



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO
PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RECINTO YUMES DEL CANTÓN
PALESTINA, PROVINCIA DEL GUAYAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención

Del Título de Ingeniero Civil

AUTORES: Jorge Josué Hinojosa Alarcón

Mirna Anahí Murrieta García

TUTOR: Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota, Mgtr.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2024

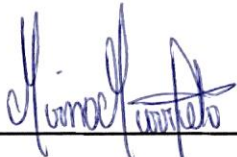
**CERTIFICADO DE REPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Jorge Josué Hinojosa Alarcón con documento de identificación N° 0924290067 y
Mirna Anahí Murrieta García con documento de identificación N° 0950472480; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro
la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o
parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de febrero del 2024

Atentamente,



Mirna Anahí Murrieta García

C.I:0950472480



Jorge Josué Hinojosa Alarcón

C.I:0924290067

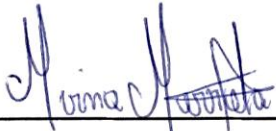
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jorge Josué Hinojosa Alarcón con documento de identificación N° 0924290067 y Mirna Anahí Murrieta García con documento de identificación N° 0950472480, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto de titulación: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento primario de aguas residuales para el recinto Yumes del cantón Palestina, provincia del Guayas, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

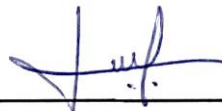
Guayaquil, 15 de febrero del 2024

Atentamente,



Mirna Anahí Murrieta García

C.I:0950472480



Jorge Josué Hinojosa Alarcón

C.I:0924290067

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ingeniero Eduardo Santiago Fonseca Mota con documento de identificación N° 0919008201, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RECINTO YUMES DEL CANTÓN PALESTINA, PROVINCIA DEL GUAYAS, realizado por Jorge Josué Hinojosa Alarcón con documento de identificación N° 0924290067 y Mirna Anahí Murrieta García con documento de identificación N° 0950472480, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Eduardo Santiago Fonseca Mota, Mgtr.

C.I:0919008201

DEDICATORIA

Dios me dio el todo privilegio y la oportunidad de poder dedicar este trabajo de tesis a mi papi Marcos y a mi mami Gina, que me han dado un soporte incondicional en todo, donde todos mis reconocimientos se les doy gracias a ellos entre los que se incluye este, donde con tanto esfuerzo de un arduo trabajo de todos los días a tan solo pelar y vender choclos me han sacado adelante y siempre con humildad, amor y respeto.

Ellos han sido unas personas increíbles y de inspiración a seguir, además de ser mi base de apoyo para llevar a cabo esta meta en mi vida y poder la profesional que tanto he querido, por el cual estoy eternamente agradecida y el dedicar esta tesis es poco pero el comienzo de la gratitud que le tengo a ellos.

(Mirna Murrieta)

Este proyecto de tesis se lo dedico a Dios por otorgarme la salud, fortaleza y sabiduría para lograr mis objetivos personales.

A mi padre que sigue bendiciéndome y cuidándome, aunque no se encuentre en este plano terrenal. A mi madre, quien con total entrega y perseverancia ha cumplido el rol de madre y padre, sin dejarme claudicar en los momentos de dificultades que se ha presentado en mi vida.

A mi hijo Yurick, que desde su nacimiento se convirtió en la razón para comenzar nuevas metas y culminar todos mis anhelos. A mi hermano y su familia quienes han sido un apoyo incondicional en toda mi vida.

(Jorge Hinojosa)

AGRADECIMIENTO

Quisiera dar mi grato agradecimiento a todas las personas que sumaron de manera significativa al desarrollo de esta tesis, como a mi compañero de tesis que juntos logramos la elaboración de esta, también a todo profesor que contribuyo con mi desarrollo profesional, a mi tutor que nos guio y a todo compañero que daba aliento en momentos inesperados, pero más estoy agradecida por lo que soy una persona muy bendecida por Dios. Gracias a Dios con tan solo de darme más días de vida y ponerme a unos padres increíbles el cual también estoy agradecida con ellos porque son los únicos que de corazón desean lo mejor para mí.

(Mirna Murrieta)

Siempre agradecido con Dios, por la vida y por todas las bendiciones que me ha otorgado.

Agradezco a mi madre quien me supo motivar y dar la mano cuando sentía que el camino tenía su fin, junto a su amor y apoyo incondicional poder lograr mis objetivos. A mi padre quien, a pesar de su ausencia, aún tenemos el sustento y la motivación para seguir adelante. Mi hermano, su esposa y mis 3 sobrinos quienes me han brindado su apoyo moral y con sus ocurrencias, hemos podido sobrellevar los problemas.

Agradezco a mi compañera Mirna Murrieta, que, a pesar de demorarse en responder mensajes en momentos cruciales, la quiero mucho y con paciencia y esfuerzo hemos podido sacar adelante este proyecto.

(Jorge Hinojosa)

A la Universidad Salesiana y a sus docentes por la oportunidad y la información brindada por ellos. Agradecemos a nuestro Tutor el Ing. Eduardo Fonseca por compartir su saber y guiarnos en la elaboración de este proyecto.

Un agradecimiento especial al Ing. Leonardo Echeverria, Ing. Pedro Peña, Ing. Carlos Martínez, Ing. Rudy Cusme que siempre esta presto a ayudarnos.

(Mirna Murrieta y Jorge Hinojosa)

RESUMEN

El diseño del sistema de red sanitario se basa en un plan detallado para la planificación de un sistema de recolección de aguas servidas para el recinto Yumes, ubicado en el cantón Palestina, provincia del Guayas, teniendo como uno de los principales objetivos el de elevar el nivel de bienestar de la forma de vida que llevan los moradores de este recinto, a su vez proteger la salud pública gestionando de una manera eficiente las aguas residuales generadas por la población y prevenir el daño al medio ambiente.

Al diseñar el sistema de aguas servidas, se toma en cuenta datos relevantes como el estudio poblacional, estudio topográfico, caudales, vida útil y la implementación de las normas ecuatorianas tales como la CPE INEN 5 y donde también se consideran las leyes de gestión de ambiente, con la propósito de no perjudicar a la contaminación ambiental , todo este sistema de la red de distribución de aguas residuales se conectará a un sistema de tratamiento primario denominado tanque Imhoff, cuyo diseño de mencionado tanque, se enfocará al cumplimiento de características para un sistema eficaz, económico, considerando que cumpla también los requisitos necesarios e ideales para ser implementado en el recinto de Yumes, el cual se toma en cuenta aspectos como la capacidad o volumen de recolección que tendrá el tanque, su geometría estará clasificada por, cámara de digestión y la cámara que es del colector principal . Se utilizarán herramientas de modelado para optimizar la eficiencia del tanque y garantizar una eliminación óptima de contaminantes, tomando en consideración el seguimiento de los criterios de la norma OPS, que es la Organización Panamericana de la Salud para avalar la rentabilidad y el correcto desempeño del tanque Imhoff para que tenga haga el tratamiento de las aguas residuales.

Palabras claves: Diseño, Tanque Imhoff, Alcantarillado Sanitario, Tratamiento Primario.

ABSTRACT

The design of the sanitary network system is based on a detailed plan for the planning of a sewage collection system for the Yumes facility, located in the canton of Palestine, province of Guayas, with one of the main objectives being to raise the level of well-being of the way of life that the residents of this area lead, in turn protecting public health by efficiently managing the wastewater generated by the population and preventing damage to the environment.

When designing the wastewater system, relevant data is taken into account such as the population study, topographic study, flows, useful life and the implementation of Ecuadorian standards such as CPE INEN 5 and where environmental management laws are also considered. . , in order not to harm environmental pollution, this entire wastewater distribution network system will be connected to a primary treatment system called Imhoff tank, whose tank design mentioned will focus on compliance with the characteristics for a system effective, economical, considering that it also meets the necessary and ideal requirements to be implemented in the Yumes facility, which takes into account aspects such as the capacity or collection volume that the tank will have, its geometry will be classified by, digestion chamber and the chamber that is from the main collector. Modeling tools will be used to optimize the efficiency of the tank and guarantee optimal removal of contaminants, taking into consideration the monitoring of the criteria of the PAHO standard, which is the Pan American Health Organization to evaluate the profitability and correct performance of the tank. Imhoff so that it has to do wastewater treatment.

Keywords: Design, Imhoff Tank, Sanitary Sewer, Primary Treatment

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES	1
1.1. PROBLEMA DE ESTUDIO	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
2.2. AGUAS RESIDUALES	6
2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO	7
2.4. TANQUE IMHOFF	8
2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	10
2.6. MARCO LEGAL	11
2.6.1. Normas técnicas ecuatorianas:	11
2.6.2. Código de práctica ecuatoriano	11
2.6.3. Leyes y reglamentos ecuatorianos:	12
CAPÍTULO III	13
MÉTODO METODOLÓGICO	13
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	13

3.2. ESTUDIO POBLACIONAL _____	14
3.3. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA _____	15
3.4. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO _____	17
3.5. CAUDALES _____	17
3.6. SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS _____	19
3.7. TRATAMIENTO TANQUE IMHOFF _____	21
CAPÍTULO IV _____	22
DESARROLLO DEL TEMA _____	22
4.1. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA _____	22
4.2. ESTUDIO POBLACIONAL _____	26
4.2.1. Resultados de la encuesta socio económica para proyecto de alcantarillado sanitario _____	27
4.3. MÉTODO GEOMÉTRICO _____	31
4.4. DOTACIÓN _____	31
4.4.1. Cálculo de la Dotación _____	33
4.4.2. Aportación _____	34
4.5. CAUDAL MEDIO _____	34
4.6. CAUDAL MÍNIMO _____	35
4.7. CAUDAL MÁXIMO _____	35
4.8. CAUDAL DE DISEÑO _____	35
4.9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RED PRINCIPAL _____	36
4.10. TABLA DE TRAMOS _____	37
4.11. PROCESAMIENTO DE DATOS _____	38
4.11.1. Trazado de sistema _____	38

4.11.2. Caudal de diseño _____	40
4.11.3. Pendiente _____	41
4.11.4. Coeficiente de rugosidad _____	42
4.11.5. Área de tubería _____	43
4.11.6. Perímetro _____	43
4.11.7. Radio hidráulico _____	44
4.11.8. Caudal a tubo lleno _____	44
4.11.9. Velocidad a tubo lleno _____	45
4.11.10. Relación Q Vs Qo _____	45
4.11.11. Verificación en relación de tubo lleno _____	46
4.11.12. Perfil del tramo A-B-D-F-P _____	47
4.11.13. Perfil del tramo E-F _____	49
4.11.14. Perfil del tramo K-L _____	50
4.11.15. Perfil del tramo W-X-Y-V _____	51
4.11.16. Perfil del tramo G-H-I-J _____	52
4.11.17. Perfil del tramo J-M-L-N-O-P _____	53
4.11.18. Perfil del tramo Q-R-S _____	54
4.11.19. Perfil del tramo T-U-V _____	55
4.11.20. Perfil del tramo P-S-V-TANQUE _____	56
4.12. DISEÑO DEL SISTEMA DE RED PRINCIPAL CON CAJAS DE REGISTO _____	57
4.13. MÉTODO DE ÁREAS DE APORTACIÓN _____	58
4.13.1. Caudal unitario _____	58
4.13.2. Tabla de tramos _____	60
4.13.3. Diámetro calculado _____	61
4.13.4. Pendiente calculado _____	62

4.13.5. Altura de pozo _____	62
4.13.6. Cota de Fondo _____	63
4.13.7. Radio hidráulico _____	64
4.13.8. Velocidad _____	64
4.13.9. Modelado de cajas de registro _____	65
4.13.10. Modelado de Cámaras de Inspección _____	66
4.14. DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF _____	67
4.14.1. Parámetros técnicos para el diseño del tratamiento primario (tanque Imhoff). _____	67
4.14.2. Diseño del sedimentador _____	69
4.14.3. Diseño del digestor _____	77
4.14.4. Área de ventilación y cámara de natas _____	81
4.14.5. Cálculo de altura, respecto al digestor _____	84
4.14.6. Lechos de secados de lodos _____	88
4.14.7. Medio de drenaje _____	91
CONCLUSIONES _____	93
RECOMENDACIONES _____	95
CRONOGRAMA _____	96
PRESUPUESTO _____	97
ANEXOS _____	98
PLANO _____	108
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA _____	109

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.- Delimitación del área del proyecto en el recinto Yumes.....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 2.- Topografía del terreno con estación total y curvas de nivel.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 3.- Topografía del terreno mediante uso de Dron-Ortofoto.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 4.- Topografía del terreno con curvas de nivel en QGIS.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 5.- Diseño del sistema de red principal.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 6.- Demostración del sistema con recorrido.....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 7.- Demostración del sistema con recorrido.....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 8.- Relaciones adimensionales para el flujo uniforme en conductos circulares.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 9.- Relación de caudal máximo con diámetro de tubería.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 10.- Perfiles del tramo A-B-C-D-F-P.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 11.- Perfil del tramo E-F.....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 12.- Perfil del tramo K-L.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 13.- Perfil del tramo W-X-Y-V.....</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 14.- Perfil del tramo G-H-I-J.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 15.- Perfil del tramo J-M-L-N-O-P.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 16.- Perfil del tramo Q-R-S.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 17.- Perfil del tramo T-U-V.....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 18.- Perfil del tramo P-S-V- Tanque.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 19.- Diseño de sistema con cajas de registro.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 20.- Dimensiones de Cajas de registro.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 21.- Dimensiones de Cámaras de Inspección.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 22.- Partes que conforman el tanque Imhoff.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 23.- Separación de arista central de la cámara de sedimentación.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 24.- Longitud y ancho del sedimentador.....</i>	<i>73</i>

<i>Ilustración 25.- Dimensiones de la cámara de sedimentación</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 26.- Extracción de lodos.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 27.- Área de ventilación</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 28.- Dimensiones de vista superior del tanque Imhoff.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 29.- Dimensiones del Tanque Imhoff</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 30.- Área de lecho de secado</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 31.- Visita e inspección de terreno en el recinto Yumes.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 32.- Encuesta a los habitantes del recinto Yumes.....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 33.- Equipos para la topografía con estación total.....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 34.- Señalización del primer punto de referencia</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 35.- Señalización del auxiliar #5.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 36.- Señalización del auxiliar #4.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 37.- Señalización del auxiliar #6.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 38.- Realización de topografía.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 39.- Realización de topografía.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 40.- Trabajo topográfico.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 41.- Demostración de viviendas del recinto Yumes</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 42.- Torres de señales presentes en el recinto</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 43.- Demostración de viviendas del recinto Yumes</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 44.- Demostración de academia presente en el recinto Yumes.....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 45.- Demostración de Pozo séptico de la Academia</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 46.- Demostración de descarga de agua de vivienda</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 47.- Estilo de acomodaciones en trabajos de recinto de Yumes</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 48.- Viviendas del recinto Yumes</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 49.- Reuniones con tutor.....</i>	<i>107</i>

<i>Ilustración 50.- Tutorías.....</i>	<i>107</i>
---------------------------------------	------------

TABLA DE DIAGRAMAS

<i>Tabla 1.- Tasa de crecimiento poblacional</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2.- Estudio Poblacional</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3.- Encuesta para estudio poblacional.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 4.- Encuesta para estudio poblacional.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5.- Encuesta para estudio poblacional.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6.- Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7.- Dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8.- Porcentaje de fuga</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9.- Diseño del sistema.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 10.- Distancia máximas entre pozos de revisión.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 11.- Caudales de Diseño.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12.- Coeficiente de rugosidad de Manning.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 13.- Tramos de cajas de registro.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 14.- Tramos del sistema general.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 15.- Factor de capacidad relativa</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 16.- Temperatura requerida para digestión de lodos.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 17.- Cronograma de trabajo para el anteproyecto y tesis</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 18.- Presupuesto para la realización del proyecto de titulación.....</i>	<i>97</i>

TABLA DE CRONOGRAMA

<i>Cronograma 1.- Número de viviendas en total</i>	<i>27</i>
<i>Cronograma 2- Porcentaje de viviendas que usan pozos sépticos</i>	<i>28</i>
<i>Cronograma 3.- Porcentaje de viviendas sin conexión</i>	<i>29</i>
<i>Cronograma 4.- Porcentaje de habitantes aceptan conexión</i>	<i>30</i>

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. PROBLEMA DE ESTUDIO

En el cantón Palestina de la provincia del Guayas se encuentra el recinto Yumes, el cual tiene una población aproximada de 731 habitantes con 165 viviendas, desprovistos de un sistema de alcantarillado sanitario, por ende, sus habitantes se encuentran en constante exposición a enfermedades e infecciones, a causa de las descontroladas descargas de aguas servidas y en donde también el medio ambiente es afectado a través de la contaminación a fuentes de agua cercanas.

Este proyecto se enfocará en el diseño de un sistema de alcantarillado de aguas servidas y tratamiento primario de aguas servidas, usando la tecnología del tanque IMHOFF, para el Recinto Yumes, en donde se considerarán aspectos técnicos, ambientales y económicos, cuyo propósito es ofrecer soluciones higiénicas y sostenibles para la disposición de las aguas residuales. Tomando en cuenta que las situaciones sanitarias en las grandes ciudades del país son aceptables.

Previa investigación en el recinto Yumes se observó que tienen pozos sépticos tradicionales sin un tratamiento adecuado, teniendo como consecuencia olores fétidos y plagas como moscas y roedores. Por lo tanto, nuestro punto de partida será de reconocer y adquirir información sobre de cómo es el uso de aguas residuales en cada vivienda.

Además, se contará con la recopilación de datos sobre la población actual, características topográficas y geográficas del área, determinación de cotas, y por medio de cálculos y análisis, determinaremos la ubicación y dimensionamiento de tuberías, cámaras, cajas de registro e implementaremos la tecnología de un tanque Imhoff como método de procedimiento de las aguas servidas.

Cabe recalcar que la finalidad de este proyecto no es solo buscar soluciones para los moradores de la localidad en la forma técnico-económico, sino que también generar un impacto positivo ambiental para el recinto y sus alrededores.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Como muchas otras comunidades rurales y semiurbanas, el recinto de Yumes en el cantón de Palestina enfrenta importantes desafíos en referencia de saneamiento y gestión de aguas residuales; Una variedad de contaminantes químicos, físicos y biológicos están presentes en las aguas negras o aguas residuales y en una población carente de conciencia ambiental y escasa economía, puede ser de gran peligrosidad, el no saber cómo deshacerse de estos contaminantes y la población busca métodos alternativos de descarga como en el suelo o a cuerpos de agua siendo estos ríos o lagos.

Según el Objetivo 6 de la ONU para 2030, garantizar que todas las personas tengan acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos y poner fin a la defecación al aire libre, con especial atención a las necesidades de las mujeres, las niñas y los grupos vulnerables. (Objetivos de desarrollo sostenible, s.f.)

Una buena proyección del sistema de alcantarillado sanitario es esencial para las poblaciones, como es el caso en el sitio de Yumes, para eliminar las aguas residuales y los desechos humanos y evitar problemas ambientales y de salud pública.

Además del diseño, una buena planificación del sistema aborda las necesidades presentes y próximos de la sociedad, reduciendo la probabilidad de problemas como bloqueos o taponamientos, fugas y daños a largo plazo, reduciendo así los costos de mantenimiento y previniendo la obsolescencia prematura del sistema.

El objetivo de este proyecto es brindar opciones de soluciones a los problemas anteriores e implementar la propuesta del tanque de agua del IMHOFF para un buen control de vertidos y tratamiento de aguas residuales. Además, se esfuerza por brindar un entorno más saludable que

permita un mayor desarrollo comunitario. Lo cual puede atraer inversiones, mejorar las condiciones de la vivienda y aumentar el orgullo y la alegría de los residentes en la comunidad local.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- ✚ Diseñar un sistema de alcantarillado de aguas servidas y tratamiento primario con el tanque IMHOFF, respetando el medio ambiente y mejorando la vida de los habitantes del Recinto Yumes.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✚ Realizar un diagnóstico de las necesidades y demandas actuales en el área establecida para el proyecto en el recinto Yumes.
- ✚ Elaborar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, red de colectores, tirantes, cajas de registro y cámaras de inspección.
- ✚ Diseñar el tratamiento primario por medio del tanque IMHOFF en el recinto Yumes, determinando sus dimensiones, materiales de construcción y sistema de ventilación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Al respecto del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento primario de aguas residuales en el Recinto de Yumes, es esencial comprender los fundamentos teóricos y conceptuales necesarios donde se podrá diseñar, operar y establecer eficazmente el sistema de alcantarillado con los siguientes conceptos claves.

2.2. AGUAS RESIDUALES

Con el tiempo, las aguas residuales pasaron a ser conocidas como aguas fecales e incluso aguas negras debido a su color oscuro. Las aguas residuales son en realidad los desperdicios tanto líquidos como sólidos producidos por las rutinas diarias, generalmente en hogares a partir de actividades como el uso del agua para beber, cocinar, lavar ropa, platos, bañarse y el uso del inodoro. Estas aguas residuales contienen polución, como materia orgánica, detergentes, grasas, productos químicos y microorganismos. Es importante el tratamiento adecuado de las aguas residuales domésticas antes de liberarlas al medio ambiente para evitar la contaminación del agua y proteger la salud pública.(Osorio et al., 2021).

Al mismo tiempo, también tenemos aguas servidas de industrias donde estas aguas pueden comprender de diferentes contaminantes de acuerdo a las industrias que se está analizando y los procesos específicos involucrados. Algunos ejemplos de industrias que generan aguas residuales industriales incluyen la industria química, la industria alimentaria, la industria petrolera, entre otras.

Como lo es para el caso del recinto Yumes se tiene presencia de aguas residuales de la industria alimentaria que son los desechos líquidos que se generan durante el procesamiento, de lavado y limpieza de arroz donde estas aguas residuales contienen contaminantes como grasas, aceites, residuos de alimentos, productos químicos y otros compuestos.

2.3. ALCANTARILLADO SANITARIO

El sistema de alcantarillado sanitario, es una infraestructura diseñada para acumular y transportar aguas residuales, ya sean desde edificios y áreas urbanas hasta estaciones de tratamiento o puntos de descarga adecuados. El objetivo principal del alcantarillado sanitario es eliminar de manera eficiente los desechos protegiendo la salud pública y el medio ambiente.

En un artículo de Quijije lo Problemas que enfrenta Jipijapa por la actual situación del alcantarillado doméstico, indicaron que el principal motivo del deterioro del sistema de alcantarillado es la obstrucción de tuberías, lo que conlleva a desbordes, desagradables olores, generando problemas en la salud pública para los residentes del recinto donde se debe realizar mantenimientos previos. (Villacreses, 2021)

Los principales componentes de un sistema de alcantarillado sanitario son los siguientes:

Red de alcantarillado:

Se trata de varios tramos de tuberías subterráneas que recoge las aguas residuales de hogares, empresas y otras instalaciones y las transporta a plantas de tratamiento de aguas residuales. Las tuberías de alcantarillado están diseñadas con pendientes específicas para que las aguas residuales puedan fluir por gravedad formando así una red por completo establecida en el terreno estudiado.

✚ Colectores principales:

Son tuberías más grandes que recogen las aguas residuales de varias tuberías de menor tamaño y las conducen hacia la planta de tratamiento. Los colectores principales suelen ser de mayor diámetro y están ubicados en las calles principales, siendo así como dice su nombre la red principal que va a tener todo el sistema.

✚ Colectores secundarios:

Son tuberías de menor tamaño que recogen las aguas residuales de áreas más pequeñas y las conectan a los colectores principales. Los colectores secundarios se extienden por las calles secundarias y a su vez las conforma las cajas de registro que están conectadas a cada una de las viviendas.

✚ Cámaras o Pozos:

Estos son pozos de acceso ubicados a lo largo del sistema de alcantarillado que permiten la inspección, el mantenimiento de las tuberías. También sirven como puntos de acceso para realizar reparaciones cuando sea necesario siendo parte de la red principal.

2.4. TANQUE IMHOFF

Este sistema de tratamiento de aguas residuales, es denominado así, en honor al Ingeniero civil de Alemania Karl Imhoff, quien fue pionero en este campo.

Esta es una unidad del tratamiento primario de aguas residuales y su finalidad es la remoción de los sólidos suspendidos del agua residual, estos tanques hacen remoción del 50 al 70% de los sólidos suspendidos y del 25 al 50% de la demanda biológica de oxígeno que poseen las aguas.(CARBAJAL HUINCHO & Línea, 2021)

Este tipo de tanque tiene doble función, ya que permite la segmentación de los sólidos y el procedimiento de los lodos en una sola infraestructura, cabe resaltar que su uso es recomendable para comunidades menores a 2000 habitantes y caudales pequeños.

Como ventajas encontramos que son simples ya que no requieren de partes mecánicas, su tiempo de retención es menor a comparación de las lagunas de oxidación, y tienen bajo costo de construcción y operación.

El tanque IMHOFF, realiza tratamiento de aguas residuales mediante una cámara de decantación con paredes en forma de V y una ranura en el fondo, permiten que los sólidos se asienten en una cámara de digestión de lodos con evacuadores de gas.

“El gas producido en la cámara de digestión sube hacia los respiraderos en el borde del reactor y transporta las partículas de lodo a la superficie del agua, creando una capa de espuma. El lodo se acumula en el compartimiento de digestión de lodo, donde es compactado y parcialmente estabilizado mediante digestión anaerobia” (Veiga Barbazán, 2015).

✚ Los sólidos suspendidos:

Son sólidos en agua que pueden eliminarse mediante filtración o decantación. Estos sólidos pueden ser orgánicos o inorgánicos y su concentración depende del tipo de agua residual, diseño del tanque y condiciones ambientales. Los sólidos en suspensión afectan la calidad del efluente y el rendimiento del tanque, por lo que se deben controlar sus niveles. (ACQUAPHI, 2023)

✚ TDS/Sólidos disueltos:

Se refiere a la cantidad de minerales, metales, materia orgánica y sales disueltas en un determinado volumen de agua, expresada en mg/l. Esto está directamente relacionado con la calidad y pureza del agua, especialmente en los sistemas de tratamiento de agua.

2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Es necesario revisar la capacidad operativa y estado actual del sistema de alcantarillado, de vez en cuando se debe realizar un mantenimiento preventivo utilizando diversos equipos como el Hidrocleaner, cuya función es realizar el mantenimiento periódico de las unidades sanitarias. Sistemas de alcantarillado y pluviales, redes, Matriz, pozos para evitar obstrucciones que puedan ocurrir en las líneas de alcantarillado por acumulación de sedimentos, desechos sólidos, fundas de basuras u otros materiales. El mantenimiento regular puede ayudar a identificar y eliminar estas obstrucciones antes de que causen problemas graves, como desbordamientos o agua estancada en su hogar.

Esto mantiene el flujo correcto sin obstrucciones ya que las líneas de alcantarillado pueden deteriorarse, oxidarse o colapsar con el tiempo. Un mantenimiento adecuado ayuda a detectar y reparar cualquier daño o deterioro en las tuberías, asegurando un flujo eficiente y eliminando restricciones del sistema.(VILLACRÉS, 2016).

El alcantarillado con un mal mantenimiento puede generar olores desagradables y atraer plagas, como ratas e insectos. El mantenimiento regular incluye la limpieza y desinfección de las tuberías, lo que ayuda a prevenir la proliferación de olores y plagas.

A su vez se concientiza a la protección del medio ambiente así puede filtrar aguas residuales no tratadas al medio ambiente, lo que puede contaminar cuerpos de agua y afectar la salud pública. El mantenimiento adecuado del alcantarillado garantiza que las aguas residuales sean tratadas y gestionadas de manera segura.

2.6. MARCO LEGAL

En la metodología es de gran relevancia, implementar las normas, reglamentos, código de prácticas y hacer más referencia en las normas técnicas ecuatoriana que regulan el diseño de sistemas de alcantarillado sanitaria para poder realizar un planteamiento del recorrido de las aguas residuales siendo así el sistema propuesto donde se procederá a mostrar los diámetros para tuberías, colocación de cámaras de inspección, entre otros.

2.6.1. Normas técnicas ecuatorianas:

- ✚ NTE INEN 1329: Tubería plástica con accesorios de PVC rígido para uso sanitario. Dimensiones básicas.
- ✚ NTE INEN 2059: Tubos perfilados de PVC rígido de paredes estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado. Requisitos. (NORMALIZACIÓN, INEN TUBOS Y ACCESORIOS PLÁSTICOS., 2011)

2.6.2. Código de práctica ecuatoriano

- ✚ CPE INEN 5: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. (NORMALIZACIÓN, INEN 5 Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales , 1992)
- ✚ CPE INEN 5: Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. (INEC, 2021)

2.6.3. Leyes y reglamentos ecuatorianos:

- ✚ Ley de Gestión Ambiental: Esta ley establece el marco legal para la gestión ambiental en el Ecuador y establece las obligaciones y responsabilidades de las entidades públicas y privadas para proteger el medio ambiente.
- ✚ Reglamento de Residuos Peligrosos: Establece los requerimientos para la gestión de residuos peligrosos y establecer los procedimientos para su transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final.
- ✚ Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales: Este reglamento establece los requisitos para el vertido y reúso de aguas residuales tratadas, incluyendo los parámetros de calidad del agua que deben cumplirse para proteger la salud pública y el medio ambiente.

CAPÍTULO III

MÉTODO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- ✚ El proyecto está ubicado en el recinto Yumes
- ✚ Provincia: Guayas.
- ✚ Cantón: Palestina
- ✚ Coordenadas: 1°36'25.48" S, 79°58'31.39" W
- ✚ Área: 9.086 hectáreas



Ilustración 1.- Delimitación del área del proyecto en el recinto Yumes

Fuente: Google Earth

3.2. ESTUDIO POBLACIONAL

- ✚ Procedemos a recopilar información sobre la población actual, es decir, los habitantes del recinto Yumes mediante censos.
- ✚ Posteriormente debemos realizar el cálculo para proyectar la población futura, realizaremos varias proyecciones de crecimiento entre las cuales están; el método aritmético y geométrico, los mismos que me permitirán obtener un valor promedio para hallar la población futura, todo regido con la norma INEN 1108.
- ✚ Fórmulas a utilizar:

Se dará a usar el método geométrico para estimar nuestra población futura

- ✚ Luego clasificaremos el tipo de la población diseño, siguiendo los siguientes parámetros:

$P_d < 30000$ habitantes = población pequeña

$P_d < 60000$ habitantes = población mediana

$P_d > 60000$ habitantes = población grande

- ✚ Finalmente, en el estudio poblacional, analizaremos los resultados, teniendo como objetivo comprender el comportamiento y las características que presenta la población del terreno a estudiar.

3.3. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA

Para nuestro prediseño deberemos tener en cuenta las características topográficas y geográficas del área, ya que la red de alcantarillado se diseña en base a las cotas y pendientes que se tenga en el área.

Por lo tanto, realizaremos un levantamiento topográfico con una estación total, como también un levantamiento topográfico con dron.

Ambos casos son procesos detallados que implica la medición precisa de puntos en el terreno para obtener coordenadas y altitudes.

Preparación y Planificación

Definimos los objetivos topográficos del levantamiento, es decir qué información topográfica necesitamos, como coordenadas (X, Y) y altitudes (Z) de puntos en el terreno.

Establecemos un sistema de coordenadas de referencia (por ejemplo, coordenadas geográficas o coordenadas proyectadas).

Ubicamos los puntos de control conocidos en el área, que servirán como referencia para georreferenciar nuestras mediciones.

Nos aseguramos de que la estación total esté en buen estado y calibrada adecuadamente. Finalmente verificamos que las baterías estén cargadas y que tengas suficiente almacenamiento de datos.

Preparación de la Estación Total

Se configura la estación total en un trípode estable y nivelado.

Se apunta el teodolito de la estación total hacia el punto de control de referencia y se ajusta la mira telescópica para que esté nivelada y centrada en el punto.(Valencia Hernández, 2011)

✚ Medición de Ángulos Horizontales y Verticales

Realizamos la lectura de ángulos horizontales y verticales, apuntando hacia los puntos de interés en el terreno, luego registramos las lecturas de ángulos, asegurándonos de su correcto registro y almacenamiento en la memoria de la estación total.

✚ Medición de Distancias

Estas distancias son entre la estación y los puntos de interés en el terreno, las cuales deben ser precisas, tomando en cuenta las correcciones y altura del instrumento.

✚ Georreferenciación de Datos

Empleamos los puntos de control de referencia conocidos para georreferenciar las mediciones y ajustamos el sistema de coordenadas de los datos recopilados.

✚ Medición de Altitudes

Medimos las altitudes de los puntos de interés en el terreno utilizando la estación total. Esto puede requerir el uso de una mira prismática en un poste si los puntos están a cierta distancia.

✚ Procesamiento de Datos

Transferimos los datos recopilados de la estación total a una computadora o software de procesamiento topográfico, en este caso utilizaremos Civilcad 3d.

✚ Generación de Planos Topográficos

Utilizaremos el software Civilcad 3d, para generar planos topográficos detallados a partir de los datos procesados, para finalmente presentar los planos topográficos.

✚ Topografía con dron

Para realizar el levantamiento topográfico o medición con dron se usará un dron de marca DJI Mini 3 con una cámara RGB donde se tocará varias fotografías del suelo considerando varios ángulos obteniendo diversas imágenes de cada ángulo.

Teniendo así la fotogrametría combinando las imágenes que contienen el mismo punto en el suelo desde múltiples puntos de vista usando la app de DJI FLY para realizar el vuelo y la obtención de imágenes donde que a partir de esos datos se usara otro software de fotogrametría puede crear ortofotos con modelos 3D. (Wingtra, 2018)

3.4. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil de un proyecto hace referencia al tiempo durante el cual se espera que el proyecto sea efectivo, es decir, la duración del tiempo en que se espera que el proyecto genere beneficios económicos y sociales para la comunidad o la organización que lo lleva a cabo.

La vida útil de un proyecto puede variar según el tipo de proyecto, su alcance y los objetivos específicos que se buscan alcanzar, debemos tener en consideración la calidad de los elementos y accesorios a utilizar.

3.5. CAUDALES

Calcularemos los caudales de las aguas residuales, para luego determinar la ubicación y dimensionamiento de tuberías (colectores y tirantes), cajas de registro y cámaras de inspección, todos estos dimensionamientos tendrán criterios hidráulicos para evitar las sedimentación y sobrecargas de flujo.

Dotación

Debemos como primer punto para el cálculo de los caudales, determinar la dotación, que es la cantidad de agua potable o tratada necesaria en litros por habitante al día y en relación de cantidad de moradores y al lugar en el que se encuentra considerando el tipo de clima sea este cálido o frío. Se recomienda consultar con estudios previos en la zona o con normas oficiales.

✚ Dotación futura

Posteriormente debemos calcular la dotación futura, Conforme la población aumenta, la dotación de igual manera aumenta, de acuerdo al desarrollo de los requerimientos sanitarios, por ende, se debe proyectar una dotación a futuro.

✚ Aportación

El siguiente paso sería el cálculo de la aportación, que se refiere a la cantidad total de aguas residuales o aguas negras que se generan y se descargan en un sistema de alcantarillado, una planta de tratamiento de aguas residuales o directamente en el medio ambiente. Siendo esta una medida importante para comprender la carga de contaminantes y la demanda de tratamiento que enfrenta un sistema de saneamiento con un tratamiento primario de aguas residuales.

La aportación en aguas servidas puede variar según varios factores, como la población atendida, las actividades industriales y comerciales, las condiciones climáticas y la eficiencia de las prácticas de conservación del agua.

Generalmente la aportación se calcula con un porcentaje que oscila entre los 70% - 80% de la dotación (Menoscal, 2023)

✚ Consumos

Una vez calculada la aportación y la población diseño, podremos calcular el consumo medio, que resulta, y sus unidades están dadas en litros/segundos.

$$\text{Consumo Medio} = \frac{\text{Aportación} * \text{Población de diseño}}{86400}$$

Con el consumo medio calculado, podremos hallar el consumo mínimo el cual resulta

$$Consumo\ M\acute{in}imo = 0.5 * Consumo\ medio$$

Así mismo podremos hallar el consumo máximo, pero antes del cálculo del consumo máximo debemos hallar el factor Harmon (M) y así finalmente se multiplica el consumo medio por el factor Harmon, logrando obtener el consumo máximo.

✚ Caudal

Finalmente podremos hallar el caudal de diseño que por normativa mediante la siguiente formula

$$Qd = 1.2 * C_{m\acute{a}x}$$

y sus unidades se dan en litros/segundos. Es de gran relevancia que se considere el área total del proyecto, para poder calcular el caudal unitario, cuyo resultado se obtiene de la división entre el caudal de diseño y el área total del proyecto.

3.6. SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

Para diseñar un sistema de alcantarillado sanitario tenemos que identificar los puntos en donde se recolectan las aguas residuales en el recinto Yumes, posteriormente consideramos las cotas de nuestra área, la cual se pueden obtener del mapa topográfico del Ecuador, o de los datos adquiridos mediante de un levantamiento topográfico, las cotas más altas nos indican nuestro inicio del sistema, y la cota más baja sería nuestro punto de llegada.

Luego diseñamos el trazado para nuestra red de alcantarillado, en donde la ubicación de las viviendas será de gran relevancia para el diseño, y procederemos a situar las cajas de registro en nuestro sector, y las enumeramos.

Calculamos la capacidad de la caja de registros y de las cámaras de inspección, de acuerdo a los caudales y cargas orgánicas, después procedemos a seleccionar nuestro tipo de cajas y cámaras, ya sean prefabricadas o construidas in situ, y así poder determinar la profundidad de cada caja y cámara.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se debe partir de los caudales y las velocidades de diseño, como también debemos elegir los materiales adecuados para las tuberías y accesorios priorizando la calidad de los elementos.

Tenemos que tener en cuenta que el diseño y colocación de la tubería deberá ser en función a las pendientes para poder asegurar el flujo correcto de las aguas residuales.

Luego situamos en nuestro trazado, las cámaras de inspección en medio de la calle, respetando normas y criterios hidráulicos, también le damos nombres a cada cámara. Conectamos las cajas a las cámaras y finalmente medimos la longitud de cada colector que va de cámara a cámara. Realizamos un diseño para la ventilación de la red de alcantarillado para evitar que se acumulen gases propios del sistema.

Elaboramos los planos detallados y documentación técnica que describa el diseño y las especificaciones del sistema de alcantarillado sanitario.

3.7. TRATAMIENTO TANQUE IMHOFF

A fin de proteger el medio ambiente, nos vemos en la necesidad de elaborar un diseño preliminar de una estructura el cual dará tratamiento a las aguas servidas provenientes del recinto Yumes. El diseño del tanque IMHOFF implica varios pasos y consideraciones importantes para asegurar un tratamiento eficiente de las aguas residuales.

✚ Caracterización de las aguas residuales

Se debe analizar las características de las aguas residuales que ingresarán Al tanque IMHOFF, como lo son la composición química, carga orgánica, carga de sólidos suspendidos, pH y temperatura. Con lo cual podremos determinar el tamaño y la capacidad requerida.

✚ Selección del tamaño del tanque IMHOFF

De acuerdo a la cantidad de aguas residuales, y a las características del recinto, se determinará el volumen del tanque IMHOFF, usando recomendaciones de la normativa ecuatoriana para el diseño de tanques IMHOFF.

✚ Diseño del tanque IMHOFF

Se diseñará el tanque IMHOFF tomando en cuenta las características del terreno y la normativa ecuatoriana. Se calcularán las dimensiones y el número de compartimentos del tanque, así como el caudal de entrada y salida. En todas las etapas del diseño del sistema de tratamiento primario de aguas residuales con tanque IMHOFF se deberán cumplir con las normas ecuatorianas y las recomendaciones de los referentes teóricos en la materia.(CENTA, 2009)

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL TEMA

4.1. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA

Para comenzar con el diseño del sistema se debió realizar el tazado topográfico en el recinto de Yumes del cantón Palestina mediante el uso de estación total y Drone.

Donde con estación total primero señalizó de donde comenzara nuestro punto de partida con la referencia de P1, P2 junto con 6 auxiliares siendo nuestros hitos de control.

Teniendo ya indicado y señalado nuestro terreno se lo coloca la estación total es un lugar adecuado o estable, asegurándonos que se encuentre nivelado para tener el punto de objetivo, registrando así los datos medidos. Luego repetir ese proceso para cada uno de los puntos de señalizados o de referencia.

Finalizando de da uso al software de Civil 3D para la obtención de los datos que fueron importados donde se tendrá coordenadas, puntos de nivel para así poder tener la generación de las curvas de nivel del terreno

Obteniendo curvas de nivel de curvas de nivel a cada 50 cm, observando y analizando que el terreno estudiado se puede trabajar a gravedad.

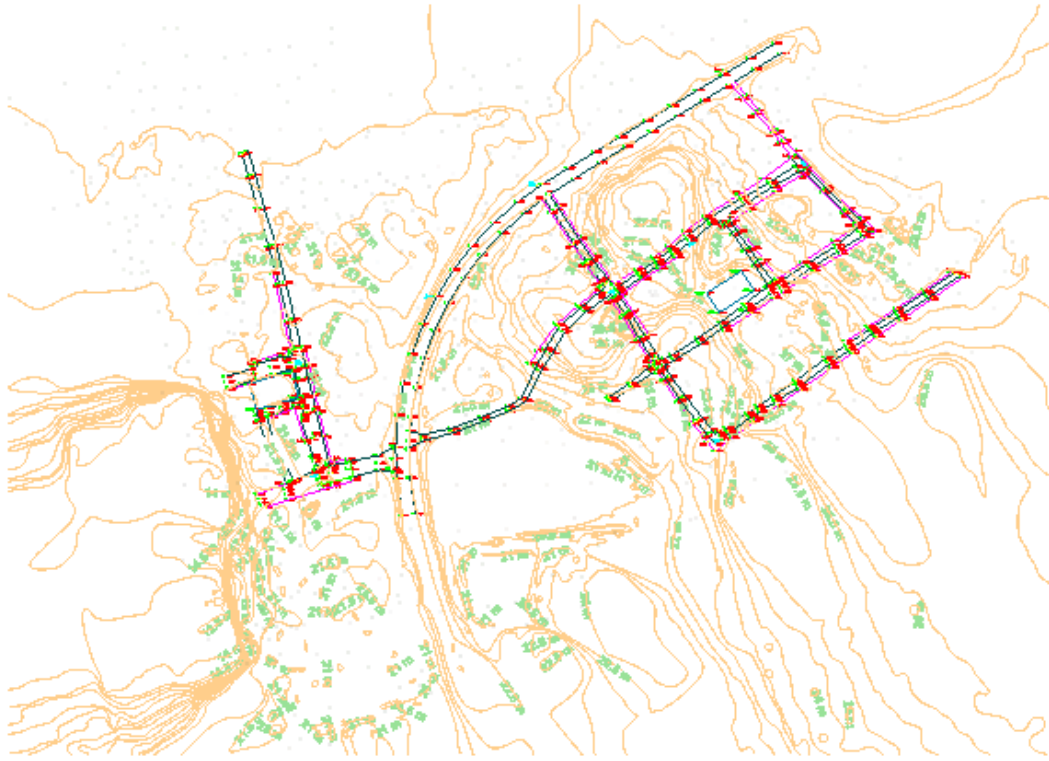


Ilustración 2.- Topografía del terreno con estación total y curvas de nivel

Elaborado por autores

✚ LEVANTAMIENTO CON DRON

Una fotogrametría con drones es de una manera más actualizada brindando ventajas y facilidades para los ingenieros civiles siendo más eficiente y rápido donde es un método de recopilación de datos tridimensionales o foto de una manera más detallada, el cual se trabajó con el Dron DJI junto a la app de DJI Fly realizando sus respectivas configuraciones tales como la duración del vuelo y la altura del vuelo, el cual fue de 75 m ya se tenía la presencia de torres de señal para que este no sea una obstrucción al momento de mandar al que dron haga su respectivo recorrido.

Generando así Ortofotos del terreno siendo una imagen área donde no hay distorsiones siendo así representada con más precisión el terreno en escala y de una manera más nítida.



Ilustración 3.- Topografía del terreno mediante uso de Dron-Ortofoto

Elaborado por autores



Ilustración 4.- Topografía del terreno con curvas de nivel en QGIS

Elaborado por autores

4.2. ESTUDIO POBLACIONAL

El determinar la población de diseño es esencial para garantizar que el sistema pueda manejar adecuadamente las aguas residuales que son producidas por la comunidad o área en cuestión. Procediendo a utilizar el dato de la población actual para la realización de la tabla de cálculos y obtención del diámetro adecuado de las tuberías de alcantarillado sanitario designando el principal factor el índice de capacidad y dimensiones del sistema de tuberías de alcantarillado.

Donde la población de diseño se la llevo a cabo mediante el uso del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) siendo así estimada una población con 165 viviendas a 731 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional de 1.5 con región geográfica en Costa por motivos que la ubicación del reciento se encuentra en la sección de la Costa, dato sacado de la norma INEN 1108.

Tabla 1.- Tasa de crecimiento poblacional

REGION GEOGRAFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa	1,5

Fuente: INEN 1108

4.2.1. Resultados de la encuesta socio económica para proyecto de alcantarillado sanitario

Resultado de número de habitantes por casa

Tabla 2.- Estudio Poblacional

# CASAS	# HABITANTES
14	2
21	3
35	4
80	5
10	6
5	8
TOTAL	
165	731

Elaborado por autores



Cronograma 1.- Número de viviendas en total

Elaborado por autores

Preguntas realizadas en el censo de Yumes:

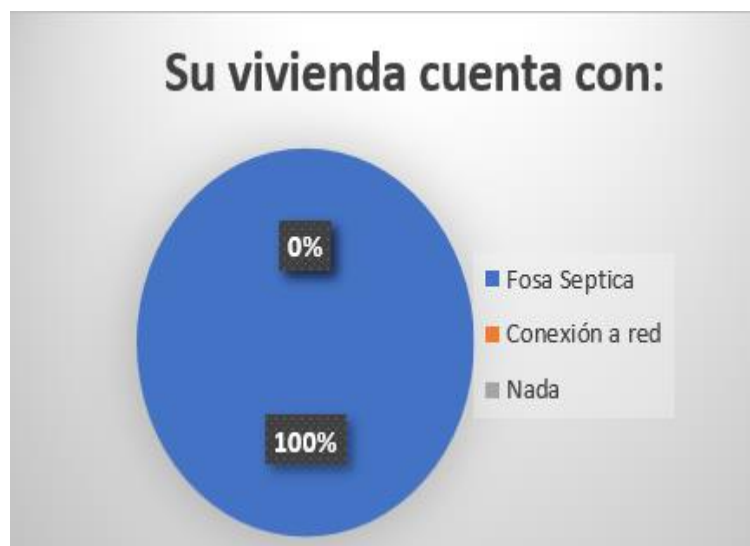
Su vivienda cuenta con:

- 1) Fosa Séptica
- 2) Conexión a red alcantarillado
- 3) Nada
- 4) Otro

Tabla 3.- Encuesta para estudio poblacional

Su vivienda cuenta con:	
OPCIONES	# CASAS
Fosa Septica	165
Conexión a red	0
Nada	0

Elaborado por autores



Cronograma 2- Porcentaje de viviendas que usan pozos sépticos

Elaborado por autores

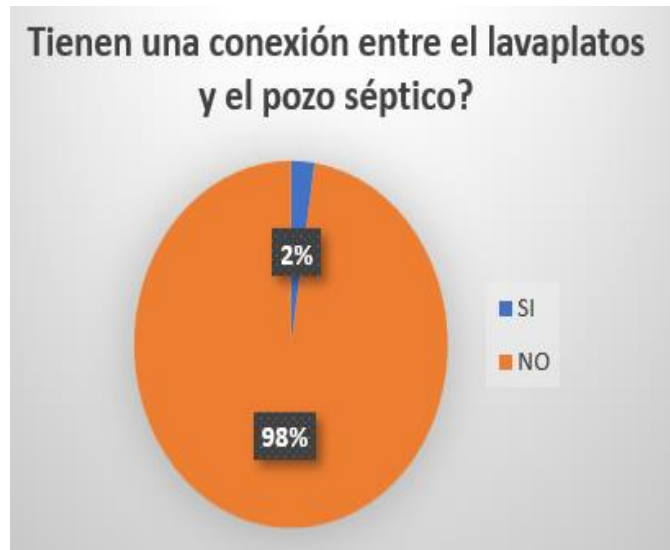
¿Tienen una conexión entre el lavaplatos y el pozo séptico?

- a) Si
- b) No

Tabla 4.- Encuesta para estudio poblacional

¿Tienen una conexión entre el lavaplatos y el pozo séptico?	
OPCIONES	# CASAS
SI	4
NO	161

Elaborado por autores



Cronograma 3.- Porcentaje de viviendas sin conexión

Elaborado por autores

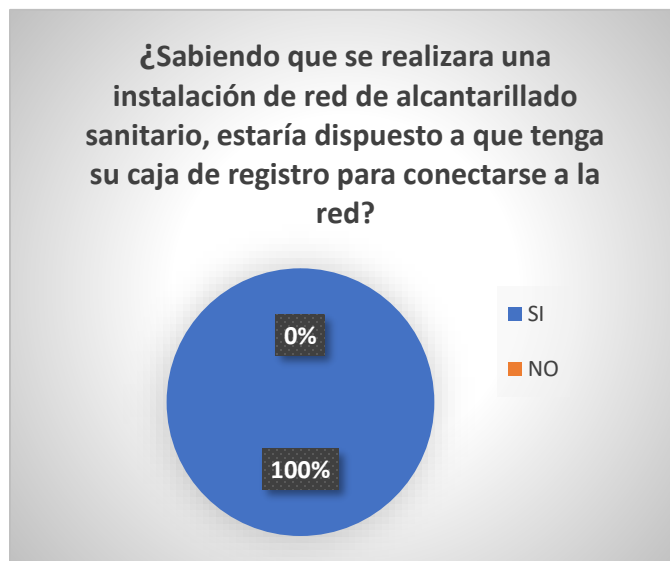
¿Sabiendo que se realizara una instalación de red de alcantarillado sanitario, estaría dispuesto a que tenga su caja de registro para conectarse a la red?

- a) Si
- b) No

Tabla 5.- Encuesta para estudio poblacional

OPCIONES	# CASAS
SI	165
NO	0

Elaborado por autores



Cronograma 4.- Porcentaje de habitantes aceptan conexión

Elaborado por autores

4.3. MÉTODO GEOMÉTRICO

DATOS:

✚ Pa: 731 habitantes

✚ r: 1.5%

✚ n: 25 años

$$Población\ futura = población\ actual * (1 + índice\ poblacional)^{periodo\ de\ diseño}$$

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 731 * (1 + 1.5\%)^{(25)}$$

$$Pf = 1061\ habitantes$$

4.4. DOTACIÓN

Para hallar los diversos consumos primero se debe tener los datos de la dotación se deberá tomar en cuenta el uso de la norma INEN 1018 para la obtención del consumo doméstico se usa el nivel IIB siendo conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa con un valor de 100 l/Hab*día en clima cálido ya que esta dotación de agua se da por diferentes niveles de servicio.

Mediante el valor de consumo por pérdida tiene un porcentaje de fugas que se toma en cuenta en un diseño de sistema de agua potable de un 20% por el cual se está usando un nivel de servicio de IIB mencionado anteriormente.

Tabla 6.- Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

Fuente: INEN 1108

Tabla 7.- Dotaciones de agua para diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: INEN 1108

Tabla 8.- Porcentaje de fuga

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10 %
IIa y IIb	20 %

Fuente: INEN 1108

Teniendo como Datos los siguientes:

- ✚ Consumo Doméstico (CD) → IIb → 100ltr / Hab*día
- ✚ Consumo Público (CPU) → 35ltr / Hab*día
- ✚ Consumo Industrial (C.I) → 100 l/Hab*día
- ✚ Consumo por Pérdida (CP) → 20% de CPU + CD + CI

$$CP = (CD + CPu + CI) * 20\%$$

$$CP = (100 + 35 + 100) \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}} * \frac{20}{100}$$

$$CP = 235 \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}} * 0,2$$

$$CP = 47 \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}}$$

4.4.1. Cálculo de la Dotación

- ✚ Consumo Doméstico (CD) → IIb → 100ltr / Hab*día
- ✚ Consumo Público (CPU) → 35ltr / Hab*día
- ✚ Consumo Industrial (C.I) → 100 l/Hab*día
- ✚ Consumo por Pérdida (CP) → 47 ltr/Hab*día

$$D = CD + CPu + CI + CP$$

$$D = (100 + 35 + 100 + 47) \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$D = 282 \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}}$$

4.4.2. Aportación

✚ Dotación (D) = 282 Ltr/Hab*día

✚ Para la aportación se puede usar del 70-75% donde usaremos de = 70%

$$A = 0.70 * D$$

$$A = 0.70 * 282 \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$A = 197.4 \frac{\text{Ltr}}{\text{hab} * \text{día}}$$

4.5. CAUDAL MEDIO

✚ Población futura (Pd) = 1061 Hab

✚ Aportación = 70%

$$Cm = \frac{Pd * A}{86400}$$

$$Cm = \frac{1061 * 197.4}{86400}$$

$$Cm = 2.4240 \text{ L/seg}$$

4.6. CAUDAL MÍNIMO

✚ Consumo medio (C_m) = 2.42L\seg

$$C_{min} = 0.5 * C_m$$

$$C_{min} = 0.5 * 2.42L/seg$$

$$C_{min} = 1.2120 L/seg$$

4.7. CAUDAL MÁXIMO

✚ Población futura (P_d) = 1061 Hab

✚ Consumo medio (C_m) = 2.42 L\seg

$$M = \frac{15}{4 + \sqrt{\frac{1061}{1000}}}$$

$$M = 2.9820$$

$$C_{max} = M * C_m$$

$$C_{max} = 2.9820 * 2.42 L/seg$$

$$C_{max} = 7.2220 L/seg$$

4.8. CAUDAL DE DISEÑO

✚ Consumo máximo (C_{max}) = 7.220 L/seg

$$Q_d = 1,2 * C_{max}$$

$$Q_d = 1,2 * 7.2220 L/seg$$

$$Q_d = 8.6664 L/seg$$

4.9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RED PRINCIPAL

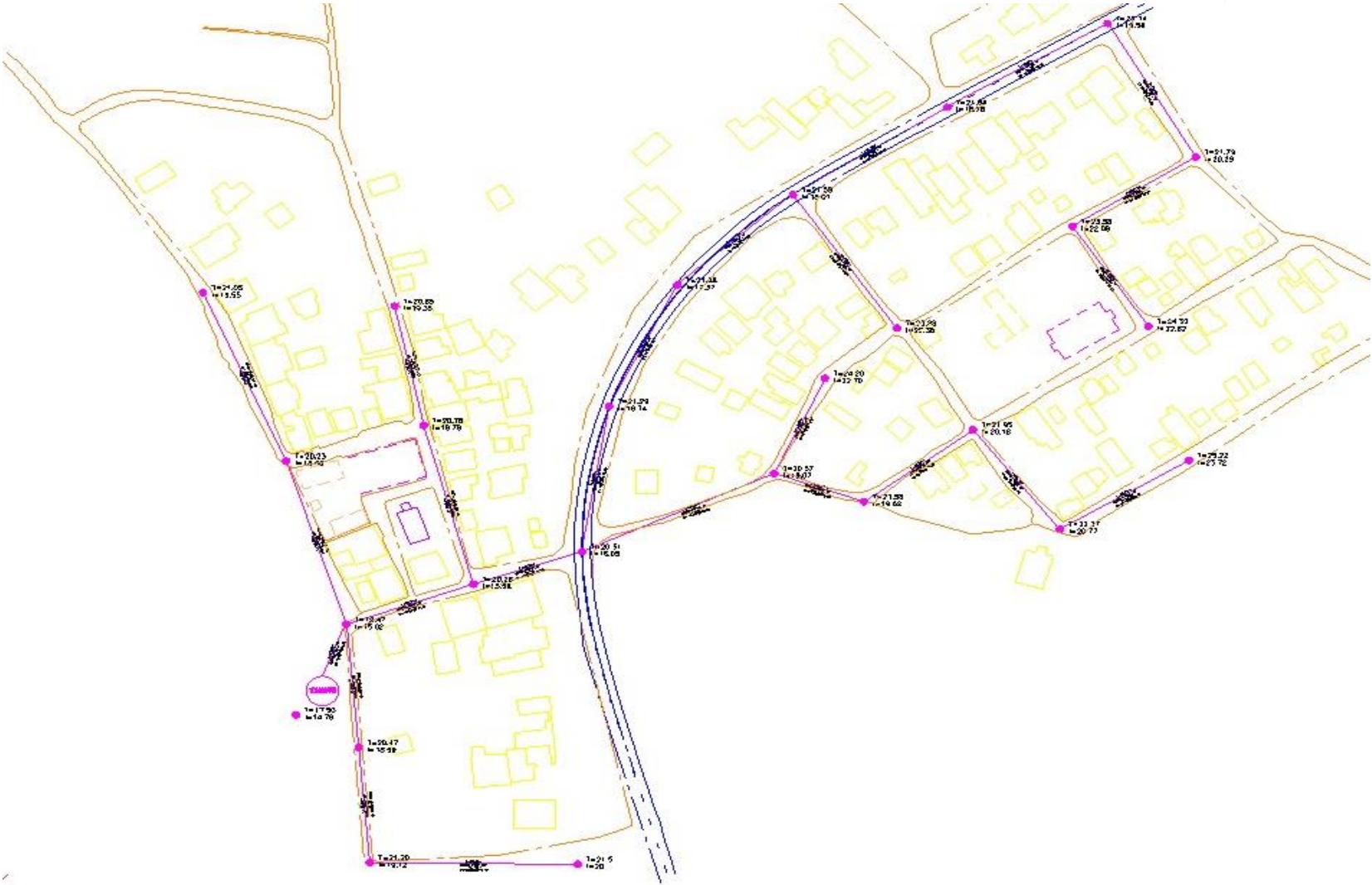


Ilustración 5.- Diseño del sistema de red principal

Elaborado por autores

4.10. TABLA DE TRAMOS

Tabla 9.- Diseño del sistema

Tramo		Características tubería									Funcionamiento hidráulico				Cota Rasante		Cota Batea		Profundidad (m)	
De	A	Q Diseño (l/s)	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	J^(1/2)	Diámetro Interno (m)	Área (m ²) Tubo lleno	Perímetro (m)	Radio hidráulico (m)	R ^{2/3}	Coef. Rug. N	Tubo lleno		Q / Q ₀	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf
												Q ₀ (l/s)	V ₀ (m/s)							
A	B	0,18	62,25	0,05	0,22	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	133,95	4,26	0,001	25,22	22,27	23,72	20,77	1,50	1,50
B	C	0,25	58,19	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,96	1,97	0,004	22,27	21,95	20,77	20,18	1,50	1,77
C	D	0,91	55,82	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,63	1,96	0,015	21,95	21,58	20,18	19,62	1,77	1,96
E	F	0,06	47,83	0,08	0,28	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	169,51	5,40	0,000	24,20	20,57	22,70	19,07	1,50	1,50
D	F	1,07	38,37	0,01	0,12	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	73,67	2,34	0,015	21,58	20,57	19,62	19,07	1,96	1,50
F	P	1,28	88,81	0,03	0,18	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	113,47	3,61	0,011	20,57	20,31	19,07	16,05	1,50	4,26
G	H	0,44	55,66	0,01	0,12	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	70,95	2,26	0,006	24,32	23,58	22,82	22,08	1,50	1,50
H	I	0,68	60,35	0,03	0,17	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	105,97	3,37	0,006	23,58	21,79	22,08	20,29	1,50	1,50
I	J	0,85	72,2	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,87	1,97	0,014	21,79	21,74	20,29	19,56	1,50	2,18
K	L	0,09	75,92	0,06	0,24	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	147,62	4,70	0,001	23,88	21,58	22,38	18,01	1,50	3,57
J	M	1,09	77,81	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,61	1,96	0,018	21,74	21,64	19,56	18,78	2,18	2,86
M	L	1,31	76,3	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,81	1,97	0,021	21,64	21,58	18,78	18,01	2,86	3,57
L	N	2,61	63,71	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,67	1,96	0,042	21,58	21,38	18,01	17,37	3,57	4,01
N	O	2,91	62,71	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,67	1,96	0,047	21,38	21,29	17,37	16,74	4,01	4,55
O	P	3,15	68,34	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,83	1,97	0,051	21,29	20,31	16,74	16,05	4,55	4,26
Q	R	0,38	56,07	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	62,04	1,97	0,006	20,85	20,78	19,35	18,78	1,50	2,00
R	S	0,78	76,82	0,04	0,20	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	125,58	4,00	0,006	20,78	20,28	18,78	15,58	2,00	4,70
P	S	5,25	46,76	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,69	1,96	0,085	20,31	20,28	16,05	15,58	4,26	4,70
T	U	0,56	86,22	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,81	1,97	0,009	21,05	20,23	19,55	18,68	1,50	1,55
U	V	0,93	80,34	0,05	0,21	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	131,33	4,18	0,007	20,23	19,47	18,68	15,02	1,55	4,45
S	V	6,76	55,71	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,69	1,96	0,110	20,28	19,47	15,58	15,02	4,70	4,45
W	X	0,41	87,5	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,71	1,96	0,007	21,50	21,20	20,00	19,12	1,50	2,08
X	Y	0,41	52,83	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,63	1,96	0,007	21,20	20,47	19,12	18,59	2,08	1,88
Y	V	0,54	56,87	0,06	0,25	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	154,16	4,91	0,004	20,47	19,47	18,59	15,02	1,88	4,45
V	TANQUE	8,68	25,69	0,01	0,10	0,20	0,031416	0,31416	0,10	0,22	0,011	61,90	1,97	0,140	19,47	17,50	15,02	14,76	4,45	2,74

Elaborado por autores

4.11. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.11.1. Trazado de sistema

Se dará a explicar el cálculo que se realizó en la tabla para cada uno de los tramos de la red principal que es mediante cámaras de inspección. Se plantea el sistema analizando cada una de las cotas del terreno mediante el uso de la topografía con curvas de nivel, tomando en cuenta que el sistema funcionara a gravedad, se designa los cabeceros como cámaras de inicio ya que irán de cota mayor a cota menor siendo enumeradas en orden de alfabeto para una fácil orientación de como ira el sentido el sistema.

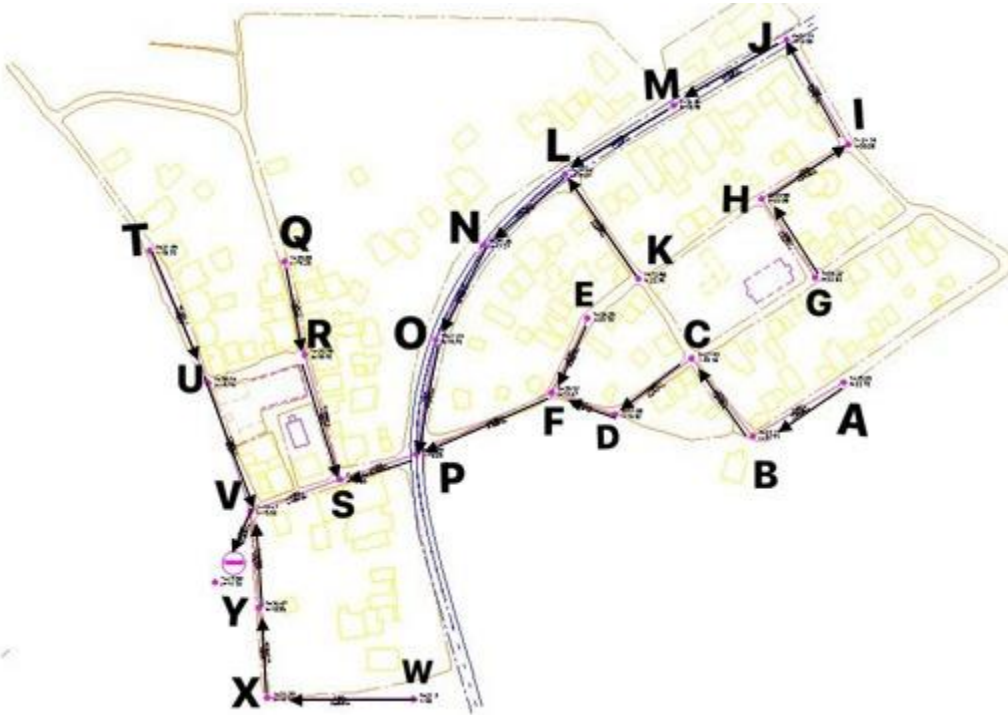


Ilustración 6.- Demostración del sistema con recorrido

Elaborado por autores

Respetando las normas al momento de tazar los tramos donde cada tramo no se deberá de pasar una longitud de 100 m usando una tubería de 200 mm siendo este el valor mínimo de tubería, regido a la Norma INEN 5.

(NORMALIZACIÓN, INEN 5 Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales , 1992)

Tabla 10.- Distancia máximas entre pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS (m)
Menor a 350	100
400 - 800	150

Fuente: INEM 1108

Obteniendo una cantidad de 25 cámaras de inspección de la A – Y conectando al final con el Tanque IMHOFF.

Para la sección del cálculo de las características de las tuberías se considera el caudal de diseño, longitud, pendiente, diámetro de tubería, perímetro, radio hidráulico.

4.11.2. Caudal de diseño

Para hallar el caudal de diseño se secciono mediante 11 áreas de aportación siendo dividida desde su punto céntrico de cada cuadra donde se procederá a realizar una sumatoria sucesivamente cada caudal de los tramos llegando a un caudal final de 8.68 l/s.

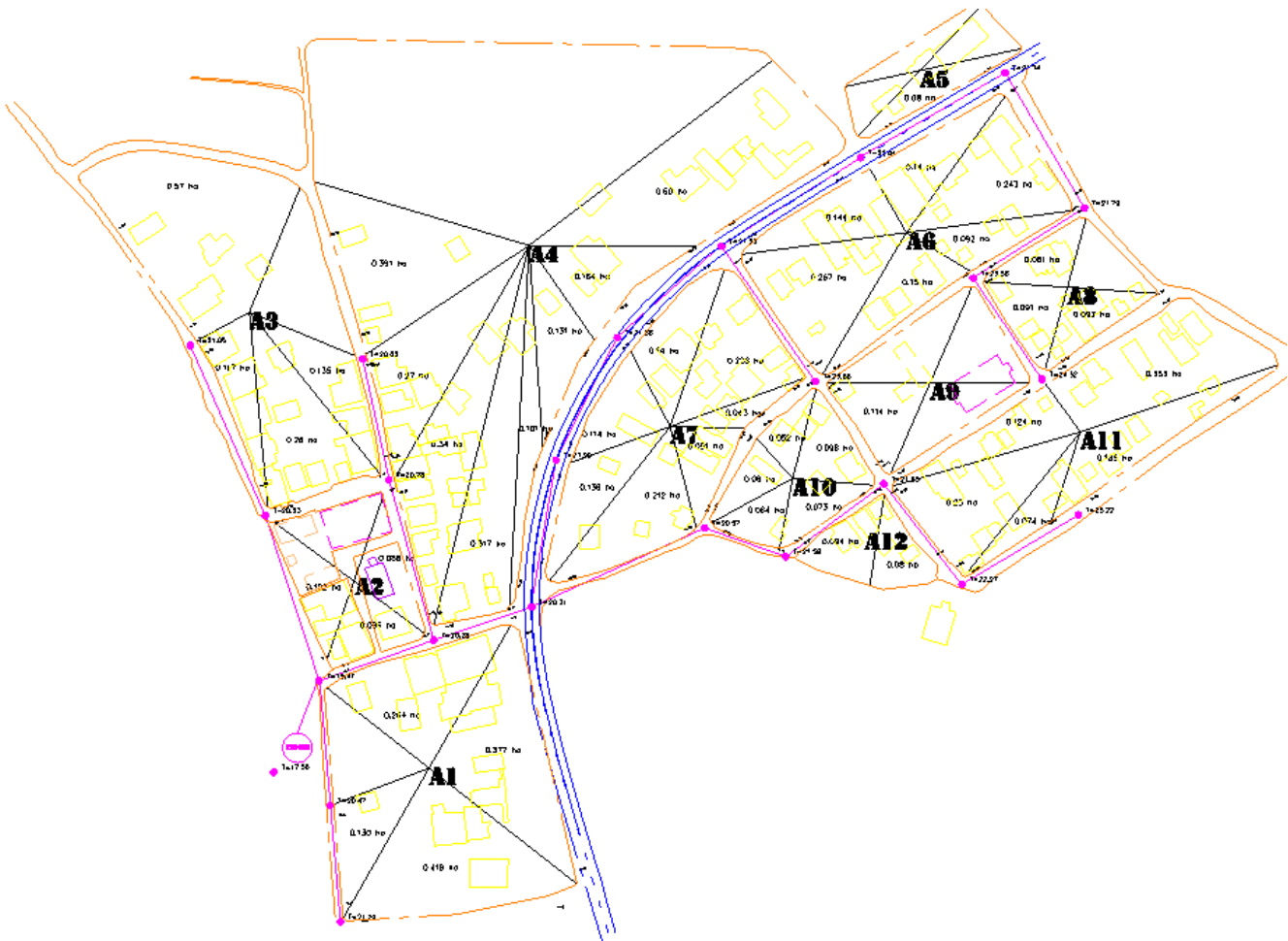


Ilustración 7.- Demostración del sistema con recorrido

Elaborado por autores

Tabla 11.- Caudales de Diseño

A	0.18	I	0.85	Q	0.38	Y	0.54
B	0.25	J	1.09	R	0.78	Siendo cabecero o cámaras de partida A, E, G, K, Q, T, W Y el caudal final de 8.68 en es V	
C	0.91	K	0.09	S	6.76		
D	1.07	L	2.61	T	0.56		
E	0.06	M	1.31	U	0.93		
F	1.28	N	2.91	V	8.68		
G	0.44	O	3.15	W	0.41		
H	0.68	P	5.25	X	0.41		

Elaborado por autores

4.11.3. Pendiente

Para hallar la longitud se la puede obtener mediante herramienta de medición en el Civil Cad, mediante la pendiente de cada tramo de tubería se deberá considerar para evitar que a futuro por no tener una adecuada pendiente ocasionen obstrucciones y tenga una adecuada dirección y velocidad para que el sistema rinda exitosamente.

La pendiente se halló mediante la siguiente fórmula:

✚ Pendiente (S)

✚ Longitud del tramo (L)

$$S = \frac{Cota\ 1 - Cota\ 2}{L}$$

$$S\ A - B = \frac{23.72 - 20.77}{62.25}$$

$$S\ A - B = 0.05\ m/m$$

4.11.4. Coeficiente de rugosidad

Se propone a usar una tubería con diámetro de **200 mm de PVC** corrugada de doble pared con sello elastomérico de marca Novafort Plus, rigiéndonos a la norma INEN 5 el coeficiente representado por la "será de 0.011 el cual se usará para todos los tramos de tuberías.

Tabla 12.- Coeficiente de rugosidad de Manning

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	VALOR DE n DE MANNING		
	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
Roca no revestida:			
- Canales bien recortados	0,02		0,025
- Canales en condiciones medias	0,025	0,033	0,035
- Canales excavados sin cuidado		0,04	0,045
Roca muy bien revestida:			
- Túneles a gravedad con gunita	0,022		0,03
- Túneles a gravedad con las paredes y la solera alisados	0,019	0,023	
Canales en tierra:			
- En arcilla bien compactada		0,02	
- Grandes canales en condiciones medias de mantenimiento		0,025	
- Canales en malas condiciones		0,0275	
- Canales con algas y plantas acuáticas		0,03	
- Canales mal perfilados y con fuerte crecimiento de plantas acuáticas		0,035	
Revestimientos de hormigón:			
- Hormigón ordinario	0,15	0,016	0,018
- Hormigón pulido	0,013	0,014	0,015
- Tuberías de hormigón		0,013	
Revestimiento de concreto	0,016	0,018	0,021
Mampostería:			
- De piedra	0,017	0,022	0,03
- De gaviones	0,025	0,027	0,032
- De roca cortada	0,027	0,03	0,035
Tuberías de hierro fundido		0,012	
Tuberías de PVC, asbesto-cemento, o tuberías recubiertas con mortero de cemento		0,011	
Tuberías de acero		0,011	

Fuente: INEM 5

4.11.5. Área de tubería

✚ $\pi = 3.1416$

✚ Diámetro (\emptyset) = 200 mm

$$A = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

$$A = \frac{3.1416 * 0.20^2}{4}$$

$$A = 0.031416 \text{ m}^2$$

Será para todos los tramos

4.11.6. Perímetro

✚ $\pi = 3.1416$

✚ Diámetro (\emptyset) = 200 mm

$$P = \frac{\pi * \emptyset}{2}$$

$$P = \frac{3.1416 * 0.20}{2}$$

$$P = 0.31416 \text{ m}$$

Será para todos los tramos

4.11.7. Radio hidráulico

✚ Área de Tubería = 0.031416

✚ Perímetro = 0.31416

$$Rh = \left(\frac{\text{Área de Tubería}}{\text{Perímetro}} \right)^{2/3}$$

$$Rh = \left(\frac{0.031416}{0.31416} \right)^{2/3}$$

$$Rh = 0.22$$

Será para todos los tramos

4.11.8. Caudal a tubo lleno

✚ Área de Tubería = 0.031416

✚ Coeficiente de Manning (n)= 0.011

✚ Radio Hidráulico (Rh) = 0.22

✚ Pendiente (S) A-B = 0.05

$$Qo = \frac{1}{n} * \text{Area de tubería} * Rh * S^{1/2}$$

$$Qo = \frac{1}{0.011} * 0.031416 * 0.22 * 0.05^{1/2}$$

$$Qo A - B = 133.95 \text{ l/s}$$

Se realiza para cada uno de los tramos con su respectiva pendiente

4.11.9. Velocidad a tubo lleno

✚ Área de Tubería = 0.031416

✚ $Q_o = 133.95$ → Varía depende del tramo

$$V_o = \frac{Q_o/1000}{\text{Área de Tubería}}$$

$$V_o = \frac{133.95/1000}{0.031416}$$

$$V_o A - B = 4.26 \frac{m}{s}$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.11.10. Relación Q Vs Q_o

✚ Caudal de diseño (Q) A-B = 0.18

✚ Caudal al tubo lleno (Q_o) A-B = 133.95

$$= \frac{Q_{\text{diseño}}}{Q_o}$$

$$= \frac{0.18}{133.95}$$

$$= 0.001$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.11.11. Verificación en relación de tubo lleno

Para que un sistema tenga un adecuado funcionamiento se deberá verificar la relación de tubo lleno con el caudal total que se obtuvo, para a un futuro no se produzcan posibles problemas tales como desbordamientos, obstrucciones o taponamientos.

Se procede a analizar el último tramo considerando que es el tramo que tendrá con mayor caudal el cual es de 8.66 l/s en la sección V- Tanque con una relación de Q/Q_0 de 0.140 donde se dará la lectura de la gráfica en el eje de las x obteniendo el valor de $y = 0.28$

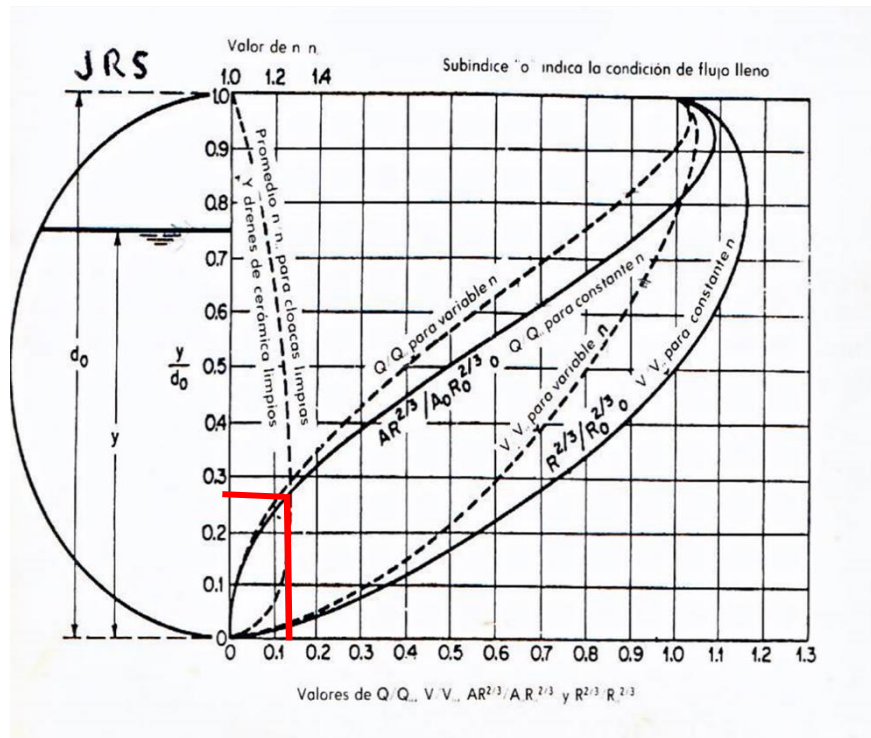


Ilustración 8.- Relaciones adimensionales para el flujo uniforme en conductos circulares

Fuente: Universidad Nacional de Colombia

✚ Grafica = 0.28

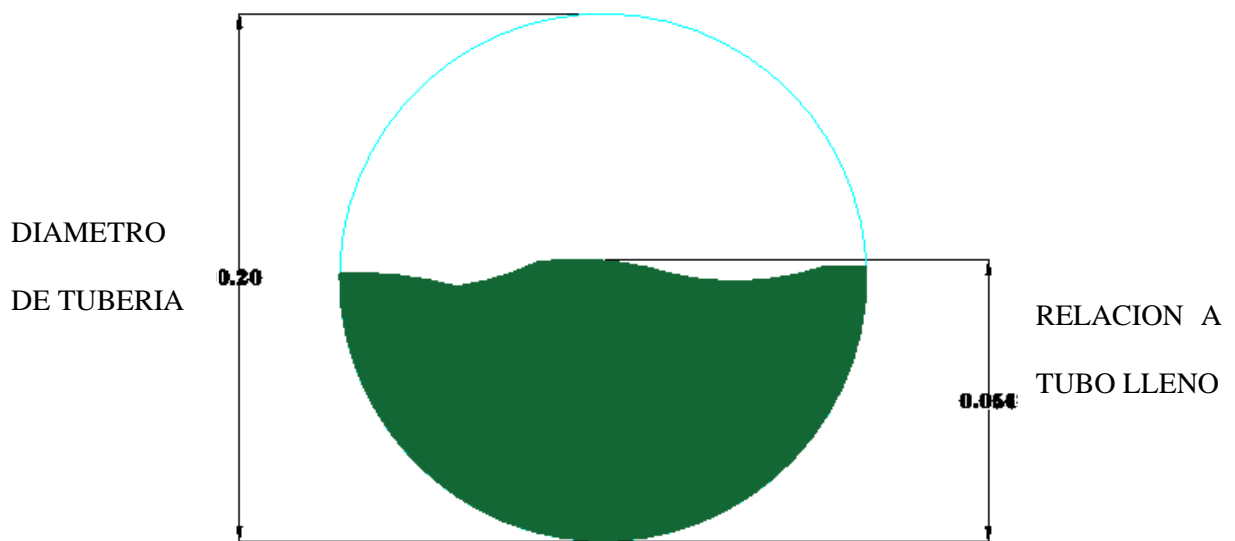
✚ Diámetro de la tubería (Y) = 0.20

$$\frac{Y}{Do} = 0.28$$

$$Do = 0.28 (0.20)$$

$$Do = 0.056 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que las tuberías se encontrarían en condiciones óptimas siendo la cantidad máxima de caudal que tendrá el sistema.



*Ilustración 9.- Relación de caudal máximo con diámetro de tubería
Elaborado por Autores*

4.11.12. Perfil del tramo A-B-D-F-P

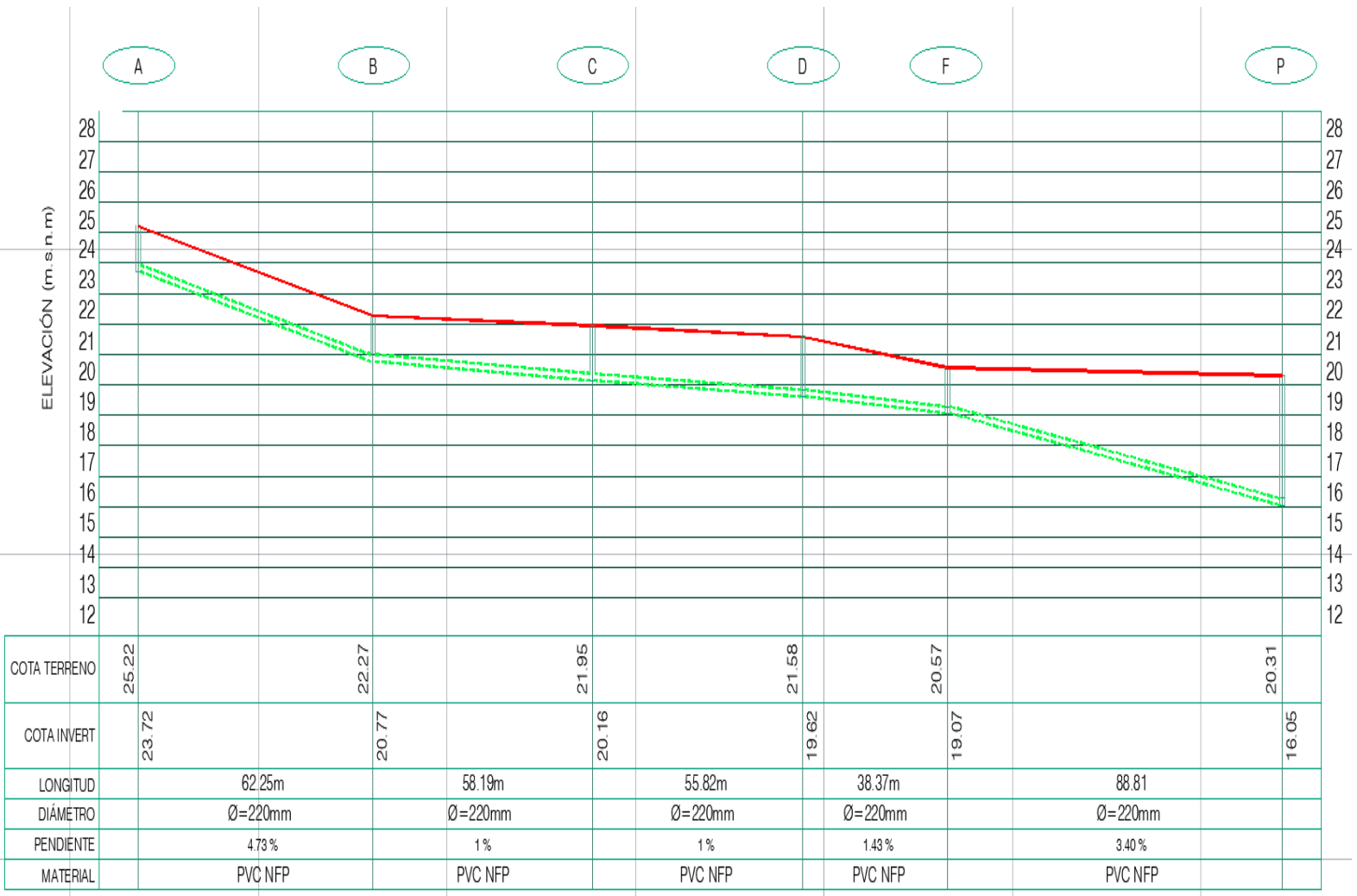


Ilustración 10.- Perfiles del tramo A-B-C-D-F-P

Elaborado por Autores

4.11.13. Perfil del tramo E-F

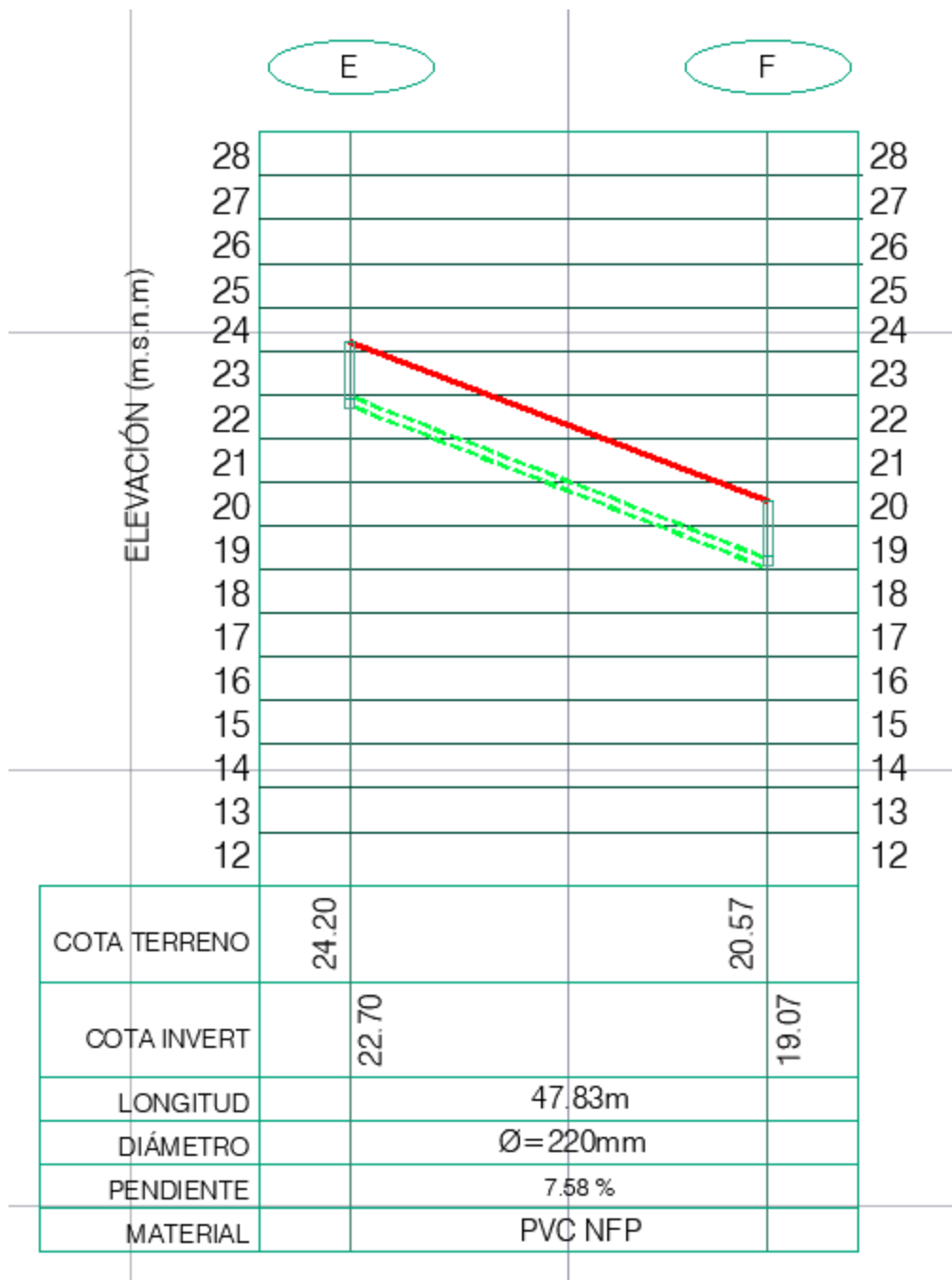


Ilustración 11.- Perfil del tramo E-F

Elaborado por Autores

4.11.14. Perfil del tramo K-L

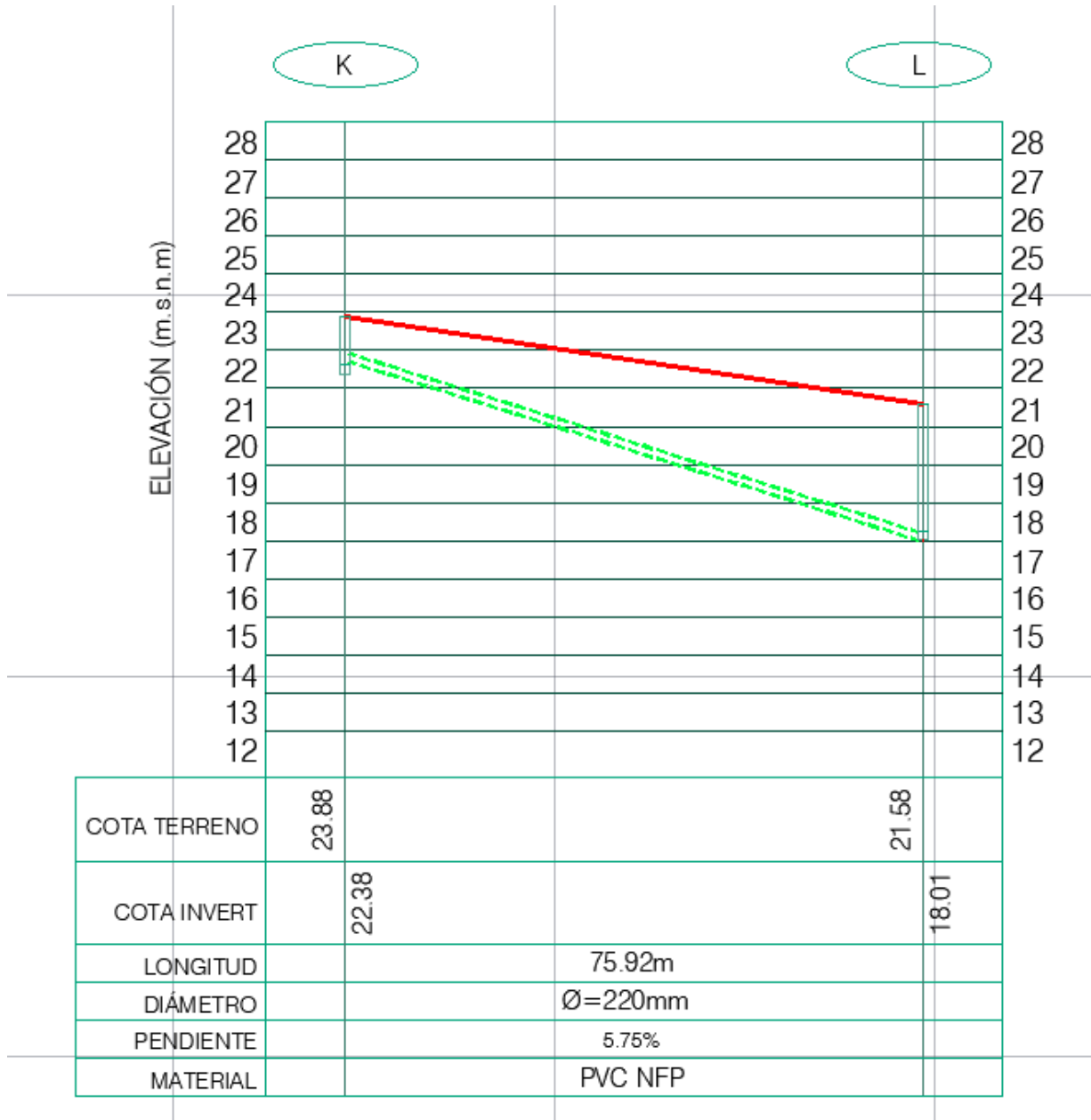


Ilustración 12.- Perfil del tramo K-L

Elaborado por Autores

4.11.15. Perfil del tramo W-X-Y-V

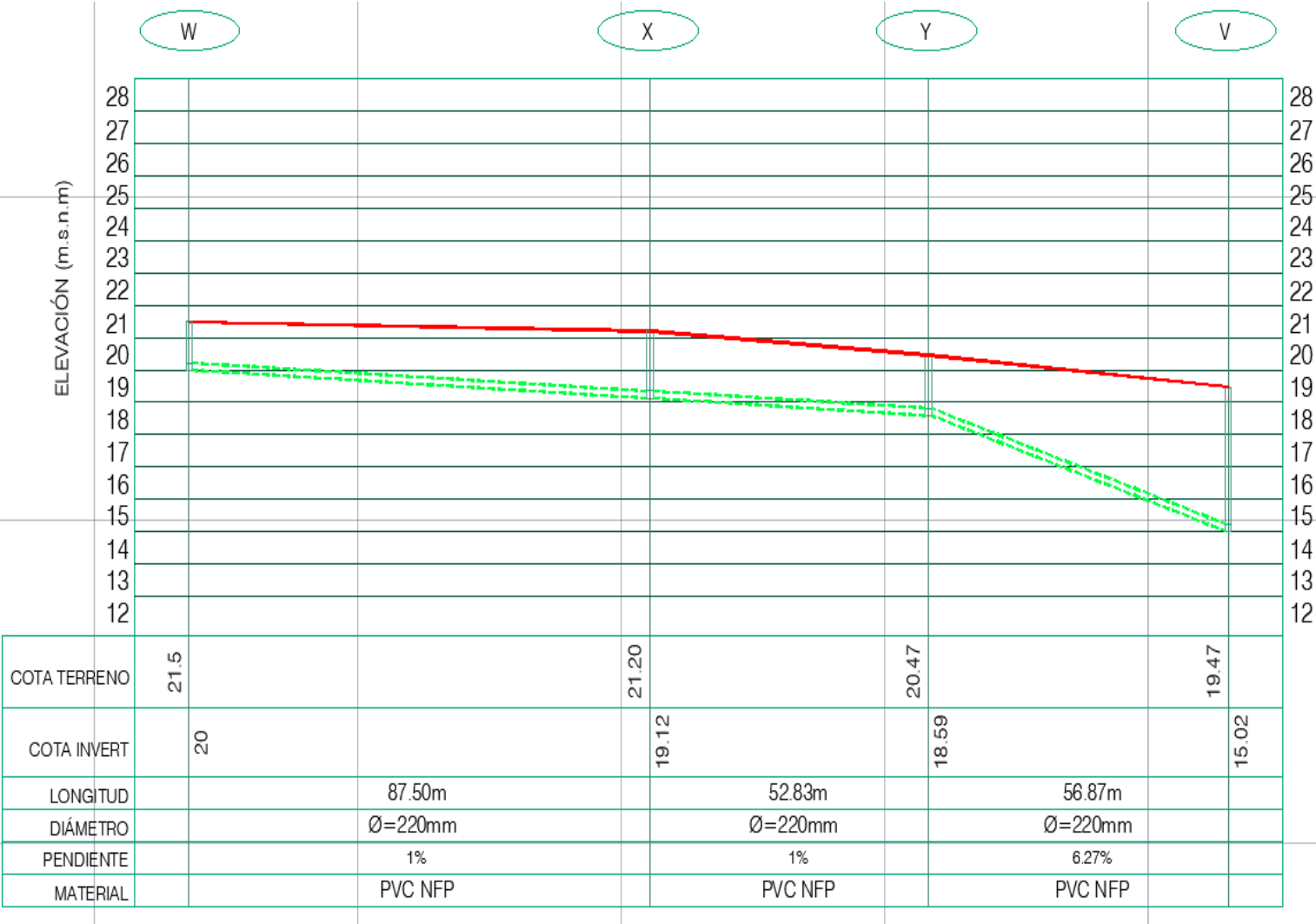


Ilustración 13.- Perfil del tramo W-X-Y-V

Elaborado por Autores

4.11.16. Perfil del tramo G-H-I-J

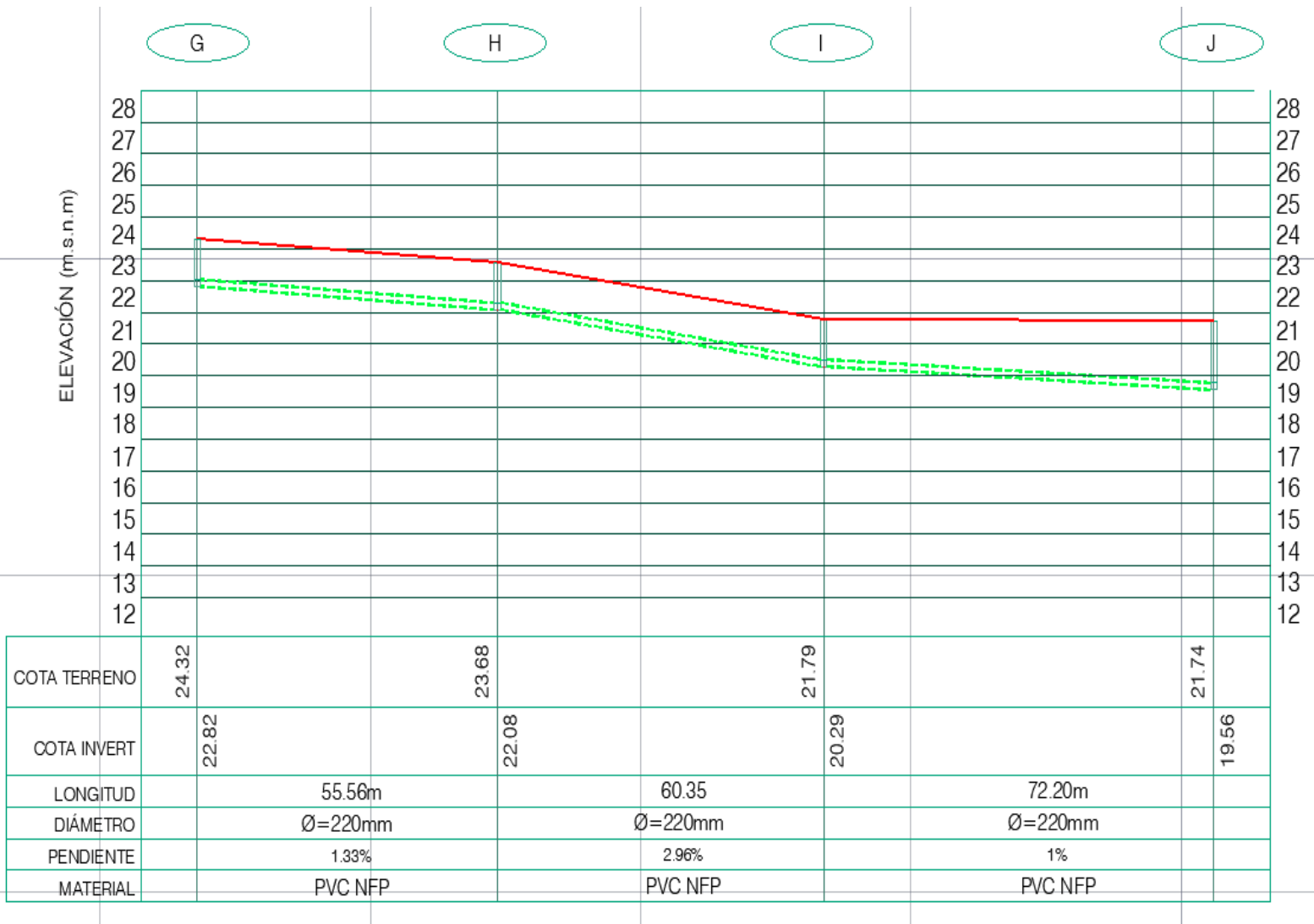


Ilustración 14.- Perfil del tramo G-H-I-J

Elaborado por Autores

4.11.17. Perfil del tramo J-M-L-N-O-P

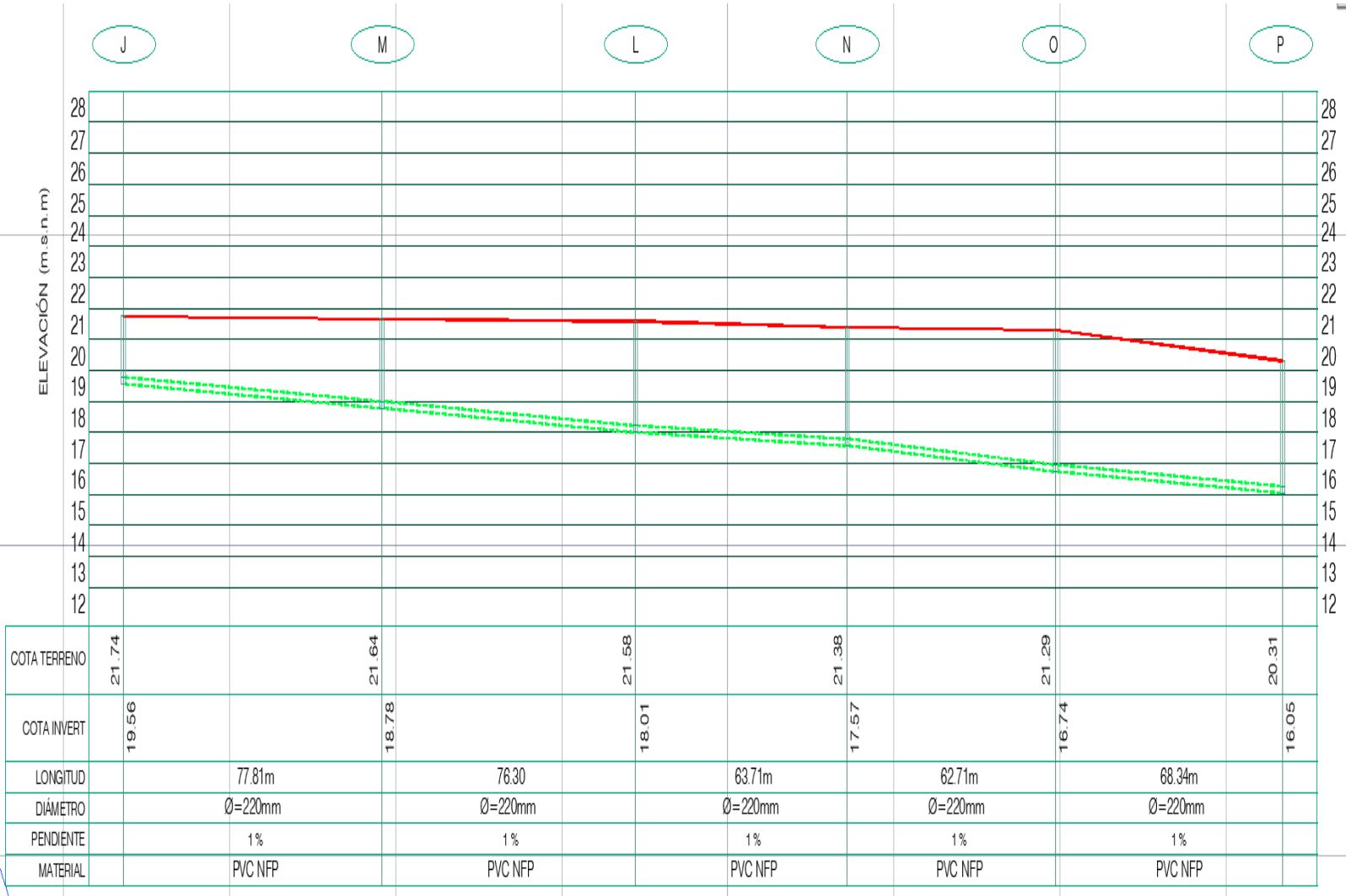


Ilustración 15.- Perfil del tramo J-M-L-N-O-P

Elaborado por Autores

4.11.18. Perfil del tramo Q-R-S

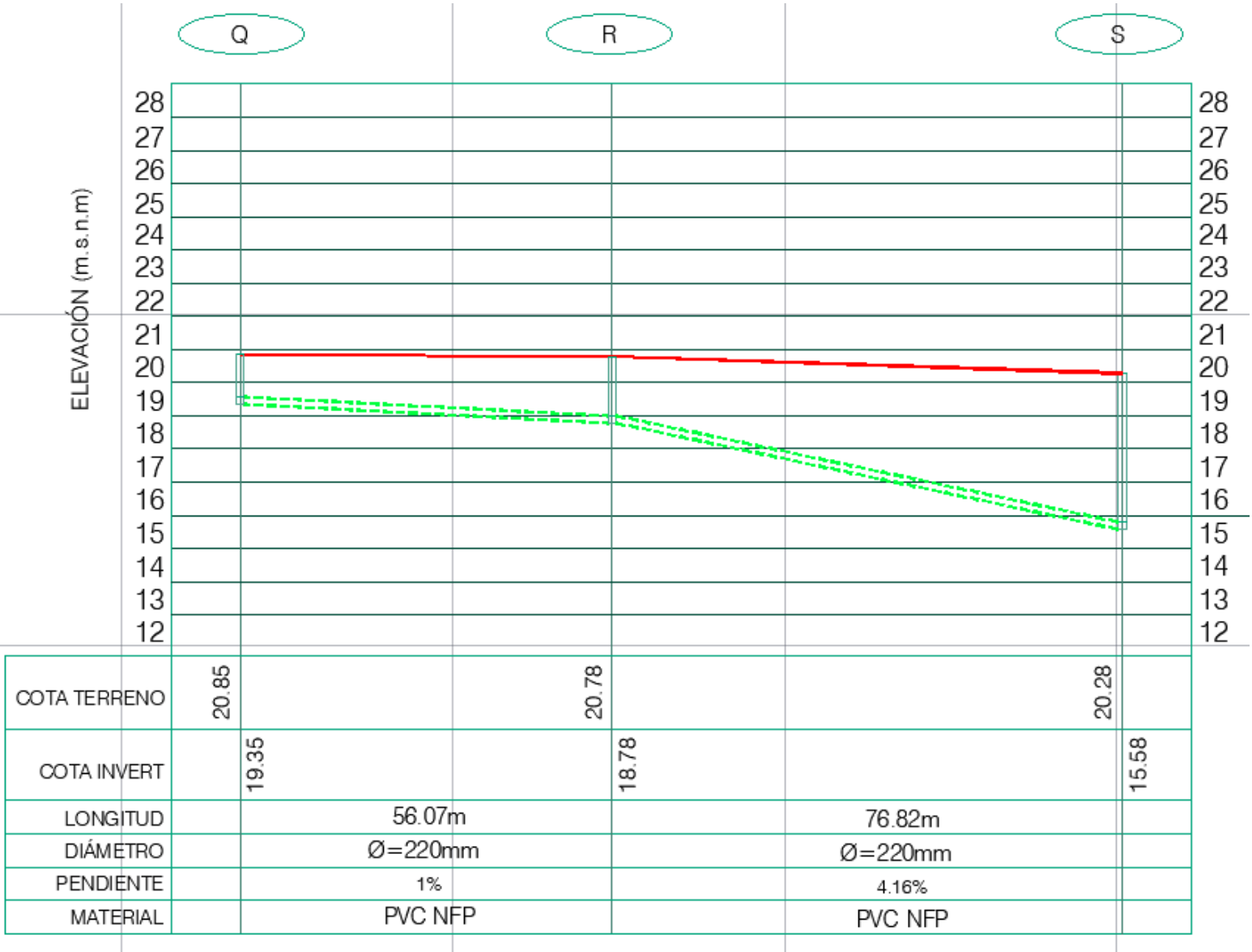


Ilustración 16.- Perfil del tramo Q-R-S

Elaborado por Autores

4.11.19. Perfil del tramo T-U-V

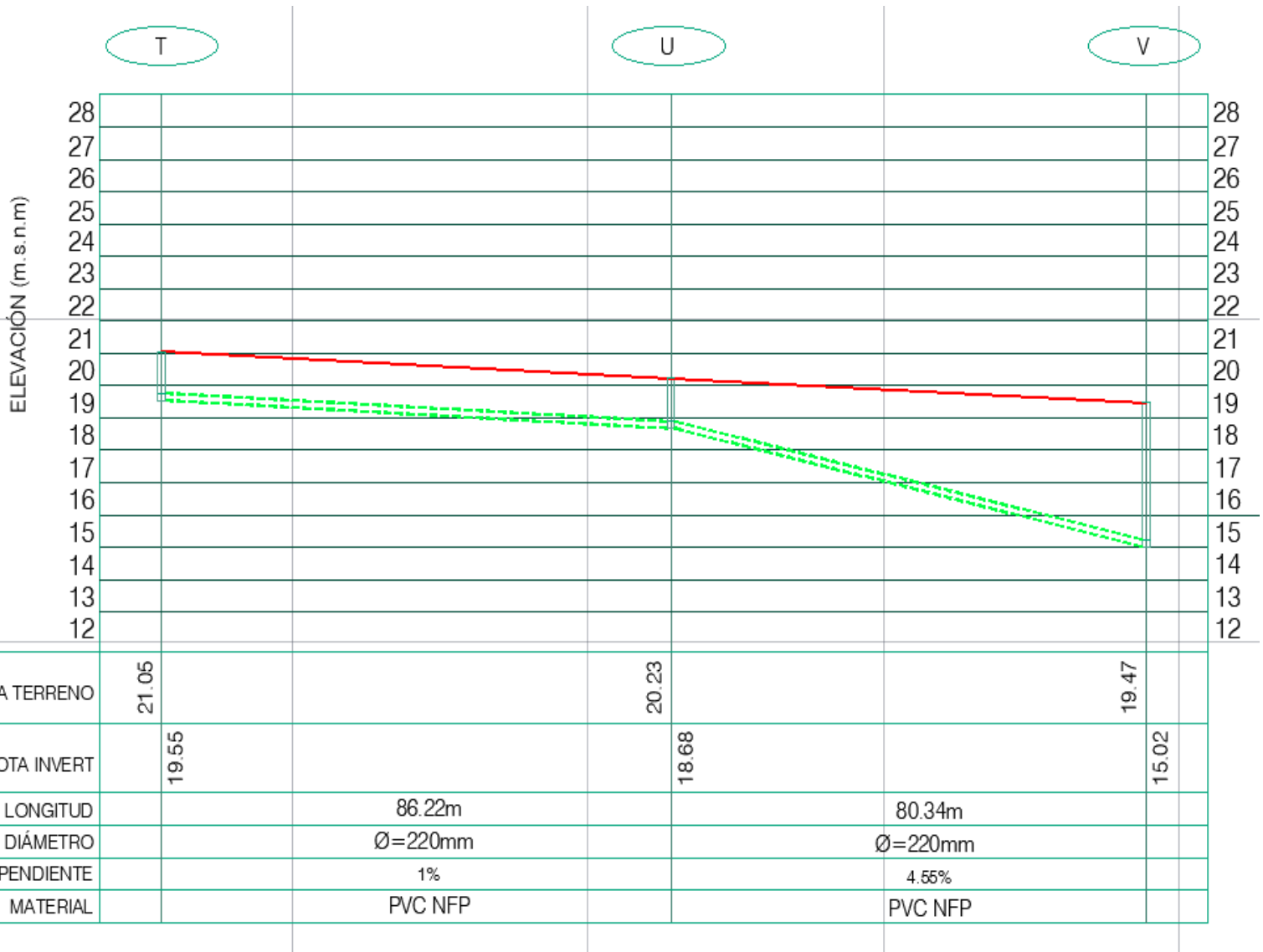


Ilustración 17.- Perfil del tramo T-U-V

Elaborado por Autores

4.11.20. Perfil del tramo P-S-V-TANQUE

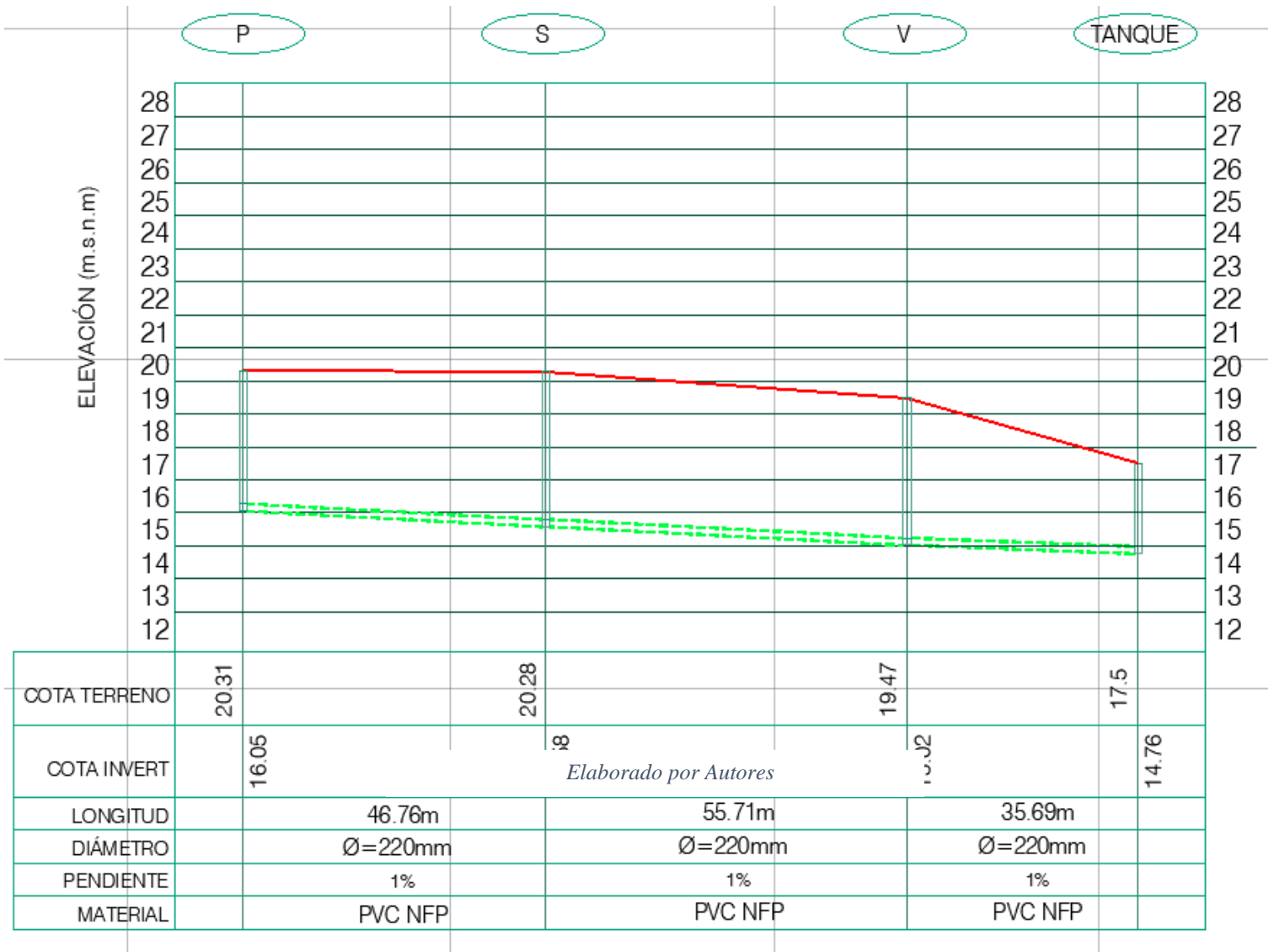


Ilustración 18.- Perfil del tramo P-S-V- Tanque

Elaborado por Autores

4.12. DISEÑO DEL SISTEMA DE RED PRINCIPAL CON CAJAS DE REGISTRO

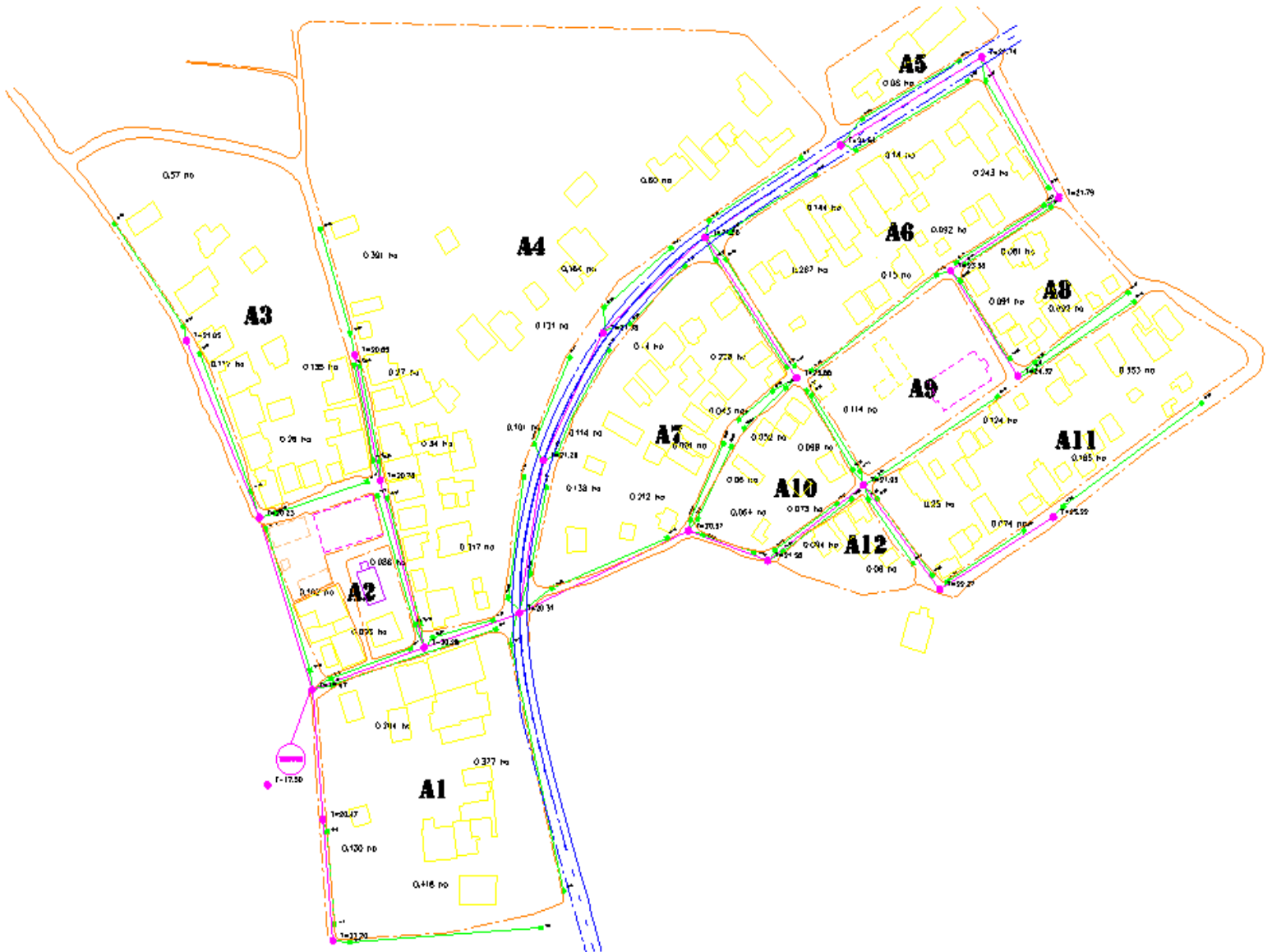


Ilustración 19.- Diseño de sistema con cajas de registro

Elaborado por Autores

4.13. MÉTODO DE ÁREAS DE APORTACIÓN

Por medio de este método se consideras áreas de aportación desde el centro de cada cuadra y contando con 98 cajas de registro y un área total de 8.83 Ha.

4.13.1. Caudal unitario

✚ Caudal de diseño (Qd) = 8.67 L/seg

✚ Área total = 8.83 Ha

$$qu = \frac{Qd}{Area\ total}$$

$$qu = \frac{8.67\ l/seg}{8.83\ ha}$$

$$qu = 0.98 \frac{l}{seg} * ha$$

Tabla 13.- Tramos de cajas de registro

Elaborado por autores

CAJAS			
TRAMO	AREA APORTACION	CAUDAL UNI. (q)	Qd
			q*Aa
1-2	0,264 Ha	0,98 l/s*ha	0,26 l/s
3-4	0,377 Ha	0,98 l/s*ha	0,37 l/s
5-6	0,418 Ha	0,98 l/s*ha	0,41 l/s
7-8	0,130 Ha	0,98 l/s*ha	0,13 l/s
9-10	0,088 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
11-12	0,096 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
13-14	0,102 Ha	0,98 l/s*ha	0,10 l/s
15-16	0,135 Ha	0,98 l/s*ha	0,13 l/s
17-18	0,260 Ha	0,98 l/s*ha	0,26 l/s
19-20	0,117 Ha	0,98 l/s*ha	0,11 l/s

21-22	0,570 Ha	0,98 l/s*ha	0,56 l/s
23-24	0,600 Ha	0,98 l/s*ha	0,59 l/s
25-26	0,164 Ha	0,98 l/s*ha	0,16 l/s
27-28	0,131 Ha	0,98 l/s*ha	0,13 l/s
29-30	0,101 Ha	0,98 l/s*ha	0,10 l/s
31-32	0,317 Ha	0,98 l/s*ha	0,31 l/s
33-34	0,340 Ha	0,98 l/s*ha	0,33 l/s
35-36	0,270 Ha	0,98 l/s*ha	0,27 l/s
37-38	0,391 Ha	0,98 l/s*ha	0,38 l/s
39-40	0,080 Ha	0,98 l/s*ha	0,08 l/s
41-42	0,243 Ha	0,98 l/s*ha	0,24 l/s
43-44	0,092 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
45-46	0,150 Ha	0,98 l/s*ha	0,15 l/s
47-48	0,267 Ha	0,98 l/s*ha	0,26 l/s
49-50	0,144 Ha	0,98 l/s*ha	0,14 l/s
51-52	0,140 Ha	0,98 l/s*ha	0,14 l/s
53-54	0,228 Ha	0,98 l/s*ha	0,22 l/s
55-56	0,043 Ha	0,98 l/s*ha	0,04 l/s
57-58	0,091 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
59-60	0,212 Ha	0,98 l/s*ha	0,21 l/s
61-62	0,138 Ha	0,98 l/s*ha	0,14 l/s
63-64	0,114 Ha	0,98 l/s*ha	0,11 l/s
65-66	0,140 Ha	0,98 l/s*ha	0,14 l/s
67-68	0,092 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
69-70	0,091 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
71-72	0,081 Ha	0,98 l/s*ha	0,08 l/s
73-74	0,114 Ha	0,98 l/s*ha	0,11 l/s
75-76	0,098 Ha	0,98 l/s*ha	0,10 l/s
77-78	0,073 Ha	0,98 l/s*ha	0,07 l/s
79-80	0,064 Ha	0,98 l/s*ha	0,06 l/s
81-82	0,060 Ha	0,98 l/s*ha	0,06 l/s
83-84	0,052 Ha	0,98 l/s*ha	0,05 l/s
85-86	0,185 Ha	0,98 l/s*ha	0,18 l/s
87-88	0,074 Ha	0,98 l/s*ha	0,07 l/s
89-90	0,250 Ha	0,98 l/s*ha	0,25 l/s
91-92	0,124 Ha	0,98 l/s*ha	0,12 l/s
93-94	0,353 Ha	0,98 l/s*ha	0,35 l/s
95-96	0,080 Ha	0,98 l/s*ha	0,08 l/s
97-98	0,094 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s
97-98	0,094 Ha	0,98 l/s*ha	0,09 l/s

4.13.2. Tabla de tramos

Tabla 14.- Tramos del sistema general

CAMARAS									
TRAMO	COTAS TERRENO		LONGITUD	CAUDAL	VEL. ASUMIDA	Ø CALCULADO	Ø DISEÑO	PENDIENTE CALCULADA	PENDIENTE NORMATIVA
	C1	C2			(Norma)	$\phi = \sqrt{4 \cdot Qd} / (V \cdot \pi)$	≥ a 200mm	S=C1-C2/L	(1% al 3%)
A-B	25,22 m	22,27 m	62,25 m	0,18 l/s	0,45 l/s	0,023 m	0,20 m	0,05 m	0,03 m
B-C	22,27 m	21,95 m	58,19 m	0,25 l/s	0,45 l/s	0,03 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
C-D	21,95 m	21,58 m	55,82 m	0,91 l/s	0,45 l/s	0,05 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
D-E	21,58 m	20,57 m	38,37 m	1,07 l/s	0,45 l/s	0,06 m	0,20 m	0,03 m	0,03 m
E-O	20,57 m	20,31 m	88,81 m	1,28 l/s	0,45 l/s	0,06 m	0,20 m	0,00 m	0,01 m
F-G	24,32 m	23,58 m	55,66 m	0,44 l/s	0,45 l/s	0,04 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
G-H	23,58 m	21,79 m	60,35 m	0,68 l/s	0,45 l/s	0,04 m	0,20 m	0,03 m	0,03 m
H-I	21,79 m	21,74 m	72,20 m	0,85 l/s	0,45 l/s	0,05 m	0,20 m	0,001 m	0,01 m
J-K	23,88 m	21,58 m	75,92 m	0,09 l/s	0,45 l/s	0,02 m	0,20 m	0,03 m	0,03 m
I-L	21,74 m	21,64 m	77,81 m	1,09 l/s	0,45 l/s	0,06 m	0,20 m	0,00 m	0,01 m
L-K	21,64 m	21,58 m	76,30 m	1,31 l/s	0,45 l/s	0,06 m	0,20 m	0,00 m	0,01 m
K-M	21,58 m	21,38 m	63,71 m	2,61 l/s	0,45 l/s	0,09 m	0,20 m	0,00 m	0,01 m
M-N	21,38 m	21,29 m	62,71 m	2,91 l/s	0,45 l/s	0,09 m	0,20 m	0,001 m	0,01 m
N-O	21,29 m	20,31 m	68,34 m	3,15 l/s	0,45 l/s	0,09 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
P-Q	20,85 m	20,78 m	56,07 m	0,38 l/s	0,45 l/s	0,03 m	0,20 m	0,00 m	0,01 m
Q-R	20,78 m	20,28 m	76,82 m	0,78 l/s	0,45 l/s	0,05 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
S-T	21,05 m	20,23 m	86,22 m	0,56 l/s	0,45 l/s	0,04 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
T-U	20,23 m	19,47 m	80,34 m	0,93 l/s	0,45 l/s	0,05 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
O-R	20,31 m	20,28 m	46,76 m	5,25 l/s	0,45 l/s	0,12 m	0,20 m	0,001 m	0,01 m
R-U	20,28 m	19,47 m	55,71 m	6,76 l/s	0,45 l/s	0,14 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
V-W	21,20 m	20,47 m	52,83 m	0,41 l/s	0,45 l/s	0,03 m	0,20 m	0,01 m	0,01 m
W-U	20,47 m	19,47 m	56,87 m	0,54 l/s	0,45 l/s	0,04 m	0,20 m	0,02 m	0,02 m
U-TANQUE	19,47 m	17,50 m	25,69 m	8,68 l/s	0,45 l/s	0,16 m	0,20 m	0,08 m	0,03 m

Elaborado por autores

ALTURA DE POZO		COTA DE FONDO		PENDIENTE CONFIRMADA	VELOCIDAD		
(cabezeros =1,90m)	H2=h1+Sn*L-Sc*L	Cf1=C1-H1	Cf2=C2-H2	S=(Cf1-Cf2)/L	Rh=(π*D^2/4)/π*D	V=(Rh^2/3*S^1/2)/n	COMPROBACION
H1	H2	Cf1	Cf2				
1,90 m	0,82 m	23,32 m	21,45 m	0,03 m	0,05 m	2,14 m/s	OK
0,82 m	1,08 m	21,45 m	20,87 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,08 m	1,27 m	20,87 m	20,31 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,27 m	1,27 m	20,31 m	19,30 m	0,03 m	0,05 m	2,00 m/s	OK
1,27 m	1,90 m	19,30 m	18,41 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,90 m	1,90 m	22,42 m	21,68 m	0,01 m	0,05 m	1,42 m/s	OK
1,90 m	1,90 m	21,68 m	19,89 m	0,03 m	0,05 m	2,12 m/s	OK
1,90 m	2,57 m	19,89 m	19,17 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,90 m	1,88 m	21,98 m	19,70 m	0,03 m	0,05 m	2,14 m/s	OK
2,57 m	3,25 m	19,17 m	18,39 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
3,25 m	3,95 m	18,39 m	17,63 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
3,95 m	4,39 m	17,63 m	16,99 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
4,39 m	4,93 m	16,99 m	16,36 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
4,93 m	4,93 m	16,36 m	15,38 m	0,01 m	0,05 m	1,48 m/s	OK
1,90 m	2,39 m	18,95 m	18,39 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
2,39 m	2,66 m	18,39 m	17,62 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,90 m	1,94 m	19,15 m	18,29 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
1,94 m	1,98 m	18,29 m	17,49 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
4,93 m	5,37 m	15,38 m	14,91 m	0,01 m	0,05 m	1,23 m/s	OK
5,37 m	5,37 m	14,91 m	14,10 m	0,01 m	0,05 m	1,49 m/s	OK
1,90 m	1,90 m	19,30 m	18,57 m	0,01 m	0,05 m	1,45 m/s	OK
1,90 m	1,90 m	18,57 m	17,57 m	0,02 m	0,05 m	1,64 m/s	OK
5,37 m	4,17 m	14,10 m	13,33 m	0,03 m	0,05 m	2,14 m/s	OK

4.13.3. Diámetro calculado

✚ Velocidad Asumida (Vs)= 0.45 m/s

✚ Caudal (Q) A-B = 0.18 l/s

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{v_s * \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4(0.18)}{(0.45) * \pi}}$$

$$d A - B = 0.023 m$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.13.4. Pendiente calculado

✚ Cota 1 (C1) A = 25.22 m

✚ Cota 2 (C2) B = 22.27 m

✚ Longitud (L)= 62.25 m

El valor de las cotas se las obtendrá mediante topografía analizando las curvas de nivel y a su vez la longitud se procede a medir en el Civil 3D.

$$Sc = \frac{C1 - C2}{L}$$

$$Sc A - B = \frac{25.22 - 22.27}{62.25}$$

$$Sc A - B = 0.05 m$$

Se realiza para cada uno de los tramos

De acuerdo a la norma INEN 5 se debe considerar como la pendiente mínima de 1% y pendiente máxima de 3%, el cual en este caso se elegirá como pendiente normativa de S=0.03 m.

4.13.5. Altura de pozo

✚ Pendiente Calculada (Sc) A-B = 0.05 m

✚ Pendiente Normativa (S)= 3% = 0.03 m

✚ Altura 1 = 1.90 m considerando que con 1.90 m son para los cabecero o cámaras de inspección de comienzo

$$H2 = H1 * Sn * L * Sc * L$$

$$H2 = 1.90 * 0.03 * 62.25 * 0.05 * 62.25$$

$$H2 A - B = 0.82 m$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.13.6. Cota de Fondo

✚ Cota 1 (C1) A= 25.22 m

✚ Altura 1 (H1) = 1.90 m

$$Cf1 = C1 - H1$$

$$Cf1 = 25.22 - 1.90$$

$$Cf1 A - B = 23.32 m$$

✚ Cota 2 (C2) A= 22.27 m

✚ Altura 2 (H2) = 0.82 m

$$Cf2 = C2 - H2$$

$$Cf2 = 22.27 - 0.82$$

$$Cf2 A - B = 21.45 m$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.13.7. Radio hidráulico

✚ Diámetro (D) A-B = 0.20 m

$$Rh = \frac{\pi * D^{2/4}}{\pi * D}$$

$$Rh = \frac{\pi * 0.20^{2/4}}{\pi * 0.20}$$

$$Rh A - B = 0.05 \text{ l/s}$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.13.8. Velocidad

✚ Radio Hidráulico (Rh) = 0.05 l/s

✚ Penitente (S) = 0.03 m

✚ Coeficiente de Manning (n) = 0.011

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

$$V = \frac{0.05^{2/3} * 0.03^{1/2}}{0.011}$$

$$VA - B = 2.14 \text{ l/s}$$

Se realiza para cada uno de los tramos

4.13.9. Modelado de cajas de registro

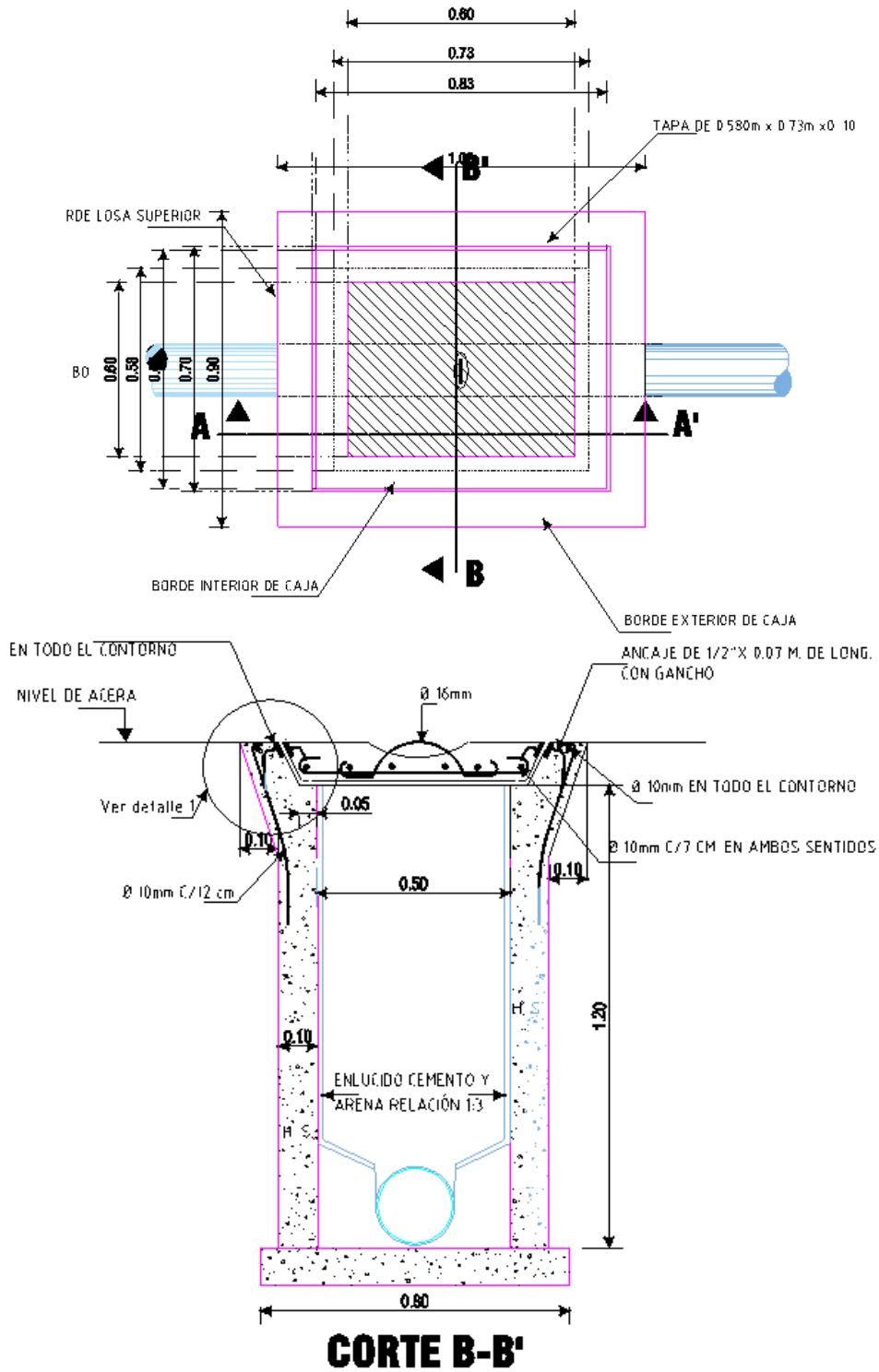


Ilustración 20.- Dimensiones de Cajas de registro

Elaborado por Autores

4.13.10. Modelado de Cámaras de Inspección

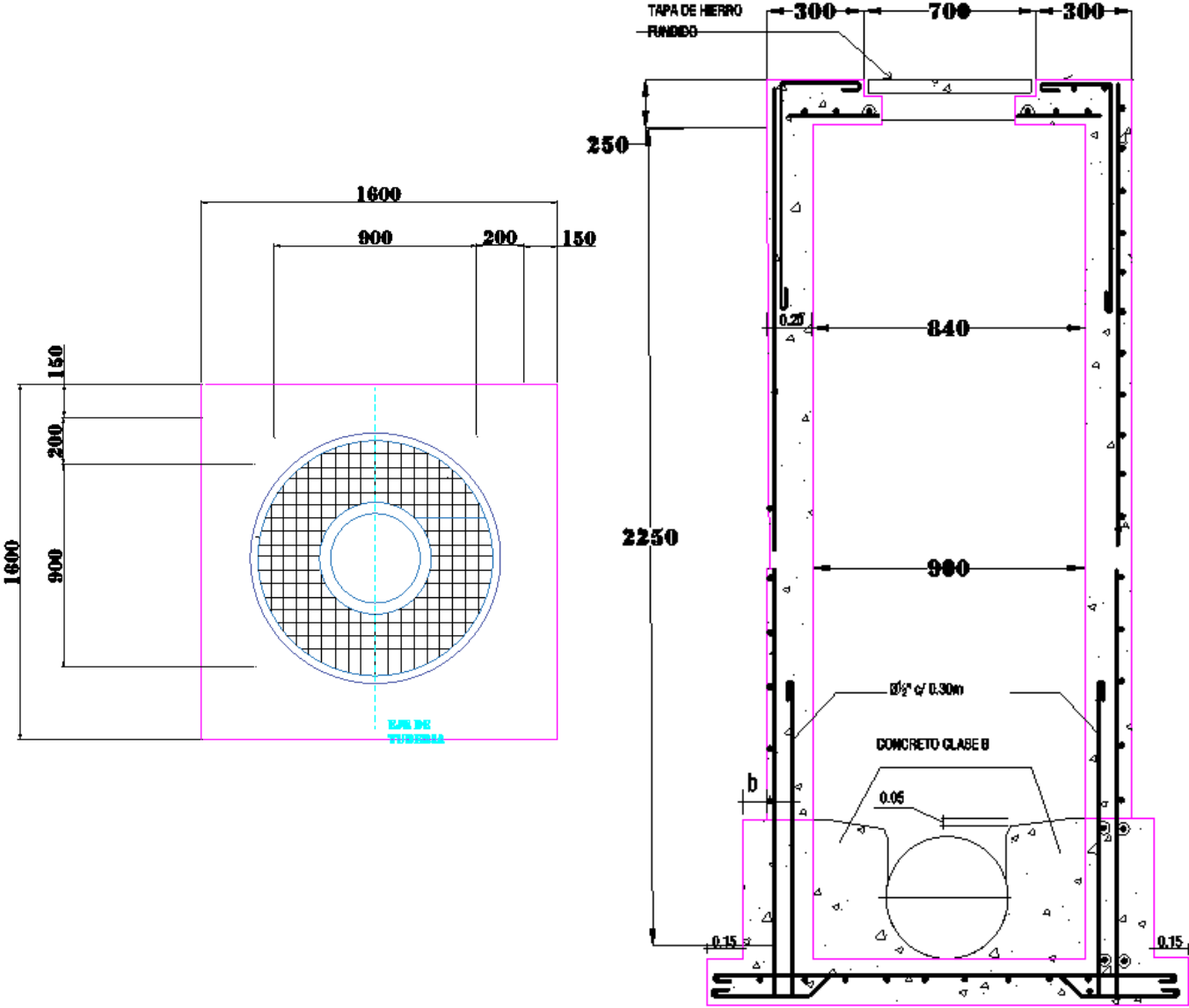


Ilustración 21.- Dimensiones de Cámaras de Inspección

Elaborado por Autores

4.14. DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF

4.14.1. Parámetros técnicos para el diseño del tratamiento primario (tanque Imhoff).

Para el diseño del tratamiento primario, tanque Imhoff, se tomarán en cuenta las directrices de la normativa de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), cuyos criterios aseguran el correcto funcionamiento del tanque Imhoff como tratamiento de aguas servidas domésticas, para poblaciones menores a los 5000 habitantes.

El diseño del tanque Imhoff, lo hace conocer como tanque de doble cámara ya que se integra la cámara de sedimentación es de manera de un rectángulo con lados en forma de V y la cámara de digestión de lodos sedimentados, en un solo elemento, separando las partículas sólidas del líquido proveniente de las aguas residuales.

El tanque Imhoff al realizar esta función de separación de partículas, permite que tratamientos futuros logren reducir las cargas contaminantes, beneficiando al medio ambiente.

El principio del funcionamiento del tanque Imhoff, es de que estas aguas fluyan mediante la cámara de sedimentación, removiendo grandes cantidades de sólidos sedimentables, que se deslizan por las paredes inclinadas que se dirigirán en el fondo de la cámara de sedimentación, luego pasan hacia el digestor, a través de la ranura con un paso en el fondo del sedimentador. El traslape funciona para evitar que gases, sólidos suspendidos y productos de descomposición, se mezclen en el proceso de sedimentación. Los gases serán dirigidos hacia la cámara acumulación de natas y a su vez es un área de ventilación.

Este tipo de tratamiento no requiere de partes mecanizadas, su operación es sencilla y generalmente se dividen en 3 compartimentos:

- a. Cámara de sedimentación.
- b. Cámara de digestión de lodos.
- c. Área de ventilación y cámara de acumulación de natas

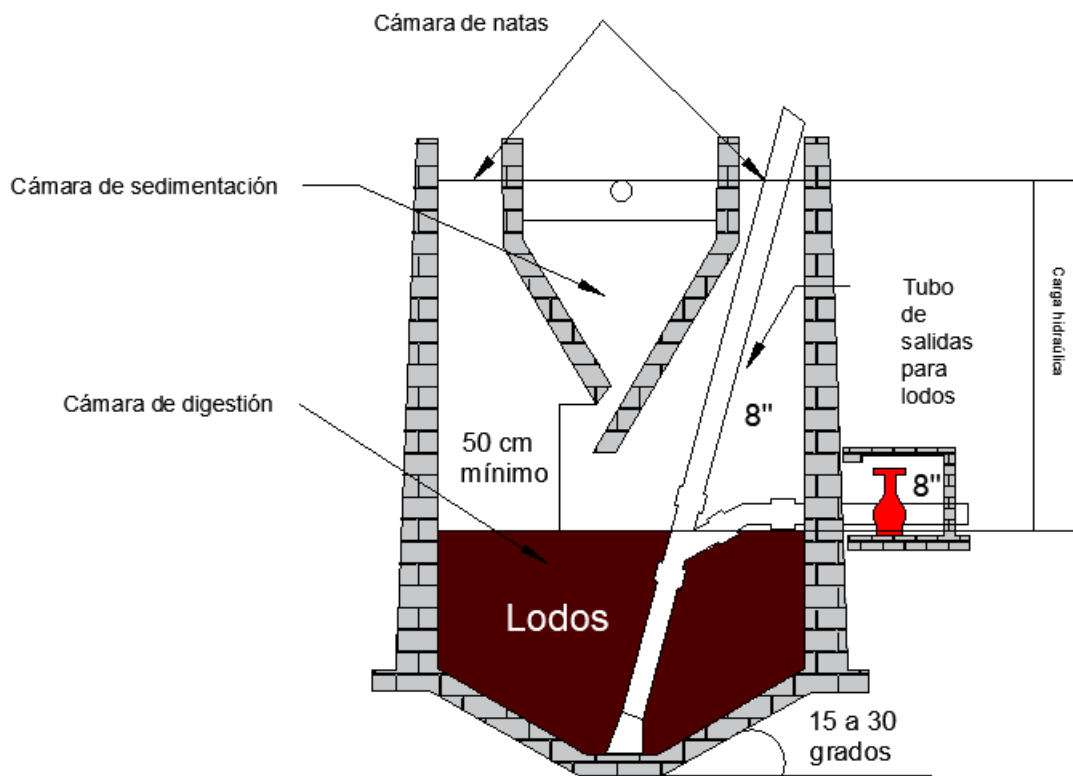


Ilustración 22.- Partes que conforman el tanque Imhoff

Elaborado por Autores

4.14.2. Diseño del sedimentador

El sedimentador es la primera cámara del tanque Imhoff y se encarga de la separación de los sólidos suspendidos en el agua residual. El diseño del sedimentador se basa en la previsión de un tiempo de retención de las aguas servidas, en un determinado tiempo para la separación de los sólidos y de disponer de los líquidos estables .

a. Caudal diseño (Q_d : $m^3/hora$)

DATOS

- + Población futura = 1061 habitantes
- + Dotación = 282 litro/hab/día
- + % Contribución = 70%

$$Q_d = \frac{\text{Pob. futura} * \text{Dotación}}{1000} * \% \text{contribución}$$

$$Q_d = \frac{1061 * 282}{1000} * 70\%$$

$$Q_d = 8.7 \text{ m}^3/\text{hora}$$

b. Área del sedimentador (A_s : m^2)

La superficie del área de sedimentación, determina el espacio considerado para que los sólidos se sedimenten y acumulen de forma acertada, logrando separar con eficacia los sólidos del agua residual.

El área del sedimentador se determina en base a una carga superficial de $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2*\text{hora})$, calculado respecto al caudal promedio. (OPS)

DATOS

+ Qd: Caudal diseño = $8.7 \text{ m}^3/\text{hora}$

+ Cs: Carga superficial = $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2*\text{hora})$

$$A_s = \frac{Qd}{C_s}$$

$$A_s = \frac{8.7 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}}{\frac{1 \text{ m}^3}{\text{m}^2 * \text{hora}}}$$

$$A_s = 8.7 \text{ m}^2$$

c. Volumen del sedimentador (V_s : m^3)

El volumen del sedimentador es el espacio requerido para que la sedimentación y decantación de partículas se efectuó de manera correcta.

DATOS

✚ Qd: Caudal diseño = 8.7 m^3 /hora

✚ R: Periodo de retención hidráulica, (1.5 a 2.5 horas), (recomendable 2 horas) (OPS)

$$V_s = Qd * R$$

$$V_s = 8.7 \frac{m^3}{hora} * 2 \text{ horas}$$

$$V_s = 17.45 m^3$$

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal, tendrá entre 50° a 60°.

En la arista central se dejará una abertura de 150 a 200 mm, para el paso de los sólidos removidos hacia el digestor.

Uno de los lados tendrá que prolongarse, de 150 a 200 mm, con el fin de que no permita el ascenso de gases y sólidos desprendidos del digestor hacia la sección del sedimentador, situación que disminuirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión.

Para la sección transversal en forma de V, se escoge 60°.

El diseño de la arista central será de 150mm. (OPS)

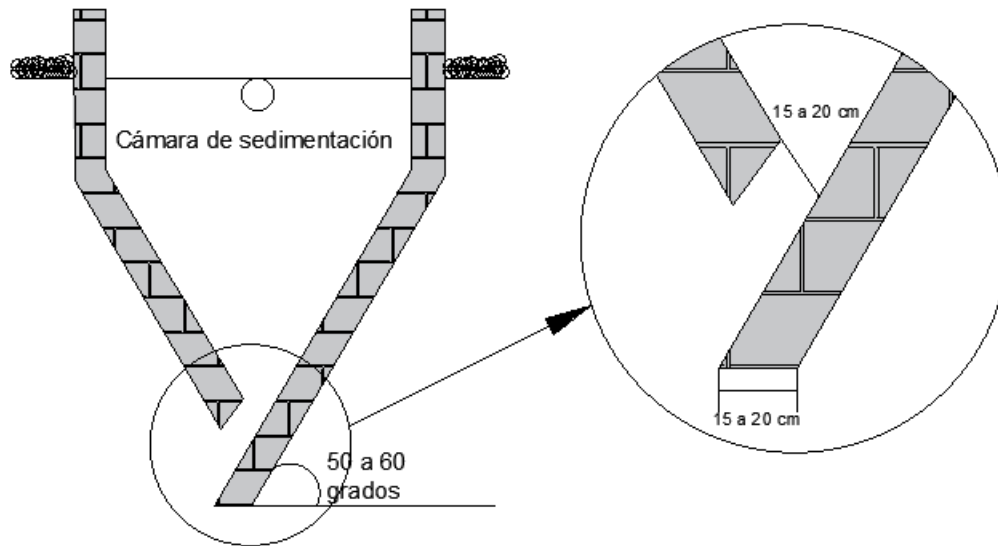


Ilustración 23.- Separación de arista central de la cámara de sedimentación.

Elaborado por Autores

La relación entre longitud (a) y ancho (b) del sedimentador es igual a 4 por lo tanto;

$$\frac{a}{b} = 4 \rightarrow a = 4b \quad \text{Area} = a * b \rightarrow 4b * b = 4b^2 \quad b = \left(\frac{\text{Area}}{4}\right)^{\frac{1}{2}}$$

✚ Área = $A_s = 8.7\text{m}^2$

✚ b = Ancho mínimo = 1m

B	=	1.48 m	→	b	=	1,50 m
a	=	5.91 m	→	a	=	6,00 m

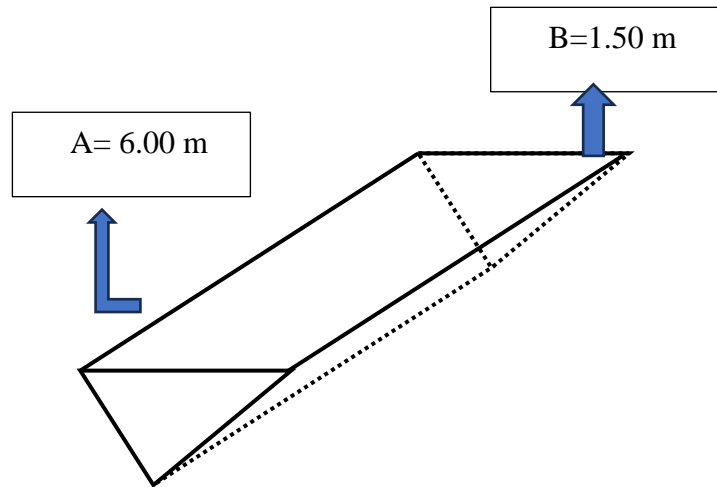


Ilustración 24.- Longitud y ancho del sedimentador

Elaborado por Autores

d. Cálculo de altura de la cámara de sedimentación

Para que las partículas sólidas se separen del líquido y se asienten, se deben determinar las alturas de las secciones de la cámara, en donde el borde libre mínimo será de 0.30 m determinado por las normas, nuestro borde libre será de 0.50 m, estos 20 cm de más nos debe proporcionar una mayor capacidad ante cualquier imprevisto en el nivel del líquido interno de la cámara de sedimentación.

El fondo de la cámara de sedimentación, será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal, tendrá entre 50° a 60°.

✚ Vs: Volumen sedimentador = 17.45 m³

✚ a: Largo sedimentador = 6 m

✚ b: ancho sedimentador = 1.50 m

✚ α : ángulo = 60°

✚ Bl: Borde libre = 0.30 m

➤ Altura y volumen 1

$$H1 = Tg(\alpha) * \frac{b}{2} \quad \leftrightarrow \quad \text{Pitágoras}$$

$$H1 = Tg(60^\circ) * \frac{1m}{2}$$

$$H1 = 1.30 m$$

$$V1 = \frac{H1 * b}{2} * a \rightarrow \text{prisma triangular}$$

$$V1 = \frac{0.30m * 1.50m}{2} * 6m$$

$$V1 = 5.85 m^3$$

➤ Altura y volumen 2

$$H2 = \frac{Vs - V1}{a * b}$$

$$H2 = \frac{17.45m^3 - 5.58m^3}{6 * 1.50}$$

$$H2 = 1.29m$$

$$V2 = H2 * a * b$$

$$V2 = 1.29 m * 6m * 1.50m$$

$$V2 = 11.60 m^3$$

ALTURA DE LA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN

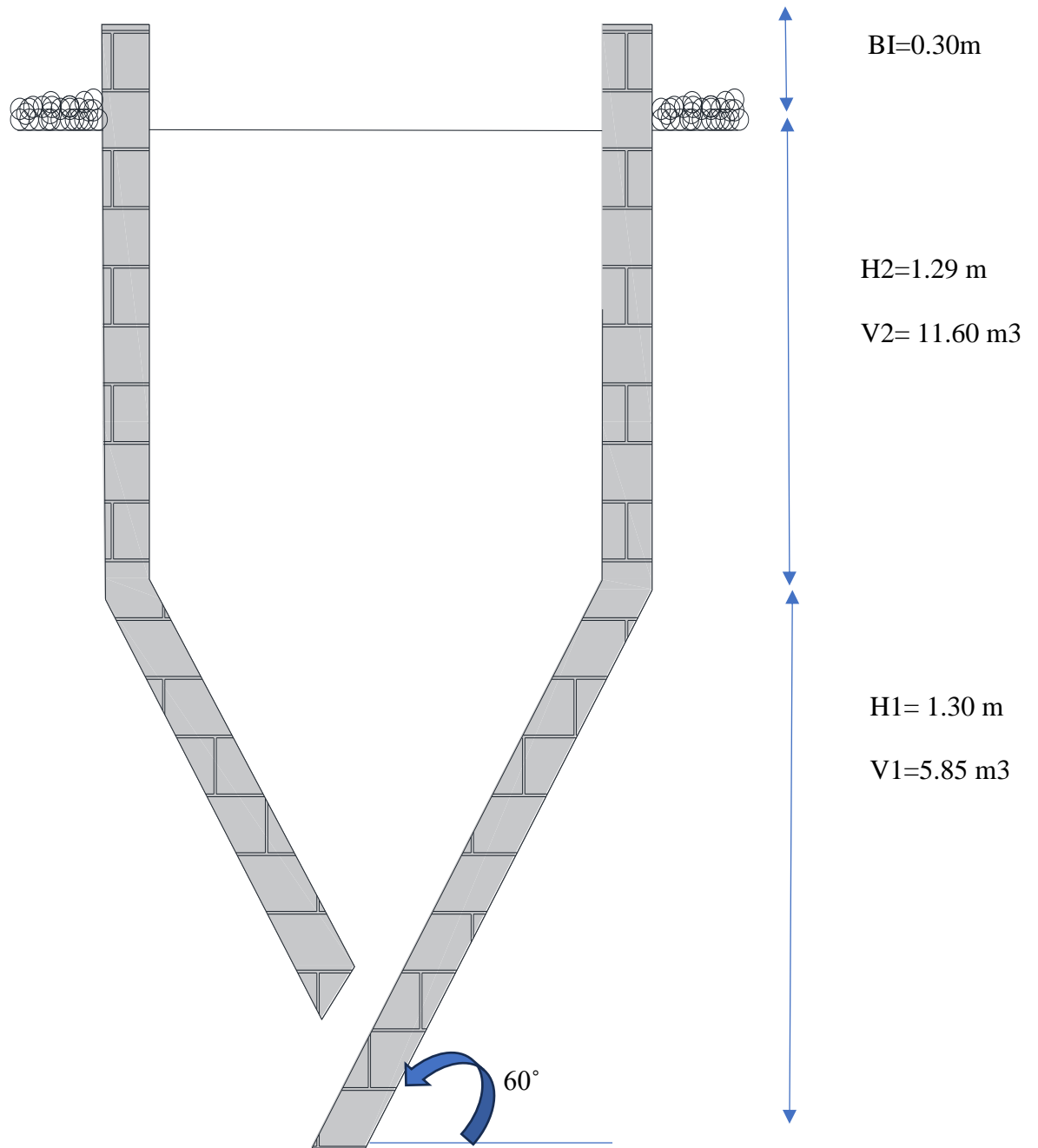


Ilustración 25.- Dimensiones de la cámara de sedimentación

Elaborado por Autores

e. Longitud mínima del vertedero de salida (Lv: m)

La longitud mínima del vertedero de salida, estarán regidas bajo las normativas y distintas consideraciones.

✚ Qmax.: Caudal máximo diario de diseño = $1.5 \cdot 86.40 = 126 \text{ m}^3/\text{día}$

✚ Chv: Carga hidráulica sobre vertedero, (125 a 500 $\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{día}$), (recomendable 250)

$$Lv = \frac{Q_{max}}{Chv}$$

$$Lv = \frac{126 \text{ m}^3/\text{día}}{250 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{día})}$$

$$Lv = 0.50 \text{ m}$$

4.14.3. Diseño del digestor

a. Volumen de almacenamiento y digestión (Vd: m^3)

Para el diseño del volumen de almacenamiento y digestión se considerarán elementos como el periodo de retención, parámetros del proceso de digestión de lodos y carga contaminante.

Para la sección de almacenamiento y en la cámara inferior de digestión de lodos se tendrá en cuenta lo siguiente:

TEMPERATURA °C	FACTOR DE CAPACIDAD RELATIVA Fcr
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Tabla 15.- Factor de capacidad relativa

Fuente: OPS

✚ fcr: Factor de capacidad relativa (tabla) = 0.5, el recinto Yumes cuenta con una temperatura promedio de 25°.

DATOS

✚ Población = 1061 hab

✚ Fc = 0.5

✚ T = 25°C

$$Vd = \frac{(70 \text{ l} * \text{hab}) * \text{poblacion} * fcr}{1000}$$

$$Vd = \frac{(70 \text{ l} * 7) * 1061 \text{ hab} * 0.5}{1000}$$

$$Vd = 37 \text{ m}^3$$

La forma del fondo de la cámara de digestión, será de forma de tronco piramidal invertida, para que el retiro de lodos digeridos sea sencillo, las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación entre 15° a 30° , la altura máxima de los lodos deberá estar 50 cm por debajo del fondo del sedimentador.

Para impedir que los gases se acumulen, se coloca un tubo de hierro fundido de diámetro de 200mm, en posición inclinada, con su extremo inferior abierto a unos 15 cm por encima del fondo del tanque.

b. Tiempo requerido para digestión de lodos

La temperatura desempeña un papel importante al momento de determinar el tiempo requerido para la digestión de lodos, El recinto Yumes se sitúa en una región con temperaturas mayores a 25° C, lo cual agiliza y favorece la descomposición anaeróbica y actividad microbiana en los lodos.

A mayor temperatura menor será el tiempo requerido para la digestión de lodos, por lo tanto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Tabla 16.- Temperatura requerida para digestión de lodos

TEMPERATURA °C	TIEMPO DE DIGESTIÓN EN DÍAS
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Elaborado por Autores

c. Frecuencia del retiro de lodos

El retiro de los lodos digeridos se debe realizar periódicamente, La frecuencia del retiro de lodos esta consignado en la tabla (tiempo de digestión en días).

Al igual que en el tiempo necesario para digestión de lodos, la frecuencia se basa en la temperatura, Yumes posee una temperatura mayor a 25° C, por lo tanto, el retiro de lodos se lo realizara cada 30 días.

d. Extracción de lodos

Para la extracción de lodos se deberá usar una tubería con un diámetro mínimo de 200mm, el cual deberá estar ubicado a 15 cm por encima del fondo del tanque Imhoff.

Para la extracción de lodos, se deberá tener en cuenta una carga hidráulica mínima de 180 cm.

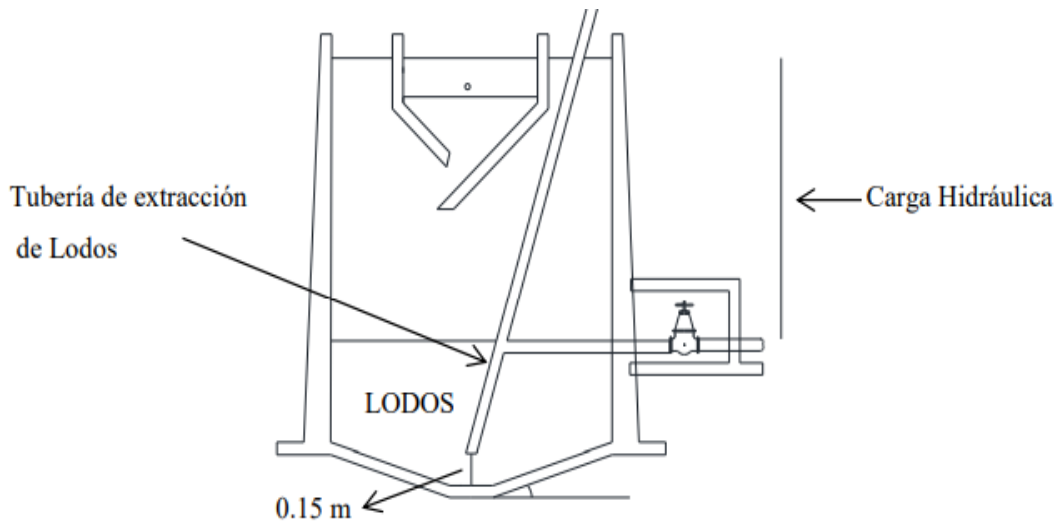


Ilustración 26.- Extracción de lodos

Elaborado por Autores

.14.4. Área de ventilación y cámara de natas

Para controlar el diseño de la superficie libre entre el sedimentador y las paredes del digestor, se debe considerar los siguientes criterios;

- ✚ El espaciamiento libre tendrá como mínimo 100 cm.
- ✚ La superficie libre total tendrá el 30% como mínimo de la superficie total del tanque.
- ✚ El borde libre tendrá como mínimo 0.30 m.
- ✚ La superficie del tanque debe ser de fácil acceso, para que puedan extraer o eliminar las espumas y lodos que puedan flotar.

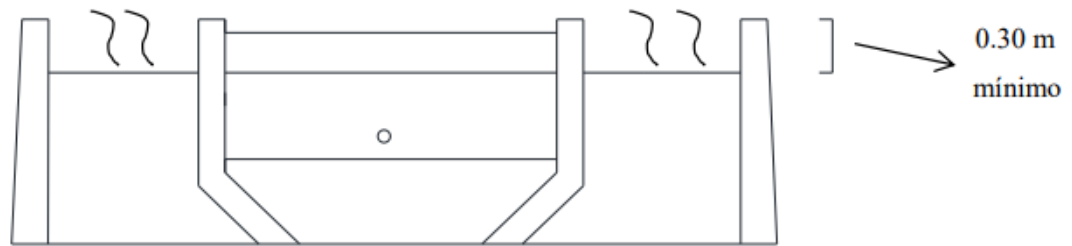


Ilustración 27.- Área de ventilación

Elaborado por Autores

➤ **Comprobación**

Verificamos si Área de ventilación total (A_{vt}) es más del 30% del área total del tanque

Área superficial

$$A_s = a * LB$$

$$A_s = 6m * 3.90 m$$

$$A_s = 23.40 m^2$$

Área de ventilación

$$A_{vt} = 2 * A_v$$

$$A_{vt} = 2 * 1 m * 6m$$

$$A_{vt} = 12.00 m^2$$

$$\frac{A_{vt}}{A_s} = \frac{12m^2}{23.40 m^2} = 51\% > 30\% = \mathbf{Si\ cumple}$$

Cámara de ventilación y cámaras de natas

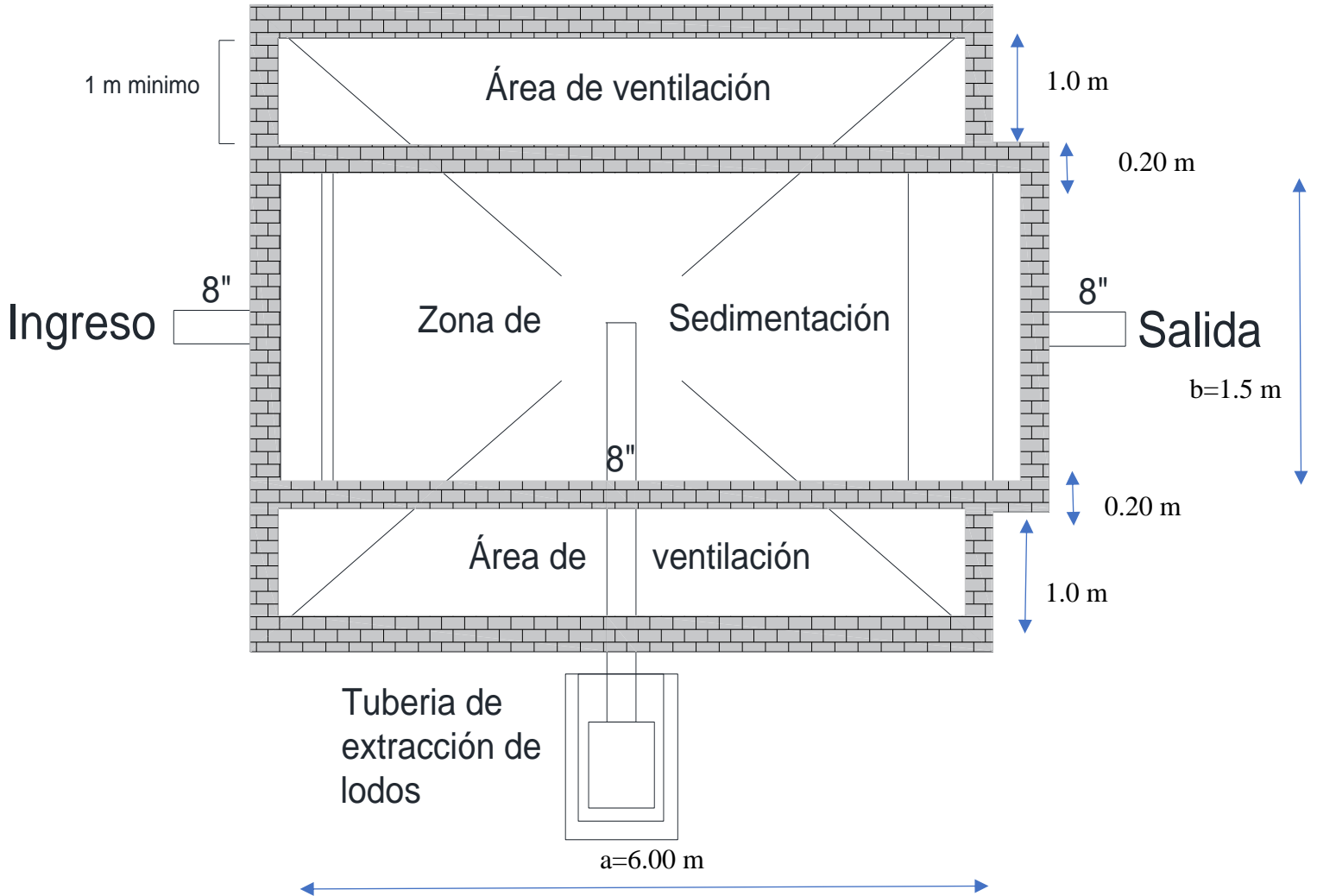


Ilustración 28.- Dimensiones de vista superior del tanque Imhoff

Elaborado por Autores

4.12.5. Cálculo de altura, respecto al digestor

El caudal del flujo y la velocidad de decantación, se los debe considerar como factores importantes al momento de calcular la altura de la cámara de decantación, ya que con ellos se puede asegurar una separación óptima de sólidos y líquidos.

El objetivo de determinar la altura del vertedero de salida, es la de conceder un flujo normalizado del efluente hacia la cámara de digestión, posteriormente se evitará la sobrecarga, permitiendo una transición natural.

Existen aspectos que se deben considerar al momento de calcular la altura total del tanque, las cuales son;

- ✚ Lo profundo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida para agilizar el retiro de lodos, con un ancho de 40 cm con el fin de asegurar que la base no sea vuelva inestable, ni tampoco entre en el proceso de asentamientos.
- ✚ La inclinación de las paredes laterales será de entre 15° a 30° con respecto a la horizontal
- ✚ La altura máxima de los lodos debe estar 0,50 m por debajo del sedimentador.
- ✚ Como adicional se considerará un ancho de muro de 30 cm para que la estructura resista adecuadamente a los esfuerzos ejercidos por el peso de sólidos y líquidos como también a las cargas externas. (OPS)

DATOS

✚ Vd: Volumen digestor = 37 m³

✚ a: Largo digestor = 6 m

✚ b: ancho digestor = 3.90 m

✚ b2: ancho fondo digestor = 0.40 m

✚ α : ángulo = 30°

✚ Bl: Borde libre = 0.50 m

➤ Altura y volumen 1

$$H1 = Tg(\alpha) * \frac{b}{2} \leftrightarrow \text{Pitágoras}$$

$$H1 = Tg(30^\circ) * \frac{3.90 \text{ m}}{2}$$

$$H1 = 1.13 \text{ m}$$

$$V1 = \frac{b + b2}{2} * H1 * a \rightarrow \text{prisma trapezoidal}$$

$$V1 = \frac{3.90 \text{ m} + 0.4 \text{ m}}{2} * 1.13 \text{ m} * 6 \text{ m}$$

$$V1 = 14.52 \text{ m}^3$$

➤ Altura y volumen 2

$$H2 = \frac{Vd - V1}{a * b}$$

$$H2 = \frac{37 m^3 - 14.52 m^3}{6 m * 3.90 m}$$

$$**H2 = 14.52 m**$$

$$V2 = H2 * a * b$$

$$V2 = 14.52 m * 6 m * 3.90 m$$

$$**V2 = 22.60 m3**$$

Dimensiones del Tanque IMHOFF

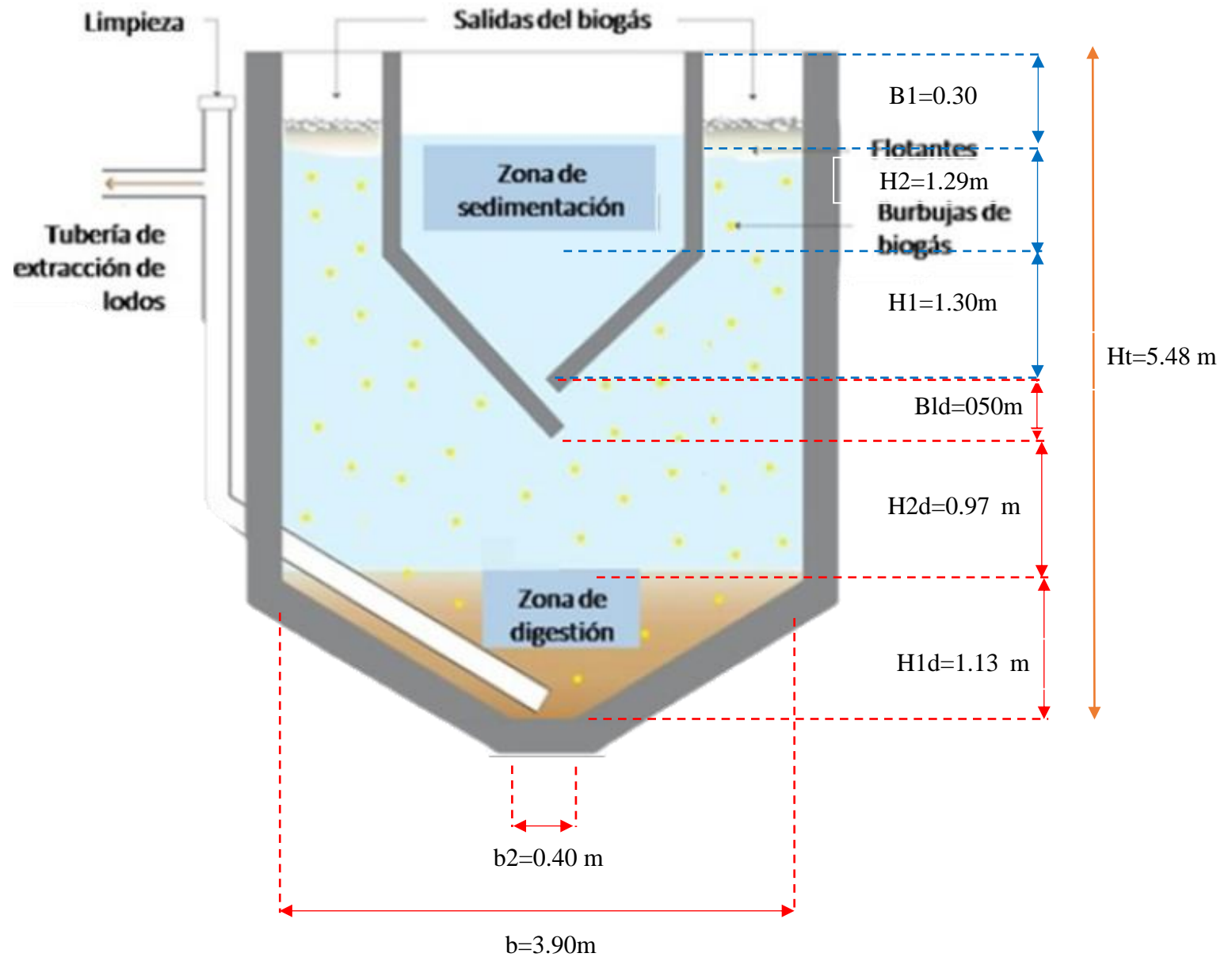


Ilustración 29.- Dimensiones del Tanque Imhoff

Elaborado por Autores

4.14.6. Lechos de secados de lodos

Este es el procedimiento de deshidratación de lodos estabilizados más simple y económico que existe para comunidades pequeñas.

Generalmente son construidos de concreto o tierra con una profundidad de 50 a 60 cm, su ancho puede llegar a ser de 3 a 6 m, y en el caso de grandes instalaciones, pueden llegar a tener un ancho que supere los 10 m.

a. Carga de sólidos que ingresan al sedimentador (C: kg SS/día)

Cuando se trata de proyectos, la carga de sólidos en suspensión, que ingresan al sedimentador se la puede estimar en función a la contribución per cápita de dichos sólidos.

De acuerdo a la OPS, cuando las localidades tengan servicio de alcantarillado, se establece a partir de una evaluación de las propiedades de las aguas residuales, pero cuando la localidad no tienen alcantarillado, se usa una aportación con promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

El recinto Yumes no cuenta con alcantarillado sanitario, por ende se usará una contribución per cápita de 90 gr.SS/(hab*día). (OPS)

DATOS

✚ Población = 1061 hab

✚ Contribución per cápita = 90 grSS/(hab*día)

$$C = \frac{\text{Población} * \text{contribución per cápita} \left(\frac{\text{grSS}}{\text{hab} * \text{día}} \right)}{1000}$$

$$C = \frac{1061 \text{ hab} * 90 \frac{\text{grSS}}{\text{hab} * \text{día}}}{1000}$$

$$C = 95.5 \text{ kgSS/día}$$

b. Masa de solidos que conforman los lodos (Msd: kg SS/día)

La masa de solidos que conforman los lodos, nos indica que cantidad de materia solida se encuentra en los lodos que se producen a diario.

DATOS

✚ C: carga de solidos = 95.5 kgSS/día

$$MSd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C)$$

$$MSd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * 95.5 \text{ kgSS/día}) + (0,5 * 0,3 * 95.5 \text{ kgSS/día})$$

$$Msd = 31.02 \frac{\text{kgSS}}{\text{día}}$$

c. Volumen diario de lodos digeridos (Vld: litros/día)

Saber el volumen diario de lodos digeridos es crucial, para evaluar y conocer que cantidad de lodos se producen mediante la digestión anaeróbica.

DATOS

✚ Msd: Masa de solidos = 31.02 kgSS/día

✚ ρ lodo: densidad de lodos = 1.04 kg/l

✚ % de solidos: porcentaje de solidos contenidos en el lodo = entre 8 a 12%

✚ Donde se el porcentaje de contenido en lodo será de 12%

$$Vld = \frac{Msd}{\rho \text{ lodo} * \left(\frac{\% \text{ de solidos}}{100}\right)}$$

$$Vld = \frac{31.02 \text{ kgSS/día}}{1.04 \text{ kg/l} * \left(\frac{12}{100}\right)}$$

$$Vld = 248.59 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

d. Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel: m³)

Con el volumen de lodos a extraerse del tanque, podemos analizar la cantidad de lodos digeridos que se acumulan en el tanque Imhoff.

DATOS

+ Vld: Volumen diario de lodos digeridos = 248.59 l/día

+ Td: tiempo de digestión (días) = tabla = 30 días

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

$$Vel = \frac{248.59 \frac{\text{l}}{\text{día}} * 30 \text{ días}}{1000}$$

$$Vel = 7.46 \text{ m}^3$$

e. Área del lecho de secado (Als : m^2)

Este factor nos ayuda a conocer cuanta superficie debe tener el área destinada para el proceso de deshidratación de los lodos estabilizados.

DATOS

- ✚ Vel: Volumen de lodos a extraerse del tanque = $7.46 m^3$
- ✚ Ha: profundidad de aplicación = entre 20 a 40 cm. Donde se eligió de 30 cm

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

$$Als = \frac{7.46 m^3}{0.30 m}$$

$$Als = 24.86 m^2$$

4.14.7. Medio de drenaje

Su drenaje posee las siguientes características:

- ✚ Espesor de 30 cm y tendrá los siguientes elementos:
- ✚ Capa de 15 cm conformada por ladrillos, con separación de 20 a 30 mm lleno de arena.
- ✚ La arena deberá tener un tamaño efectivo de 0.3 a 1.3mm con un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- ✚ Por último, se debe colocar un estrato de grava graduada entre 1.6 y 51mm de hasta 20 cm de espesor, debajo de la arena.

El proceso del diseño del tanque Imhoff y sus elementos, fueron orientados por la normativa de la OPS, en donde se haya relación entre alturas, áreas, volúmenes y caudales, la cual, dado los resultados de los cálculos y análisis, podemos garantizar que este tratamiento primario cumple con los requisitos de calidad y seguridad necesarios para un tratamiento eficaz de las aguas residuales, además de satisfacer con los requerimientos que necesita el recinto Yumes, pudiendo proyectar una mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Lechos de secados de lodos

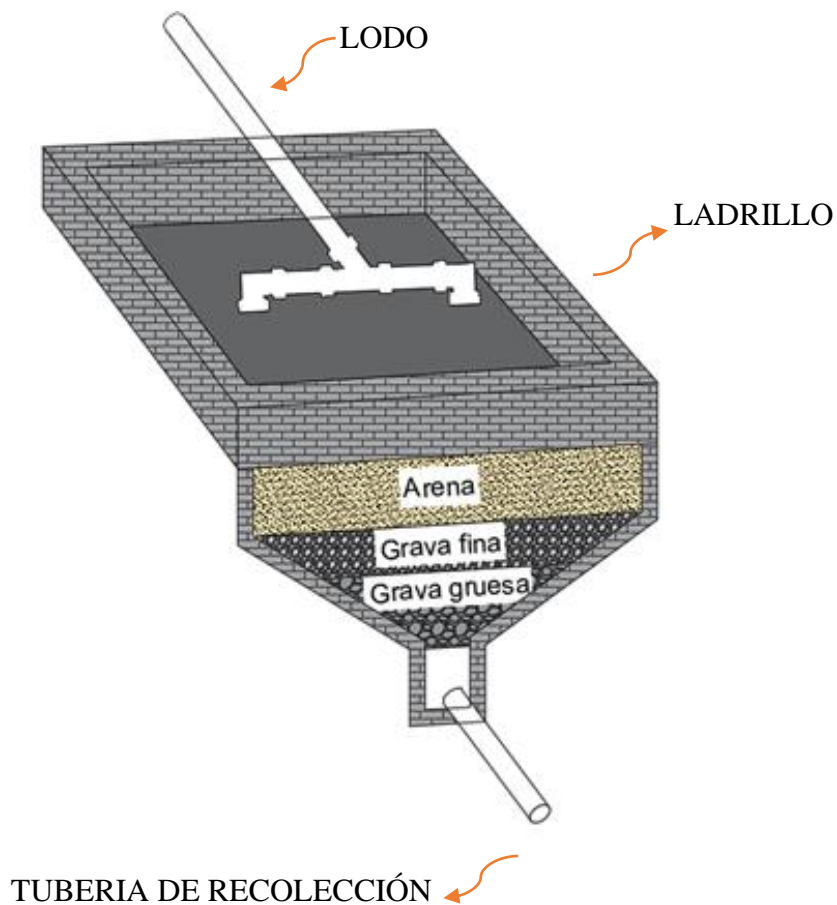


Ilustración 30.- Área de lecho de secado

Elaborado por Autores

CONCLUSIONES

✚ El recinto Yumes posee características particulares, las cuales han permitido realizar como proyecto un diseño único de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento primario, el cual permitirá una evacuación y traslado adecuado de las aguas residuales, evitando el riesgo de contraer enfermedades, asegurando el saneamiento efectivo para los habitantes.

✚ Se realiza una investigación, mediante encuestas, en las cuales se logra determinar que el 100% de la población del recinto Yumes, cuentan con fosa séptica para la necesidad de evacuar sus aguas residuales, un método poco convencional para 731 habitantes, y tan solo un 2% de antes mencionada población desalojan sus aguas grises a la fosa, es decir que el 98% de los habitantes tiran sus aguas grises al suelo o área más cercana, perjudicando tanto al ambiente como a su propia humanidad. Por ende, se concluye que una investigación oportuna es de gran relevancia para lograr identificar las especificaciones técnicas y características por demanda que debe establecerse para que el sistema de alcantarillado sanitario logre cubrir esta necesidad para una población futura de 1061 personas.

✚ La proyección del sistema de alcantarillado sanitario fue sujeto a un minucioso proceso de diseño, cuyo planteamiento de elementos como cámaras de inspección, cajas de revisión, red de tubería fue analizado bajo 2 métodos, como lo son el de área de aportación y el de dotación. Estos métodos nos entregan resultados hidráulicos como una velocidad mínima de 1.23 m/s, mediante el método de dotación se comprueba que en el tramo V-Tanque con caudal máximo de 8.68 l/s, se obtuvo una velocidad máxima de 1.97 m/s y una relación de tubo lleno de 0.140 y una longitud total de tubería de 25.69 m cuyo diámetro externo es de 220 mm. Lo que nos permite concluir que no se tendrá problemas de sedimentación en los tramos de

tubería, ya que estos resultados están dentro de lo permitido en los parámetros de diseño y normativa, proporcionando un flujo eficaz y confiable de las aguas residuales.

✚ El diseño del tanque Imhoff, conlleva una serie de análisis para su efectivo funcionamiento, desde el acceso a la zona, condiciones del terreno, requerimientos ambientales y caudales, logrando así poder determinar características con las cuales se deberán diseñar un tanque junto a sus propiedades como lo son: volúmenes, alturas, materiales de construcción y factores como la resistencia a agentes externos e internos. Por lo cual podemos concluir que basado a la normativa de la Organización Panamericana de la Salud, que el tanque Imhoff diseñada para una población futura de 1061 habitantes, con un caudal de 8.7 m³/hora, y considerando una temperatura de 25° C, el tanque tendrá una altura de 5.48m y un ancho de 3.90m sin considerar el espesor de los muros externos.

RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda entablar una conversación con las autoridades cantonales, para que la ejecución de la red de alcantarillado sanitario en el recinto Yumes sea una prioridad, debido a que, a mayor aplazamiento del sistema, la construcción de la misma se dificultará por el aumento de la población, incrementando la contaminación ambiental del recinto Yumes.
- ✚ Siempre considerar las investigaciones previas, ya que estas logran determinar si un diseño de alcantarillado es factible o no para determinado sector, en donde también entre en juego programas de concientización a la comunidad, con un plan de manejo ambiental y así puedan considerar la importancia de un sistema de alcantarillado sanitario.
- ✚ Como recomendación se debe considerar la longitud de tramos o tuberías y que estas no sobrepasen los 100 m de longitud, si es que se diseña con una tubería de diámetro externo de 220 mm, debido a que, al generar un programa o plan de mantenimientos de tubería, estas deben estar con una longitud en donde los equipos o maquinaria de limpieza puedan acceder sin ningún inconveniente.
- ✚ Siempre mantener una guía con las normativas vigentes con respecto a las plantas de tratamientos para aguas residuales, logrando evitar que se ponga en peligro factores humanos, económicos y ambientales, debido a que la descomposición de las aguas servidas, generan gases tóxicos, pudiendo provocar accidentes.

CRONOGRAMA

Tabla 17.- Cronograma de trabajo para el anteproyecto y tesis

PLAN DE TRABAJO																															
N°	ACTIVIDAD	RESULTADO / PRODUCTO / APRENDIZAJE	RESPONSABLE	DURACIÓN (SEMANAS)																											
				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO							
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Elaboración del anteproyecto: Título	Elección del tema para el anteproyecto	Grupo de tesis																												
2	Elaboración de la problemática y justificación	Analizar las necesidades que presenta el sector	Grupo de tesis																												
3	Inspección del terreno	Inspección en el recinto Yumes.	Grupo de tesis																												
4	Presentación de Objetivos	Plantear objetivos generales y específicos	Grupo de tesis																												
5	Presentación del Marco Teórico	Revisión del concepto a dar en un diseño de sistema de alcantarillado sanitario	Grupo de tesis																												
6	Sustentación del Anteproyecto	Presentación y defensa del informe del anteproyecto de tesis	Grupo de tesis y tutor																												
7	Estudio del Terreno	Elaboración de censos en el recinto Yumes	Grupo de tesis																												
8	Levantamiento Topográfico	Levantamiento topográfico para la obtención de información precisa del terreno	Grupo de tesis																												
9	Presentación de datos de la base de diseño en la elaboración del proyecto	Presentación de los avances del proyecto al tutor	Grupo de tesis y tutor																												
10	Presentación de mapa base para la elaboración del sistema	Presentación del mapa en civilcad 3d	Grupo de tesis y tutor																												
11	Presentación del primer avance de la tesis	Presentación y corrección de los resultados obtenidos	Grupo de tesis y tutor																												
12	Diseño de sistema de alcantarillado	Diseño del sistema propuesto de red de alcantarillado sanitario	Grupo de tesis																												
13	Diseño de tratamiento primario	Diseño y dimensionamiento del tanque Imhoff	Grupo de tesis																												
14	Elaboración de la tesis final	Elaboración y entrega de los documentos finales	Grupo de tesis																												
15	Sustentación de Tesis	Presentación y defensa del proyecto final	Grupo de tesis																												

Elaborado por Autores

PRESUPUESTO

Tabla 18.- Presupuesto para la realización del proyecto de titulación

ACTIVIDAD / MATERIAL	CANTIDAD (U)	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Levantamiento topográfico con estación total	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Levantamiento con dron	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Transporte y alimentación para estudio de terreno	9	\$ 45,00	\$ 405,00
Equipos (laptop)	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Material academico (libros)	3	\$ 30,00	\$ 90,00
		TOTAL (\$)	\$ 1495,00

Elaborado por Autores

ANEXOS



Ilustración 31.- Visita e inspección de terreno en el recinto Yumes

Elaborado por Autores



Ilustración 32.- Encuesta a los habitantes del recinto Yumes

Elaborado por Autores



Ilustración 33.- Equipos para la topografía con estación total

Elaborado por Autores



Ilustración 34.- Señalización del primer punto de referencia

Elaborado por Autores



Ilustración 35.- Señalización del auxiliar #5

Elaborado por Autores



Ilustración 36.- Señalización del auxiliar #4

Elaborado por Autores



Ilustración 37.- Señalización del auxiliar #6

Elaborado por Autores



Ilustración 38.- Realización de topografía

Elaborado por Autores



Ilustración 39.- Realización de topografía

Elaborado por Autores



Ilustración 40.- Trabajo topográfico

Elaborado por Autores

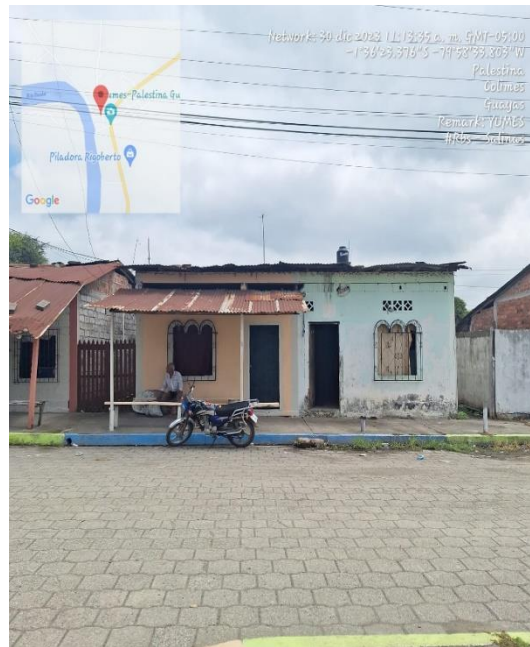


Ilustración 41.- Demostración de viviendas del recinto Yumes

Elaborado por Autores



Ilustración 42.- Torres de señales presentes en el recinto

Elaborado por Autores



Ilustración 43.- Demostración de viviendas del recinto Yumes

Elaborado por Autores



Ilustración 44.- Demostración de academia presente en el recinto Yumes

Elaborado por Autores



*Ilustración 45.- Demostración de Pozo séptico de la Academia
Elaborado por Autores*



*Ilustración 46.- Demostración de descarga de agua de vivienda
Elaborado por Autores*



*Ilustración 47.- Estilo de acomodaciones en trabajos de recinto de Yumes
Elaborado por Autores*



*Ilustración 48.- Viviendas del recinto Yumes
Elaborado por Autores*



Ilustración 49.- Reuniones con tutor

Elaborado por Autores



Ilustración 50.- Tutorías

Elaborado por Autores

PLANO



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		AUTORES: JORGE HINOJOSA MIRNA MURRIETA
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO RECINTO YUMES TRAZADO DE RED PRINCIPAL DE AA.SS.		FECHA: FEBRERO - 2024
UBICACIÓN: PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: PALESTINA PARROQUIA: PALESTINA DIRECCIÓN: RECINTO YUMES	COORDENADAS: LATITUD: 1°36'25.48" S LONGITUD: 79°58'31.39" W	ESCALA: 1:40
		NOMBRE ARCHIVO: YUMES.dwg
		LAMINAS: A0

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Alfonso Menacho, V. L. (2017). Evaluación del tanque Imhoff en el tratamiento de las aguas residuales en el Municipio de Colmenar, Málaga. *APORTE SANTIAGUINO*, 9(2). <https://doi.org/10.32911/as.2016.v9.n2.198>
2. Andrade Avalos, M. L., Borja Mayorga, D. F., & García Veloz, M. J. (2021). Diseño y cotización de una planta de tratamiento de aguas residuales para parroquias rurales del Cantón Riobamba - Provincia de Chimborazo-Ecuador. *ConcienciaDigital*, 4(2). <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1659>
3. Arroba Arroba, M. F., & Andrade, M. (2016). Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la parroquia San Andrés del cantón Guano. En *Facultad de Ciencias: Vol. Bachelor*.
4. Basurto, A., & Parrales, E. (2019). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD EL TIGRE – PIMPIGUASI, PARROQUIA CALDERÓN, CANTÓN PORTOVIEJO*. Unesum.
5. Cabrera, M., Montenegro, L., & Jiménez, A. (2022). Análisis de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria de Embutidos. *Revista Politécnica*, 49(2). <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.05>
6. Cano Machado, K. R., García Pulido, D. E., & Salamanca Velásquez, C. A. (2019). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del condominio la esperanza, en el municipio de Restrepo
7. Meta. Gomez, O. I. (2006). *Diseño de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Basados en la Norma Técnica Colombiana RAS - 2000*. Universidad Javeriana.
8. CARBAJAL HUINCHO, Á. F., & Línea. (2021). “TRATAMIENTO DE AGUAS

RESIDUALES CON EL TANQUE SÉPTICO CON BAFLES EN COMPARACIÓN
AL TANQUE IMHOFF. En Universidad Peruana Los Andes.

9. CENTA. (2009). Tanque Imhoff. Universidad Autónoma de México.
10. Cepeda Barreno, P. L. (2014). Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para el subsistema cosmopolita, cantón Baños – Tungurahua. En Ciencias: Vol. Bachelor.
11. García, R., & Tasipanta, G. (2020). Evaluación y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la parroquia rural Cotogchoa, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha. Espe Editorial.
12. Guañuna Anthony y Inga Bety. (2021). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ALTERNATIVA PARA TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA PARA LA COMUNIDAD DE CHIMBORAZO, PARROQUIA SAN JUAN, CANTÓN RIOBAMBA. Tesis.
13. Guerra Herrera, G. C., & Logroño Naranjo, S. I. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador. Ciencia Digital, 3(3.2.1). <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783>
14. Leal-Mendoza, A. I., García-Gallegos, E., Vázquez-Cuecuecha, O. G., & Hernández-Acosta, E. (2022). Análisis multivariado de suelos irrigados con aguas residuales de la acuicultura. Agronomía Mesoamericana. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.50028>
15. Moreno, S. (2017). Tratamiento de Aguas Residuales en el Tanque Imhoff para Disminuir la Contaminación en la Quebrada Sicacate del Distrito de Montero. En Tesis

con grado de título, UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.

16. Murillo, B. (2018). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la industria alimentaria. Universidad Nacional Agraria La Molina.
17. Osorio, R. M. A., Carrillo, B. W. E., Costales, N. J. H., Riera, G. E. J., & Loor, L. X. A. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento*, 6(3).
18. Sanitario, A. (2014). Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades, Alcantarillado Sanitario. Actualización de los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Z.M.G., 38.
19. Serapio, L. (2016). “Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Utilizando Humedales Artificiales Para Riego en la Ciudad Universitaria los Modulos, Ayacucho. En Tesis.
20. Tuarez Paucar., A. (2019). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la población de Joa, Cantón Jipijapa. Universidad Estatal Del Sur De Manabí, 05.
21. Valencia Hernández, L. (2011). Manual De Operación De La Estación Total. abreco.com.mx.
22. Vargas, A. K. N., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., & Núñez, D. A. (2020). Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000200315>
23. Vázquez González, M. B., & López Ocaña, G. (2011). Evaluación Técnica de un Tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales en Centro, Tabasco. *Unacar Tecnociencia*, 5(1).
24. Veiga Barbazán, M. del C. (2015). Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB).

Universidad de Coruña.

25. Velasteguí Marín, R. (2015). Tema: las aguas servidas y su influencia en la condición sanitaria de los moradores del recinto nuevo paraíso de la parroquia Lumbaqui, Cantón Gonzalo Pizarro, provincia de sucumbíos. proyecto de investigación.
26. VILLACRÉS, S. (2016). Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (Rcm) para el vehículo hidrocleaner Vactor M654 de la empresa etapa Ep. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
27. ACQUAPHI. (2023). Sólidos en suspensión y sedimentos. Obtenido de <https://acquaphi.com/es/benefits/schwebende-feststoffe-und-sedimente/>
28. INEC. (2021). Estadística de Información de gestion de agua potable y saneamiento.
29. Menoscal, J. (2023). Planta de tratamiendo de agua residuales en una empacadora de camarón. Guayaquil.
30. NORMALIZACIÓN, I. E. (1992). INEN 5 Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales. Quito.
31. NORMALIZACIÓN, I. E. (2011). INEN TUBOS Y ACCESORIOS PLÁSTICOS.
32. Objetivos de desarrollo sostenible. (s.f.). Obtenido de Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
33. OPS. (s.f.). GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, . 2005.
34. Sonora, U. d. (2018). LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN CAPÍTULO IV. Obtenido de Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/capitulo4.pdf>

35. Villacreses, Q. (2021). Problemas percibidos en Jipijapa al estado actual del alcantarillado.
36. Wingtra. (2018). Wingtra. Obtenido de TOPOGRAFÍA CON UN DRON:
<https://wingtra.com/es/drones-aplicaciones-cartograficas/topografia-sig/>