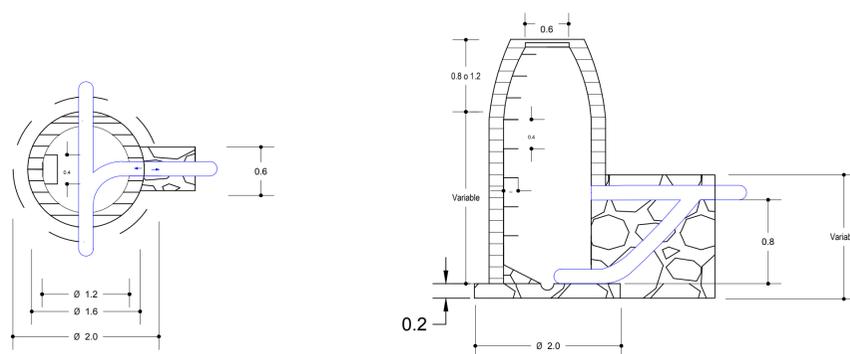
DETALLE TÍPICO DE REGISTRO  
DE INSPECCIÓN  
ALCANTARILLADO SANITARIO



VISTA EN PLANTA Y PERFIL  
ACOMETIDA DOMICILIARIA



DETALLE TÍPICO DE REGISTRO  
DE CAÍDA  
ALCANTARILLADO SANITARIO



## **ANEXO 5. PERFILES HIDRÁULICOS**



UNPHU

Facultad de Ciencias y  
Tecnología  
Escuela de Ingeniería Civil

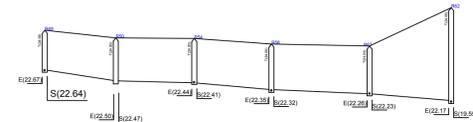
Pueblo Viejo,  
Azua, República Dominicana.

Trabajo de grado  
PERFILES HIDRÁULICOS

Sustentantes:  
Ezequiel Vásquez García.  
Charlyn Fortuna lamarche.

Fecha:  
20 de agosto del 2021

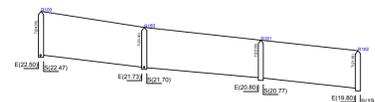
CALLE JOSÉ FRANCISCO PEÑA GÓMEZ



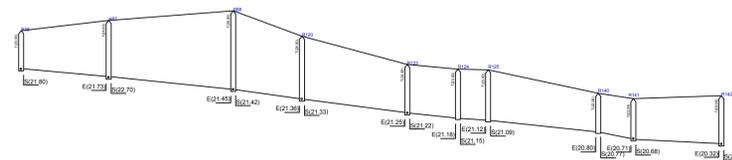
CALLE MELLA



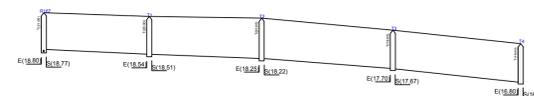
CALLE HÉCTOR J DÍAZ



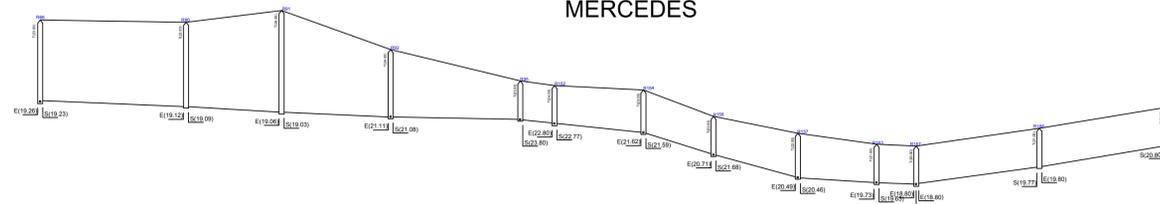
CALLE  
INDEPENDENCIA



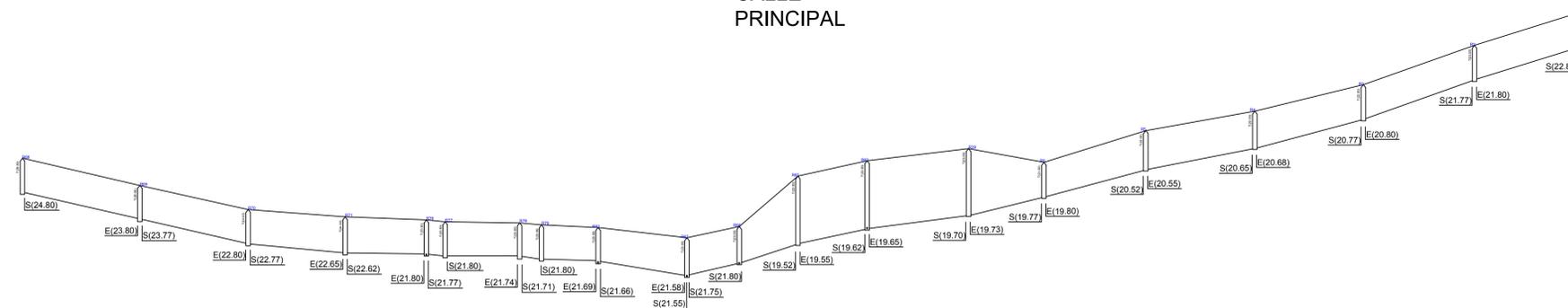
TUBERÍA FINAL HASTA LA PLANTA



CALLE  
MERCEDES



CALLE  
PRINCIPAL



## **ANEXO 6. FIGURAS DE VISITAS DE CAMPO**



*Figura 6: Entrada a Pueblo Viejo desde Las Terreras, pueblo vecino.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 7: Ayuntamiento Municipal de Pueblo Viejo, Azua.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 8: Junto a Víctor Figuerero, alcalde municipal de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 9: Realizando entrevista a Leicys Vásquez, encargada de recursos humanos en el Ayuntamiento Municipal de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 10: Junto a la encargada de recursos humanos del Ayuntamiento de Pueblo Viejo, Leicys Vásquez.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 11: Liceo Secundario Cacique Enriquillo. Principal Liceo de la comunidad.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 12: Parroquia Nuestra Señora de las Mercedes. Parroquia ubicada en la entrada y calle principal de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 13: Clínica Rural Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 14: Ruinas de Pueblo Viejo, patrimonio monumental de República Dominicana.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 15: Campo de béisbol de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 16: Parque Güübia, ubicado en la calle principal de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 17: Extensión de Calle Independencia.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 18: Calle José Francisco Peña Gómez.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 19: Calle Independencia, cercana al ayuntamiento de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 20: Viviendas de la comunidad de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 21: Viviendas de la comunidad de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 22: Realizando las encuestas en conjunto.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 23: Sra. Frederinda Figuereo, residente de la comunidad de Pueblo Viejo desde hace 62 años aproximadamente, toda su vida.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 24: Vivienda con letrina.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 25: Exterior de letrina.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 26: Visita a Río Jura.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 27: Vista del Río Jura.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 28: Vista del Río Jura.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 29: Viviendas de Pueblo Viejo, Azua.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 30: Terreno para el cultivo de plátanos.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 31: Rigola ubicada entre las viviendas de la comunidad, próximo a Las Ruinas de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 32: Camiones recolectores de basura del ayuntamiento de Pueblo Viejo.*

*Fuente: Propia (2021)*



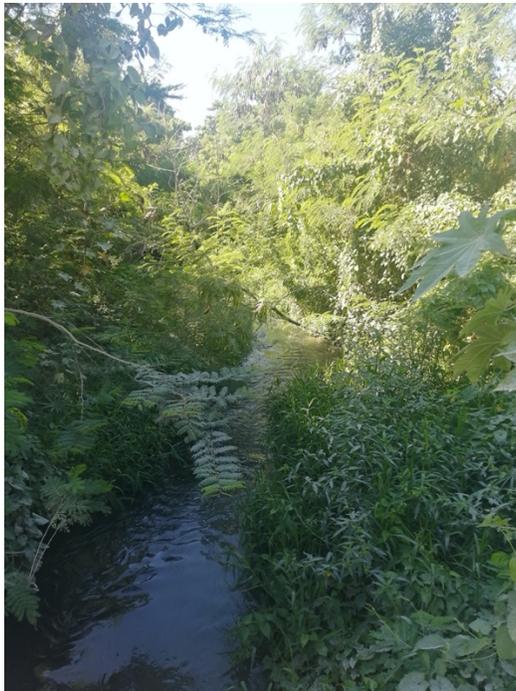
*Figura 33: Vista del Río Jura. Figura tomada en el pueblo Las Terreras.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 34: Cañada cercana al terreno propuesto para planta de tratamiento.*

*Fuente: Propia (2021)*



*Figura 35: Cañada cercana al terreno propuesto para planta de tratamiento.*

*Fuente: Propia (2021)*

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**  
**Escuela de Ingeniería Civil**



Charlyn Fortuna Lamarche  
**Sustentante**



Ezequiel Vásquez García  
**Sustentante**



Ing. María Cristina Sánchez  
**Asesora**



Ing. Carlos Muñoz  
**Miembro del jurado**



Ing. Amelia M. Pérez S.  
**Miembro del Jurado**



Ing. Teresa B. Rodríguez  
**Miembro del Jurado**

Ing. José Adolfo Herrera  
**Director Escuela de  
Ingeniería Civil**

Calificación \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_