

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: PROYECTO TÉCNICO

TEMA:

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL,
CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ.**

ELABORADO POR:

JENNIFER ADADY LOOR ANCHUNDIA

TUTOR (A):

ING. GUSTAVO ANTONIO MERO BAQUE, MG

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

Agosto 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO: Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular de la estudiante: Loor Anchundia Jennifer Adady, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema de Proyecto Técnico es: “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de la Urbanización Costa Real, cantón Jaramijó, provincia de Manabí”. El presente proyecto ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.
Lugar,

04 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Ing. Gustavo Mero Baque, Mg

Docente Tutor(a)

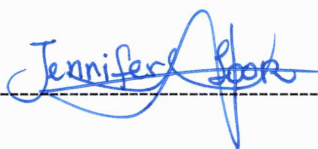
Área: Sanitaria

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, JENNIFER ADADY LOOR ANCHUNDIA con CC: 1316491594, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Técnico con el tema “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ, el cual fue dirigido por el tutor, Ing Gustavo Mero Baque, Mg.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 7 días del mes de agosto de dos mil veinte y cinco.



Loor Anchundia Jennifer Adady

C.C. 1316491594

Autor

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haver revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de Proyecto Técnico, cuyo tema es **“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ”** internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo APRUEBO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de Ley en contrario.

En la ciudad de Manta, a los 10 días del mes de septiembre de dos mil veinte y cinco.

Ing. Cedeño Muñoz Horacio

C.C. 131099966-7

Tribunal 1

Ing. Baque Solis Javier, Mg.

C.C. 130999417-4

Tribunal 2

DEDICATORIA

Mi tesis que más que todo es un logro y una meta cumplida se la dedico a Dios ya que sin él no hubiese podido lograrlo y me hubiese dado por vencida.

A mi madre que más que todo me ayudaba a enfrentar todo el proceso de la carrera, dándome sobre todo sus fuerzas y su sabiduría.

A mi padre que es un ejemplo para mi de constancia, esfuerzo y trabajo, que junto con sus conocimientos, hicieron que obtuviera experiencia y práctica en mi carrera.

A mis hermanas, que son mis pilares de vida, enseñándoles que no importa que tan difícil sea la situación, jamás se rindan.

A mis bendiciones perrunas, que las adoro con toda mi alma y me han acompañado tantos desvelos, tanta alegría y tantas lágrimas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por haberme ayudado a lograr mi culminación de carrera, con su apoyo vital y constante preocupación, son un ejemplo para mí de jamás darme por vencida, queriendo ser un orgullo para ellos, que sepan que tanto esfuerzo ha valido la pena.

A mis hermanas, por entenderme y preocuparse por mí, por acompañarme cuando algo me salía mal, por haber estado siempre, y nunca desvalorar mi esfuerzo.

A lo largo de la carrera, nos encontramos con todo tipo de profesores, y con esto incluyo a profesores excepcionales, con una vocación y conocimiento envidiable, siendo el mayor ejemplo para estudiante, no es raro querer ser en algún momento como ellos, profesores con tanta integridad moral, digna de admirar, que de esos ya quedan pocos, les agradezco por brindarme su vocación, su enseñanza y sobre todo sus valores y principios.

Agradezco a los profesores que hicieron que esto sea difícil, porque mientras más difícil el éxito es mucho más grande.

A mi amiga confidente de la carrera, que me ha ayudado tanto, siempre lográbamos las cosas juntas, y sufríamos los problemas juntas, fue un pilar fundamental en mi carrera.

Y agradezco a mi tutor, por que gracias a él llegué a aprender mucho sobre este tema que en este proyecto imparto, por haber tenido paciencia, y por haberme brindando enseñanza.

SÍNTESIS Y PALABRAS CLAVES

Este documento contiene una descripción detallada de los estudios y el diseño del proyecto de desarrollo “Urbanización de Costa Real”, ubicado en el cantón de Jaramijó, provincia de Manabí.

El diseño del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento se ha realizado basándonos en conceptos fundamentales y fórmulas de estudio, siguiendo las recomendaciones y normativas; que mediante los cálculos nos ayudaron a obtener los resultados del diseño de la red sanitaria.

Estos resultados fueron agregados al programa Sewer Cad, siendo éste un software que nos permite observar el desempeño de la red sanitaria, asegurándonos que ésta cumpla con los parámetros de diseño y obtenga un desempeño hidráulico eficiente, para que luego las aguas residuales que pasan por toda la red sanitaria se depositen en la planta de tratamiento diseñada, para luego ser tratada y despositada mediante la infiltración.

Una vez obtenidos los cálculos de la Red Sanitaria y la Planta de Tratamiento, se realiza el Análisis de Precios para así obtener los costos de operación y construcción y finalmente el Presupuesto de todo el proyecto final.

ABSTRACT AND KEYWORD

This document contains a detailed description of the studies and design of the "Costa Real Urbanization" development project, located in the canton of Jaramijó, province of Manabí.

The design of the Sewage System and Treatment Plant was based on fundamental concepts and study formulas, following recommendations and regulations. These calculations helped us obtain the results of the sanitary network design.

These results were added to the SewerCAD program, a software that allows us to observe the performance of the sanitary network, ensuring that it meets the design parameters and achieves efficient hydraulic performance. The wastewater passing through the entire sanitary network is then deposited in the designed treatment plant, where it is then treated and disposed of through infiltration.

Once the calculations for the Sanitary Network and Treatment Plant are completed, a Price Analysis is performed to obtain the operating and construction costs, and finally, the final budget for the entire project.

ÍNDICE

OBJETIVOS	XIV
CAPÍTULO I	1
MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 ASPECTOS GENERALES	1
1.2.1 Aspectos físicos del terreno.....	1
1.2.2 Aspectos naturales.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
1.5 TOPOGRAFÍA.....	4
1.5.1 Planimetría	4
1.5.2 Altimetría	4
ALCANTARILLADO SANITARIO	13
2.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	13
2.1.1 Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario.....	13
2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO	14
2.2.1 Período de diseño	14
2.2.2 Población de diseño.....	15
2.2.3 Densidad poblacional	16
2.2.4 Dotación de Agua Potable.....	17
2.2.5 Áreas de aportación.....	17
2.2.6 Recomendaciones para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario	21
2.3 PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	32

2.3.1	Flujos en tuberías a sección llena.....	32
2.4	DISEÑO DE LA RED SANITARIA	33
2.4.1	Información inicial para el trazado.....	33
2.5	CÁLCULO EN LA RED DEL SOFTWARE SEWER – CAD	43
2.5.1	Ingreso de los datos.	43
CAPÍTULO III.....		60
3.1	TRATAMIENTO SANITARIO	60
3.1.1.	Orígenes de las Aguas Residuales.....	60
3.1.2.	Tratamiento preliminar.....	60
3.1.3.	Tratamiento Primario	61
3.1.4.	Tratamiento Secundario	61
3.1.5	Tanque séptico.....	62
3.1.6	Tratamiento Terciario.....	63
3.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO SANITARIO	64
3.3	DISEÑO DE LA CÁMARA FILTRANTE	67
3.3.1	Cámara filtrante.....	67
CAPÍTULO IV.....		69
4.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	69
4.2.1.	Presupuesto para el Sistema de Alcantarillado	92
4.2.2.	Presupuesto para la Planta de Tratamiento	93
CONCLUSIONES		94
RECOMENDACIONES.....		95
Bibliografía		96
ANEXOS.....		98

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Foto satelital de la Urbanización	2
Ilustración 2 Modelación de Red de alcantarillado Urbanización Costa Real desde Sewer Cad	49
Ilustración 3 Perfil de AASS tramo - 1 de la Urbanización Costa Real	50
Ilustración 4 Perfil de AASS Tramo - 2 de la Urbanización Costa Real	51
Ilustración 5 Perfil de AASS tramo - 3 de la Urbanización Costa Real	52
Ilustración 6 Perfil de AASS tramo - 4 de la Urbanización Costa Real	53
Ilustración 7 Perfil de AASS tramo - 5 de la Urbanización Costa Real	54
Ilustración 8 Perfil de AASS tramo - 6 de la Urbanización Costa Real	55
Ilustración 9 Perfil de AASS tramo - 7 de la Urbanización Costa Real	56
Ilustración 10 Perfil de AASS tramo - 8 de la Urbanización Costa Real	57
Ilustración 11 Perfil de Red Principal de AASS de la Urbanización Costa Real	59
Ilustración 12 Esquema de tanque séptico	62
Ilustración 13 Detalle del fenómeno de infiltración	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntos de Levantamiento topográfico	5
Tabla 2 Valores de período de diseño según la población.....	14
Tabla 3 Valores de período de diseño en función de los componentes	14
Tabla 4 Dotaciones recomendadas.....	17
Tabla 5 Área de aportación de cada tramo.....	18
Tabla 6 Velocidades máximas admisibles en tuberías.....	21
Tabla 7 Profundidad mínima de tuberías	22
Tabla 8 Cota de Terreno de los Pozos	23
Tabla 9 Características de los tramos de tuberías	26
Tabla 10 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas	29
Tabla 11 Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial	29
Tabla 12 Aportes máximos por drenaje domiciliar de aguas lluvias sin sistema pluvial	29
Tabla 13 Categorización de los niveles de infiltración	30
Tabla 14 Coeficientes de rugosidad.....	32

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos hídricos que puede enfrentar una ciudad es el suministro de agua potable, alcantarillado y saneamiento a su población. Esto se debe tanto al rápido crecimiento poblacional como a las dificultades técnicas que conlleva. En todas las sociedades, un sistema de recolección, eliminación y tratamiento de aguas residuales es crucial para la calidad de vida de las familias y su desarrollo integral.

Desde una perspectiva de saneamiento, las aguas residuales y pluviales son aguas residuales generadas por las actividades cotidianas de la población y las precipitaciones. Los sistemas de aguas residuales de flujo líquido no solo transportan las aguas residuales, sino que también permiten su tratamiento y, en la mayoría de los casos, su retorno a ríos o arroyos, lo cual es esencial para mantener el saneamiento y el equilibrio ambiental.

Todos los proyectos técnicos deben considerar las opciones del sistema de aguas residuales y definir las principales obras que requiere el sistema a nivel esquemático. Se deben considerar los aspectos topográficos y constructivos, así como los costos de inversión necesarios para cada uno, a fin de seleccionar una opción que garantice el correcto funcionamiento y la durabilidad del sistema.

El presente proyecto técnico describe los aspectos que se adoptarán para el estudio de viabilidad técnica y económica que corresponde al diseño de la red de alcantarillado sanitario y tratamiento de las aguas servidas en la comunidad. La elaboración de la propuesta atiende a la inexistencia de un diseño de sistema alcantarillado sanitario y tratamiento en la Urbanización Costa Real, perteneciente al Cantón Jaramijó, provincia de Manabí.

En el primer capítulo se desarrolla la memoria descriptiva del proyecto, en este se describen los antecedentes, los aspectos físicos y geográficos de la Urbanización, así como la localización de la misma y la topografía respectiva.

El segundo capítulo contiene la memoria de cálculo, en donde se detallan las metodologías y procedimientos de cálculos empleados así como los parámetros que influyen para el diseño del sistema de alcantarillado propuesto.

El tercer capítulo comprende las generalidades y el diseño de la Planta de Tratamiento, y por último en el cuarto capítulo encontramos el presupuesto y la programación de cada una de las obras que integran el diseño de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de la Urbanización Costa Real, se presenta el análisis de precios unitarios, que demanda la ejecución del proyecto, así como las conclusiones y recomendaciones y los anexos destinados a presentar los detalles de zanjas, pozos y cajas domicialiarias que integran el sistema de alcantarillado sanitario diseñado para la Urbanización Costa Real.

OBJETIVOS

Objetivo General . -

Diseñar la red de alcantarillado y planta de tratamiento sanitario para la urbanización Costa Real, utilizando el programa computacional Sewer – Cad.

Objetivos Específicos . -

- Analizar los conceptos referentes a los sistemas de alcantarillado y tratamientos.
- Recopilar la información necesaria para el diseño de alcantarillado.
- Realizar el levantamiento topográfico del sector donde se implantarán los sistemas de alcantarillado y planta de tratamiento.
- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario que cumpla con los requerimientos de la Normativa Ecuatoriana.
- Efectuar el diseño de tratamiento sanitario.
- Generar el presupuesto referencial que conllevará el desarrollo de la obra.

CAPÍTULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

Los residuos son uno de los mayores problemas ambientales del mundo. Investigaciones realizadas por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Internacional para la Gestión de Residuos han demostrado que tienen impactos sanitarios, económicos y ambientales. Uno de los impactos más significativos de los residuos sólidos es la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono.

Aunque el cantón de Jaramijó cuenta con una Ordenanza que se encarga de crear y regular la gestión del medio ambiente dentro del cantón, su planificación no es considerada del todo eficaz, debido a la falta de Redes de Saneamiento en algunas de sus comunidades y por ende su población.

La urbanización de Costa Real que se encuentra ubicada en el Cantón de Jaramijó provincia de Manabí, donde es habitada por sus moradores y cuenta con servicios de electricidad e internet, sin embargo, no cuenta con una Red de Sistema de Aguas Sanitarias por lo que cada casa utiliza fosas sépticas, todas las calles tanto las principales como las secundarias no se encuentran pavimentadas y tampoco adoquinadas.

1.2 ASPECTOS GENERALES

1.2.1. Aspectos físicos del terreno

Los aspectos fundamentales del terreno donde se implementará el proyecto son a continuación:

1.2.1.1.Ubicación

El área donde se realizará el proyecto se encuentra localizada en la Urbanización de Costa Real del Cantón Jaramijó en el tramo III, del anillo vial frente al centro recreacional Tierra Dorada.

De acuerdo con los datos obtenidos la urbanización se encuentra entre los siguientes linderos:

- P1: 536329.26E – 9891954.20N ; 45.521m.

- P2: 536395.62E – 9892105.76N; 43.752m.
- P3: 536830.05E – 9892023.32N; 56.567m.
- P4: 537201.42E – 9891936.22N; 55.148m.
- P5: 537061.07E – 9891699.27N; 62.315m.
- P6: 537035.44E – 9891705.46N; 62.394m.
- P7: 536999.09E – 9891627.81N; 58.138m.
- P8: 536812.80E – 9891555.05N; 57.857m.
- P9: 536652.42 – 9891614.47N; 58.113m.
- P10: 536712.91E – 9891266.61N; 57.871m.

1.2.1.2. Área a urbanizar

El área de estudio es de 25 Hectáreas.



Ilustración 1 Foto satelital de la Urbanización

Fuente 1 Google Earth

1.2.1.3. Infraestructura de servicios

En la Urbanización Costa Real la población cuenta con redes de distribución de agua potable. Estas redes están compuestas por tuberías, válvulas y otros componentes. Cumpliendo con la finalidad de dotar la cantidad de líquido vital a la población, las tuberías se encuentran en óptimas condiciones, y llevan alrededor de 10 años de construcción.

También existen redes eléctricas que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las familias de la Urbanización Costa Real.

1.2.1.4. Zonificación

La urbanización de estudio contempla interiormente un sistema vial vehicular y peatonal privado, el acceso a la urbanización es a través de un ingreso único y controlado siendo ésta la vía principal, organiza una estructura urbana que define varios sectores relacionado con la topografía del terreno.

1.2.2 Aspectos naturales

1.2.2.1. Características climáticas

El área de la Bahía de Jaramijó pertenece a la zona costera central, en la provincia de Manabí, en esta bahía desemboca el río Jaramijó que atraviesa por el centro del pueblo del mismo nombre, en la época seca tiene un caudal casi nulo y en la época húmeda incrementa su caudal. (PiedPiper, 2025)

El cantón de Jaramijó tiene una temperatura anual de 25 a 29°, y es clasificado como un cantón con clima tropical seco.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La urbanización de Costa Real de la provincia de Manabí, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario para que evacuen las aguas residuales. Debido a esto el impacto negativo que genera la falta de la red de saneamiento en el medio ambiente y en los moradores del sector, hace que se vuelva prioritaria la construcción de este proyecto, por lo tanto, los investigadores realizarán un estudio para determinar la situación en la zona y así llegar a mejorar la salubridad de la población futura de la Urbanización.

La importancia de realizar este proyecto influye en que el sistema de alcantarillado sanitario es una de las estructuras más importantes y necesarias para el desarrollo de una ciudad como Jaramijó debido a que es una población propensa a sufrir perjuicios que son más notorios durante la temporada de lluvias.

El proyecto fue viable gracias a los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos necesarios para realizar análisis topográficos, estudio de área, flujo de diseño, población de diseño y fuentes de información. Además, cuenta con el aporte de profesionales de la rama de ingeniería civil para la realización de este importante proyecto.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Al crear un buen plan de gestión hídrica, es fundamental que este satisfaga las necesidades de sus usuarios. En este caso, la zona escogida es la Urbanización Costa Real del cantón Jaramijó, para la que se debe diseñar un sistema hidrosanitario, con el fin de que este diseño sea sostenible y eficiente. En el proyecto a presentar se llevará a cabo el uso de los programas Civil Cad y SewerCad, mismos que nos proporcionarán los datos necesarios para el correcto diseño, sin que éste exceda los costos ni se sobredimensionen los elementos que componen el diseño.

1.5 TOPOGRAFÍA

En el área de estudio donde se implementará a cabo el proyecto se realizó el correspondiente levantamiento planimétrico y altimétrico de la zona mediante el uso del DJI Mini3 Pro.

1.5.1 Planimetría

La zona de estudio representa un área que se encuentra habitado, y tiene sus lotes y delimitaciones demarcados.

1.5.2 Altimetría

En los cálculos del levantamiento topográfico se obtuvieron las curvas de nivel determinando la cota más alta y más baja, respectivamente 63.381m fue la cota más alta y 43.568m fue la cota más baja, dado las circunstancias naturales del proyecto se considera una conducción a gravedad.

Una vez que se realizó la topografía del lugar se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1 Puntos de Levantamiento topográfico

PTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1	536329.26	9891954.20	45.521
2	536330.14	9891965.12	45.443
3	536332.37	9891967.09	45.261
4	536335.42	9891976.18	45.095
5	536340.13	9891980.26	44.123
6	536347.11	9891999.32	44.121
7	536352.46	9892010.67	44.128
8	536356.71	9892016.36	44.152
9	536359.34	9892021.45	44.154
10	536361.22	9892023.26	44.157
11	536370.38	9892038.15	44.163
12	536382.35	9892063.16	44.154
13	536395.62	9892105.76	43.752
14	536401.46	9892106.67	43.568
15	536428.18	9892100.35	45.221
16	536451.14	9892096.32	48.143
17	536455.44	9892092.95	48.161
18	536459.35	9892091.42	49.017
19	536465.12	9892091.65	49.562
20	536471.34	9892089.31	48.757
21	536482.28	9892089.56	51.163
22	536489.35	9892086.67	51.542
23	536495.42	9892087.22	51.544
24	536499.56	9892086.25	51.728
25	536503.71	9892085.65	53.475
26	536521.88	9892081.78	54.213
27	536540.56	9892078.92	54.214
28	536554.65	9892075.39	53.467
29	536570.32	9892071.11	53.461
30	536582.11	9892069.12	54.464
31	536591.10	9892068.56	54.418
32	536602.09	9892065.45	54.389
33	536614.02	9892064.78	54.062
34	536622.46	9892061.94	53.962
35	536632.43	9892059.45	53.494
36	536641.65	9892057.65	52.963
37	536648.78	9892056.90	52.986
38	536656.89	9892055.53	52.987
39	536664.43	9892053.01	53.063
40	536676.32	9892050.14	53.065
41	536683.11	9892049.18	53.327
42	536691.09	9892047.65	53.328

43	536701.07	9892046.67	53.852
44	536712.01	9892044.63	53.851
45	536724.05	9892042.85	54.015
46	536734.35	9892040.23	54.221
47	536746.87	9892038.14	54.224
48	536755.94	9892036.56	54.769
49	536767.09	9892034.73	54.767
50	536777.34	9892033.44	55.035
51	536789.65	9892030.98	55.564
52	536799.41	9892027.13	55.791
53	536808.12	9892026.01	55.981
54	536819.65	9892024.34	56.018
55	536822.23	9892024.86	56.051
56	536827.21	9892023.88	56.065
57	536830.05	9892023.32	56.567
58	536841.89	9892021.23	57.044
59	536853.43	9892018.44	57.041
60	536865.22	9892016.65	57.666
61	536877.17	9892014.41	57.693
62	536889.32	9892011.98	57.783
63	536898.56	9892009.01	57.892
64	536905.88	9892009.21	58.031
65	536907.77	9892008.34	58.036
66	536909.76	9892008.22	58.098
67	536910.31	9892008.56	58.091
68	536911.02	9892007.56	58.283
69	536918.43	9892005.89	57.054
70	536922.78	9892005.35	56.967
71	536929.34	9892003.66	56.926
72	536936.21	9892002.54	56.832
73	536946.11	9891999.86	56.581
74	536957.14	9891997.01	56.428
75	536966.86	9891995.11	56.762
76	536977.54	9891993.56	56.766
77	536989.44	9891991.55	57.926
78	537001.22	9891988.23	57.961
79	537017.88	9891984.31	58.944
80	537032.11	9891980.18	58.943
81	537054.16	9891976.17	58.947
82	537083.56	9891970.11	58.842
83	537098.65	9891966.54	58.753
84	537113.87	9891963.34	57.765
85	537135.88	9891958.33	56.523

86	537151.34	9891955.65	56.061
87	537161.65	9891952.34	56.060
88	537172.26	9891949.44	56.250
89	537183.13	9891947.67	55.871
90	537195.14	9891945.77	55.874
91	537201.42	9891930.22	55.148
92	537199.94	9891933.03	55.011
93	537195.35	9891924.00	53.924
94	537191.28	9891915.12	54.763
95	537187.35	9891907.54	54.962
96	537183.41	9891898.52	54.967
97	537179.23	9891890.44	55.256
98	537175.45	9891883.36	55.746
99	537168.65	9891870.32	56.941
100	537165.72	9891866.09	57.922
101	537163.11	9891864.03	57.921
102	537161.99	9891861.12	57.921
103	537160.19	9891861.53	57.950
104	537159.44	9891858.16	58.666
105	537155.65	9891851.78	58.793
106	537151.67	9891844.65	59.862
107	537147.22	9891839.00	59.966
108	537142.33	9891830.04	59.967
109	537137.86	9891822.21	60.051
110	537132.54	9891814.21	60.051
111	537126.45	9891806.53	60.622
112	537121.78	9891798.75	60.784
113	537116.29	9891790.67	61.010
114	537107.00	9891777.41	61.564
115	537102.45	9891767.43	61.682
116	537097.09	9891758.00	61.682
117	537091.93	9891752.11	61.760
118	537081.03	9891735.12	61.963
119	537075.12	9891727.26	62.091
120	537066.45	9891712.23	62.177
121	537061.07	9891699.27	62.315
122	537041.02	9891708.56	62.364
123	537035.44	9891705.46	62.394
124	537028.36	9891687.34	62.681
125	537021.87	9891675.43	62.683

126	537018.76	9891667.55	62.845
127	537013.67	9891657.00	62.956
128	537009.42	9891647.04	63.114
129	537006.33	9891639.32	63.361
130	536999.09	9891627.81	58.138
131	536987.01	9891623.26	60.583
132	536968.00	9891618.24	58.764
133	536966.12	9891615.67	58.761
134	536961.44	9891614.74	58.753
135	536952.67	9891613.01	57.744
136	536946.96	9891609.45	57.896
137	536934.35	9891605.32	56.682
138	536922.67	9891602.65	56.271
139	536913.78	9891598.41	55.756
140	536900.32	9891593.32	55.231
141	536891.45	9891591.89	55.567
142	536882.66	9891587.34	55.878
143	536877.43	9891585.65	55.924
144	536872.22	9891583.63	55.983
145	536864.67	9891580.01	55.982
146	536857.36	9891578.28	56.238
147	536849.65	9891575.22	56.548
148	536843.22	9891573.35	56.542
149	536835.54	9891570.77	56.631
150	536828.90	9891568.45	56.650
151	536819.99	9891561.32	56.760
152	536812.80	9891555.05	57.857
153	536796.82	9891549.84	57.871
154	536782.36	9891557.43	57.063
155	536769.24	9891562.22	58.061
156	536751.13	9891570.00	59.190
157	536739.01	9891575.01	59.693
158	536733.06	9891579.24	60.415
159	536723.44	9891582.56	60.897
160	536712.91	9891266.61	54.031
161	536705.09	9891591.38	59.982
162	536693.24	9891597.04	59.634
163	536684.34	9891602.00	58.946
164	536675.56	9891607.70	58.817
165	536665.36	9891612.71	58.811
166	536654.33	9891617.46	58.762
167	536646.01	9891621.23	57.761
168	536652.42	9891614.47	58.113
169	536656.50	9891644.45	59.932
170	536661.71	9891655.34	59.755

171	536667.03	9891663.78	59.735
172	536670.12	9891674.34	59.623
173	536675.11	9891685.13	59.451
174	536681.45	9891694.11	59.452
175	536685.45	9891705.16	57.817
176	536688.63	9891715.32	58.227
177	536693.23	9891724.41	56.924
178	536697.67	9891734.43	55.848
179	536701.43	9891743.56	55.842
180	536707.89	9891759.22	54.651
181	536712.01	9891772.23	53.615
182	536697.04	9891782.45	54.985
183	536687.12	9891787.32	54.982
184	536674.46	9891791.89	54.811
185	536664.53	9891796.54	54.798
186	536655.55	9891801.66	54.496
187	536645.89	9891806.63	54.297
188	536627.05	9891814.35	51.729
189	536614.16	9891820.03	51.640
190	536589.21	9891833.99	51.283
191	536576.56	9891840.98	51.153
192	536551.67	9891850.87	51.055
193	536536.78	9891858.37	51.767
194	536527.93	9891861.55	51.841
195	536516.08	9891866.21	51.947
196	536507.04	9891871.44	52.788
197	536495.34	9891878.41	53.883
198	536483.32	9891883.43	53.982
199	536473.00	9891890.04	54.761
200	536460.78	9891897.02	55.676
201	536452.81	9891901.11	55.726
202	536441.33	9891907.45	56.717
203	536431.03	9891911.22	56.928
204	536425.45	9891914.34	56.021
205	536415.67	9891919.01	56.024
206	536408.43	9891921.88	55.055
207	536397.78	9891925.43	53.946
208	536390.88	9891928.45	53.968
209	536385.91	9891929.76	53.713
210	536377.22	9891933.56	52.012
211	536368.34	9891937.34	50.067
212	536360.21	9891940.01	48.638
213	536352.20	9891942.75	48.071
214	536344.34	9891946.98	46.732
215	536336.45	9891949.72	46.466
216	536327.48	9891953.36	46.445

217	536359.54	9891957.49	47.856
218	536390.33	9891946.45	51.696
219	536430.38	9891936.33	55.942
220	536451.27	9891964.45	53.725
221	536410.45	9892013.09	47.244
222	536401.89	9892054.11	45.241
223	536448.44	9892076.26	48.360
224	536507.00	9892064.88	53.490
225	536485.23	9892019.45	52.284
226	536442.38	9891998.67	50.943
227	536479.41	9891955.16	56.127
228	536493.14	9891978.11	54.126
229	536533.56	9892061.32	53.158
230	536597.75	9892026.44	54.769
231	536576.32	9891974.45	54.822
232	536537.43	9891963.72	54.871
233	536530.21	9891940.56	55.765
234	536463.22	9891929.12	56.654
235	536507.88	9891896.25	54.784
236	536531.56	9891873.16	54.792
237	536573.34	9891855.11	52.031
238	536578.38	9891926.32	54.020
239	536589.32	9891894.67	53.164
240	536615.43	9891942.15	54.183
241	536606.36	9891991.16	55.192
242	536643.01	9892013.32	54.217
243	536633.12	9892050.03	54.238
244	536653.33	9892041.32	53.254
245	536666.23	9892009.56	55.283
246	536698.45	9892024.44	55.312
247	536699.97	9892021.41	55.354
248	536701.65	9891998.45	55.426
249	536701.22	9891997.65	55.457
250	536742.63	9891977.45	55.672
251	536801.21	9891996.36	56.932
252	536786.11	9891954.76	56.870
253	536772.05	9891926.26	56.711
254	536765.42	9891911.41	56.632
255	536758.44	9891916.43	56.586
256	536746.78	9891921.88	56.445
257	536732.44	9891929.67	57.163
258	536701.56	9891970.55	55.162
259	536679.78	9891980.32	55.187
260	536641.91	9891923.09	54.267

261	536688.00	9891924.05	56.142
262	536730.23	9891881.11	56.281
263	536745.56	9891885.31	56.360
264	536751.67	9891888.32	56.485
265	536756.74	9891891.99	56.716
266	536738.32	9891849.67	55.187
267	536698.11	9891869.43	55.278
268	536682.00	9891848.22	54.367
269	536649.23	9891863.54	54.373
270	536602.45	9891861.83	52.111
271	536596.38	9891842.67	51.182
272	536633.36	9891823.57	52.183
273	536657.33	9891829.46	53.275
274	536675.03	9891812.34	54.464
275	536704.45	9891789.01	54.567
276	536712.86	9891789.11	54.560
277	536723.67	9891791.31	54.613
278	536735.24	9891800.32	54.653
279	536737.22	9891752.53	54.892
280	536694.78	9891707.56	58.165
281	536699.55	9891666.44	59.726
282	536695.54	9891652.45	59.697
283	536689.53	9891642.13	59.522
284	536661.78	9891636.12	59.471
285	536659.36	9891629.45	59.413
286	536689.21	9891611.66	59.723
287	536704.20	9891606.65	59.784
288	536721.03	9891620.78	60.827
289	536716.44	9891658.54	60.268
290	536745.45	9891586.33	60.829
291	536774.67	9891651.01	60.780
292	536776.68	9891696.32	58.041
293	536761.54	9891740.86	56.072
294	536798.33	9891803.34	57.793
295	536754.35	9891833.33	54.956
296	536810.67	9891935.61	57.266
297	536834.66	9891886.62	57.262
298	536880.92	9891925.77	58.931
299	536848.16	9891832.70	56.265
300	536833.18	9891787.71	58.128
301	536813.04	9891744.74	58.166
302	536823.29	9891712.78	59.232
303	536826.26	9891678.76	59.243
304	536785.00	9891635.23	61.189
305	536789.13	9891600.43	60.270
306	536796.43	9891569.25	58.365
307	536824.23	9891589.22	59.419
308	536836.86	9891617.21	60.181

309	536838.45	9891649.18	59.352
310	536861.65	9891591.15	57.414
311	536900.76	9891607.05	56.413
312	536876.85	9891629.87	58.247
313	536847.11	9891677.67	59.388
314	536916.23	9891708.56	60.281
315	536921.15	9891754.44	59.362
316	536964.32	9891733.45	61.461
317	536941.15	9891674.23	60.184
318	536923.56	9891637.11	58.163
319	536956.43	9891659.18	59.756
320	536987.55	9891638.21	60.787
321	537003.67	9891655.22	63.155
322	536996.84	9891710.34	61.585
323	537030.22	9891730.00	63.148
324	537071.34	9891730.11	62.270
325	537072.65	9891796.16	63.381
326	537086.12	9891825.87	61.381
327	537122.16	9891841.33	60.422
328	537156.18	9891882.54	58.244
329	537109.14	9891907.23	60.167
330	537084.23	9891918.45	60.248
331	537083.46	9891918.44	59.723
332	537069.86	9891881.43	59.712
333	537051.88	9891846.32	59.611
334	536990.02	9891825.66	58.676
335	536925.03	9891820.65	58.619
336	536937.41	9891856.78	58.540
337	536992.34	9891912.55	58.424
338	536996.44	9891945.45	58.752
339	536907.89	9891869.02	58.136
340	536879.01	9891807.77	58.264
341	536871.32	9891781.23	59.371
342	536902.23	9891762.01	59.422

CAPITULO II

ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminadas, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales. (Juarez, 2021)

Al diseñar un sistema de aguas residuales, es importante considerar la infraestructura local. Es fundamental que la tubería de aguas pluviales se encuentre siempre a menor profundidad, en su conexión con el sistema de agua potable.

2.1.1 Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario

El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles y sus componentes son los siguientes:

2.1.1.1 Red de Atarjeas

Son conductos de menor diámetro y reciben las aguas residuales domiciliaryas por medio de las tuberías que salen de la casa y cuyo nombre es denominado como “descarga domiciliaria” y que dentro del predio se conoce como “albañal”. El diámetro de la descarga domiciliaria y el albañal es de 15 cm generalmente y el de atarjea mínimo de 20 cm. (Terán, 2012)

2.1.1.2 Subcolectores

Estas tuberías recolectan las aguas que provienen de las atarjeas cuyo diámetro tiene que ser igual o mayor a 20 cm. (Terán, 2012)

2.1.1.3 Colectores

Estos son los conductos que captan el agua provenientes de las atarjeas y los subcolectores donde el diámetro generalmente es mayor al de ellas. (Terán, 2012)

2.1.1.4 Emisor

Este conducto ya no va conectado con ninguna descarga de aguas residuales, sin embargo; su función es de retirar de la localidad todo el volumen de agua captada por la red de alcantarillado y dirigirla al sitio donde se tratará o verterá.

2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para la realización del diseño del Alcantarillado Sanitario se han considerado los siguientes parámetros de diseño:

2.2.1 *Período de diseño*

Es el tiempo durante el cual un proyecto de aguas residuales alcanza su máxima capacidad operativa y depende de la vida útil de los componentes del sistema y del tiempo involucrado en las fases de financiamiento, adquisición y construcción. (Medina, 2018)

Los valores que se recomiendan para el período de diseño, que se encuentran en función de: la población o de los componentes constitutivos del sistema sanitario.

- En función de la Población.

Tabla 2 Valores de período de diseño según la población

Población (hab)	Período (años)
1000 - 15000	15
15001 - 50000	15 – 20
>50001	30

- En función de los componentes

Tabla 3 Valores de período de diseño en función de los componentes

Componentes y/o equipos	Período (años)
Tuberías principales y secundarias	20 – 30
Colectores, Emisarios	30 – 50
Equipos mecánicos	5 – 10
Equipos eléctricos	10 – 15
Equipos con combustión	5 – 10

2.2.2 Población de diseño

La estimación de la población es un aspecto principal del planeamiento de un sistema de alcantarillado. Esta población debe corresponder a la proyectada al final del período de diseño, llamado también año horizonte de planeamiento del proyecto. (PiedPiper, 2025)

- **Estadísticas INEC**

Los resultados que presenta el Censo de Población 2022, se conoce que la Urbanización Costa Real del Cantón de Jaramijó se encuentra poblada con acerca de 842 habitantes.

2.2.2.1 Métodos de cálculo para poblaciones futuras

Para encontrar la población futura existen algunos métodos, entre los más importantes tenemos:

a) **Método Aritmético**

Se basa en la hipótesis de que la tasa de crecimiento poblacional es constante, y esta ecuación define una gráfica que muestra el crecimiento lineal de la población, y está representado mediante la siguiente expresión:

$$Pf = Pa(1 + r \times n)$$

Dónde:

Pf= Población al final del período de diseño (hab)

Pa= Población Actual (hab)

n= Período de diseño (años)

r= Tasa de crecimiento (hab/año)

b) **Método Geométrico**

Este método de proyección crece más rápidamente que el lineal ya que en este caso se podría decir que la población existente o inicial se va a estar reinvertiendo cada intervalo de tiempo. (Bogantes, 2018)

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

Dónde:

P_a = Población inicial (hab)

P_f = Población final (hab)

n = Período de diseño (años)

r = Tasa de crecimiento (hab/año)

c) **Método Exponencial**

El modelo de crecimiento exponencial representa un crecimiento poblacional muy rápido. Este tipo de crecimiento es más razonable que los anteriores, aunque debe tenerse precaución al aplicarlo a corto plazo, ya que existe el riesgo de una explosión demográfica en un futuro muy lejano. (Bogantes, 2018)

$$P_f = P_a \times \exp(r \times n)$$

Dónde:

P_f = Población final (hab)

P_a = Población actual (hab)

r = Tasa de crecimiento (hab/año)

n = Período de diseño (años)

Para determinar el período de diseño del presente proyecto se usará el Método Geométrico.

2.2.3 Densidad poblacional

Constituye el número de personas que habitan en una extensión de una hectárea. La densidad poblacional se mide en habitantes por hectárea y varía mucho en las poblaciones de acuerdo con la magnitud y con el tiempo; pues una zona residencial en el futuro se llega a transformar en comercial o industrial. (HABITAT, 2025)

Para determinar la Densidad Poblacional se lo realiza mediante la siguiente expresión:

$$Dp = \frac{Pf}{AT}$$

Dónde:

Dp = Densidad Poblacional (Hab/ha)

Pf = Población futura

AT = Total áreas de aportación de cada tramo (ha)

2.2.4 Dotación de Agua Potable

Se define como dotación el caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio por cada habitante, que se destinará prioritariamente para satisfacer las necesidades de índole doméstico, en las que se incluye la necesaria para beber, preparación de alimentos, aseo personal y lavado de ropa, básicamente. (Zulay, 2018)

Tabla 4 Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

2.2.5 Áreas de aportación

Las áreas de aportación sanitaria consisten en dividir en varias superficies el área original del sector donde se va a realizar el proyecto. Estas áreas determinan la distribución de los caudales sanitarios en cada tramo de la red de alcantarillado. (Puga, 2021)

Las áreas de aportación deben ser calculadas a partir del levantamiento topográfico del terreno en donde se realizará el proyecto. Con la topografía y la densidad poblacional se puede determinar los caudales sanitarios en cada tramo de la red de alcantarillado sanitario.

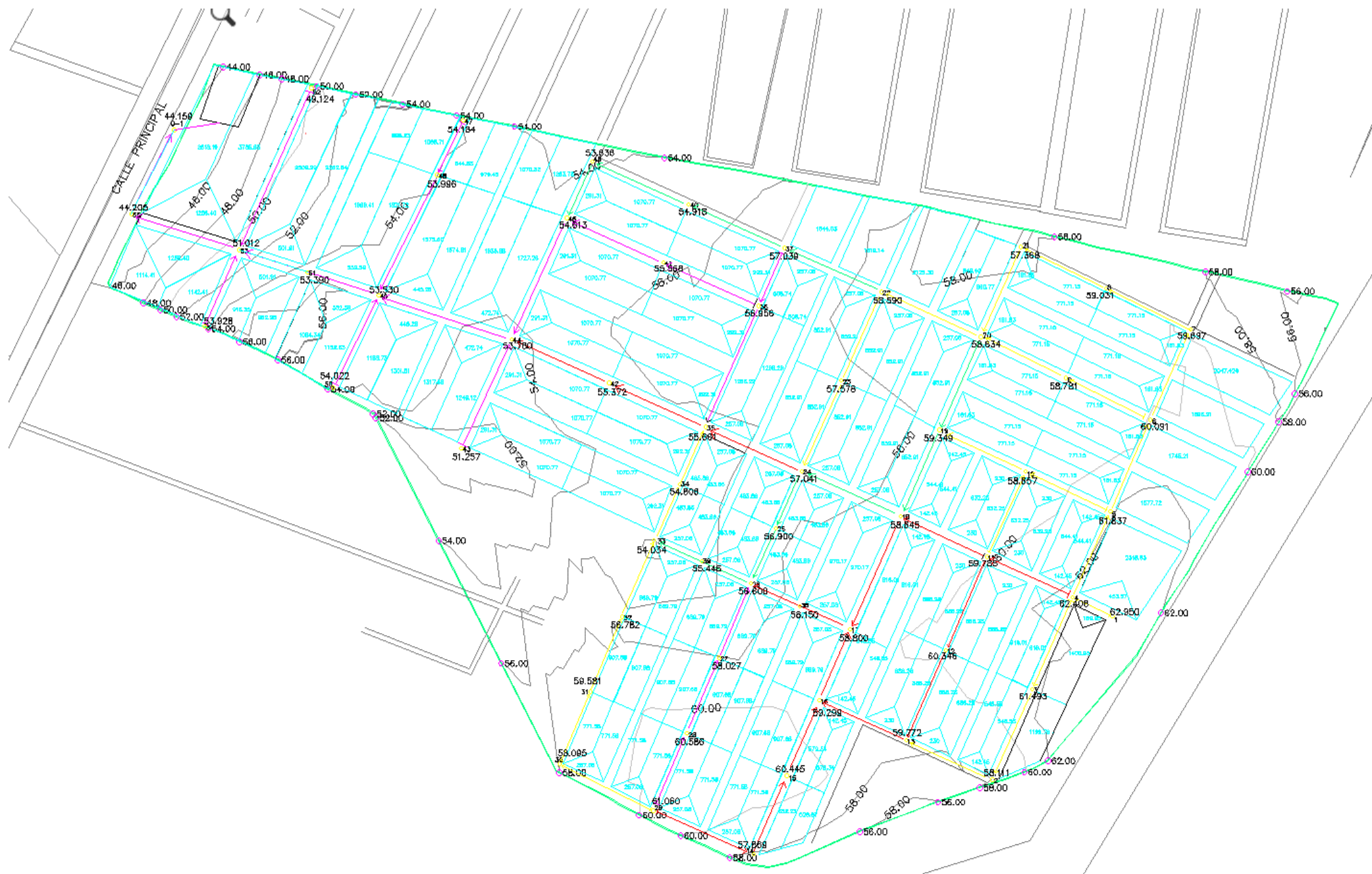
- **Características de los tramos de tuberías.**

Una vez establecida la cantidad de pozos (Manholes), se traza colectores principales denominados (Conduit), a continuación se presenta la siguiente tabla donde se detallarán los tramos donde se indica el pozo inicial, final, y el área que aporta cada tramo:

Tabla 5 Área de aportación de cada tramo

TRAMO	POZO INICIAL	POZO FINAL	ÁREA (ha)
CO-1	MH-1	MH-4	0.064
CO-2	MH-4	MH-5	0.341
CO-3	MH-5	MH-6	0.369
CO-4	MH-6	MH-7	0.431
CO-5	MH-7	MH-8	0.154
CO-6	MH-8	MH-21	0.154
CO-7	MH-21	MH-20	0.122
CO-8	MH-6	MH-9	0.308
CO-9	MH-9	MH-20	0.308
CO-10	MH-5	MH-10	0.191
CO-11	MH-11	MH-10	0.253
CO-12	MH-10	MH-19	0.191
CO-13	MH-20	MH-19	0.207
CO-14	MH-19	MH-18	0.279
CO-15	MH-20	MH-22	0.375
CO-16	MH-22	MH-23	0.341
CO-17	MH-23	MH-24	0.341
CO-18	MH-22	MH-37	0.388
CO-19	MH-37	MH-40	0.107
CO-20	MH-40	MH-46	0.107
CO-21	MH-46	MH-45	0.263
CO-22	MH-37	MH-36	0.131
CO-23	MH-36	MH-35	0.312
CO-24	MH-36	MH-41	0.428
CO-25	MH-41	MH-45	0.428

CO-26	MH-45	MH-44	0.395
CO-27	MH-4	MH-3	0.323
CO-28	MH-3	MH-2	0.230
CO-29	MH-2	MH-13	0.037
CO-30	MH-4	MH-11	0.076
CO-31	MH-11	MH-12	0.355
CO-32	MH-12	MH-13	0.355
CO-33	MH-13	MH-16	0.051
CO-34	MH-11	MH-18	0.074
CO-35	MH-18	MH-17	0.377
CO-36	MH-29	MH-14	0.051
CO-37	MH-14	MH-15	0.272
CO-38	MH-15	MH-16	0.297
CO-39	MH-18	MH-24	0.103
CO-40	MH-24	MH-25	0.194
CO-41	MH-17	MH-38	0.051
CO-42	MH-27	MH-26	0.276
CO-43	MH-28	MH-27	0.363
CO-44	MH-16	MH-17	0.248
CO-45	MH-30	MH-31	0.154
CO-46	MH-32	MH-33	0.138
CO-47	MH-26	MH-39	0.051
CO-48	MH-33	MH-34	0.126
CO-49	MH-24*	MH-35	0.103
CO-50	MH-35	MH-42	0.642
CO-51	MH-42	MH-44	0.642
CO-52	MH-43	MH-44	0.315
CO-53	MH-44	MH-49	0.184
CO-54	MH-50	MH-49	0.474
CO-55	MH-47	MH-48	0.381
CO-56	MH-48	MH-49	0.667
CO-57	MH-49	MH-51	0.111
CO-58	MH-54	MH-53	0.414
CO-59	MH-52	MH-53	1.138
CO-60	MH-53	MH-55	0.251
CO-61	MH-25	MH-26	0.194
CO-62	MH-38	MH-26	0.051
CO-63	MH-29	MH-30	0.051
CO-64	MH-29	MH-28	0.309
CO-65	MH-31	MH-32	0.182
CO-66	MH-39	MH-33	0.051
CO-67	MH-34	MH-35	0.126
CO-68	MH-51	MH-53	0.100
TOTAL ÁREA (ha)			17.58



2.2.6 Recomendaciones para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario

2.2.6.1 Diámetro interno mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para las tuberías, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200mm con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos al sistema. (EMAAP, 2009)

2.2.6.2 Velocidad mínima, máxima y de autolimpieza

La velocidad de flujo de las tuberías de alcantarillado en el sistema de aguas residuales es fundamental en los proyectos de alcantarillado y debe controlarse por dos razones fundamentales:

- Si la velocidad es demasiado baja, los sólidos se depositarán en la tubería, lo que provocará obstrucciones y daños en las tuberías, así como la acumulación de sulfuro de hidrógeno en el líquido.
- Las velocidades altas provocan erosión del material.

La velocidad mínima de flujo del líquido en las tuberías colectoras del alcantarillado no debe ser inferior a 0,45 m/s para garantizar la autolimpieza.

Tabla 6 Velocidades máximas admisibles en tuberías

VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN TUBERÍAS	
MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
Hormigón simple:	
- Con uniones de mortero	4
- Con uniones de neopreno para nivel	3.5 – 4
Asbesto Cemento	4.5 – 5
Plástico	4.5

2.2.6.3 Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases adecuadas. (EMAAP, 2009)

2.2.6.4 Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible es aquella para el cual se tenga una velocidad máxima real. (EMAAP, 2009)

2.2.6.5 Profundidad hidráulica máxima

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro real de éste. (EMAAP, 2009)

2.2.6.6 Profundidad mínima a la cota clave

Las redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que puedan experimentar. (EMAAP, 2009). Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de las tuberías se definen en la siguiente tabla:

Tabla 7 Profundidad mínima de tuberías

Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector
Vías peatonales o zonas verdes	1.50
Vías vehiculares	1.50

2.2.6.7 Profundidad máxima a la cota de la clave de la tubería

En general la máxima profundidad de las tuberías es del orden de 5m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y tuberías durante y después de su construcción. (EMAAP, 2009)

2.2.6.8 Tuberías

El tipo de tubería y el sistema de unión, será tubería de PVC con unión de campana con anillo elastomérico, la misma que garantiza hermeticidad y flexibilidad en las uniones, con el objetivo de proteger alguna infiltración o exfiltración, mismas que ocasionan daños ambientales.

2.2.6.9 Pozos

Las tuberías deben ser accesibles para su mantenimiento a través de cámaras de inspección. Estas cámaras deben permitir la ventilación adecuada que requiere el sistema.

Los pozos deberán ubicarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- En cualquier cambio de dirección o pendiente, diámetro o material de la tubería.
- En todas las intersecciones de tuberías.
- Al inicio de todas las tuberías.
- Las cubiertas deben soportar las condiciones de instalación previstas, especialmente en carreteras.
- Las dimensiones de las cámaras son de 1,20 m x 1,20 m y su profundidad es la requerida.

- **Cota de Terreno de los pozos.**

Tabla 8 Cota de Terreno de los Pozos

POZOS	COTA
MH-1	62.950
MH-2	58.111
MH-3	61.493
MH-4	62.408
MH-5	61.837
MH-6	60.091
MH-7	59.697
MH-8	59.031
MH-9	58.781
MH-10	58.657
MH-11	59.785
MH-12	60.346
MH-13	59.772
MH-14	57.869
MH-15	60.445
MH-16	59.299
MH-17	58.800

MH-18	58.645
MH-19	58.349
MH-20	58.634
MH-21	57.368
MH-22	58.59
MH-23	57.578
MH-24	57.041
MH-25	56.900
MH-26	56.600
MH-27	58.027
MH-28	60.586
MH-29	61.06
MH-30	58.095
MH-31	59.581
MH-32	56.782
MH-33	54.034
MH-34	54.806
MH-35	55.601
MH-36	56.956
MH-37	57.039
MH-38	58.15
MH-39	55.446
MH-40	54.918
MH-41	55.568
MH-42	55.372
MH-43	51.257
MH-44	53.78
MH-45	54.613
MH-46	53.636
MH-47	54.184
MH-48	53.996
MH-49	53.53
MH-50	54.022
MH-51	53.39
MH-52	49.124
MH-53	51.012
MH-54	53.928
MH-55	45.311
OUT-1	44.205

- Cota de Terreno de los pozos



2.2.6.10 Distancia entre pozos

La distancia máxima entre los pozos de revisión de diámetro menor a 350mm será de 100m; para diámetros entre 400 mm y 800 mm será de 150 m; y, para diámetros mayores que 800 mm tendrá una distancia de 200mm. (Erique, 2023)

Para todos los diámetros de colectores se pueden colocar pozos a mayores distancias dependiendo de las características topográficas y urbanas del proyecto.

A continuación en la siguiente tabla se muestra la correspondiente longitud de los tramos:

Tabla 9 Características de los tramos de tuberías

TRAMO	POZO INICIAL	POZO FINAL	LONGITUD
CO-1	MH-1	MH-4	36.61
CO-2	MH-4	MH-5	65.25
CO-3	MH-5	MH-6	70.05
CO-4	MH-6	MH-7	68.38
CO-5	MH-7	MH-8	66.70
CO-6	MH-8	MH-21	67.47
CO-7	MH-21	MH-20	68.00
CO-8	MH-6	MH-9	66.88
CO-9	MH-9	MH-20	66.97
CO-10	MH-5	MH-10	67.45
CO-11	MH-11	MH-10	66.80
CO-12	MH-10	MH-19	67.54
CO-13	MH-20	MH-19	70.50
CO-14	MH-19	MH-18	71.57
CO-15	MH-20	MH-22	77.65
CO-16	MH-22	MH-23	67.66
CO-17	MH-23	MH-24	73.95
CO-18	MH-22	MH-37	77.16
CO-19	MH-37	MH-40	76.30
CO-20	MH-40	MH-46	75.22
CO-21	MH-46	MH-45	42.83
CO-22	MH-37	MH-36	46.67
CO-23	MH-36	MH-35	93.44
CO-24	MH-36	MH-41	97.57
CO-25	MH-41	MH-45	93.87
CO-26	MH-45	MH-44	94.91
CO-27	MH-4	MH-3	70.11
CO-28	MH-3	MH-2	69.47

CO-29	MH-2	MH-13	76.25
CO-30	MH-4	MH-11	75.96
CO-31	MH-11	MH-12	72.48
CO-32	MH-12	MH-13	68.32
CO-33	MH-13	MH-16	68.34
CO-34	MH-11	MH-18	68.55
CO-35	MH-18	MH-17	87.36
CO-36	MH-29	MH-14	77.41
CO-37	MH-14	MH-15	63.84
CO-38	MH-15	MH-16	61.12
CO-39	MH-18	MH-24	77.34
CO-40	MH-24	MH-25	52.12
CO-41	MH-17	MH-38	39.91
CO-42	MH-27	MH-26	63.94
CO-43	MH-28	MH-27	61.88
CO-44	MH-16	MH-17	63.94
CO-45	MH-30	MH-31	54.09
CO-46	MH-32	MH-33	79.01
CO-47	MH-26	MH-39	90.19
CO-48	MH-33	MH-34	68.76
CO-49	MH-24	MH-35	93.34
CO-50	MH-35	MH-42	79.87
CO-51	MH-42	MH-44	79.05
CO-52	MH-43	MH-44	85.00
CO-53	MH-44	MH-49	99.71
CO-54	MH-50	MH-49	73.87
CO-55	MH-47	MH-48	45.75
CO-56	MH-48	MH-49	99.00
CO-57	MH-49	MH-51	54.10
CO-58	MH-54	MH-53	58.08
CO-59	MH-52	MH-53	100.00
CO-60	MH-53	MH-55	86.75
CO-61	MH-25	MH-26	91.81
CO-62	MH-38	MH-26	96.45
CO-63	MH-29	MH-30	74.04
CO-64	MH-29	MH-28	48.3
CO-65	MH-31	MH-32	56.31
CO-66	MH-39	MH-33	65.44
CO-67	MH-34	MH-35	51.03
CO-68	MH-51	MH-53	52.08
CO-69	MH-55	0-1	72.06
TOTAL LONGITUD DE LOS TRAMOS			4909.83

2.2.6.11 Caudal de Aporte Doméstico (Q_D)

Un sistema de aguas residuales está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales, pero para este diseño tomaremos en cuenta solo aguas residuales domésticas, por tratarse de una urbanización privada.

El aporte doméstico (Q_D) está dado por las expresiones:

$$Q_D = \frac{C \times D \times A_{rd} \times R}{86400} \quad \text{ó} \quad Q_D = \frac{C \times P \times R}{86400} \left[\frac{Lt}{Seg} \right]$$

Dónde:

Q_D = Caudal del aporte doméstico [Lt/seg]

C = Consumo medio diario por habitante [Lt/hab-día]

D = Densidad de población futura (hab/ha)

A_{rd} = Área residencial bruta de drenaje sanitario [ha]

P = Población

R = Coeficiente de retorno

- Estimación de C

Corresponde a la oferta neta de agua per cápita, es decir, la cantidad de agua que un consumidor realmente recibe para satisfacer sus necesidades. (EMAAP, 2009). Su valor numérico es la dotación de diseño y se considera 150 Lt/hab-día.

- Estimación de P

La población servida puede ser estimada como el producto de la densidad de la población (D) y el área residencial bruta acumulada de drenaje sanitario. Esta área debe incluir las zonas recreacionales. Esta forma de estimación es válida donde esté definida la densidad de población. Alternativamente, P puede ser estimada a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda. (EMAAP, 2009)

- Estimación de R

El factor de retorno es la proporción del agua doméstica utilizada (entrada neta) que se entrega como aguas residuales al sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales. Su estimación debe basarse en el análisis de datos locales existentes o mediciones de campo. Cuando estos datos no estén disponibles o sean muy limitados, se pueden utilizar como guía los rangos de valores R descritos en la siguiente tabla:

Tabla 10 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficientes de retorno
Bajo y medio	0.7 – 0.8
Medio alto y alto	0.8 – 0.85

2.2.6.12 Caudal de Conexiones erradas

Se toman en consideración los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, que provienen de conexiones de bajantes de techos y áreas verdes. En la siguiente tabla se observan los valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso de que haya un sistema de acaparamiento y evacuación de aguas lluvias y también otra tabla en el caso de que no exista dicho sistema.

Tabla 11 Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (Lt/seg ha)
Bajo y medio	0.2
Medio alto y alto	0.1

Tabla 12 Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (Lt/seg ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto	2

2.2.6.13 Caudal de Aguas de Infiltración (Q_{inf})

La infiltración de aguas subterráneas en los sistemas de alcantarillado sanitario es inevitable. El agua subterránea entra al sistema principalmente a través de grietas en las tuberías, juntas deficientes, juntas de tuberías en pozos de inspección y otras estructuras.

La estimación deberá realizarse, cuando sea posible, con base en mediciones de caudal del sistema en los momentos en que el consumo de agua es más bajo, y tomando en cuenta las propiedades y permeabilidad del suelo, la topografía del área y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de las precipitaciones, y la variación del nivel freático en relación con las elevaciones de la tubería principal, entre otras recomendaciones. El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración. (INEN, 1997)

En la siguiente tabla se muestra la categoría de infiltración de acuerdo a las características de topografía, suelos, niveles freáticos y precipitaciones:

Tabla 13 Categorización de los niveles de infiltración

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (l/s – ha)	Infiltración media (l/s – ha)	Infiltración baja (l/s – ha)
Bajo y medio	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2
Medio alto y alto	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05– 0.2

Las normas ecuatorianas establecen que, para sistemas de alcantarillado con juntas resistentes a la infiltración, el caudal de infiltración será determinado por la expresión a continuación:

$$Q_{inf} = f \times L$$

Dónde:

F= caudal de infiltración en función del diámetro.

L= longitud de total de tramos (m)

2.2.6.14 Caudal Máximo Horario (Q_{MH})

El caudal máximo horario es la base para constituir el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de acaparamiento y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo, se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F . (Rivadeneira, 2016)

$$Q_{MH} = F \times Q_{MDf}$$

2.2.6.15 Factor de Mayoración F

El factor de aumento se utiliza para calcular el caudal máximo horario a partir del caudal medio diario. Considera los cambios en el consumo de agua de la población.

Este factor está directamente relacionado con la población; es decir, a medida que aumenta el número de habitantes, disminuye. Esto se debe a que el uso del agua se vuelve cada vez más heterogéneo y los colectores ayudan a amortiguar los caudales.

En este proyecto, analizaremos la fórmula de Babbitt para calcular el factor de aumento.

$$F = \frac{5}{p^{0.2}}$$

El valor de F debe ser mayor o igual a 1.4, mismo que debe calcularse tramo por tramo en relación con el crecimiento progresivo de población y caudal.

2.2.6.16 Caudal de Aguas Ilícitas (Q_i)

En este proyecto indica la cantidad de aguas lluvias que ingresan a la red sanitaria que provienen de los patios interiores de las viviendas para evitar inundaciones. Las aguas de lluvia de las cubiertas, de las vías y de los espacios públicos serán evacuadas hacia los cuerpos receptores mediante el escurrimiento superficial por las calles. (Rivadeneira, 2016)

2.2.6.17 Caudal de diseño (Q_{DIS})

Finalmente, el caudal de diseño lo conformará la suma de los caudales de aporte doméstico afectado por el coeficiente de mayoración, caudal de infiltración y caudal de aguas ilícitas, mediante la siguiente expresión:

$$Q_{DIS} = F \times Q_D + Q_{inf} + Q_i$$

2.3 PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.3.1 Flujos en tuberías a sección llena

En el diseño de conductos, se utilizan tablas, nomogramas y programas de computadoras, los mismos están basados en fórmula de Manning y relacionan las pendientes, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena.

2.3.1.1 Ecuación de Manning para secciones circulares llenas

Esta ecuación es la de más frecuente uso en el flujo de canales abiertos y ampliamente utilizadas para el cálculo de alcantarillado, para el caso en análisis del comportamiento de canales abiertos será esta ecuación la que aplicaremos. (Ingeniería, 2017)

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

Donde:

S= Pendiente (m/m)

Rh= Radio hidráulico (m)

N= Coeficiente de rugosidad de Manning.

Tabla 14 Coeficientes de rugosidad

Materiales	Coeficientes n
<i>Tubos de PVC y abesto cemento</i>	0.010
<i>Tubos de hierro fundido</i>	0.013
<i>Tubos de metal corrugado</i>	0.021

- **Flujos en tuberías a sección parcialmente llena**

Se debe destacar que la sección normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, de la sección parcialmente llena, con una superficies de agua libre y en contacto con el aire. Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características del flujo a sección y parcialmente llena.

2.4 DISEÑO DE LA RED SANITARIA

2.4.1 Información inicial para el trazado

- **Período de diseño**

Tomando en cuenta de los valores recomendados, para este proyecto de alcantarillado de la Urbanización Costa Real se selecciona un período de diseño de 20 años, teniendo en cuenta el tipo de material a emplearse en el proyecto, que en este caso usaremos tubería PVC debido a su facilidad y rapidez en la instalación, material económico, alta capacidad hidráulica, variedad en accesorios, hermeticidad segura.

- **Población de diseño**

La población para la Urbanización “Costa Real” es de 842 habitantes según el Censo 2022.

$$Pf = 842(1 + 0.02)^{20} = 1251.16$$

Urbanización Costa Real= 1251 habitantes.

- **Densidad poblacional**

Para determinar la densidad población se realiza el siguiente cálculo:

$$Densidad = \frac{1251}{17.58 HA} = 71.16 \approx 72 \text{ hab/ha}$$

Los resultados obtenidos para la Urbanización Costa Real del Cantón Jaramijó presentan una densidad poblacional de 72 hab/ha, es decir que en la zona de influencia del proyecto hay alrededor de 72 habitantes por cada hectárea.

- **Dotación de agua potable**

Se adoptó como dotación para clima templado para este proyecto: 150 Lt/Hab x día.

- **Caudal de Aporte Doméstico**

El nivel de complejidad del proyecto a realizar es medio, por lo cual se ha estimado como 0.80 el coeficiente de retorno R, por lo tanto el valor numérico del aporte doméstico es:

$$Q_D = \frac{C \times P \times R}{86400} \left[\frac{Lt}{Seg} \right]$$

$$Q_D = \frac{150 \times 1251 \times 0.8}{86400} \left[\frac{Lt}{Seg} \right]$$

$$Q_D = 1.74 \text{ Lt/seg}$$

$$\text{Caudal de Aguas Servidas por habitante} = \frac{\text{coeficiente de retorno} \times D}{86400}$$

$$\text{Caudal de Aguas Servidas por habitante} = \frac{0.80 \times 150}{86400} = 0.0014 \text{ lts} \times \text{seg} \times \text{hab}$$

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{MH} = F \times Q_{MDf}$$

$$Q_{MH} = 5 \times 1.74 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{MH} = 8.7 \text{ Lt/seg}$$

- **Caudal de infiltración**

$$Q_{inf} = f \times L$$

$$Q_{inf} = 0.0010 \times 4909.83 \text{ ml}$$

$$Q_{inf} = 4.91 \text{ Lt/seg}$$

- **Caudal de aguas lluvias ilícitas (Q_i)**

El caudal de aguas ilícitas es muy difícil de determinar, sin embargo el Secretaría del Agua recomienda adoptar un valor entre 0.001 – 0.003 Lts/seg*hab. Para este proyecto se adoptará un valor igual a 0.002 lts/seg*hab.

$$Q_i = P \times Q_{ili}$$

$$Q_i = 1251 \times 0.002$$

$$Q_i = 2.502 \text{ l/seg}$$

- **Caudal de diseño (Q_{DIS})**

$$Q_{DIS} = Q_{MH} + Q_{inf} + Q_i$$

$$Q_{DIS} = 8.7 + 4.91 + 2.502$$

$$Q_{DIS} = 16.112 \text{ l/s}$$

- **Diseño Sanitario de la red por tramos**

DATOS

Aguas servidas = 0.0014 lts/seg*hab

Corte mínimo = 1.2 Metro

Aguas	0.0010	lts/seg*m
Infiltración		

Densidad poblacional = 72 Hab/Ha

Aguas Ilícitas = 0.0020 lts/seg*hab.

Rugosidad de la tubería = 0.010

[illegible]

[illegible]

2.5 CÁLCULO EN LA RED DEL SOFTWARE SEWER – CAD

SewerCAD es un programa que ofrece múltiples opciones al ingeniero que sea el encargado de diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, con la finalidad de facilitar al usuario y adaptarlo a sus respectivas condiciones, las normas que regirán el programa son las de la Secretaría del Agua.

Se procede a modelar el trazado.

2.5.1 *Ingreso de los datos.*

Al crear el prototipo se establecen las características físicas de las tuberías, cotas de pozo, formas de descarga, longitudes entre los pozos.

Para el trazado de estudio se ingresará la siguiente información preliminar:

Nombre del proyecto: Alcantarillado Sanitario de la Urbanización Costa Real.

- **Unidades:** Sistema Internacional (S.I)
- **Prototipos:** Se crea un solo prototipo para tuberías (Conduit) con las siguientes características:
- **Nombre:** PVC 200mm
- **Forma:** Circular
- **Material:** PVC
- **Diámetro:** 200mm

2.5.1.1 *Ingreso del Caudal de Diseño*

SewerCad tiene una herramienta como es Unit Sanitary (Dry Weather) Loads para ingresar las cargas sanitarias.

Seguido de haber ingresado las cargas se hace uso de la herramienta Sanitary Load Control Center. La carga sanitaria creada es la siguiente:

Tipo de carga: Basado en población

Nombre: Habitantes

Unidad de población: Percapita

Carga unitaria: 0.0014 l/s

2.5.1.2 Mayoración del caudal de diseño

Se debe diseñar el caudal de aguas residuales correspondiente a la tasa horaria máxima, mismo que representa al caudal de diseño ingresado con anterioridad modificado por un coeficiente de mayoración, en SewerCad este factor se denomina Extreme Flows.

De la misma manera que en las cargas sanitarias, este programa ofrece a los usuarios una librería interna que consta de las principales ecuaciones y tablas empleadas como:

- Babbitt Equation
- Daily Maximum
- Daily Minimum
- Extrem Minimum
- Federov's Equation
- Harmon Equation
- Peaking Factor (SI)
- Peaking factor (US)
- Ten State Equation

Para el estudio se empleará la ecuación de Babbitt, misma que está basada en la población.

2.5.1.3 Ingreso del caudal de aguas ilícitas

El caudal de aguas ilícitas se determina por la población correspondiente a cada Manhole, pero este caudal no se puede ingresar de la misma forma que el caudal de diseño, porque el programa lo interpreta como una nueva población, en cuyo caso se duplica y varía el factor de crecimiento.

Para esto Sewer Cad propone una herramienta para el ingreso del caudal de aguas ilícitas, mismo que se denomina **Inflow Control Center**.

2.5.1.4 Ingreso del caudal de aguas por infiltración

El ingreso de este caudal se lo realiza en las tablas generadas por los Conduit, donde encontramos las tres columnas: **Infiltration Load Type, Infiltration Load Unit e Infiltration Rate per Loading Unit**.

En la columna de Infiltration Load Type se realiza un global edit y en el campo Value se selecciona la opción Pipe Length para que el caudal sea en función de la longitud. Por consiguiente en la columna de Infiltration Load Unit se hace un Global edit para seleccionar la opción en metros (m). Por último en la columna de Infiltration Rate Per Loading Unit se realiza un global edit y se ingresa la cantidad de infiltración, en el caso del ejemplo, 0.0010 lts/seg x m

2.5.1.5 Restricciones en el diseño

Implementar un proyecto de diseño de alcantarillado en SewerCad requiere definir restricciones. Para ello, el programa cuenta con la ventana Default Constraint, donde se pueden definir los valores de las restricciones.

Al realizar un análisis de un sistema de alcantarillado, los valores especificados como restricciones indican, tras ejecutar el programa, qué partes de la tubería no cumplen los requisitos del diseñador.

Los valores que se ingresan son los que se muestran a continuación:

- Velocidad mínima: 0.45 m/s
- Velocidad máxima: 4.5 m/s
- Cobertura mínima: 1.20 m
- Cobertura máxima: 5 m
- Pendiente mínima: 0.003m/m
- Pendiente máxima: 0.300 m/m
- Relación de llenado: 85%

Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidad o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada.

2.5.1.6 Resultados y gráficas

Si no ocurre ningún problema mientras se validaron los datos ingresados, el programa realiza el cálculo, una vez culminado este el programa entrega reportes con los principales resultados obtenidos de la red tales como velocidades, presiones, caudal, cotas, etc.

Los resultados se muestran a continuación:

LABEL	STAR NODE	STOP NODE	LENGTH (m)	SLOPE CALCULATED(m/m)	SECTION TYPE	DIAMETER (mm)	MANNING'S	FLOW(L/s)	VELOCITY (m/s)	
CO-1	MH-1	MH-4	36.61	0.045	Circle	200	0.010	0.078	0.45	
CO-2	MH-4	MH-5	65.25	0.017	Circle	200	0.010	0.364	0.5	
CO-3	MH-5	MH-6	70.05	0.007	Circle	200	0.010	0.673	0.45	
CO-4	MH-6	MH-7	68.38	0.005	Circle	200	0.010	1.021	0.45	
CO-5	MH-7	MH-8	66.70	0.005	Circle	200	0.010	1.187	0.46	
CO-6	MH-8	MH-21	67.47	0.025	Circle	200	0.010	1.354	0.85	
CO-7	MH-21	MH-20	68.00	0.004	Circle	200	0.010	1.501	0.45	
CO-8	MH-6	MH-9	66.88	0.019	Circle	200	0.010	0.266	0.47	
CO-9	MH-9	MH-20	66.97	0.019	Circle	200	0.010	0.533	0.58	
CO-10	MH-5	MH-10	67.45	0.04	Circle	200	0.010	0.191	0.55	
CO-11	MH-11	MH-10	66.80	0.02	Circle	200	0.010	0.231	0.46	
CO-12	MH-10	MH-19	67.54	0.026	Circle	200	0.010	0.613	0.68	
CO-13	MH-19	MH-20	70.50	0.02	Circle	200	0.010	0.205	0.45	
CO-14	MH-18	MH-19	71.57	0.005	Circle	200	0.010	1.07	0.45	
CO-15	MH-20	MH-22	77.65	0.005	Circle	200	0.010	2.355	0.56	
CO-16	MH-23	MH-22	67.66	0.024	Circle	200	0.010	2.644	1.03	
CO-17	MH-24	MH-23	73.95	0.024	Circle	200	0.010	2.939	1.07	
CO-18	MH-22	MH-37	77.16	0.02	Circle	200	0.010	0.329	0.51	
CO-19	MH-37	MH-40	76.30	0.021	Circle	200	0.010	0.475	0.58	
CO-20	MH-40	MH-46	75.22	0.017	Circle	200	0.010	0.62	0.58	
CO-21	MH-46	MH-45	42.83	0.023	Circle	200	0.010	0.833	0.72	
CO-22	MH-37	MH-36	46.67	0.037	Circle	200	0.010	0.132	0.48	

CO-23	MH-35	MH-36	93.44	0.018	Circle	200	0.010	0.428	0.53
CO-24	MH-36	MH-41	97.57	0.015	Circle	200	0.010	0.375	0.48
CO-25	MH-41	MH-45	93.87	0.007	Circle	200	0.010	0.746	0.45
CO-26	MH-45	MH-44	94.91	0.014	Circle	200	0.010	1.93	0.78
CO-27	MH-4	MH-3	70.11	0.02	Circle	200	0.010	0.279	0.49
CO-28	MH-3	MH-2	69.47	0.026	Circle	200	0.010	0.498	0.63
CO-29	MH-2	MH-13	76.25	0.009	Circle	200	0.010	0.598	0.46
CO-30	MH-4	MH-11	75.96	0.033	Circle	200	0.010	0.125	0.45
CO-31	MH-11	MH-12	72.48	0.011	Circle	200	0.010	0.428	0.45
CO-32	MH-12	MH-13	68.32	0.008	Circle	200	0.010	0.726	0.48
CO-33	MH-13	MH-16	68.34	0.026	Circle	200	0.010	1.425	0.87
CO-34	MH-11	MH-18	68.55	0.05	Circle	200	0.010	0.117	0.52
CO-35	MH-18	MH-17	87.36	0.004	Circle	200	0.010	1.519	0.48
CO-36	MH-29	MH-14	77.41	0.041	Circle	200	0.010	0.11	0.47
CO-37	MH-15	MH-14	63.84	0.014	Circle	200	0.010	0.35	0.45
CO-38	MH-15	MH-16	61.12	0.021	Circle	200	0.010	0.604	0.63
CO-39	MH-18	MH-24	77.34	0.027	Circle	200	0.010	0.144	0.45
CO-40	MH-24	MH-25	52.12	0.004	Circle	200	0.010	3.261	0.57
CO-41	MH-17	MH-38	39.91	0.016	Circle	200	0.010	3.846	1.00
CO-42	MH-26	MH-27	63.94	0.081	Circle	200	0.010	0.789	1.09
CO-43	MH-27	MH-28	61.88	0.026	Circle	200	0.010	0.546	0.65
CO-44	MH-16	MH-17	63.94	0.011	Circle	200	0.010	2.254	0.74
CO-45	MH-30	MH-31	54.09	0.032	Circle	200	0.010	0.261	0.57
CO-46	MH-32	MH-33	79.01	0.028	Circle	200	0.010	0.603	0.69
CO-47	MH-26	MH-39	90.19	0.003	Circle	200	0.010	8.366	0.71
CO-48	MH-33	MH-34	68.76	0.003	Circle	200	0.010	9.2175	0.69

CO-49	MH-24*	MH-35	93.34	0.03	Circle	200	0.010	0.16	0.47
CO-50	MH-35	MH-42	79.87	0.003	Circle	200	0.010	10.4345	0.68
CO-51	MH-42	MH-44	79.05	0.02	Circle	200	0.010	10.9295	1.47
CO-52	MH-43	MH-44	85.00	0.015	Circle	200	0.010	0.289	0.45
CO-53	MH-44	MH-49	99.71	0.003	Circle	200	0.010	13.3675	0.72
CO-54	MH-50	MH-49	73.87	0.058	Circle	200	0.010	0.381	0.78
CO-55	MH-47	MH-48	45.75	0.018	Circle	200	0.010	0.293	0.48
CO-56	MH-48	MH-49	99	0.037	Circle	200	0.010	0.824	0.83
CO-57	MH-49	MH-51	54.10	0.003	Circle	200	0.010	14.6985	0.74
CO-58	MH-54	MH-53	58.08	0.099	Circle	200	0.010	0.326	0.89
CO-59	MH-52	MH-53	100.00	0.009	Circle	200	0.010	0.837	0.52
CO-60	MH-53	MH-55	86.75	0.046	Circle	200	0.010	16.2275	2.2
CO-61	MH-25	MH-26	91.81	0.003	Circle	200	0.010	3.479	0.55
CO-62	MH-38	MH-26	96.45	0.016	Circle	200	0.010	3.975	1
CO-63	MH-29	MH-30	74.04	0.045	Circle	200	0.010	0.107	0.49
CO-64	MH-28	MH-29	48.3	0.03	Circle	200	0.010	0.249	0.55
CO-65	MH-31	MH-32	56.31	0.025	Circle	200	0.010	0.435	0.6
CO-66	MH-39	MH-33	65.44	0.003	Circle	200	0.010	8.4645	0.69
CO-67	MH-34	MH-35	51.03	0.006	Circle	200	0.010	9.3505	0.9
CO-68	MH-51	MH-53	52.08	0.027	Circle	200	0.010	14.8155	1.76
CO-69	MH-55	0-1	72.06	0.015	Circle	200	0.010	16.2275	1.48

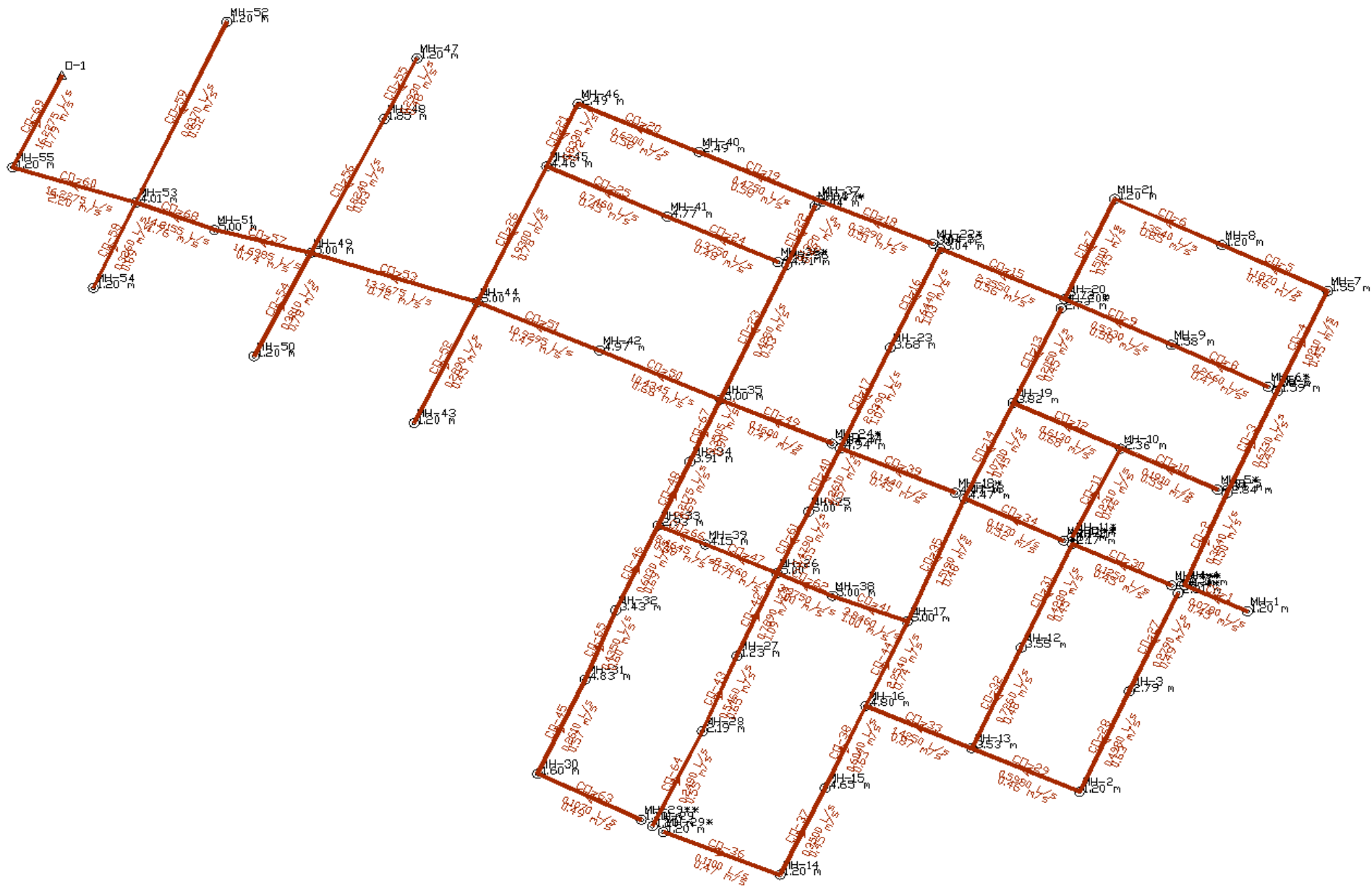
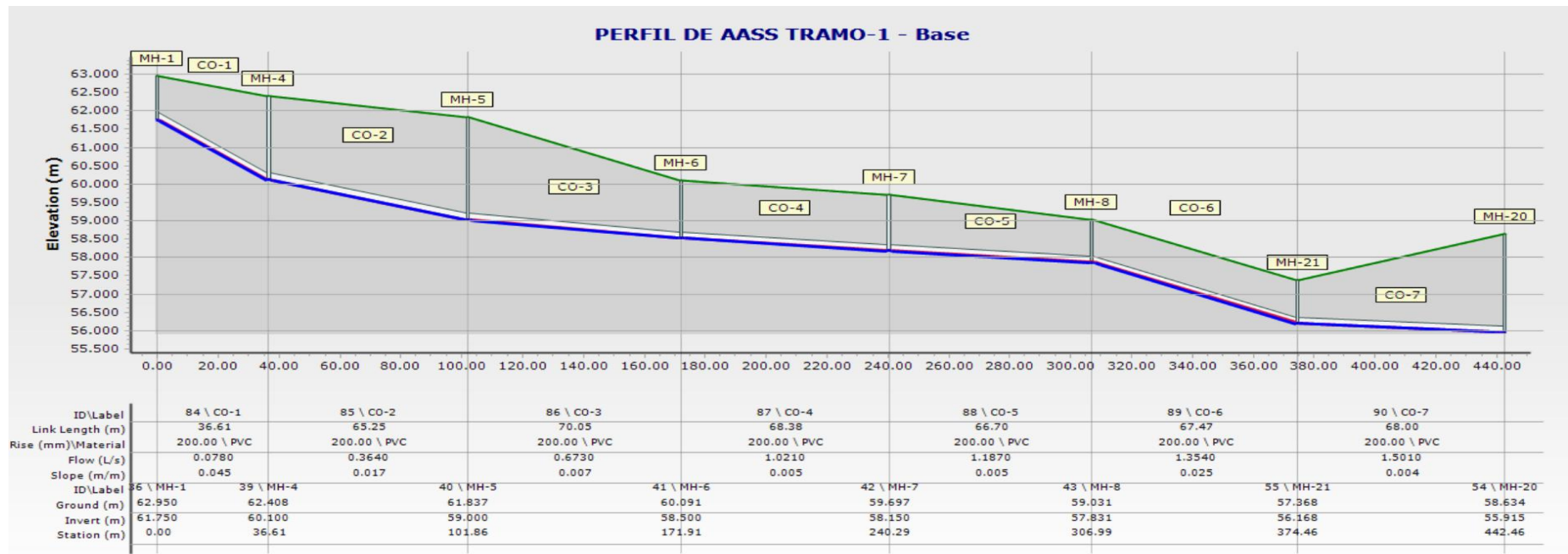
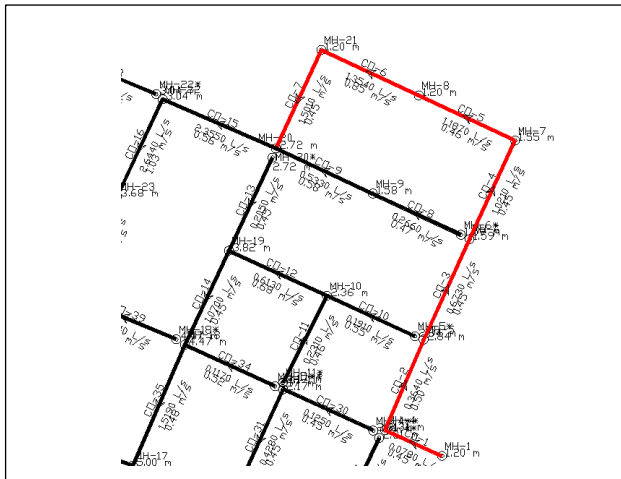


Ilustración 2 Modelación de Red de alcantarillado Urbanización Costa Real desde Sewer Cad

Fuente 2 La Autora



Fuente 3 La Autora

Ilustración 3 Perfil de AASS tramo - 1 de la Urbanización Costa Real



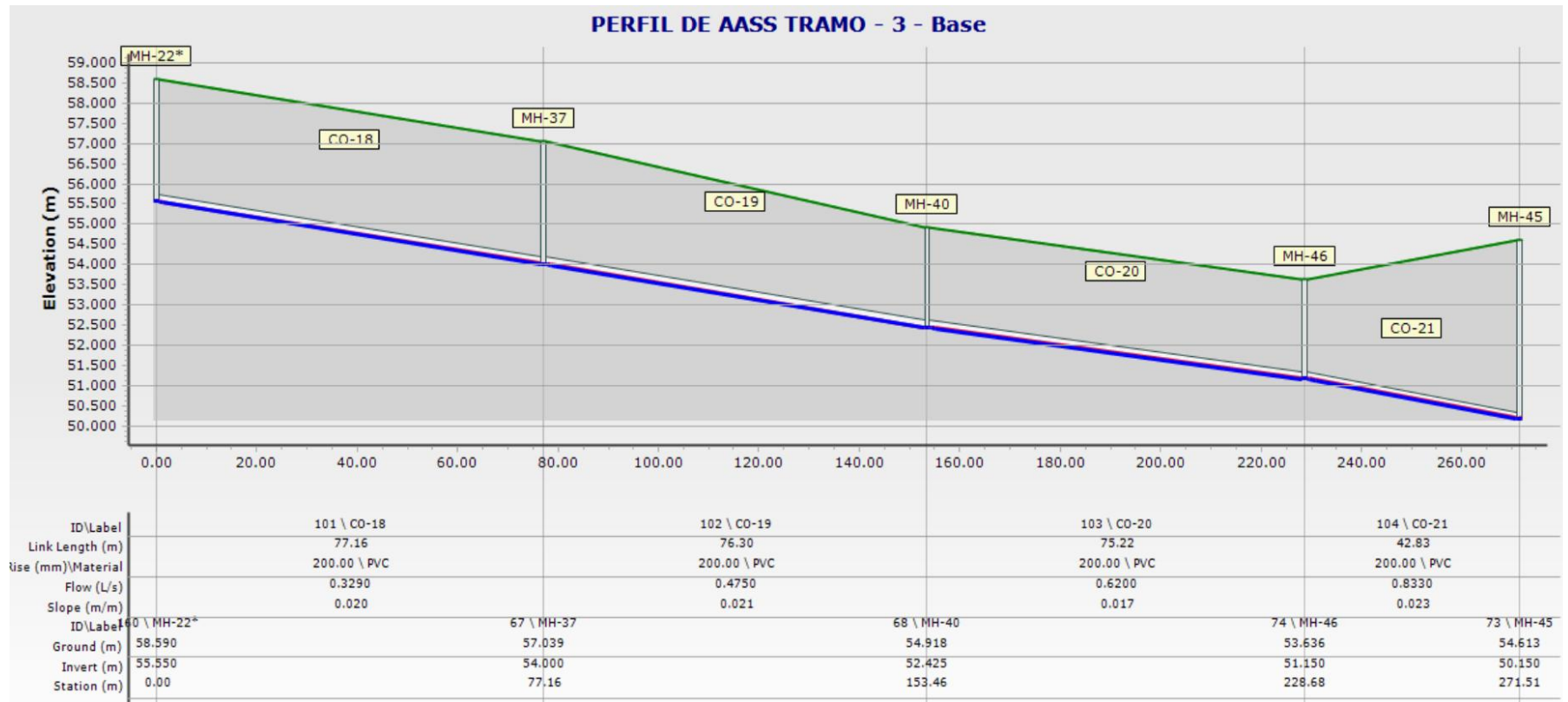
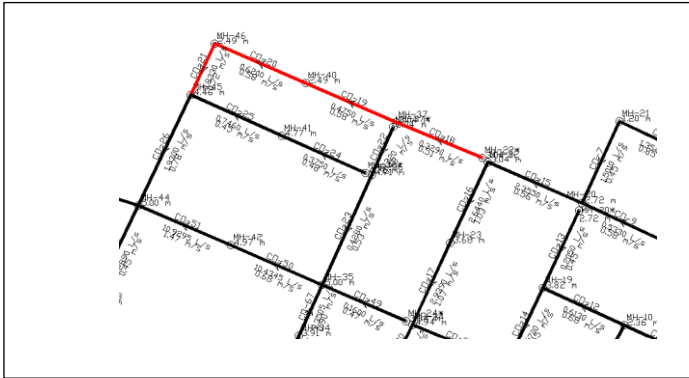


Ilustración 5 Perfil de AASS tramo - 3 de la Urbanización Costa Real

Fuente 5 La Autora

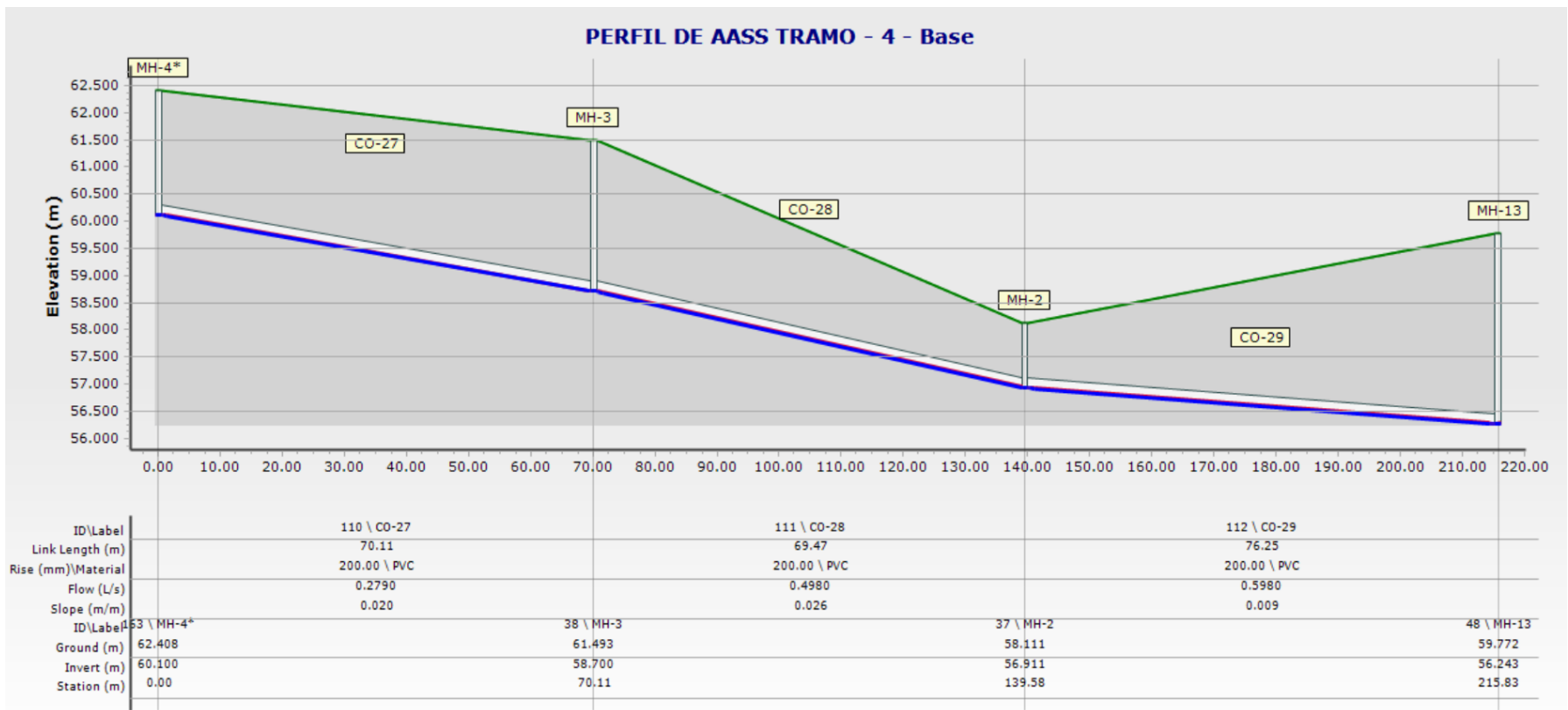
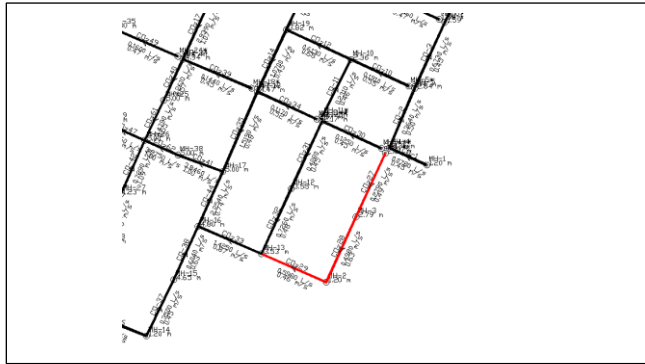


Ilustración 6 Perfil de AASS tramo - 4 de la Urbanización Costa Real

Fuente 6 La Autora

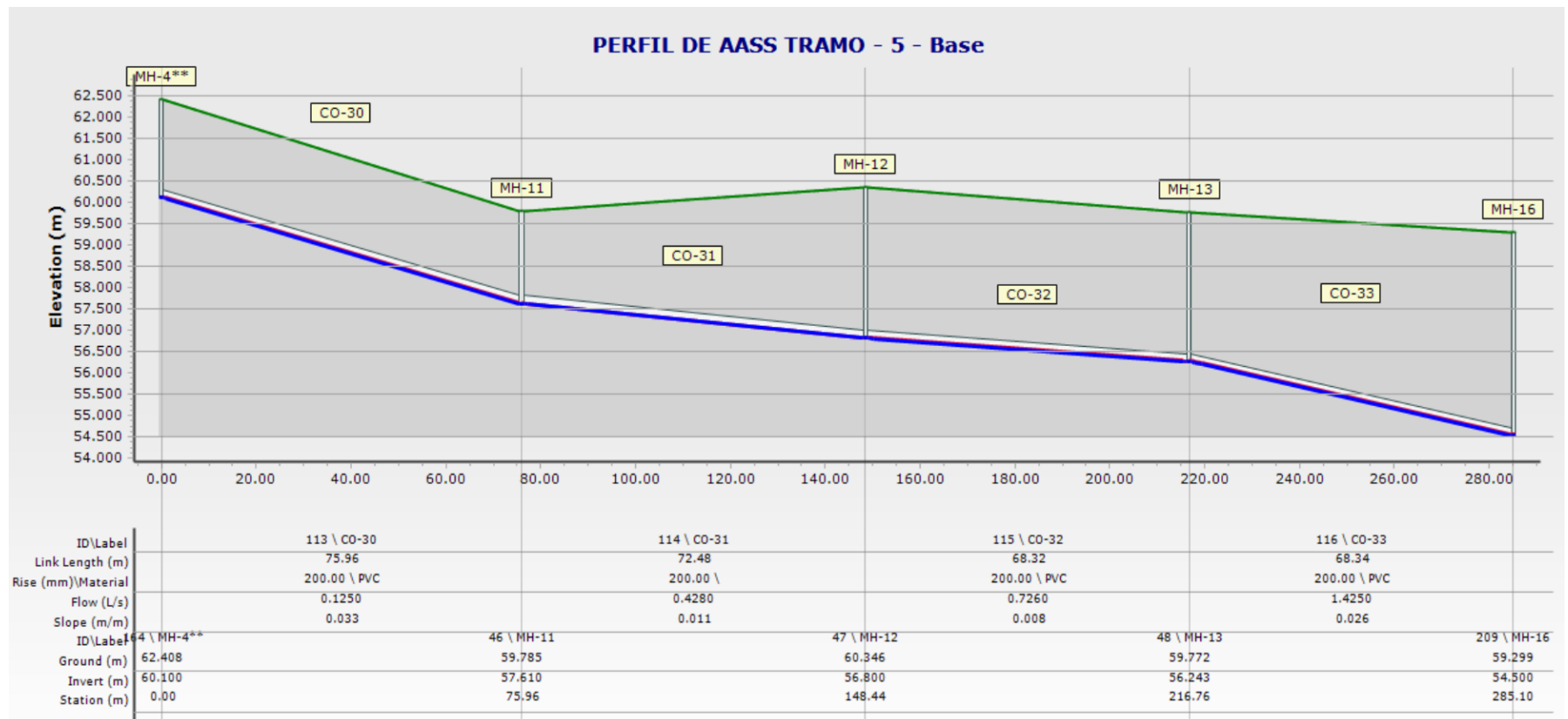
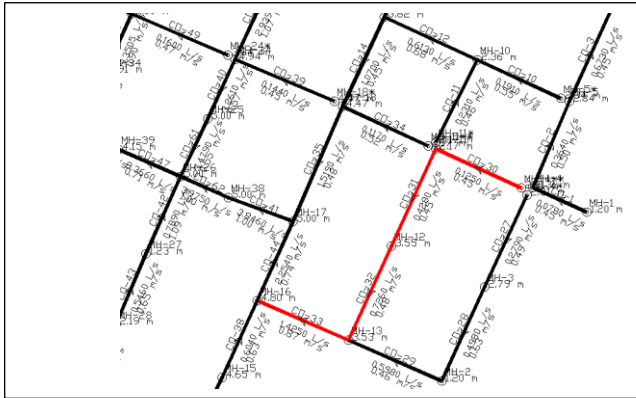


Ilustración 7 Perfil de AASS tramo - 5 de la Urbanización Costa Real

Fuente 7 La Autora

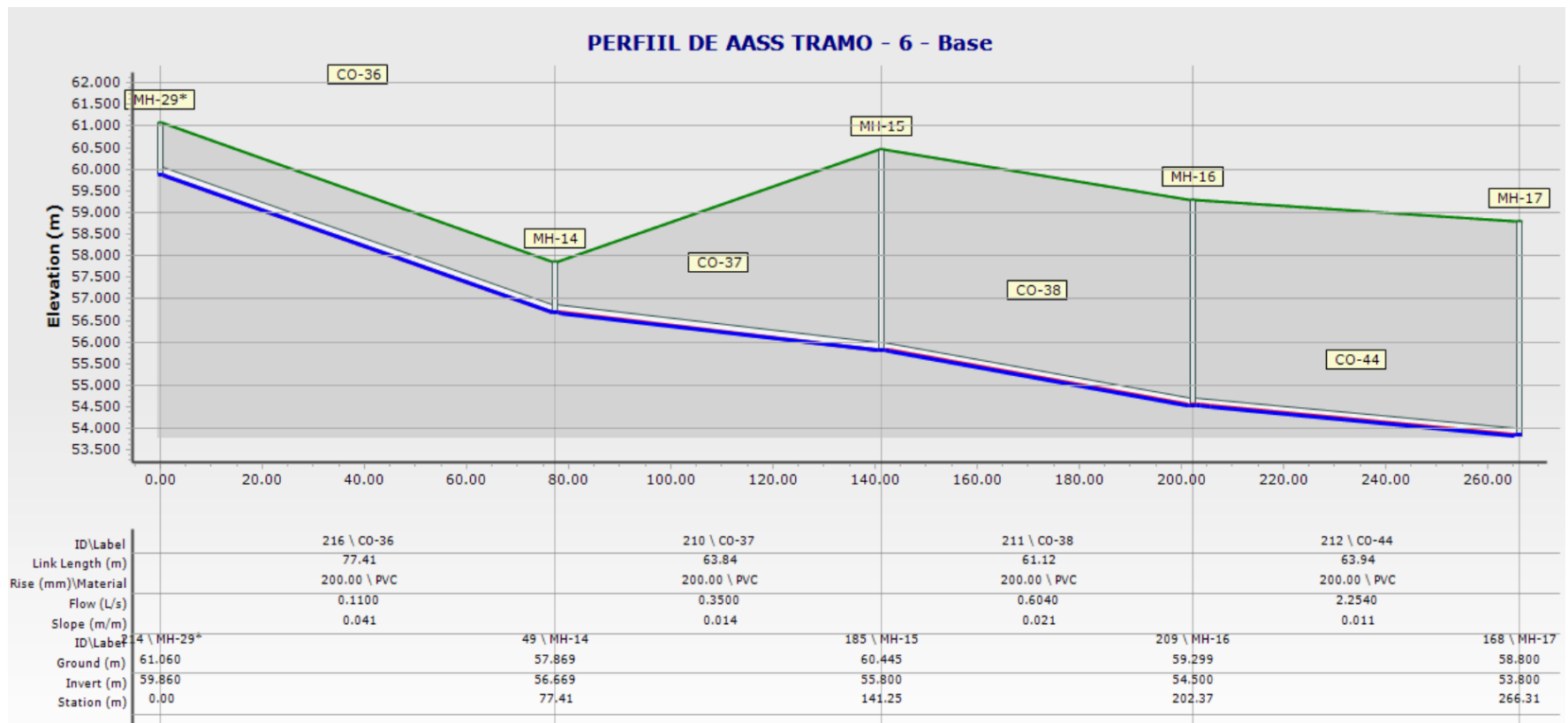


Ilustración 8 Perfil de AASS tramo - 6 de la Urbanización Costa Real

Fuente 8 La Autora

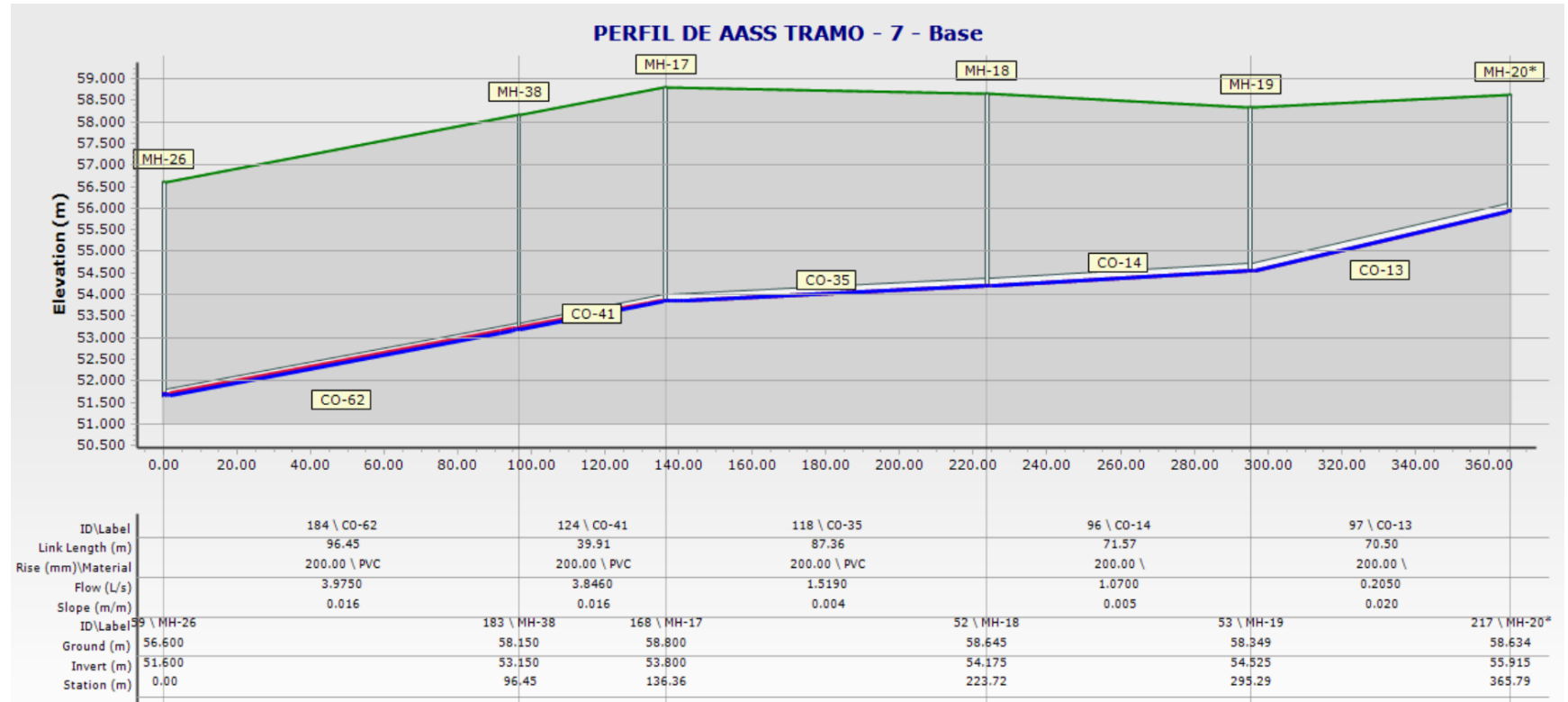
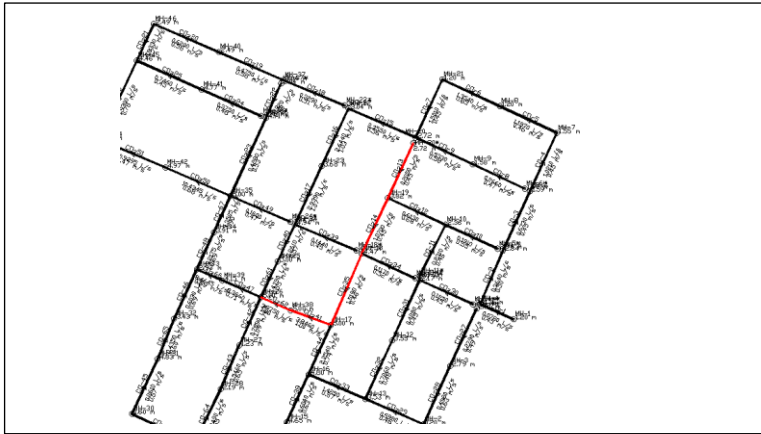


Ilustración 9 Perfil de AASS tramo - 7 de la Urbanización Costa Real

Fuente 9 La Autora

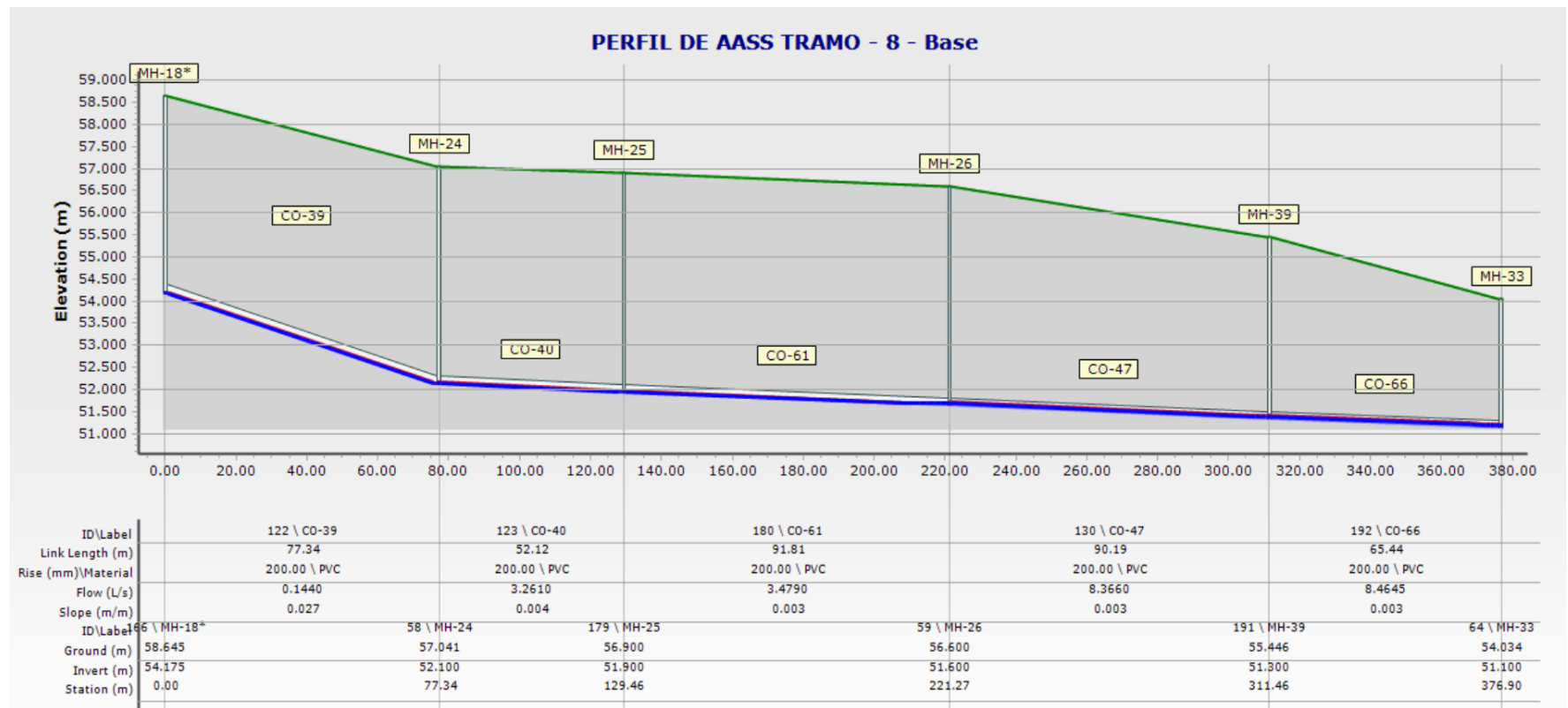
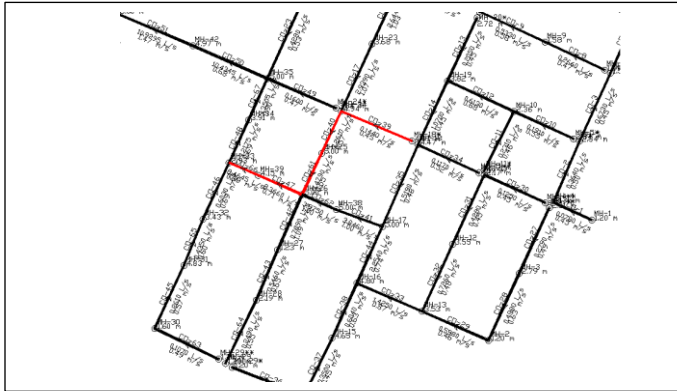
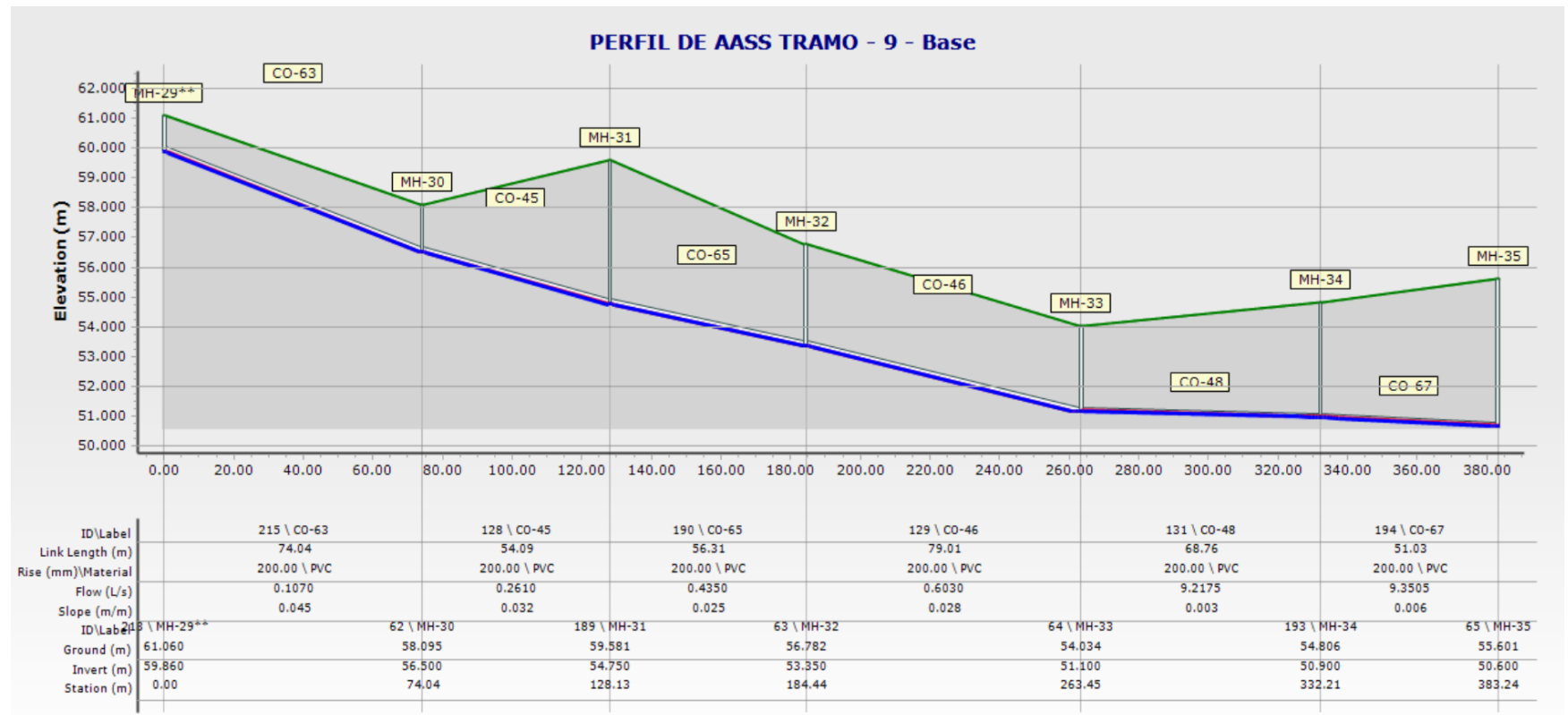
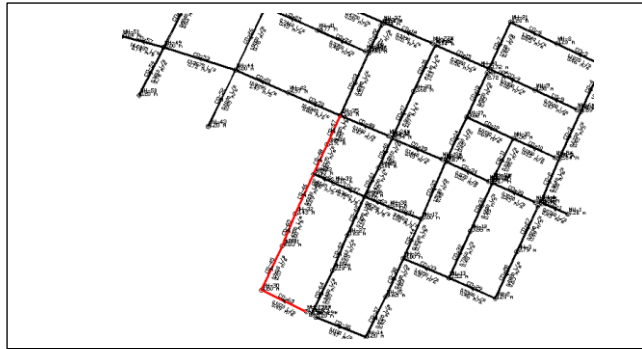


Ilustración 10 Perfil de AASS tramo - 8 de la Urbanización Costa Real

Fuente 10 La Autora



Fuente 11 Perfil de AASS tramo - 9 de la Urbanización Costa Real

Fuente 12 La Autora

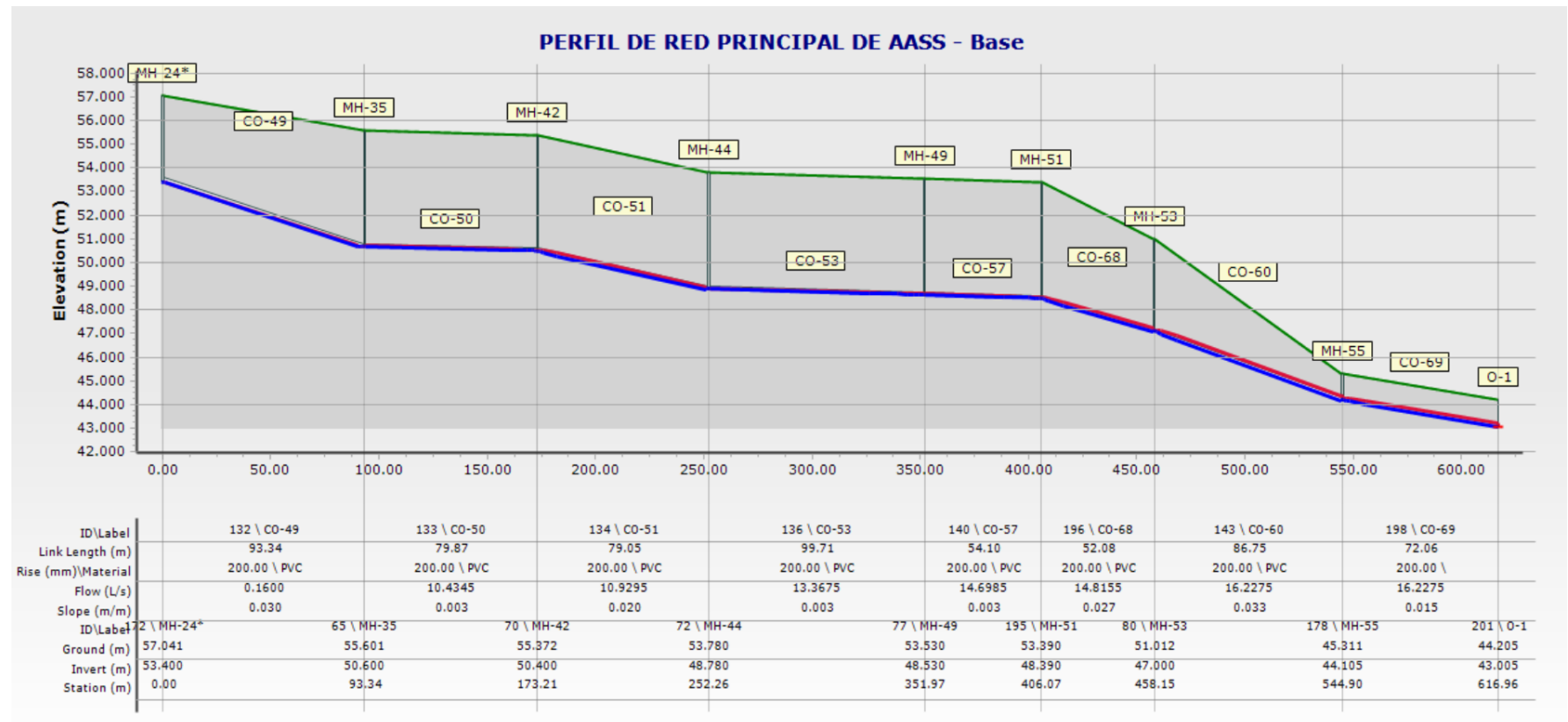
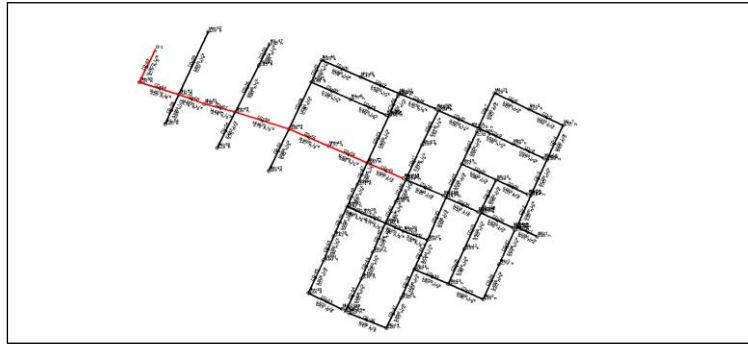


Ilustración 11 Perfil de Red Principal de AASS de la Urbanización Costa Real

Fuente 13 La Autora

CAPÍTULO III

3.1 TRATAMIENTO SANITARIO

El tratamiento de aguas residuales es un proceso multifacético, crucial para mantener la salud y la seguridad ambiental. El tratamiento comprende una secuencia de etapas, cada una con objetivos y métodos distintos para garantizar la eliminación eficaz de contaminantes. (AQUATECH, 2019)

3.1.1. Orígenes de las Aguas Residuales

Las aguas residuales son aquellas que resultan del uso doméstico o industrial. Se las llaman de esta manera, ya que el agua, después de este uso, constituye un residuo que no sirve para el usuario directamente, y se caracterizan generalmente por ser de color oscuro.

Estas aguas residuales requieren un proceso denominado "tratamiento de aguas residuales", que elimina los residuos físicos, biológicos y químicos del agua, generados por actividades humanas, tanto domésticas como industriales.

En muchos casos, estas aguas residuales se tratan in situ, pero se recomienda construir una red de alcantarillado para conducir las a un sistema de alcantarillado especializado donde se tratan.

Los tratamientos de los efluentes líquidos incluyen las siguientes categorías:

- Tratamiento Preliminar
- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario
- Tratamiento Terciario

3.1.2. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar tiene como finalidad eliminar sólidos gruesos de gran tamaño, algunos sólidos finos, aceites y grasas, mediante un sistema de desbaste, desarenado y desangrasado, con la finalidad de que reciban un tratamiento posterior sin perjudicar a los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías.

3.1.2.1 Cribado

Empleado para la retención de sólidos en suspensión de diferentes tamaños mediante la implementación de rejillas para evitar que puedan interferir con la operación de los procesos de tratamiento.

3.1.2.2 Desarenadores

El objetivo del desarenador es remover principalmente arenas y gravillas con el fin de evitar la producción de sedimentos en canales y tuberías, evitando la abrasión y desgaste en equipos mecánicos de la planta de tratamiento.

3.1.2.3 Desengrasado

La función de este proceso es la eliminación de las grasas, espumas o restos de materiales flotantes de menor densidad que el agua con el objetivo de permitir una correcta actividad biológica.

3.1.3. Tratamiento Primario

Su objetivo es eliminar los sólidos en suspensión y puede lograrse mediante sedimentación o flotación. Este método separa los sólidos en suspensión de las aguas residuales debido a la diferencia de densidad y peso entre las partículas suspendidas y el agua. De estos procesos, el más utilizado y el más adecuado para las características de las aguas residuales urbanas de pequeña escala es la sedimentación química o precipitación.

Las cifras de remoción alcanzadas en aguas residuales son del 60% aproximadamente en sólidos suspendidos y de 30% en la Demanda Bioquímica de Oxígeno. (Rojas, 2010)

3.1.3.1 Tanque Sedimentador

Tiene como objetivo eliminar sólidos suspendidos sedimentables por efecto de la gravedad depositándolos en el fondo del tanque formando depósitos de fango con la finalidad de reducir la carga en unidades de tratamiento biológico.

3.1.4. Tratamiento Secundario

Es el proceso biológico que emplea microorganismos (bacterias) para realizar la eliminación de contaminantes, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes.

3.1.4.1 Sistema Aerobio

Consiste en la acción de microorganismos en presencia de oxígeno para actuar sobre la materia orgánica e inorgánica, transformándola en gases y materia celular, requiriendo gran cantidad de energía donde posteriormente facilita la remoción mediante sedimentación.

3.1.4.2 Sistema Anaerobio

Sistema sin oxigenación para realizar actividades metabólicas a través de microorganismos aceptando gran cantidad de cargas orgánicas e hidráulicas mediante costos de operación baja debido al poco requerimiento de energía.

3.1.5 Tanque séptico

Un tanque séptico es una estructura similar a un tanque que sedimenta las aguas residuales domésticas, produciendo un líquido libre de sedimentos que puede penetrar fácilmente en el subsuelo y facilitar una mejor eliminación de las aguas residuales domésticas.

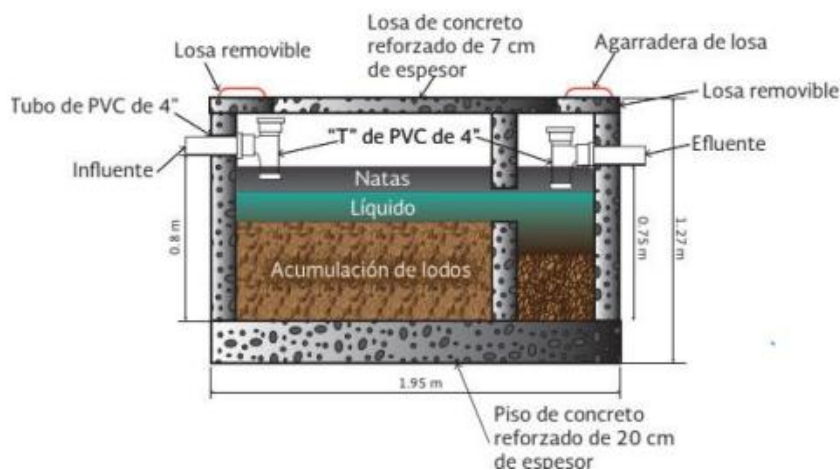


Ilustración 12 Esquema de tanque séptico

Los tanques sépticos tienen dos cámaras, la primera cámara se encarga de la decantación del material sedimentable que ingresa con las aguas residuales. Este material decantado se descompone en condiciones anaeróbicas, a través de microorganismos provenientes de estas aguas, disminuyendo el volumen de los sólidos y su fracción orgánica. La segunda cámara repite el proceso anterior, esto es la decantación del material en suspensión que pudo haber pasado de la primera cámara, con esto se asegura de que el agua no contenga ningún tipo de sedimentos y gases.

3.1.6 Tratamiento Terciario

El objetivo del postratamiento es lograr una calidad de las aguas residuales superior a la del tratamiento secundario, generalmente mediante filtración granular, filtración superficial o filtración por membranas. Este método elimina nutrientes, sustancias tóxicas, exceso de materia orgánica o cualquier sustancia presente en las aguas residuales que pueda considerarse peligrosa.

3.1.5.1 Tanque de Desinfección

Su finalidad es eliminar los patógenos que son subproductos del proceso de tratamiento y que no pudieron eliminarse completamente antes de ser liberados al organismo receptor.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO SANITARIO

Para el Tratamiento de Aguas Residuales de esta área de estudio se diseñará un Tanque Séptico con las dimensiones de acuerdo al caudal de agua de diseño calculado, con esto se evita el sobredimensionamiento y el exceso de espacio de construcción.

- **Tiempo de retención hidráulica:**

$$TR = 1.5 - 0.3 \times \log(Pf \times Q)$$

Donde:

TR = Tiempo promedio de retención en días

Pf = Población final (hab)

Q = Caudal de Diseño Sanitario (Lt/hab× día)

$$TR = 1.5 - 0.3 \times \log(1251 \times 16.227)$$

$$TR = 0.208 \text{ días}$$

$$TR = 4.992 \approx 5 \text{ horas}$$

La relación entre el largo y ancho del tanque será de 2 a 1 y la relación que habrá entre la cámara de digestión y la cámara de pulimento será de 2/3 y 1/3 del volumen del tanque respectivamente. Con estas medidas se mantendrá la estabilidad hidráulica del tanque y, además, el proceso de decantación tendrá una excelente eficiencia.

$$V = A \times h$$

Donde:

V = Volumen del tanque

A = Área del Tanque

h = Altura del tanque

$$V = a \times b \times h$$

Donde:

V = Volumen del tanque

a = Largo del Tanque

b = Ancho del Tanque

h = Altura del Tanque

Como se menciona anteriormente $a = 2b$

Reemplazando la ecuación:

$$V = 2b^2 \times h$$

En la ecuación despejamos el ancho:

$$b = \sqrt{\frac{V}{2 \times h}}$$

Después de tener todas las fórmulas para el dimensionamiento del tanque séptico, es importante seguir las siguientes normas de diseño:

- La profundidad mínima donde se retendrá el líquido en el tanque será de 1.20 metros.

$$h = h_1 + h_2$$

Donde:

h = Altura total del Tanque séptico

h_1 = Profundidad donde se ubicará las aguas negras

h_2 = Altura libre sobre el nivel del agua

• Cálculo del Sistema

Datos:

$Q = 16.227 \text{ lt/s}$

$TR = 5 \text{ h}$

$$Vol = Q \times TR$$

$$Vol = \frac{16.227l}{seg} \times 5h \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{3600seg}{1h} = 292.086m^3$$

$$h=1.50 \text{ m}$$

$$b = \sqrt{\frac{v}{2 \times h}} = \sqrt{\frac{292.086}{2 \times 1.5m}} = 9.867 \approx 9.90m$$

$$a = 2b = 2 \times 9.90m = 19.8m$$

$$a_{\text{sedimentador}} = \frac{2}{3} \times a = \frac{2}{3} \times 19.80m = 13.20m$$

$$a_{\text{digestión}} = \frac{1}{3} \times a = \frac{1}{3} \times 19.8m = 6.60m$$

Debido a que la tubería de llegada al tanque está a 1.20 más abajo del nivel del terreno, la altura del tanque será:

$$h = h1 + h2 = 1.50m + 1.20m = 2.70 \text{ mts.}$$

- **Dimensiones del Tanque Séptico**

- Profundidad donde se ubicarán las aguas negras = 1.50 m
- Altura libre sobre la rasante de la tubería a cota inicial del tanque= 1.20 m
- Profundidad total del Tanque Séptico = 2.70 m
- Ancho total del Tanque Séptico = 9.90m
- Longitud Total del Tanque Séptico = 19.80m
- Ancho de la Cámara de Sedimentación = 9.90
- Longitud de la Cámara de Sedimentación = 13.20

- Ancho de la Cámara de Digestión = 9.90
- Longitud de la Cámara de Digestión = 6.60m

3.3 DISEÑO DE LA CÁMARA FILTRANTE

3.3.1 Cámara filtrante

Es una estructura excavada en el suelo que permite la absorción del agua residual tratada hacia el subsuelo y debe ser construida a continuación del tanque séptico.

La cámara filtrante está compuesta por:

- Un hueco excavado en el suelo de entre 2 y 4 metros de profundidad.
- Una losa – tapa de hormigón armado de una sola pieza, posee un acceso para la limpieza en caso de colmatación excesiva.
- La parte inferior de la cámara no lleva revestimiento. Conviene colocar dos camadas de piedra 2 a 4 pulgadas de diámetro. Estas piedras tienen dos funciones: i) alrededor de ellas se forma una biopelícula anaeróbica que ayuda a mejorar un poco la depuración del agua, pero también, ii) evita que se succione la tierra o arena del suelo natural, cuando se produce la limpieza del pozo. (Magnus, 2018)

3.3.1.1 Funcionamiento de la cámara filtrante

La cámara filtrante tiene dos funciones: absorción y almacenamiento.

- La absorción es un fenómeno físico en el que un objeto permite que una sustancia incorporada a su propia estructura sea absorbida. En este caso, la cámara filtrante, el suelo, absorbe las aguas residuales tratadas y las dirige hacia abajo por la fuerza de la gravedad.
- El almacenamiento, es una función menor de una cámara de filtración, pero que gracias al interior hueco, permite el almacenamiento y la absorción lenta de las aguas residuales tratadas en el suelo.

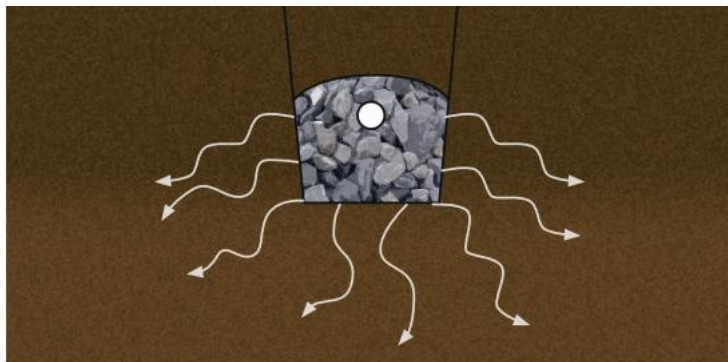


Ilustración 13 Detalle del fenómeno de infiltración

Fuente 14 Ministerio de Medio Ambiente y Agua

- **Dimensiones de la Cámara Filtrante**

Para este proyecto se procede a realizar el diseño en base a las siguientes dimensiones:

- Longitud de la Cámara filtrante = 4 m.
- Ancho de la Cámara Filtrante = 4 m.
- Profundidad de la Cáma Filtrante = 2.7 m.

Para cumplir con el proceso de infiltración en la parte inferior de la cámara filtrante se ubicarán dos camadas de piedra bola de 4 pulgadas de diámetro.

Se muestran en los anexos el plano 1 y 2 el detalle del tanque séptico y la cámara filtrante del proyecto.

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO						
RUBRO:		Limpieza de terreno				
DETALLE:		1.1	UNIDAD:	ml		
EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR						0.0364
RETROEXCAVADORA 75 HP		1	30	30	0.08	2.4
SUBTOTAL (M)						\$2.44
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
OPERADOR RETROEXCAVADORA		1	4.75	4.75	0.08	0.38
AYUDANTE		1	4.35	4.35	0.08	0.348
SUBTOTAL (N)						\$0.73
MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
				A	B	C=A*B
						0
SUBTOTAL (O)						0
TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
				A	B	C=A*B
						0
						0
SUBTOTAL (P)						0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				3.1644
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				0.7911
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.9555
		VALOR OFERTADO				3.96

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO						
RUBRO:	Replanteo y Nivelación del eje de la red sanitaria					
DETALLE:	2.1	UNIDAD:	ml			
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR		0	0		0.0266	
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	1	4.75	4.75	0.04	0.19	
SUBTOTAL (M)					\$0.217	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
TOPOGRAFO	1	4.75	4.75	0.04	0.19	
CADENERO	2	4.28	8.56	0.04	0.3424	
SUBTOTAL (N)					\$0.53	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
ESTACAS		UNIDAD	0.039	1.95	0.0761	
CLAVOS		Kg	0.007	2.13	0.0149	
SUBTOTAL (O)					\$0.09	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TRANSPORTE DE MADERA		U/Km	0.046	0.01	0.00046	
SUBTOTAL (P)					\$0.00	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				0.84046
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				0.2101
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.0506
		VALOR OFERTADO				1.05

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO					
RUBRO:	Excavación de zanjas maquinas				
DETALLE:	2.2	UNIDAD:	m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.0538
RETROEXCAVADORA 75 HP	1	30	30	0.08	2.4
SUBTOTAL (M)					\$2.45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
OPERADOR RETROEXCAVADORA	1	4.75	4.75	0.08	0.38
AYUDANTE	2	4.35	8.7	0.08	0.696
SUBTOTAL (N)					\$1.08
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0	
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0	
				0	
				0	
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			3.5298
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			0.8825
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.4123
		VALOR OFERTADO			4.41

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO					
RUBRO:	Reconformación de rasante para colocación de tubería				
DETALLE:	2.3		UNIDAD:	ml	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.0432
					0
SUBTOTAL (M)					\$0.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.05	0.226
ALBAÑIL	1	4.28	4.28	0.05	0.214
PEÓN	2	4.23	8.46	0.05	0.4230
SUBTOTAL (N)					\$0.86
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			0.9062
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			0.2266
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.1328
		VALOR OFERTADO			1.13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO					
RUBRO:	Relleno o cama de arena e=15 cm				
DETALLE:	2.4	UNIDAD:	m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.3822
PLANCHA VIBROAPISONADORA	0.6	6.26	3.756	0.6	2.2536
SUBTOTAL (M)					\$2.64
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
ALBAÑIL	1	4.28	4.28	0.6	2.568
PEÓN	2	4.23	8.46	0.6	5.076
SUBTOTAL (N)					\$7.64
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
ARENA		m3	0.11	13.5	1.485
SUBTOTAL (O)					1.485
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			11.7648
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			2.9412
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			14.7060
		VALOR OFERTADO			14.71

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO						
RUBRO:	Relleno compactado con material de sitio					
DETALLE:	2.5	UNIDAD:		m3		
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.2606	
VIBROCOMPACTADOR	1	3.2	3.2	0.4	1.28	
SUBTOTAL (M)					\$1.54	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.4	1.808	
ALBAÑIL	1	4.28	4.28	0.4	1.712	
PEÓN	1	4.23	4.23	0.4	1.692	
SUBTOTAL (N)					\$5.21	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
AGUA		m3	0.2	0.8	0.16	
SUBTOTAL (O)					0.16	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
					0	
SUBTOTAL (P)					0	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				6.9126
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				1.7282
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.6408
		VALOR OFERTADO				8.64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO						
RUBRO:	Desalojo					
DETALLE:	2.6	UNIDAD:		m3		
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.0418	
VOLQUETA	1	25	25	0.08	2	
SUBTOTAL (M)					\$2.04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
CHOFER VOLQUETA	1	6.22	6.22	0.08	0.4976	
PEÓN	1	4.23	4.23	0.08	0.3384	
SUBTOTAL (N)					\$0.84	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
SUBTOTAL (O)					0	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
					0	
SUBTOTAL (P)					0	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				2.8778
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				0.7195
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.5973
		VALOR OFERTADO				3.60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO						
RUBRO:	Sumin. e inst. tubería corrual 200mm					
DETALLE:	3.1	UNIDAD:	ml			
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.1702	
					0	
SUBTOTAL (M)					\$0.17	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
PLOMERO	2	4.28	8.56	0.2	1.712	
PEÓN	2	4.23	8.46	0.2	1.692	
SUBTOTAL (N)					\$3.40	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TUBERÍA PERFILADA 200 mm (6 Mt)		ml	1	11.67	11.67	
PEGANTES PARA TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC		Lt	0.01	10.8	0.108	
SUBTOTAL (O)					\$11.78	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
					0	
SUBTOTAL (P)					0	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				15.3522
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 19.00%				2.9169
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				18.2691
		VALOR OFERTADO				18.27

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, ALCANTARILLADO SANITARIO					
RUBRO:	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF				
DETALLE:	3.2	UNIDAD:	U		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.1909
					0
					0
SUBTOTAL (M)					\$0.19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
RESIDENTE DE OBRA	1	4.77	4.77	0.125	0.59625
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.125	0.565
CARPINTERO	1	4.28	4.28	0.125	0.535
ALBAÑIL	1	4.28	4.28	0.125	0.535
PEÓN	3	4.23	12.69	0.125	1.5863
SUBTOTAL (N)					\$3.82
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD		CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
TABLA DURA 21cm x 2cm x 2.90	m		35	3.98	139.3
ACERO DE REFUERZO F'C=4200 Kg/cm2	Kg		97	0.81	78.57
CEMENTO	Saco		14	8.1	109.704
CLAVOS	Kg		9.4	2.13	20.022
ARENA	m3		1.10	13.5	14.8557
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	Kg		5.64	0.9	5.076
AGUA	m3		0.38	0.8	0.3024
RIPIO	m3		1.90	12.6	23.998
TAPA DE POZO HF	UNIDAD		1	128.7	128.7
SUBTOTAL (O)					\$520.53
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD		CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
TRANSPORTE DE MADERA	U/Km		35	0.01	0.35
TRANSPORTE MATERIAL PÉTREO(4KM)	m3-km		3.01	0.21	0.63
TRANSPORTE DE CEMENTO	kg/km		13.54	0.066	0.89
SUBTOTAL (P)					\$1.87
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			526.4110
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 19.00%			100.0181
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			626.4291
		VALOR OFERTADO			626.43

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA TRATAMIENTO						
RUBRO:		Replanteo y Nivelación de estructura				
DETALLE:		4.1		UNIDAD:	m2	
EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR			0	0		0.0266
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA		1	4.75	4.75	0.04	0.19
				0		0
SUBTOTAL (M)						\$0.217
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
TOPOGRAFO		1	4.75	4.75	0.04	0.19
CADENERO		2	4.28	8.56	0.04	0.3424
SUBTOTAL (N)						\$0.53
MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
				A	B	C=A*B
ESTACAS			UNIDAD	0.039	1.95	0.0761
CLAVOS			Kg	0.007	2.13	0.0149
						0
SUBTOTAL (O)						\$0.09
TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
				A	B	C=A*B
TRANSPORTE MADERA			U/Km	0.046	0.01	0.00046
						0
SUBTOTAL (P)						\$0.00
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			0.84046
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			0.2101
			OTROS COSTOS INDIRECTOS			0
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.0506
			VALOR OFERTADO			1.05

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA TRATAMIENTO					
RUBRO:	Excavación de zanjas máquinas de estructura				
DETALLE:	4.2		UNIDAD:	m3	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.0529
RETROEXCAVADORA 75 HP	1	30	30	0.08	2.4
SUBTOTAL (M)					\$2.45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
OPERADOR RETROEXCAVADORA	1	4.52	4.52	0.08	0.3616
AYUDANTE	2	4.35	8.7	0.08	0.696
SUBTOTAL (N)					\$1.06
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			3.5105
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			0.8776
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.3881
		VALOR OFERTADO			4.39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA TRATAMIENTO					
RUBRO:	Desalojo				
DETALLE:	4.3	UNIDAD:		m3	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.0418
VOLQUETA	1	25	25	0.08	2
SUBTOTAL (M)					\$2.04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
CHOFER VOLQUETA	1	6.22	6.22	0.08	0.4976
PEÓN	1	4.23	4.23	0.08	0.3384
SUBTOTAL (N)					\$0.84
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
SUBTOTAL (O)					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			2.8778
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			0.7195
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.5973
		VALOR OFERTADO			3.60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO						
RUBRO:	Relleno compactado con material de sitio					
DETALLE:	4.4	UNIDAD:		m3		
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.2606	
VIBROCOMPACTADOR	1	3.2	3.2	0.4	1.28	
SUBTOTAL (M)					\$1.54	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.4	1.808	
ALBAÑIL	1	4.28	4.28	0.4	1.712	
PEÓN	1	4.23	4.23	0.4	1.692	
SUBTOTAL (N)					\$5.21	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
AGUA		m3	0.2	0.8	0.16	
SUBTOTAL (O)					0.16	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
					0	
SUBTOTAL (P)					0	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				6.9126
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				1.7282
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.6408
		VALOR OFERTADO				8.64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO						
RUBRO:	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2					
DETALLE:	4.5		UNIDAD:	kg		
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.0215	
SUBTOTAL (M)					\$0.02	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.033	0.1492	
FIERRERO	1	4.3	4.3	0.033	0.1419	
PEÓN	1	4.23	4.23	0.033	0.1396	
SUBTOTAL (N)					\$0.43	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
ALAMBRE DE AMARRE		Kg	0.05	2.54	0.127	
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS Fy =4200 kg/cm2		Kg	1.05	0.81	0.8505	
SUBTOTAL (O)					0.9775	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TRANSPORTE DE ALAMBRE		KG/KM	0.032	0.0198	0.0006336	
SUBTOTAL (P)					0.0006336	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1.4303
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				0.3576
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.7879
		VALOR OFERTADO				1.79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Losa de piso de Hormigón f'c 240 kg/cm2				
DETALLE:	4.6	UNIDAD:	m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					1.1981
CONCRETERA 1 SACO	1.25	24.11	30.14	0.7	21.10
VIBRADOR	1	1	1	0.7	0.7
			0		0
SUBTOTAL (M)					\$22.99
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.7	3.164
ALBAÑIL	2	4.28	8.56	0.7	5.992
PEÓN	5	4.23	21.15	0.7	14.805
SUBTOTAL (N)					\$23.96
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
CEMENTO		SACO	7.6	8.1	61.56
ARENA		m3	0.6	13.5	8.1
RIPIO		m3	0.76	12.6	9.576
AGUA		m3	0.18	0.8	0.144
ADITIVO IMPERABILIZANTE		kg	2.4	0.9	2.16
AGUA					81.54
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			128.4954
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			32.1238
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			160.6192
		VALOR OFERTADO			160.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Losa superior de Hormigón f'c 240 kg/cm2				
DETALLE:	4.7	UNIDAD:	m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					1.1981
CONCRETERA 1 SACO	1.25	24.11	30.14	0.7	21.10
VIBRADOR		1	1	0.7	0.7
			0		0
SUBTOTAL (M)					\$22.99
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.7	3.164
ALBAÑIL	2	4.28	8.56	0.7	5.992
PEÓN	5	4.23	21.15	0.7	14.805
SUBTOTAL (N)					\$23.96
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
CEMENTO		SACO	7.6	8.1	61.56
ARENA		m3	0.6	13.5	8.1
RIPIO		m3	0.76	12.6	9.576
AGUA		m3	0.18	0.8	0.144
ADITIVO IMPERABILIZANTE		kg	2.4	0.9	2.16
AGUA					81.54
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			128.4954
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			32.1238
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			160.6192
		VALOR OFERTADO			160.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Muros de Hormigón f'c = 240 kg/cm2				
DETALLE:	4.8		UNIDAD:	m3	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					1.1981
CONCRETERA 1 SACO	1.25	24.11	30.14	0.7	21.09625
VIBRADOR	1	1	1	0.7	0.7
SUBTOTAL (M)					\$22.99
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.7	3.164
ALBAÑIL	2	4.28	8.56	0.7	5.992
PEÓN	5	4.23	21.15	0.7	14.805
SUBTOTAL (N)					\$23.96
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
CEMENTO		Kg	7.6	8.1	61.56
ARENA		m3	0.6	13.5	8.1
RIPIO		m3	0.76	12.6	9.576
AGUA		m3	0.18	0.8	0.144
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE		kg	2.4	0.9	2.16
SUBTOTAL (O)					81.54
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			128.4954
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			32.1238
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			160.6192
		VALOR OFERTADO			160.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO						
RUBRO:	Encofrado para muros dos caras (incluye desencofrado)					
DETALLE:	4.9	UNIDAD:	m2			
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.2337	
SUBTOTAL (M)					\$0.23	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.27	1.2204	
CARPINTERO	2	4.28	8.56	0.27	2.3112	
PEÓN	1	4.23	4.23	0.27	1.1421	
SUBTOTAL (N)					\$4.67	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TABLA DURA 21cm x 2cm x 2.90		UNIDAD	1.8	3.98	7.164	
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18		Kg	0.06	2.54	0.1524	
CUARTONES DE MADERA 2"X3"X 4MT		UNIDAD	0.1	3.56	0.356	
TIRAS SEMIDURA 4MTS		UNIDAD	0.125	1.39	0.17375	
CLAVOS		Kg	0.11	2.13	0.2343	
SUBTOTAL (O)					8.08045	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TRANSPORTE MADERA		U/Km	2.025	0.01	0.02025	
SUBTOTAL (P)					0.02025	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				13.0081
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				3.2520
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				16.2601
		VALOR OFERTADO				16.26

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Encofrado para losa (incluye desencofrado)				
DETALLE:	4.10	UNIDAD:		m2	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.2337
SUBTOTAL (M)					\$0.23
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.27	1.2204
CARPINTERO	2	4.28	8.56	0.27	2.3112
PEÓN	1	4.23	4.23	0.27	1.1421
SUBTOTAL (N)					\$4.67
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
TABLA DURA 21cm x 2cm x 2.90 mtrs		UNIDAD	1.8	1.95	3.51
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18		kg	0.12	2.54	0.3048
CUARTONES DE MADERA		UNIDAD	0.2	3.56	0.712
CAÑAS		UNIDAD	1.5	2.4	3.6
CLAVOS		Kg	0.22	0.67	0.1474
SUBTOTAL (O)					8.2742
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
TRANSPORTE MADERA		U/km	4.07	0.4	1.628
SUBTOTAL (P)					1.628
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			14.8096
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			3.7024
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			18.5120
		VALOR OFERTADO			18.51

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Sumin. e inst. tubería corrual 200mm				
DETALLE:	5.1	UNIDAD:	ml		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.1702
					0
SUBTOTAL (M)					\$0.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
PLOMERO	2	4.28	8.56	0.2	1.712
PEÓN	2	4.23	8.46	0.2	1.692
SUBTOTAL (N)					\$3.40
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
TUBERÍA PERFILADA 200 mm		ml	1	11.67	11.67
PEGANTES PARA TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC		Lt	0.01	10.8	0.108
SUBTOTAL (O)					\$11.78
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			15.3522
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 19.00%			2.9169
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			18.2691
		VALOR OFERTADO			18.27

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS,PLANTA DE TRATAMIENTO						
RUBRO:	Suministro e instalación de tee PVC 200 mm					
DETALLE:	5.2	UNIDAD:	UNIDAD			
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
HERRAMIENTA MENOR					0.0098	
SUBTOTAL (M)					\$0.01	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R	
PLOMERO	0.33	4.28	1.4124	0.07	0.0989	
PEÓN	0.33	4.23	1.3959	0.07	0.0977	
SUBTOTAL (N)					\$0.20	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO	
			A	B	C=A*B	
TEE PVC 200 mm		UNIDAD	1	39.2	39.2	
PEGATUBO PVC PARA D<200 mm		Gl	0.01	10.8	0.108	
AGUA					39.308	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO	
			A	B	C=A*B	
					0	
SUBTOTAL (P)					0	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				39.5144
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%				9.8786
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				49.3930
		VALOR OFERTADO				49.39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Suministro e instalación de tubería PVC ventilación 50 mm				
DETALLE:	5.3		UNIDAD:	UNIDAD	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.1346
SUBTOTAL (M)					\$0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	0.25	4.52	1.13	0.5	0.565
PLOMERO	0.5	4.28	2.14	0.5	1.07
PEÓN	0.5	4.23	2.115	0.5	1.0575
SUBTOTAL (N)					\$2.69
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
CODO PVC 50 mm y 90 grados desagüe		UNIDAD	0.33	0.95	0.3135
TUBERÍA PVC VENTILACIÓN EC 50 mm x 3m		UNIDAD	0.33	3.35	1.1055
SUBTOTAL (M)					1.419
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			4.2461
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			1.0615
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			5.3076
		VALOR OFERTADO			5.31

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PLANTA DE TRATAMIENTO					
RUBRO:	Tapa de boca 0.85 x 0.85 m e= 25 cm, H.S. f'c=210 kg/cm2				
DETALLE:	5.4	UNIDAD:	UNIDAD		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
HERRAMIENTA MENOR					0.1292
SUBTOTAL (M)					\$0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	JORN/HORA	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	CH=A*B	R	C=CH*R
MAESTRO DE OBRA	1	4.52	4.52	0.12	0.5424
ALBAÑIL	2	4.28	8.56	0.12	1.0272
PEÓN	2	4.23	8.46	0.12	1.0152
SUBTOTAL (N)					\$2.58
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO
			A	B	C=A*B
CEMENTO PORTLAND 50Kg		SACO	1.37275	8.1	11.119275
ARENA		m3	0.108375	11	1.192125
RIPIO		m3	0.137275	18	2.47095
AGUA		m3	0.0325125	0.66	0.02145825
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS Fy=4200kg/cm2		kg	22.3	0.81	18.063
SUBTOTAL (O)					32.87
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANT.	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
					0
SUBTOTAL (P)					0
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			35.5808
		INDIRECTOS Y UTILIDAD 25.00%			8.8952
		OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			44.4760
		VALOR OFERTADO			44.48

4.2.1. Presupuesto para el Sistema de Alcantarillado

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ					
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”					
PRESUPUESTO REFERENCIAL – ALCANTARILLADO SANITARIO					
PROYECTO “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA DE MANABÍ”					
CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Limpieza de terreno	ml	4909.83	3.96	19420.832
2	ALCANTARILLADO SANITARIO				
2.1	Replanteo y Nivelación del eje de la red sanitaria	ml	4909.83	1.05	5158.144
2.2	Excavación de zanjas maquinas	m3	11452.35	4.41	50530.631
2.3	Reconformación de rasante para colocación de tubería	ml	4909.83	1.13	5561.609
2.4	Relleno o cama de arena e=15 cm	m3	736.47	14.71	10830.527
2.5	Relleno compactado con material de sitio	m3	10561.72	8.64	91261.182
2.6	Desalojo	m3	890.63	3.60	3203.818
3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				
3.1	Sumin. e inst. tubería corrual 200mm	ml	4909.83	18.27	89698.26
3.2	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF	U	56	626.43	35080.031
				TOTAL	310745.042

4.2.2. Presupuesto para la Planta de Tratamiento

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ					
UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ"					
PRESUPUESTO REFERENCIAL - PLANTA DE TRATAMIENTO					
PROYECTO "DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA DE MANABÍ"					
CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
4	TANQUE SÉPTICO Y CÁMARA FILTRANTE				
4.1	Replanteo y Nivelación de estructura	m2	281.22	1.05	295.44
4.2	Excavación de zanjas máquinas de estructura	m3	759.29	4.39	3331.85
4.3	Desalojo	m3	212.02	3.60	762.68
4.4	Relleno compactado con material de sitio	m3	547.27	8.64	4728.82
4.5	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	3922.55	1.79	7013.19
4.6	Losa de piso de Hormigón f'c 240 kg/cm2	m3	53.00	160.62	8512.81
4.7	Losa superior de Hormigón f'c 240 kg/cm2	m3	53.00	160.62	8512.81
4.8	Muros de Hormigón f'c = 240 kg/cm2	m3	40.72	160.62	6540.41
4.9	Encofrado para muros dos caras (incluye desencofrado)	m2	407.16	16.26	6620.47
4.10	Encofrado para losa (incluye desencofrado)	m2	227.86	18.51	4218.14
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				
5.1	Sumin. e inst. tubería corrual 200mm	ml	3	18.27	54.80
5.2	Suministro e instalación de tee PVC 200 mm	U	2	49.39	98.786
5.3	Suministro e instalación de tubería PVC ventilación 50 mm	U	2	5.31	10.615
5.4	Tapa de boca 0.85 x 0.85 m e= 25 cm, H.S. f'c=210 kg/cm2	U	3	44.48	133.428
				TOTAL	50834.31

CONCLUSIONES

EL análisis de conceptos relacionados con los sistemas de drenaje y tratamiento en el caso del proyecto de la Urbanización Costa Real, permitió comprender la importancia de diseñar soluciones hidráulicas eficientes, tecnológicamente y sostenibles.

Mediante la recopilación de información obtenida, se concluye que un diseño y tratamiento adecuado de las aguas residuales son esenciales para proteger la salud de los residentes, preservar el medio ambiente y garantizar el desarrollo urbano sostenible de la zona.

Se realizó el levantamiento topográfico del sector, logrando obtener la planimetría y altimetría de la Urbanización Costa Real, y así mismo las curvas de nivel, concluyendo que nuestro diseño de alcantarillado sanitario va a funcionar por gravedad.

Se diseñó el sistema cumpliendo con la Normativa Ecuatoriana, cumpliendo con los parámetros que rigen, como los diámetros de tubería de la red, velocidad máxima y mínima, pendiente máxima y mínima, cobertura mínima y máxima, entre otras.

Una vez realizado los cálculos adecuados, se efectúa el diseño mediante el programa Sewer Cad, siendo este un software altamente eficiente que incluye herramientas que facilitaron el desarrollo del proyecto, demostrando que el sistema cumpla con todas las especificaciones técnicas.

Se generó el presupuesto referencial de la obra, obteniendo resultados de que para realizar la construcción y operación de esta obra se requieren aproximadamente \$310745.04 en el Sistema Sanitario y \$50834.31 en la Planta de Tratamiento, dándonos un valor final de \$361579.35

RECOMENDACIONES

Es importante informarse sobre toda la conceptualización de un Sistema de Alcantarillado, para así conocer lo que es fundamental al momento de realizar un diseño de red sanitaria.

Es primordial establecer un programa regular de inspección y mantenimiento de las redes de alcantarillado para evitar obstrucciones, colapsos o deterioros de las tuberías, principalmente en un sistema que opera por gravedad.

Dado que el sistema opera por gravedad, cualquier modificación del relieve o asentamientos diferenciales podrían afectar el funcionamiento del sistema. Se recomienda realizar inspecciones en períodos de tiempo.

También, es importante conocer el manejo del programa Sewer Cad, para que así se logre optimizar el tiempo de diseño de la red sanitaria.

Es recomendable, realizar el presupuesto de acorde a precios actuales del mercado, y mano de obra, para así obtener un resultado final correcto del costo que conllevará realizar la operación de la obra.

Bibliografía

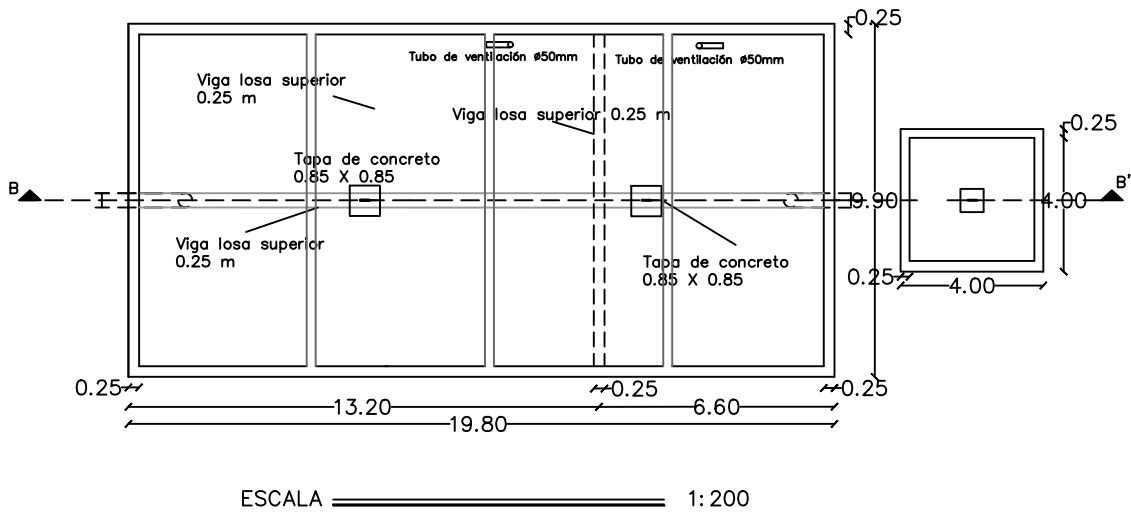
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México.
- AQUATECH. (2019). Aguas Residuales: Nuestra Guía esencial para el tratamiento, las gestión y las soluciones de aguas residuales. *AQUATECH*.
- Banco Mundial. (2017). *Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono*. Obtenido de https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?name_desc=fa
- Bogantes. (2018). *Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario en el distrito primero del Canton de Santa Barbara de Heredia*. Santa Barbara: Heredia.
- EMAAP. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para* . Quito.
- Erique, A. D. (2023). *DSPACE*. Obtenido de DSPACE.
- Gálvez, J. R. (14 de agosto de 2015). *INOCAR*. Obtenido de INOCAR: https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta19_2/OCE1902_3.pdf
- HABITAT, O. . (agosto de 2025). *ONU HABITAT*. Obtenido de ONU HABITAT: <https://onu-habitat.org/index.php/hacer-de-la-densidad-una-variable-fundamental>
- INEN. (1997). *Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Obtenido de <https://doi.org/10.07-610>
- Ingeniería, C. d. (2017). Comportamiento hidráulico de sección parcialmente llena. En C. d. Ingeniería.
- Juarez, A. d. (Octubre de 2021). In *TESIS PROFESIONAL*. Obtenido de <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/4163/Analisis%20de%20Riesgo%20de%20los%20Trabajadores%20del%20Servicio%20de%20Agua%20Potable%20y%20Alcantarillado%20del%20H.%20Ayuntamiento%20del%20Municipio%20de%20Reforma%20Chiapas.pdf?isAllow>

- Magnus, H. C. (2018). *Guía para la Construcción de Cámaras Sépticas y Sistemas de Infiltración a Nivel Domiciliario*. La Paz: Bolivia.
- Medina, D. M. (2018). *Metodología de diseño del drenaje urbano*. Ambato.
- PiedPiper. (30 de Mayo de 2025). *Live Crypto Prices & market cap charts – Bitcoin, Ethereum news at PiedPiper*. . Obtenido de Crypto Prices, Live Charts and News. : PiedPiper. (2025, May 30). Live Crypto Prices & market cap charts – Bitcoin, Ethereum news at PiedPiper. PiedPiper: Crypto Prices, <http://docplayer.es/92966434-Analisis-de-las-condiciones-climaticas-en-jaramijo-durante-la-epoca-seca-y-humeda-periodo.html>
- Puga, E. F. (2021). *Repositorio UNESUM*. Obtenido de Repositorio UNESUM: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2923/1/TESIS%20PEREZ%20PUGA%20EDWIN%20FERNANDO.pdf>
- Rivadeneira, M. V. (Diciembre de 2016). *Diseño del Sistema Hidrosanitario*. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/615/1/ULEAM-IC-0007.pdf>
- Rojas, R. (2010). *Tratamiento de aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SIAPA. (2014). *Criterios y Lineamientos Técnicos para factibilidades Alcantarillado Sanitario*.
- Terán, J. M. (20 de septiembre de 2012). *Manual de diseño para proyectos de hidráulica*. Obtenido de <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/manual-de-diseno-para-proyectos-de-hidraulica.pdf>
- Zulay. (2018). *Memoria de Cálculo del Sistema de Agua Potable*. nova.

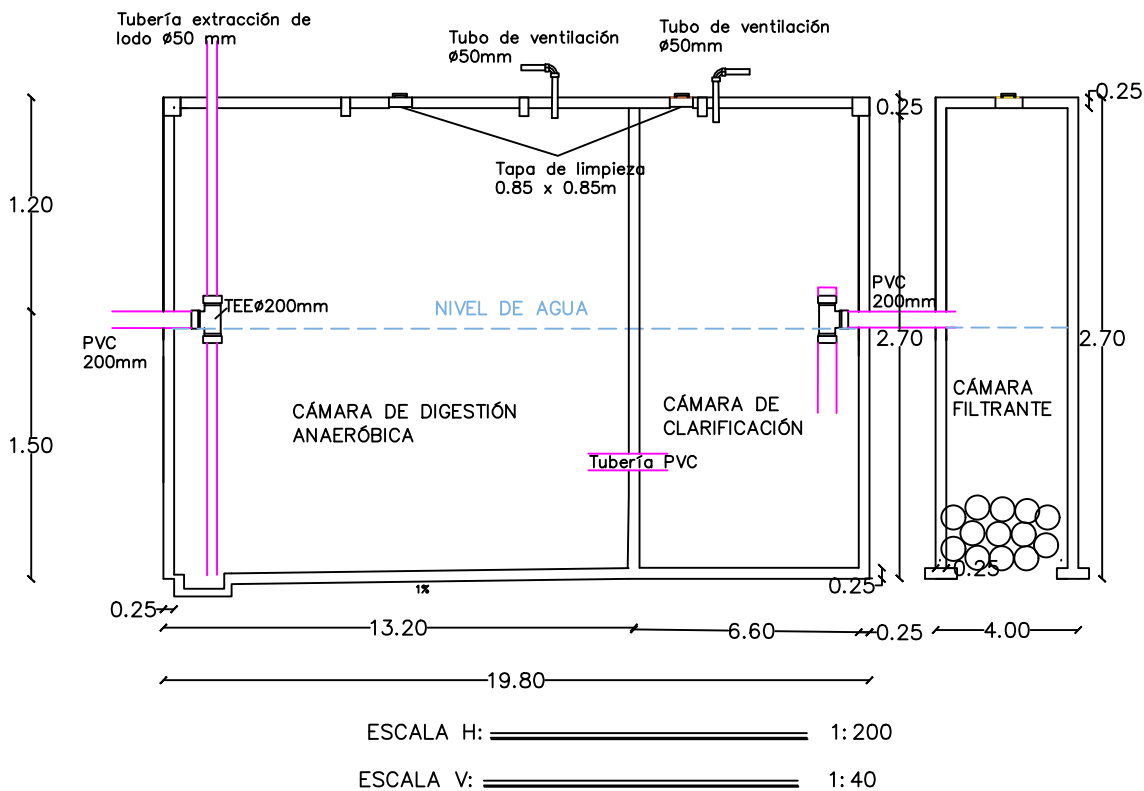
ANEXOS

Tanque Séptico y Cámara filtrante

Vista en Planta



Corte B – B'



PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ.

LÁMINA

1/2

CONTIENE

- PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN

URBANIZACIÓN COSTA REAL,
CANTÓN JARAMIJÓ

DIBUJO

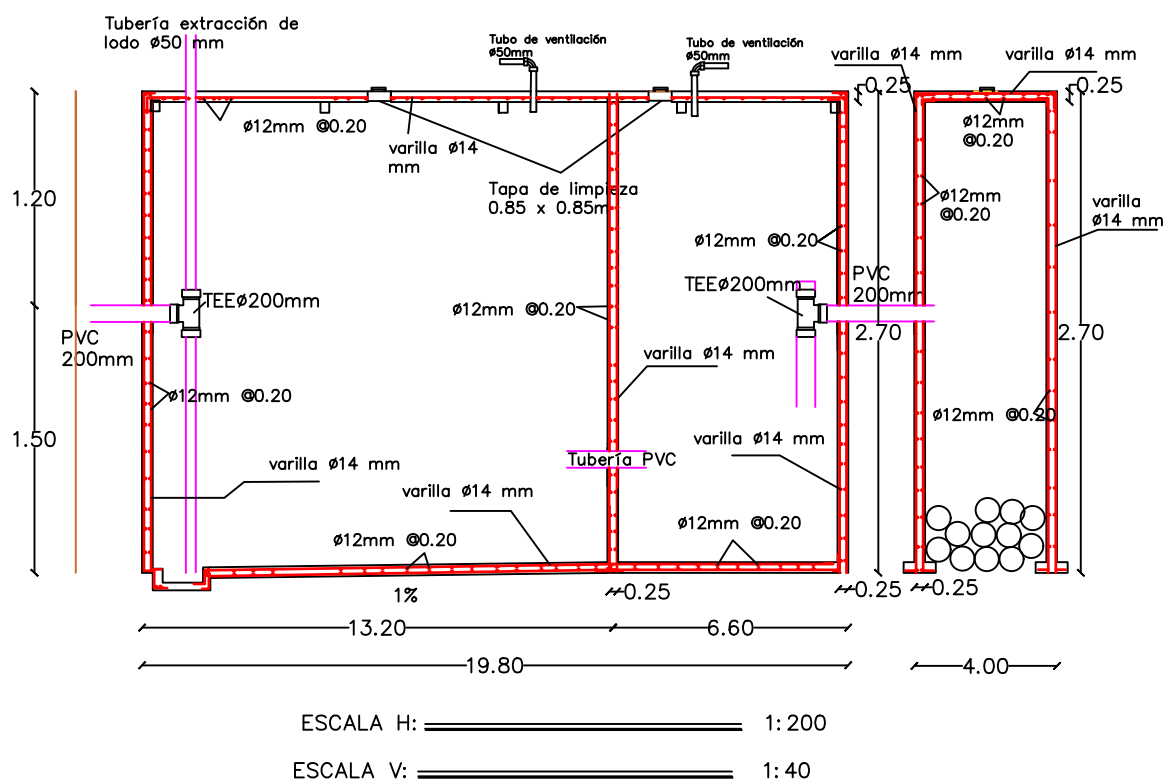
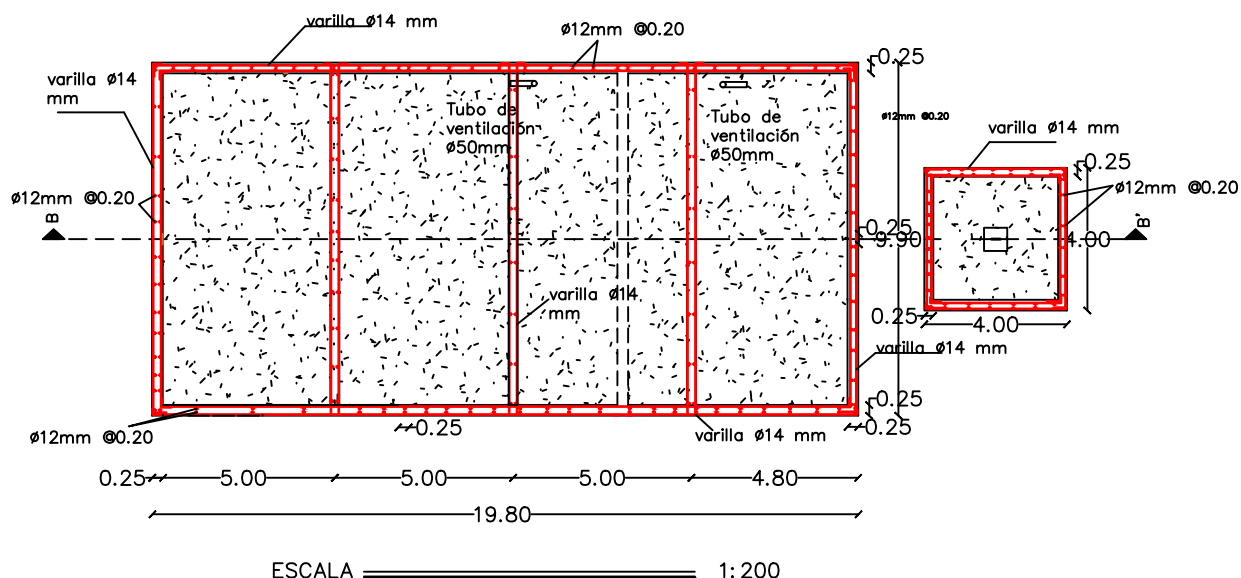
JENNIFER LOOR ANCHUNDIA

FECHA

JULIO DEL 2025

ESCALA

LAS INDICADAS



PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN COSTA REAL, CANTÓN JARAMIJÓ, PROVINCIA MANABÍ.

LÁMINA

2/2

CONTIENE

- PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN

URBANIZACIÓN COSTA REAL,
CANTÓN JARAMIJÓ

DIBUJO

JENNIFER LOOR ANCHUNDIA

FECHA

JULIO DEL 2025

ESCALA

LAS INDICADAS