



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE
LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

VÍCTOR ANTONIO SÁNCHEZ CABRERA
KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, MsC.

La Libertad, Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

VÍCTOR ANTONIO SÁNCHEZ CABRERA

KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, MSc.

La Libertad, Ecuador

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MsC.

DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Guido Ortiz Safadi, MSc.

DIRECTOR ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD.

DOCENTE UIC

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber culminado una etapa muy importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar fundamental en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, que siempre me ha apoyado en todo momento, por sus consejos y sus enseñanzas, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí y que sentirás orgulloso. A mis hermanos, a quien los quiero demasiado, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a ayudarme en cualquier momento.

VÍCTOR ANTONIO SÁNCHEZ CABRERA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta. A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante, también a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar. Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso para continuar y poder lograr esta nueva etapa en mi vida y así convertirme en un profesional.

KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA”** elaborado por los estudiantes **Víctor Antonio Sánchez Cabrera** y **Kelvin Anthony Onofre Arreaga**, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COPILATION, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 8 % de la valoración permitida.

Junto reporte de similitud.

TUTOR



Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

C.I.: 0912246451

Evaluación del sistema de saneamiento de la universidad estatal península de santa elena



Nombre del documento: TESIS_ALCANTARILLADO_UPSE_COPIATION_FINAL.docx ID del documento: 0313494eebcc4432bfa66719379c37d7a8a72df4 Tamaño del documento original: 263,8 kB Autor: Victor Sanchez Cabrera	Depositante: Victor Sanchez Cabrera Fecha de depósito: 3/12/2023 Tipo de carga: url_submission fecha de fin de análisis: 3/12/2023	Número de palabras: 15.645 Número de caracteres: 102.109
--	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.uazuay.edu.ec Evaluación y rediseño de la red de agua potable, saneami... http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10302/3/15931.pdf.txt	3%		Palabras idénticas: 3% (531 palabras)
2	Documento de otro usuario #85215b El documento proviene de otro grupo 14 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (212 palabras)
3	Documento de otro usuario #00fbdc El documento proviene de otro grupo 8 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (210 palabras)
4	www.aguaquito.gob.ec https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO_LA_MERCED/ANEXO_2_NORMAS_ALCANTARI... 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (183 palabras)
5	hdl.handle.net Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en... https://hdl.handle.net/20.500.13032/10725 7 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (155 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repository.usta.edu.co https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/37751/2021DannaJimenez.pdf?sequence=1	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	localhost Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado sanitario par... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/14542/3/T-UCSG-PRE-ING-IC-355.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
3	Documento de otro usuario #51ff96 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
4	www.guayaquil.gob.ec https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE_2022/LICO-MIMG-0...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
5	localhost Alternativa Para Solucionar El Abastecimiento De Agua En La Fase I De ... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/redug/16796/3/SALINAS_CARLOS_TRABAJO_TITULACION_SANI...	< 1%		

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, **VÍCTOR ANTONIO SÁNCHEZ CABRERA Y KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTORES

f. 

Víctor Antonio Sánchez Cabrera

C.I. 2400160558

f. *Kelvin Onofre A.*

Kelvin Anthony Onofre Arreaga

C.I. 1207070085

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

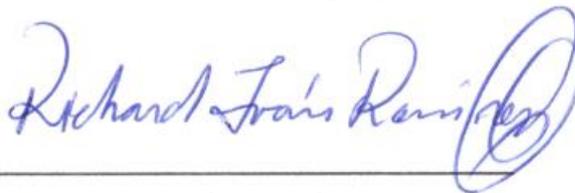
Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo **“EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil elaborado por el Sr. **VÍCTOR ANTONIO SÁNCHEZ CABRERA** y el Sr. **KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA**, egresado de la carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

C.I.: 091224645

La Libertad, noviembre 30 del 2023.

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

Magíster En Diseño Y Evaluación

De Modelos Educativos

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de integración curricular en opción al título de **INGENIERO CIVIL** de: **SÁNCHEZ CABRERA VICTOR ANTONIO & ONOFRE ARREAGA KELVIN ANTHONY**, cuyo tema es: **“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Firmado digitalmente por:
ALEXI JAVIER
HERRERA REYES

Docente de Español A: Literatura
C.I. 0924489255|
Reg. Senescyt: 1050-14-86052904
Teléfono: 0962989420
e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

En este momento especial, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por habernos bendecido con la presencia y el amor incondicional de cada uno de ustedes en nuestras vidas.

A ti, querido papá, Víctor Antonio Sánchez Robles, agradezco por ser el pilar de nuestra familia, por tu sabiduría y por brindarnos un ejemplo de valentía y dedicación.

A ti, mamá querida, Nory Elsy Cabrera Merchán, agradezco por tu amor inquebrantable, por ser la fuente de consuelo y por tu incansable dedicación a nuestro bienestar.

A ti, Bryan Bolívar Sánchez Cabrera, mi amado hermano, agradezco por compartir risas, sueños y aventuras. Eres una parte fundamental de mi vida y estoy agradecido por cada momento que hemos compartido.

A ti, Griselda Virginia Sánchez Cabrera, mi querida hermana, agradezco por tu compañía, apoyo y por ser una fuente constante de alegría en nuestras vidas.

Y a ti, querida abuela Argelia Merchán Franco, agradezco por ser el vínculo con nuestras raíces, por tus enseñanzas y por el amor que nos has brindado a lo largo de los años.

VICTOR ANTONIO SANCHEZ CABRERA

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme así mismo supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible, su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

Un sincero agradecimiento a todos mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable, cada uno de ustedes ha contribuido a mi fortaleza y ánimo de una manera u otra.

KELVIN ANTHONY ONOFRE ARREAGA

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ix
AGRADECIMIENTOS	xi
TABLA DE CONTENIDO	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE TABLAS	xix
RESUMEN	xx
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 HIPÓTESIS.....	6
1.3.1 Hipótesis General.....	6
1.3.2 Hipótesis Especificas.	6
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 ALCANCE.....	7
1.6 VARIABLES	7
1.6.1 Variables Independientes.	7
1.6.2 Variables Dependientes.	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Alcantarillado sanitario.....	8
2.1.1 Elementos del alcantarillado sanitario.	8
2.2 Necesidad de renovación de un sistema.....	9
2.3 Problemas comunes causantes del deterioro.....	11
2.3.1 Corrosión por sulfuro de hidrógeno.....	11
2.3.2 Incursión de raíces en las tuberías.	11
2.3.3 Tipos de árboles que afectan a las tuberías.....	13
2.3.4 Obstrucciones en los sistemas de alcantarillado.	18
2.4 Factores de deterioro de una red de conducción de agua potable.....	18
2.5 Normativa aplicable	19
2.5.1 Partes de una red de saneamiento.	20
2.5.2 Accesorios de una red de saneamiento.	22

2.5.3	Selección de la tubería a utilizar.....	23
2.6	Bases de diseño de la red de alcantarillado.....	25
2.6.1	Periodo de diseño.....	26
2.6.2	Población.....	26
2.6.3	Proyección de la población futura.....	26
2.6.4	Proyección Exponencial.....	26
2.6.5	Proyección Geométrica.....	27
2.6.6	Dotación.....	28
2.6.7	Áreas Tributarias.....	29
2.6.8	Caudal de diseño.....	29
2.6.9	Relaciones Hidráulicas de Caudales en Tuberías Parcialmente Llenas.....	31
2.6.10	Velocidades de Flujo.....	36
2.6.11	Diámetro.....	38
2.7	Alcantarillado pluvial.....	38
2.7.1	Componentes del Sistema de Alcantarillado Pluvial.....	39
2.8	Topografía.....	40
2.9	Periodo de diseño.....	40
2.10	Población futura.....	41
2.11	Áreas de aportación.....	41
2.12	Caudales de aguas lluvias.....	41
2.13	Método Racional.....	42
2.13.1	Coeficiente de escorrentía.....	42
2.13.2	Intensidad.....	43
2.13.3	Área de drenaje.....	45
2.14	Diámetros.....	46
2.15	Pendiente.....	46
2.16	Relaciones Hidráulicas.....	46
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....		47
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1	Tipo.....	47
3.1.2	Nivel.....	47
3.2	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.2.1	Método.....	48
3.2.2	Enfoque.....	48

3.2.3	Diseño.....	48
3.3	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	49
3.3.1	Población.....	49
3.3.2	Muestra.....	49
3.3.3	Muestreo.....	49
3.4	UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO.....	50
3.5	METODOLOGÍA DEL OE.1: ANALIZAR LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL EXISTENTE, MEDIANTE EL RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y REVISIÓN DE SU ESTADO PARA REVISAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS.....	51
3.6	METODOLOGÍA DEL OE.2: EVALUAR LOS SISTEMAS EXISTENTES DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDROSANITARIAS MEDIANTE LOS SOFTWARES STORMCAD, AUTOCAD, WATERCAD, EXCEL PARA OBSERVAR EL DESEMPEÑO DE LAS REDES Y REDISEÑAR O INCREMENTAR LAS ÁREAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CON SU RESPECTIVO PRESUPUESTO.....	52
3.7	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		54
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, ANALIZAR LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL EXISTENTE, MEDIANTE EL RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y REVISIÓN DE SU ESTADO PARA REVISAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LUVIAS.....	54
4.1.1	Descripción general de la zona a estudiar.....	54
4.1.2	Herramienta seleccionada para el levantamiento.....	55
4.1.3	Proceso para realizar el levantamiento topográfico.....	56
4.1.4	Topografía del campus universitario.....	58
4.1.5	Levantamiento de la infraestructura hidrosanitaria y pluvial existente.	59
4.2	Levantamiento de bases de diseño de los sistemas de alcantarillado. ..	59
4.2.1	Periodo de diseño.....	59
4.2.2	Proyección de la población futura.....	60
4.2.3	Dotación.....	62
4.2.4	Áreas Tributarias.....	63
4.2.5	Densidad Poblacional.....	63
4.3	Cálculo de Alcantarillado Sanitario.....	63
4.3.1	Cálculo medio.....	63

4.3.2	Caudal de infiltración.....	64
4.3.3	Caudal máximo horario.....	64
4.3.4	Caudal de conexiones ilícitas.....	64
4.3.5	Caudal de diseño.....	65
4.4	Cálculo de alcantarillado pluvial - Método racional.....	65
4.4.1	Coefficiente de esorrentía.....	65
4.4.2	Intensidad.....	65
4.4.3	Área de drenaje.....	67
4.4.4	Caudal de diseño.....	67
4.4.5	DESARROLLO DE LA ECUACIÓN DE POMEROY.....	67
4.5	ANÁLISIS RESULTADOS DE METODOLOGÍA DEL OE.2: EVALUAR LOS SISTEMAS EXISTENTES DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDROSANITARIAS MEDIANTE LOS SOFTWARES STORMCAD, AUTOCAD, SEWERCAD, EXCEL PARA OBSERVAR EL DESEMPEÑO DE LAS REDES Y REDISEÑAR O INCREMENTAR LAS ÁREAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CON SU RESPECTIVO PRESUPUESTO.....	80
4.5.1	Graficación del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en AutoCAD.	80
4.5.1	Análisis de sistema de alcantarillado pluvial en Stormcad.....	92
4.5.2	Análisis del sistema de alcantarillado sanitario en Sewercad.....	99
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1.	CONCLUSIONES	108
5.2.	RECOMENDACIONES.....	111
6	REFERENCIAS	112
7	ANEXOS.....	120

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Ficus benjamina</i>	14
Figura 2. <i>Delonix regia</i>	15
Figura 3. <i>Spathodea campanulata</i>	15
Figura 4. <i>Árbol del pan Artocarpus Sp.</i>	16
Figura 5. <i>Ficus elástico</i>	17
Figura 6. <i>Red interna en una edificación</i>	20
Figura 7. <i>Bajante en una edificación</i>	21
Figura 8. <i>Pozo till</i>	21
Figura 9. <i>Sifón</i>	22
Figura 10. <i>Codo sanitario</i>	22
Figura 11. <i>Yees sanitario</i>	23
Figura 12. <i>Caja de registro</i>	23
Figura 13. <i>Ubicación geográfica</i>	44
Figura 14. <i>Ubicación geográfica</i>	50
Figura 15. <i>Estratigrafía del sitio</i>	55
Figura 16. <i>Posicionamiento del RTK PLACA IGM G-S-74</i>	57
Figura 17. <i>Posicionamiento en placa UPSE</i>	57
Figura 18. <i>Levantamiento de información, puntos de referencia de alcantarillado pluvial de la Upse</i>	81
Figura 19. <i>Levantamiento de información-puntos referentes del Alcantarillado Sanitario Upse</i>	82
Figura 20. <i>Tramo de tubería no instalada</i>	83
Figura 21. <i>Tramo de tubería de AALL modificado</i>	84
Figura 22. <i>Medición de cámara de registro</i>	85
Figura 23. <i>Estructura de descarga AALL</i>	85
Figura 24. <i>Tubería de alcantarillado pluvial del autódromo</i>	86
Figura 25. <i>Canal de AALL</i>	86
Figura 26. <i>Tramo A-A1 de problemas de taponamiento</i>	87
Figura 27. <i>Desbordamiento en Tramo FCI</i>	88
Figura 28. <i>Caja de registro destruida</i>	89
Figura 29. <i>Modelación Hidráulica del Sistema de Alcantarillado Pluvial en Stormcad</i>	95
Figura 30. <i>Detalle de cálculos hidráulicos aplicados en la red de alcantarillado pluvial</i>	96
Figura 31. <i>Resultados de velocidad, flujo y pendiente los tramos de la red de alcantarillado pluvial mediante el método de Maning</i>	97
Figura 32. <i>Resultados de elevaciones de invert, flujo, profundidad, grado hidráulico de cada nodo de la red de sistema de alcantarillado pluvial</i>	98
Figura 33. <i>Modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado en Sewercad</i>	100
Figura 34. <i>Resultados de velocidad y profundidad en tramos de tubería</i>	101
Figura 35. <i>Consideraciones de pérdidas de energía</i>	102

Figura 36. Descripción del método aplicado – Método de Manning.....	102
Figura 37. Descripción de método de cálculo para presión de flujo – Hazen Williams.....	103
Figura 38. Resultados del sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.....	104
Figura 39. Resultados de desempeño de tubería de la red del sistema de alcantarillado sanitario Upse.....	105
Figura 40. Resultados de velocidad, flujo y capacidad de la red de alcantarillado sanitario aplicando el método de Manning.....	106

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Diámetros comerciales de accesorios de PVC comerciales</i>	24
Tabla 2. <i>Valores de diseño para cargas volumétricas permisibles en función de la temperatura.</i>	24
Tabla 3. <i>Dotaciones institucionales.</i>	29
Tabla 4. <i>Coefficientes de rugosidad recomendadas</i>	33
Tabla 5. <i>Valor de z con diferentes condiciones</i>	36
Tabla 6. <i>Coefficientes de rugosidad recomendadas</i>	37
Tabla 7. <i>Pendientes mínimas</i>	38
Tabla 8. <i>Coefficiente de escorrentía</i>	43
Tabla 9. <i>Ecuaciones de intensidad según el lugar de estación pluviométrica de la zona de estudio</i>	45
Tabla 10. <i>Evaluación de los sistemas de saneamiento</i>	53
Tabla 11. <i>Coordenadas de la placa INOCAR</i>	56
Tabla 12. <i>Nivelación de placa INOCAR a placa IGM. (1/3/2023)</i>	58
Tabla 13. <i>Nivelación de placa INOCAR a placa IGM. (2/3/2023)</i>	58
Tabla 14. <i>Datos de población futura con diferentes métodos.</i>	60
Tabla 15. <i>Dotaciones institucionales</i>	62
Tabla 16. <i>Tipos de superficies</i>	66
Tabla 17. <i>Caudales AASS</i>	69
Tabla 18. <i>Relaciones hidráulicas AASS</i>	71
Tabla 19. <i>Volumen de sitio AASS</i>	73
Tabla 20. <i>Coefficiente de Pomeroy AASS</i>	75
Tabla 21. <i>Relaciones hidráulicas AALL</i>	76
Tabla 22. <i>Volumen de sitio AALL</i>	78
Tabla 23. <i>Presupuesto alcantarillado pluvial</i>	90
Tabla 24. <i>Presupuesto alcantarillado sanitario</i>	91

“EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD
ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA”

Autores: SANCHEZ CABRERA VICTOR ANTONIO y ONOFRE ARREAGA
KELVIN ANTHONY

Tutor: ING. RAMIREZ PALMA RICHARD IVAN, MsC.

RESUMEN

La investigación se enfocó en la evaluación integral de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, representando un análisis exhaustivo y detallado. La ejecución de la evaluación se llevó a cabo mediante la inspección minuciosa de cada componente de ambos sistemas, verificando cada hallazgo en el terreno con los planos proporcionados. Este proceso incluyó la apertura de cada cámara, seguida de un meticuloso levantamiento topográfico de ambas redes de alcantarillado.

La importancia de este enfoque radica en la validación de cotas, diámetros y pendientes en cada tramo de tubería, cámara y caja de registro del alcantarillado sanitario, así como en las tuberías, cámaras y sumideros del sistema de alcantarillado pluvial, dentro de la ciudadela universitaria. Este procedimiento permitió no solo comprobar la funcionalidad de los sistemas, sino también identificar anomalías que podrían afectar su rendimiento.

La recopilación detallada de datos durante esta evaluación sirvió como base para la elaboración de un presupuesto integral, abarcando tanto el alcantarillado pluvial como el sanitario. Este presupuesto se fundamentó en un análisis minucioso de los costos asociados, considerando aspectos como la infraestructura existente, los materiales necesarios y las potenciales necesidades de mantenimiento.

Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron herramientas de vanguardia, incluyendo softwares especializados como StormCAD, AutoCAD, SewerCAD y Excel como hoja de cálculo. Estos programas desempeñaron un papel esencial en el análisis preciso y la interpretación de los datos recabados, facilitando la generación de cálculos e informes detallados que respaldan las conclusiones y recomendaciones derivadas de esta investigación

Palabras Clave: Evaluación, Sistemas, alcantarillado, Sanitario, pluvial.

“EVALUATION OF THE SANITATION SYSTEMS OF THE PENINSULA DE SANTA ELENA STATE UNIVERSITY”

Author: SANCHEZ CABRERA VICTOR ANTONIO

ONOFRE ARREAGA KELVIN ANTHONY

Tutor: ING. RAMIREZ PALMA RICHARD IVAN, MSc.

ABSTRACT

The research focused on the comprehensive evaluation of the sanitary and storm sewage systems at the Santa Elena Peninsula State University, representing an exhaustive and detailed analysis. The evaluation was carried out by thoroughly inspecting each component of both systems, verifying each finding on the ground with the provided plans. This process included the opening of each chamber, followed by a meticulous topographic survey of both sewer networks.

The importance of this approach lies in the validation of levels, diameters and slopes in each section of pipe, chamber and manhole box of the sanitary sewer, as well as in the pipes, chambers and sinks of the storm sewer system, within the university citadel. This procedure made it possible not only to check the functionality of the systems, but also to identify anomalies that could affect their performance

The detailed data collection during this evaluation served as the basis for the development of a comprehensive budget, covering both storm and sanitary sewers. This budget was based on a thorough analysis of the associated costs, considering aspects such as the existing infrastructure, the necessary materials and potential maintenance needs.

To carry out this study, cutting-edge tools were used, including specialized software such as StormCAD, AutoCAD, SewerCAD and Excel as a spreadsheet. These programs played an essential role in the accurate analysis and interpretation of the data collected, facilitating the generation of detailed calculations and reports that support the conclusions and recommendations derived from this research.

KEYWORDS: Evaluation, Systems, sewage, Sanitary, stormwat

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Sanitaria se dedica al ámbito de la higiene y la salud dentro de la sociedad. Es crucial reconocer que las concentraciones significativas de población en entornos urbanos presentan un riesgo potencial de enfermedades que debe abordarse mediante medidas preventivas. Asimismo, la presencia de contaminación y los riesgos asociados para la salud subrayan la imperatividad de una gestión sanitaria integral y global. (Sailema, 2015, p. 14).

Según Trapote (2013), desde tiempos pasados hasta la actualidad, la humanidad ha empleado el agua no solo para el consumo directo, sino también para diversas actividades que contribuyen a su bienestar. Este uso extenso ha dado lugar a la generación de aguas residuales, donde el agua se convierte en portadora o vehículo de desechos. El término "aguas residuales" se refiere específicamente al agua que se descarga en el sistema de alcantarillado de una zona urbana, comprendiendo contribuciones de viviendas, establecimientos comerciales e industriales, así como aguas de escorrentía superficial y drenaje (p. 25).

En la actualidad, disponer de una red óptima de agua potable y saneamiento interno es prioritario en las edificaciones y más aún si estas albergan a un número considerable de personas. Es un reto para la ingeniería hidráulica debido a que los organismos operadores de agua potable y saneamiento elaboran normas que son cada vez más estrictas en procura de optimizar los sistemas, debido a esto y a la gran problemática que ocasiona tener un sistema antiguo en operación, lo cual causa un alto costo de mantenimiento e interferencias en el uso del mismo, se toman medidas de solución tales como realizar un nuevo diseño de los sistemas en operación o su rediseño.

Con el paso del tiempo y sin el adecuado mantenimiento el deterioro de la infraestructura física hidráulica afecta directamente a la calidad y cantidad del agua, así como en la presión de suministro. En una red de agua potable, las tuberías son afectadas por varios factores (tipo de material, presión de servicio,

vida útil, medio ambiente entre otros) tales factores pueden generar alteraciones en el material, generar fisuras y posteriormente fugas considerables de agua, daños a la infraestructura física y posibles daños a terceros. El análisis y reparación individual de los elementos que conforman un sistema hidráulico en una edificación puede llegar a ser demasiado costoso y mucho más en estructuras que han sido construidas con materiales o técnicas especiales como el bahareque.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Ledesma et al., (2011), argumentan que Las infraestructuras de saneamiento urbano se originaron en las ciudades europeas en el siglo XIX como respuesta a las cuestiones sanitarias y epidemiológicas derivadas de una evacuación inadecuada de las aguas residuales. En ese periodo, la mayoría de estas ciudades ya disponían de sistemas de alcantarillado diseñados para el drenaje de aguas pluviales. En consecuencia, se procedió a la conexión de las tuberías de desagüe pluvial de los edificios a las redes, mayoritariamente de tipo unitario en su concepción inicial. (p. 2).

Tal como expresa Melgarejo (2015), en la actualidad, resulta imperativo que las autoridades competentes proporcionen una cobertura extensa de los servicios públicos, al mismo tiempo que garantizan la eficaz prestación de estos servicios con el propósito de mejorar el nivel de vida de los ciudadanos. Este enfoque incluye la reducción de focos de contaminación originados por condiciones de saneamiento deficientes, entre otros aspectos. (p. 1).

Las estructuras del sistema de saneamiento en la Universidad Estatal Península de Santa Elena fueron instaladas hace aproximadamente trece años según (El Universo, 2010), por lo que se desconoce el estado, su eficiencia, su rendimiento, la capacidad máxima efectiva y los criterios de funcionamiento actuales de los canales a partir desde que fueron colocados en campo, entonces, es necesario un diagnóstico y evaluación del sistema, para aportar con una documentación vital a las entidades universitarias competentes con un inventario actualizado de todas las redes sanitarias que lo conforman, con el fin de aclarar, el estado y cuáles son los elementos del sistema estructural sanitario. (p. 1)

La formulación general del problema de investigación se introduce en la siguiente pregunta general: ¿Cuáles son las condiciones actuales de los sistemas de saneamiento de la Universidad Estatal península de Santa Elena?, de la que se desprenden dos problemas específicos los cuales son: ¿Las redes de alcantarillado sanitario y pluvial tienen un correcto funcionamiento?, ¿La evaluación de los sistemas existentes de la infraestructura hidrosanitaria mediante los softwares Stormcad, Autocad, Sewercad se podrá observar el desempeño de las redes y La elaboración de un presupuesto para el rediseño de los sistemas de saneamiento, podrá ayudar a la mejora de las futuras construcciones de la institución.

1.2 ANTECEDENTES

Como plantean Castillo & Jácome (2016), a lo largo del tiempo en el ámbito de la construcción y lo establecido en la Constitución según el artículo 66, los sistemas de agua potable y alcantarillado son fundamentales para el buen vivir, para lo cual es indispensable su presencia en cada parte en donde habita el ser humano. (p. 9)

En al ámbito internacional a juicio de Soto Chavez, 2019), en Latinoamérica, se realizó un estudio sobre la cobertura de agua en el sector de agua potable y saneamiento básico. En donde se utilizaron cifras oficiales de la CEPAL, en donde se pudo evidenciar, que Latinoamérica es una región del continente americano, que cuenta con la mayor cantidad de fuentes hídricas del mundo y una gran variedad de climas; e incluso en dicha región se encuentra el país con mayor cantidad de agua dulce, dicho país es Brasil, pero sin embargo esto no se ve reflejado en la cobertura de agua potable y saneamiento básico y la calidad de vida de sus habitantes. Se sabe que existen comunidades menos favorecidas y que comúnmente se ven perjudicadas por la deficiencia de los servicios públicos, esto suele suceder mayormente en las áreas rurales. (p. 7)

Como señala Fernando Mejia (2010), en la República de Colombia, específicamente en San Andrés, se llevó a cabo un estudio focalizado en el suministro de agua potable y el saneamiento básico, en el marco de la Reserva de Biosfera Seaflower designada por la UNESCO en el año 2000 bajo el programa

MAB (El hombre y la biosfera). El propósito fundamental de esta investigación fue evaluar la condición de la infraestructura de servicios esenciales pertenecientes al sector de agua potable y saneamiento básico en las áreas rurales de la isla de San Andrés. El análisis de esta situación tiene como objetivo proporcionar una base sólida para respaldar la necesidad de implementar programas, planes y proyectos de estudio destinados a una gestión adecuada y el cumplimiento de las funciones mínimas de conservación. Se presenta una descripción detallada de la evolución del sector de agua potable y saneamiento básico, abarcando desde el ámbito internacional y nacional hasta el nivel departamental y rural de la isla. Este enfoque incluye un análisis correspondiente de datos e información que permite concretar la situación real del sector, jerarquizar las áreas con mayores carencias y riesgos de contaminación. Finalmente, se derivan conclusiones y recomendaciones que buscan fortalecer la operatividad e institucionalidad del sector. (p. 15)

Teniendo en cuenta a Galvez Jeri (2019), en América Latina, se llevó a cabo un estudio que examinó la cobertura de agua en el ámbito de agua potable y saneamiento básico. Se emplearon datos oficiales de la CEPAL para analizar la situación en esta región del continente americano, que se distingue por contar con la mayor cantidad de fuentes hídricas y una amplia diversidad de climas. A pesar de que Latinoamérica alberga el país con la mayor reserva de agua dulce del mundo, Brasil, sorprendentemente esta ventaja no se refleja adecuadamente en la cobertura de servicios de agua potable y saneamiento básico, ni en la calidad de vida de sus habitantes. Es evidente que las comunidades menos privilegiadas, que suelen verse afectadas por las deficiencias de los servicios públicos, tienden a concentrarse en las áreas rurales. Estas comunidades enfrentan diversas condiciones que, en cierta medida, explican el panorama presente. Indicadores como el PIB, el índice de Desarrollo Humano, el PIB per cápita, la densidad del PIB, la tasa de crecimiento del PIB, el índice de Calidad de Vida, entre otros, permiten comparar y analizar la situación de los distintos países. Esto proporciona una perspectiva de la realidad y destaca las brechas sociales existentes en América Latina. Al respaldar la falta de cobertura de agua potable y saneamiento básico con estos indicadores, se facilita la revisión de los enfoques necesarios para abordar esta problemática. (p. 11)

En el ámbito nacional, se puede resaltar la tesis de Kleber (2019), acerca de “Evaluación y mejoramiento de la red de abastecimiento de agua potable de la facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil” donde tuvo como objetivo difundir, implementar y socializar los resultados de la investigación para actualizar los datos de red de agua potable de la comunidad universitaria. Se realizó la recopilación de datos de proyectos anteriores, levantamiento de datos mediante inspección físico, visual y topográfico de las instalaciones, además de simulaciones con software. Los resultados en este estudio se pudieron constatar algunas falencias en la red de agua potable detectándose presencia de corrosión, fugas, fallas. Finalmente, el autor recomienda el cambio de los sistemas de almacenamiento de agua potable y el mejoramiento de las tuberías con un material de PVC.

En el ámbito local, se puede citar la tesis de Vera Aquino (2021), intitulada “Diagnóstico y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Carmen Buchelli de la parroquia Anconcito del cantón Salinas, provincia de Santa Elena”. Investigación que tuvo como objetivo diagnosticar, evaluar y detallar cómo está estructurado el sistema de saneamiento y determinar si cumple con las normativas que proporciona la secretaria del agua. Para llevar a cabo el estudio se llevó a cabo la recolección de datos, así como a la interpretación de todos los diferentes conceptos y formulas, derivadas de la teoría que sirven para el análisis del alcantarillado. Se concluye que no se encontraron deficiencias graves en las estructuras o elementos del alcantarillado ya que son relativamente nuevas, además que cumple con los parámetros de diseño y que las tuberías son las adecuadas para las conexiones intradomiciliarias. No obstante, el autor recomienda que se realice un plan de mantenimiento, mejoras y actualización de planos. Citando al sitio web (El Universo, 2010) informa que la Universidad Estatal Península de Santa Elena contrato en el año 2010 a la Constructora Grupo Sotomayor 1(s.f) quien realizó movimiento de tierras para la instalación de las diferentes tuberías del sistema alcantarillado sanitario y pluvial, con el propósito de construir los sistemas de recolección, evacuación y tratamiento de aguas lluvias y servidas. La obra de alcantarillado sanitario de la Universidad Estatal Península de Santa Elena fue culminada en el transcurso del año 2012 (p. 1).

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis General.

La evaluación y diagnóstico de los sistemas de saneamiento de la Universidad Estatal Península de Santa Elena permitirá tener una perspectiva de las condiciones actuales que tienen las estructuras.

1.3.2 Hipótesis Específicas.

H.E1.: Los estudios y análisis de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial de la UPSE mediante el relevamiento topográfico de las estructuras y revisiones de su estado proporcionarán un diagnóstico del funcionamiento de los sistemas de aguas residuales y aguas lluvias.

H.E2.: La Evaluación de los sistemas existentes para las infraestructuras hidrosanitarias es posible mediante los softwares Stormcad, Autocad, Watercad, pues sirven para observar el desempeño de las redes y rediseñar o incrementar las áreas de los sistemas de saneamiento con su respectivo presupuesto

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar los sistemas de saneamiento de la Universidad Estatal Península de Santa Elena para permitir tener una perspectiva de las condiciones actuales que tienen las estructuras.

1.4.2 Objetivos Específicos.

O.E1.: Analizar las redes de alcantarillado sanitario y pluvial existente, mediante el relevamiento topográfico de las infraestructuras y revisión de su

estado para revisar el funcionamiento del sistema de aguas residuales y aguas lluvias.

O.E2.: Evaluar los sistemas existentes de las infraestructuras hidrosanitarias mediante los softwares Stormcad, Autocad, Sewercad, Excel para observar el desempeño de las redes y rediseñar o incrementar las áreas de los sistemas de saneamiento con su respectivo presupuesto.

1.5 ALCANCE

El análisis aborda un enfoque correlacional, conocido también como nivel correlacional, según señalan Arias et al., (2020), su propósito es evaluar la relación entre dos variables mediante la aplicación de técnicas estadísticas. Asimismo, al medir una variable, se busca comprender el comportamiento de la otra variable. (p. 239)

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Independientes.

- ✓ Condiciones actuales del Sistema Sanitario y Pluvial existentes en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- ✓ Diseño Complementario de la construcción de los Sistemas Sanitario y Pluvial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

1.6.2 Variables Dependientes.

- ✓ Diseño complementario del sistema sanitario y Pluvial de la universidad.
- ✓ Presupuesto de mejoras propuestas.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Alcantarillado sanitario.

El sistema de alcantarillado sanitario se orienta hacia la evacuación, conducción y gestión eficiente de las aguas procedentes de viviendas, establecimientos comerciales y pequeñas instalaciones industriales. En términos generales, las aguas residuales, caracterizadas por su baja tasa de fermentación, suelen presentar propiedades ligeramente alcalinas o neutras, además de una notable dilución. En un sistema sanitario meticulosamente planificado, construido y mantenido, se logra minimizar la incidencia de corrosión, siempre y cuando la velocidad de flujo sea lo suficientemente elevada para transportar los desechos hasta el punto de descarga antes de que se inicie el proceso de descomposición.

Este enfoque integral busca garantizar la eficaz gestión de las aguas residuales, contribuyendo a la preservación del sistema y a la reducción de los riesgos asociados con la corrosión. La clave reside en mantener una infraestructura que cumpla con estándares rigurosos, asegurando así la funcionalidad óptima del sistema a lo largo del tiempo. De esta manera, se promueve la sostenibilidad y la eficiencia operativa, elementos cruciales para un sistema de alcantarillado sanitario que aspire a cumplir con las demandas y expectativas contemporáneas. (Carmona, 2013, p. 23).

2.1.1 Elementos del alcantarillado sanitario.

Desde el punto de Aldás (2011), vista de los elementos del alcantarillado sanitario constituyen una red integral de infraestructuras diseñada para la gestión eficiente de aguas residuales y pluviales en entornos urbanos. (p. 11). Este sistema comprende diversos componentes:

- ✓ **Tuberías terciarias:** se refieren a conductos de diámetro reducido, con un rango interno de 150 a 250 mm, instalados debajo de las aceras, a los cuales se conectan las conexiones domiciliarias.

- ✓ **Tubos secundarios:** constituyen las conducciones que recolectan las aguas de los colectores terciarios y las vinculan con los colectores principales. Su ubicación se encuentra debajo de las vías públicas.
- ✓ **Tuberías principales:** comprenden conductos de amplio diámetro situados típicamente en las áreas más bajas de la ciudad, encargados de transportar las aguas servidas hacia su destino final. Capturan el caudal proveniente de dos o más colectores secundarios.
- ✓ **Cámaras de inspección:** Estas estructuras verticales están diseñadas para permitir el acceso a los colectores, facilitando así las labores de mantenimiento.
- ✓ **Conexiones residenciales:** Hacen referencia a pequeñas cámaras construidas en hormigón, ladrillo o plástico, las cuales establecen la conexión entre el sistema de alcantarillado privado en la propiedad y la red pública situada en las vías.
- ✓ **Plantas de tratamiento de aguas residuales:** Se clasifican en diversas categorías según la calidad del agua tratada, abarcando estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.
- ✓ **Descarga Final de Aguas Tratadas:** El desagüe final del agua tratada puede dirigirse hacia un río, verterse en las cercanías del mar, reutilizarse para riego u otras aplicaciones afines. (Carvajal & Zárate, 2022, p. 9-10).

2.2 Necesidad de renovación de un sistema

La necesidad imperativa de actualizar el sistema de alcantarillado se basa en la salud pública, seguridad ambiental y eficiencia operativa. La obsolescencia puede generar riesgos significativos al propiciar la acumulación de materia orgánica y gases tóxicos. La renovación actúa como salvaguarda al asegurar un entorno sanitario adecuado y prevenir la propagación de patógenos. Desde la perspectiva

de seguridad ambiental, la renovación disminuye la probabilidad de filtraciones de aguas residuales, preservando la calidad del agua y la biodiversidad. La adopción de tecnologías eficientes durante la renovación impulsa la sostenibilidad al mejorar la gestión de los recursos hídricos y reducir la huella ambiental. La renovación de sistemas de alcantarillado también mitiga riesgos al prevenir la corrosión y el colapso de infraestructuras antiguas, reduciendo eventos catastróficos. Desde la perspectiva operativa, garantiza un flujo eficiente, minimizando obstrucciones y estancamientos, y amplía la capacidad del sistema para hacer frente a aumentos en la demanda. Además, asegura la conformidad con regulaciones, evitando sanciones y preservando la integridad legal y ética. (Ponce, 2022, p. 13).

En la comunidad universitaria se realizó una evaluación, se ha evidenciado que las tuberías han alcanzado prácticamente el fin de su vida útil y requieren ser renovadas. Dado que la mayor parte del sistema está enterrado, tanto bajo tierra como en las estructuras edificadas, existe la preocupación de posibles grandes fugas de agua, tanto en el sistema de agua potable como en el sistema de evacuación de aguas servidas y pluviales, lo que podría generar un riesgo inminente de colapso estructural. Este riesgo se atribuye en gran medida a los materiales de construcción utilizados en las edificaciones.

En términos generales, las edificaciones más antiguas en la ciudadela universitaria presentan un deterioro significativo en sus tuberías de drenaje y distribución de agua potable debido al paso de los años. En la actualidad, un sistema antiguo puede estar subdimensionado en comparación con las demandas actuales, y su instalación original podría haber sido de baja calidad debido a las limitaciones de la época. Aunque muchas áreas antiguas aún están en funcionamiento a pesar de la falta de mantenimiento, esto indica simplemente que, eventualmente, se producirá una falla estructural significativa, con consecuencias graves que aumentarán con el tiempo si no se lleva a cabo una rehabilitación o renovación. La vital importancia de contar con sistemas de alcantarillado y agua potable en buen estado radica en el bienestar de la población universitaria, permitiendo el suministro de agua potable con caudal y presión adecuados, así como el transporte

eficiente de aguas residuales y pluviales hacia la red principal para su posterior tratamiento en la estación de bombeo.

2.3 Problemas comunes causantes del deterioro

2.3.1 Corrosión por sulfuro de hidrógeno.

Esto se debe a la presencia de extensas redes de tuberías de drenaje y a la existencia de múltiples puntos de bombeo intermedios, factores que contribuyen de manera significativa al deterioro progresivo del material de construcción, especialmente del concreto. Este proceso de deterioro encuentra su origen en la acción corrosiva del Ácido Sulfúrico Biogénico sobre los componentes fabricados con cemento tipo Portland. El impacto de este ácido corrosivo es particularmente notable en entornos donde las tuberías atraviesan longitudes considerables y están sometidas a numerosos puntos de bombeo.

El desarrollo de este proceso corrosivo se atribuye al estímulo de bacterias óptimo crecimiento, requieren un medio ambiente anaeróbico, el cual se crea predominantemente en las partes sumergidas de las tuberías de drenaje. Este fenómeno subraya la importancia de abordar de manera integral la gestión y el mantenimiento de las infraestructuras de drenaje, especialmente en situaciones donde se presentan condiciones propicias para el biodeterioro del concreto, garantizando así la durabilidad y la eficiencia a largo plazo de estos sistemas.(Cortes et al., 2016, p.48).

2.3.2 Incursión de raíces en las tuberías.

Como señala Rivera (2016), la presencia de raíces de árboles en las proximidades de las redes de tuberías puede generar obstrucciones y daños significativos, afectando su integridad. Este fenómeno tiene su origen en diversos factores, como una construcción deficiente, cargas excesivas, juntas con fugas y conexiones inadecuadas, entre otros. La intrusión de raíces puede ampliar las aberturas existentes en las alcantarillas, permitiendo la entrada de tierra y

debilitando la estructura, lo que eventualmente puede llevar a la ruptura y colapso total del sistema de alcantarillado. (p. 4)

Ante estas circunstancias y otras posibles causas, es crucial considerar la rehabilitación de las redes de alcantarillado. Por lo tanto, resulta fundamental estar familiarizado con diversas alternativas para reparar los daños, en caso de ser necesario. A continuación, se detallan opciones de prevención y control para abordar estas problemáticas.

- ✓ **Remoción de árboles:** la eliminación de árboles no constituye una solución infalible, dado que las raíces pueden persistir en su proceso vital. Para llevar a cabo una remoción efectiva, se recomienda extraer el tocón o someterlo a un tratamiento químico mediante herbicidas. (Zambrano et al., 2021, p.171).
- ✓ **Sustitución de tuberías:** Esta técnica, aunque efectiva, conlleva costos significativos y suele ocasionar daños a la propiedad, interrupciones en el tráfico, entre otros inconvenientes. Implica la retirada de tuberías antiguas y defectuosas para ser reemplazadas por nuevas. Es recomendable que las nuevas tuberías cuenten con juntas herméticas y, sobre todo, se instalen correctamente.
- ✓ **Recubrimiento:** Este proceso se lleva a cabo in situ y consiste en aplicar un tubo plástico que se adapta a la forma de la tubería. Este método no solo combate la invasión de raíces a largo plazo, sino que también corrige posibles defectos estructurales. Además, resulta menos invasivo en comparación con el reemplazo total de la tubería. Existe una variante similar denominada recubrimiento interior, que implica la introducción de una nueva tubería a lo largo de la red existente.(Criollo & Zarumeño, 2020, p. 17).

2.3.3 Tipos de árboles que afectan a las tuberías.

Durante los últimos tres siglos, se introdujeron al trópico americano cinco árboles como parte del traslado e intercambio de material vegetal entre continentes. Estas cinco especies, originarias de los trópicos asiático y africano, han sido cultivadas en ciudades y municipios de clima cálido durante más de medio siglo. Sin embargo, debido a que estas especies cuentan con raíces fuertes, superficiales y altamente agresivas, ocasionan graves daños a la infraestructura vial y de servicios públicos en las áreas urbanas. Estos daños, que ascienden a miles, son reparados con recursos públicos, lo que resulta en gastos significativos. Para evitar estos costosos inconvenientes, sería prudente abstenerse de plantar en áreas urbanas las especies de árboles que generan raíces agresivas. (Vargas & Molina, 2010)

2.3.3.1 Ficus, laurel, falso laurel, caucho. Ficus benjamina.

Especie nativa de las regiones tropicales asiáticas, como India, China y Malasia, que puede alcanzar una altura de 35 metros y tener una copa con un diámetro de 25 metros. Sus raíces son extensas, superficiales e incluso aéreas, sobresaliendo del suelo de manera agresiva y destructiva. (Hernández Vega & Jorge Castro, 2019, P. 36).

Los árboles de este tipo generan importantes perjuicios a las infraestructuras del acueducto y alcantarillado. Esto significa que un porcentaje superior al 94% de los ficus plantados en la ciudad están ocasionando fracturas y bloqueos en las tuberías. Los ficus han sido incluidos en la lista de especies a eliminar, ya que tienen la tendencia de buscar agua en las redes de acueducto y alcantarillado, provocando daño y obstrucción en dichas estructuras.

Figura 1.

Ficus benjamina.



2.3.3.2 Flamboyán, acacia de Girardot, acacia roja. Delonix regia.

Árbol nativo de Madagascar, que puede alcanzar alturas de hasta 12 metros y tener una copa con un diámetro de hasta 18 metros; sus raíces son robustas, superficiales, extensas y altamente invasivas. Debido a sus vistosas flores rojas y su copa en forma de sombrilla que proporciona una sombra refrescante, esta especie ha sido empleada en la forestación urbana en la mayoría de las ciudades y municipios con climas cálidos. (Vargas & Molina, 2010, P. 119)

Las áreas urbanas se ven afectadas por los daños causados por este tipo de árbol, cuyas raíces son conocidas por ser notoriamente gruesas y superficiales, impactando las estructuras construidas. Para prevenir estos perjuicios, se recomienda mantener una distancia segura de aproximadamente 20 metros entre este árbol y las construcciones. Es común que estos árboles provoquen daños en las redes hidráulicas al perforarlas, obstruirlas y, además, generar fracturas en las cimentaciones de viviendas y otras edificaciones.

Figura 2.

Delonix regia.



2.3.3.3 Tulipán africano, mión. Spathodea campanulata.

Especie originaria de la región ecuatorial de África, específicamente en países como Ghana, Angola, Sudán y Uganda, que puede alcanzar una altura de hasta 30 metros y tener una copa con un diámetro de 10 metros. Esta especie presenta raíces agresivas en forma de rizoma, que se extienden superficial o subterráneamente en diversas direcciones. En los extremos de estas raíces horizontales, que pueden llegar a medir hasta 100 metros, surgen nuevos individuos (árboles) que, a su vez, se reproducen de manera similar. (Vargas & Molina, 2010, P. 121).

Figura 3.

Spathodea campanulata.



2.3.3.4 **Árbol del pan *Artocarpus Sp.***

Árbol nativo de las regiones tropicales asiáticas, como Polinesia, Indonesia e India, que puede llegar a medir 12 metros de altura y tener una copa con un diámetro de hasta 12 metros; su sistema de raíces es superficial y extremadamente extendido, habiéndose informado de raíces laterales de hasta 150 metros de longitud.

En entornos urbanos, esta especie presenta dos problemas significativos. Por un lado, sus raíces afectan construcciones, pavimentos y asfaltos a distancias superiores a 100 metros. Por otro lado, sus frutos grandes, pesados y espinosos representan un riesgo de accidentes para vehículos y peatones cuando caen al suelo. Además, se caracteriza por tener una larga vida, más de 100 años, lo que implica que puede causar daños a pisos, tuberías y edificaciones a corto, mediano y largo plazo. (Vargas & Molina, 2010, P. 122).

Figura 4.

*Árbol del pan *Artocarpus Sp.**



2.3.3.5 Caucho, caucho de la India. *Ficus elástica*.

Árbol originario de la región tropical asiática, específicamente de India y Malasia, que puede alcanzar alturas superiores a los 30 metros y tener una copa con un diámetro de hasta 20 metros. Su sistema de raíces es altamente agresivo, lo que provoca impactos en obras civiles y arquitectónicas. Esta especie fue introducida y cultivada extensamente en el trópico americano debido a su capacidad para producir grandes cantidades de látex, un material vegetal esencial en la fabricación de caucho utilizado en llantas, impermeables, entre otros productos. Fue especialmente valorado antes del desarrollo del caucho sintético, llevando a la plantación masiva en Brasil y las Antillas a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Aún en la actualidad, se sigue plantando en el sudeste asiático, como en Tailandia y Laos, para la producción de látex. Además de sus raíces gruesas, superficiales y agresivas, este árbol presenta raíces aéreas pendulares que se desprenden de las ramas a distancias de 5 metros o más del tronco, sirviendo como soporte para las ramas pesadas. (Vargas & Molina, 2010, P. 123).

Figura 5.

Ficus elástica.



2.3.4 Obstrucciones en los sistemas de alcantarillado.

Empleando las palabras de Garza (2013), una de las funciones esenciales de una red de alcantarillado es el transporte eficiente de desechos sólidos hacia su disposición final. Sin embargo, en ocasiones, la acumulación de materiales en ciertas secciones de la red puede ocurrir debido a diversos factores, como una pendiente baja en la tubería, caudales reducidos que no eliminan adecuadamente los sólidos, y la presencia de materiales como plásticos. Los tipos más comunes de desechos sólidos incluyen (p. 14):

- ✓ **Basura:** La acumulación de basura en las redes de alcantarillado a menudo se atribuye a la falta de conciencia de las personas al desechar residuos en lugares designados. En ciertas ocasiones, se observan acumulaciones de basura en las calles, transportadas por el escurrimiento pluvial, lo que posteriormente genera problemas en la red de alcantarillado. (Ruiz, 2019, p. 29).
- ✓ **Grasas:** Otro tipo común de residuo sólido en áreas de cocina son las grasas. Estas, cuando se combinan con factores como la baja pendiente de la tubería, pueden dar lugar a la acumulación y endurecimiento de las grasas, formando un tapón de sebo que suele obstruir la tubería. (Garzón et al., 2018, p. 8)

2.4 Factores de deterioro de una red de conducción de agua potable

Como afirma Pariona (2019), una infraestructura de suministro de agua potable comprende una serie de estructuras civiles que constituyen subconjuntos, tales como tuberías, cisternas, bombas y válvulas, cuya finalidad principal radica en el transporte y suministro de agua de calidad adecuada en volúmenes apropiados. Con el transcurso del tiempo, estas redes de agua potable experimentan degradaciones que afectan su eficiencia, lo que implica la necesidad de llevar a cabo labores de mantenimiento y renovación. (p. 1)

Resulta crucial implementar un mantenimiento adecuado de la red con el propósito de garantizar un funcionamiento óptimo y alcanzar la vida útil prevista para cada componente. La ausencia de procedimientos establecidos para el mantenimiento puede dar lugar a fallos o deterioros, los cuales pueden clasificarse en:

- ✓ **Deterioro estructural:** Este inconveniente se relaciona con el proceso de envejecimiento del sistema y se manifiesta como la fractura física de una tubería u otro componente de la red. En estas circunstancias, se hace imperativo realizar reparaciones o considerar la posibilidad de sustituir el elemento afectado.
- ✓ **Deterioro hidráulico:** Se caracteriza por la reducción de la presión y el caudal, ocasionada por la disminución de la sección interna de la tubería, resultado de la corrosión o la acumulación de sedimentos. Este tipo de deterioro también puede surgir debido al incremento en la demanda de la red, ya que, a lo largo del tiempo, el número de usuarios puede aumentar, generando una clara disminución en los flujos y las presiones. (Duran & Torres, 2006., p. 1)
- ✓ **Deterioro de la calidad del agua:** Se evidencia mediante el aumento de la turbidez y la presencia de elevadas concentraciones de hierro y manganeso, lo que provoca una merma en la calidad del agua debido a la infiltración de sustancias en las tuberías. La incapacidad de cumplir con los estándares de calidad del agua constituye uno de los factores que pueden motivar la rehabilitación o reemplazo de las tuberías, ya que esto pone en riesgo la salud de los consumidores.

2.5 Normativa aplicable

Es fundamental que el diseño y la implementación de sistemas hidrosanitarios en edificaciones se ajusten a las regulaciones nacionales para garantizar su funcionamiento óptimo, con las características físicas y topológicas adecuadas que faciliten su operación y mantenimiento. En este contexto, cualquier nueva

instalación hidrosanitaria en edificios, ya sea para construcciones recientes, rehabilitaciones o expansiones de instalaciones existentes, debe cumplir con las normativas técnicas correspondientes. Se deben establecer criterios mínimos que deban incorporarse en todos los diseños y construcciones de sistemas hidrosanitarios internos, con el objetivo de asegurar un rendimiento adecuado en términos de cantidad y calidad de agua en cualquier espacio y momento dentro de la propiedad, vivienda o edificación, bajo condiciones normales de uso. (NEC 11, 2011, p. 9).

2.5.1 Partes de una red de saneamiento.

- ✓ **Red interna:** Consiste en un conjunto de tuberías con una inclinación que oscila entre 1° y 4° con respecto a la horizontal. En este sistema, se incorporan los caudales provenientes de accesorios y bajantes. Su función principal es transportar las aguas residuales hacia los pozos TILL ubicados en las zonas exteriores de la edificación.

Figura 6.

Red interna en una edificación



- ✓ **Bajantes:** Son conductos perpendiculares a la horizontal cuyo propósito es llevar las aguas residuales desde los distintos niveles de la edificación hacia la red interna.

Figura 7.

Bajante en una edificación.



- ✓ **Pozo TILL:** Se trata de una estructura receptora donde confluyen las aguas servidas que circulan por la red interna, conectándose posteriormente con la red pública.

Figura 8.

Pozo till.



- ✓ **Red de alcantarillado:** Este sistema de conductos recoge el agua de consumo de cada instalación dentro de la universidad y la transporta de manera segura hacia la estación de bombeo, para luego verterla en un pozo de la red pública. (Cazar & Vallejo, 2018, p. 22).

2.5.2 Accesorios de una red de saneamiento.

Una red de saneamiento está compuesta por una serie de elementos esenciales, que incluyen:

- ✓ **Sifones:** Se trata de accesorios con una doble curvatura diseñados para evitar el retroceso del caudal expulsado hacia los dispositivos, al mismo tiempo que previenen la entrada de malos olores en la habitación.

Figura 9.

Sifón.



- ✓ **Codos sanitarios:** Estos codos poseen ángulos de 45° con el propósito de evitar la acumulación de agua y su retorno en la tubería.

Figura 10.

Codo sanitario.



- ✓ **Yees sanitarias:** Estas conexiones reciben caudales de dos fuentes y generalmente los desembocan en una tubería principal.

Figura 11.

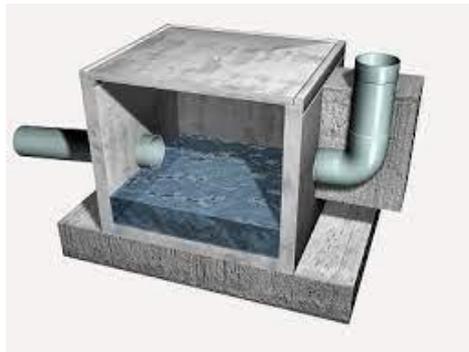
Yees sanitario.



- ✓ **Cajas de revisión:** Estructuras destinadas a la inspección del funcionamiento de la red, ubicadas estratégicamente en puntos donde podría generarse algún conflicto, especialmente en las uniones de dos tuberías con un alto caudal. (López, 2011. P. 19).

Figura 12.

Caja de registro.



2.5.3 Selección de la tubería a utilizar.

Las tuberías utilizadas para desagüe serán de los diámetros indicados en cada tramo, de PVC, deben ser certificadas por INEN. Las juntas entre tuberías y accesorios podrán ser pegadas o tener uniones elastoméricas, no se deben deformar los tubos o accesorios en obra más allá de lo permitido por el fabricante y se debe colocar las tuberías de manera que sean accesibles con fines de mantenimiento. En las tablas 1 y 2 se observan los diámetros comerciales de tuberías y accesorios.

Tabla 1.*Diámetros comerciales de accesorios de PVC comerciales*

Serie: PVC liso	
Descripción: serie B (UNE-EN 1329)	
Coef. Manning: 0.009	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	26.0
Ø40	34.0
Ø50	44.0
Ø63	57.0
Ø75	69.0
Ø80	74.0
Ø82	76.0
Ø90	84.0
Ø100	94.0
Ø110	103.6
Ø125	108.6
Ø140	133.6
Ø160	153.6
Ø180	172.8
Ø200	192.2
Ø250	240.2
Ø315	302.6

Nota: (Colmenárez et al., 2010, p. 4)**Tabla 2.***Valores de diseño para cargas volumétricas permisibles en función de la temperatura.*

Serie: PVC liso	
Descripción: Policloruro de vinilo	
Coef. Manning: 0.009	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	29.6
Ø40	37.6
Ø50	47.6
Ø75	72.0
Ø90	86.8

Ø110	105.6
Ø125	120.0
Ø140	134.4
Ø160	153.6
Ø200	192.0
Ø250	240.2
Ø315	302.6
Ø400	392.3
Ø500	485.7
Ø600	594.6

Nota(Colmenárez et al., 2010, p. 4)

2.6 Bases de diseño de la red de alcantarillado

La infraestructura de saneamiento interno tiene como finalidad recoger las aguas residuales generadas en la edificación y dirigirlas hacia la red pública, la cual las transportará a las instalaciones municipales de tratamiento. Este sistema opera mediante gravedad, garantizando una pendiente apropiada y un diámetro adecuado en las tuberías para prevenir obstrucciones y olores desagradables.

El diseño del sistema incluye tuberías colectoras principales que se interconectan a través de pozos de revisión y desembocan en una única salida hacia la estación de bombeo. Las tuberías colectoras secundarias, tanto para aguas servidas como pluviales, se integran a estas matrices. Estas conexiones se realizan mediante accesorios de PVC, enlazando las tuberías ramificadas que se conectan a los puntos de consumo o aparatos sanitarios. (Arévalo et al., 2017, p. 21).

Las bases de diseño representan el punto inicial y fundamental para todo análisis y proyecto en estudio, sustentadas en especificaciones técnicas y normativas pertinentes. Carmona (2013), comenta que los problemas de corrosión y derivantes se exponen al mínimo cuando un sistema de alcantarillado está bien proyectado y en consecuencia tenga un rendimiento adecuado durante el periodo de diseño. (p. 3)

2.6.1 Período de diseño.

Las condiciones iniciales del proyecto en estudio se constituyen en un lapso de diseño o planificación que se encuentra solicitada a la demanda del servicio, viabilidad de expansiones e índices del crecimiento poblacional, industrial y comercial.

La Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable (2009), sustenta que los sistemas de recolección y eliminación de aguas residuales deben ser planificados con una duración mínima de 30 años como estándar de referencia. (p. 27)

2.6.2 Población.

La proyección demográfica constituye un elemento central en la planificación de un sistema de alcantarillado. Esta proyección demográfica debe reflejar la población prevista al término del período de diseño, conocido también como el año límite de planificación del proyecto. Asimismo, se requiere estimar la población futura en intervalos de cada 5 años hasta alcanzar dicho límite temporal. (Secretaría del Agua, 2005, p. 28)

2.6.3 Proyección de la población futura.

La distribución espacial tanto de la población presente se fundamentará en las estimaciones obtenidas de los estudios actuales realizados por los autores del proyecto y en cuanto a la población futura se obtendrá mediante los métodos de proyección exponencial, geométricos y aritmético, que estima la densidad poblacional existente en la proyección de diseño.

2.6.4 Proyección Exponencial.

El modelo exponencial postula que el crecimiento ocurre de manera continua, sin estar limitado a unidades discretas de tiempo. Este postulado requiere reemplazar la expresión " $(1 + r)^a$ " por " $\text{Exp.}(r \cdot a)$ ". La justificación de

esta sustitución se basa en los principios del Cálculo Matemático.(Torres-Degró, 2011)

(C. López et al., 2013) plantean la ecuación exponencial o de Malthus de la siguiente manera, una ecuación de primer orden, (p. 11):

$$\frac{dP}{dT} = K_g; \frac{dP}{dT} = K_g dT \quad \text{Ecuación 1}$$

Que al integrar la ecuación se obtiene:

$$K_g = \frac{\text{Ln}P_{cp} - \text{Ln}P_{ca}}{T_{cp} - T_{cu}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

cp = censo posterior

ca = censo anterior

2.6.5 Proyección Geométrica.

La proyección geométrica implica que la población experimenta un aumento a una tasa constante, lo que indica que aumenta proporcionalmente en cada periodo de tiempo, de forma más explícita, la cantidad de personas incrementa de forma acumulativa. (Estadística & 1967, 1967, p. 58):

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{(T_f - T_{uc})} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual

P_{uc} = población de último censo

T_{uc} = año de último censo

P_f = población proyectada

T_f = año de la proyección

P_{ci} = población de censo inicial

$$T_{ci} = \text{año de censo inicial}$$

2.6.5.1 Proyección aritmética.

La fórmula derivada de esta teoría es directa y, por consiguiente, se emplea comparativamente en escenarios donde el período proyectado para el crecimiento poblacional es breve y se busca una estimación general aproximada. Se trata simplemente de calcular el aumento anual y multiplicarlo por la población inicial, tantas veces como años abarque el intervalo proyectado, con el objetivo de obtener una estimación aproximada de la población. (Estadística & 1967, 1967, p 57):

$$P_f = P_{uc} + k_a(T_f - T_{uc}) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

P_{uc} = población de último censo

P_f = población proyectada

k_a = pendiente de la recta

T_f = año de la proyección

2.6.6 Dotación.

La Secretaría del Agua (2005), sostiene que la generación de suministro hídrico destinada a cubrir las demandas de población y otros usos será determinada mediante un análisis exhaustivo de las características específicas de cada comunidad, teniendo en cuenta condiciones climáticas, y las dotaciones que han sido fijadas de acuerdo a un sector en específico (p. 21).

Para la dotación a usar en el proyecto se usará los valores asignados para universidades, según la Normativa (Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable, 2009, p. 32) :

Tabla 3.

Dotaciones institucionales.

Contribución institucional mínima		
Dotación	0.4-0.5	Lt/hab/Inst.

Nota: (Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable, 200, p. 32)

2.6.7 Áreas Tributarias.

Según la INEN - CPE (1992) en el ítem 5.1.3.1, la ciudad se dividirá en distintas áreas principalmente considerando su topografía y contemplarán las diferentes categorías de terrenos (residenciales, comerciales, industriales, institucionales y públicos), así como se incorporarán áreas designadas para futuros proyectos de expansión y crecimiento. (p. 4)

2.6.8 Caudal de diseño.

Tomando las palabras de Martha & Álvarez Álvarez (2021), el diseño de la red de recolección se planificará de manera secuencial, evaluando el caudal de diseño acumulado en cada tramo. El cálculo del volumen del caudal de diseño que será conducido por el sistema de alcantarillado sanitario se determinará a partir de la suma de los flujos de aguas residuales domésticas e industriales, según sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, el caudal de infiltración y el proveniente de conexiones ilegales. (p. 23). Los valores poblacionales y de asignación de agua corresponden al término del período de diseño. A continuación, se detalla la ecuación del caudal de diseño. (Chiquito, 2018)

$$Q_{diseño} = Q_{max.hor} + Q_{inf} + Q_{ilícitas}$$

Ecuación
5

Dónde:

$Q_{max\ hor.}$ = Caudal máximo horario (lt/seg)

Q_{inf} = Caudal de infiltración (lt/seg)

Q_{ili} = Caudal de aguas ilícitas (lt/seg)

2.6.8.1 Caudal máximo horario.

Para estimar el caudal máximo horario se requiere calcular previamente el caudal medio diario. La INEN - CPE, (1992), manifiesta que el caudal medio diario será determinado al inicio y al término del período de diseño. (p. 99). Este flujo se derivará de multiplicar la población contribuyente por las asignaciones de agua potable al inicio y al final del período de diseño, ajustadas por el coeficiente de retorno.

El coeficiente de retorno representa la proporción del agua consumida para uso doméstico que finalmente se descarga como aguas residuales. La Norma de Alcantarillado de Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable (2009), recomienda el uso de valores 0.7-0.8 para un sistema de alcantarillado con nivel de complejidad bajo y medio, y un rango de 0.8-0.85 para sistemas de nivel de complejidad medio alto y alto. (p. 30). El caudal medio Q_m se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{\text{Dot} * \text{Población} * K}{86400} \text{ (L/s)} \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

Dot: Dotación (L/hab/día)

K: Coeficiente de retorno.

Posteriormente, se procederá a multiplicar el diario por un factor de variación horaria. El coeficiente de variación del consumo máximo horario debe fundarse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio, en caso adverso, se recomienda usar valores 2 a 2.3. (INEN - CPE, 1992, p. 43)

$$Q_{max.hor} = k * Q_m \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

K= coeficiente de flujo máximo

2.6.8.2 Caudal de Infiltración.

Los signos más evidentes de la ineficacia en la infraestructura hidráulica en red de caudales se manifiestan a través de los flujos no regulados, como la infiltración del agua subterránea en tuberías como las del sistema de alcantarillado. La infiltración se define como la entrada de agua subterránea en la red de alcantarillado a través de defectos en las tuberías, juntas, conexiones y estructuras de inspección. (Cortes et al., 2016, p. 1).

(Carmona, 2013) expresa la ecuación de caudal de infiltración como (p. 63):

$$Q_{infiltración} = \frac{14000}{86400} * \text{área} \quad \text{Ecuación 8}$$

2.6.8.3 Caudal de Conexiones Ilícitas.

Taris (2017), ostenta que el caudal de conexiones ilícitas se trata de flujos de agua provenientes de instalaciones clandestinas ubicadas en espacios residenciales como patios, jardines y techos, que integran aguas pluviales al sistema. Asimismo, incluye flujos generados por conexiones inapropiadas o incorrectas. En este contexto, la cantidad de agua para este fin podría representar entre el 5% y el 10% del flujo máximo en una hora, o en ausencia de información específica, se estima en 80 litros por habitante al día. La ecuación de caudal de conexiones ilícitas se muestra como (p. 15):

$$Q_{ilícitas} = \frac{80}{86400} * \text{Pob} \left(\frac{\text{Lt}}{\text{hat}} / \text{día} \right) \quad \text{Ecuación 9}$$

2.6.9 Relaciones Hidráulicas de Caudales en Tuberías Parcialmente Llenas.

Para llevar a cabo el análisis del sistema de alcantarillado con un nivel parcial de llenado, es fundamental establecer correlaciones con las condiciones de un conducto completamente lleno, conocidas como "elementos hidráulicos". Estos elementos se definen en base a los parámetros derivados de la fórmula de Manning.

2.6.9.1 Ecuación de continuidad a tubo lleno.

En un proyecto el diseño de los conductos circulares es primordial que funcionen a toda su capacidad, por lo que se usan tablas-nomogramas basados en principios hidráulicos, relacionando así el diámetro de tubería, aporte, pendiente, velocidad para condiciones del flujo a sección llena. (Gavilanes & Pablo, 2006, p. 26).

La fórmula de caudal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q = V * A \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

Q = Gasto en m³ /s.

V = velocidad en m/s.

A = área transversal del flujo en m²

2.6.9.2 Velocidad de flujo a tubo lleno.

Rodríguez & Gutiérrez (2002), manifiestan en su artículo "Resistencia al flujo en canales y límites de aplicabilidad de la fórmula de Manning" que la ecuación de Manning es una de las más utilizadas para estimar la resistencia al flujo en canales. Sin embargo, uno de sus principales inconvenientes es la falta de homogeneidad dimensional en dicha expresión. Para evaluar la resistencia al flujo en escurrimiento uniforme en canales abiertos, se formula de la siguiente manera (p. 2):

Ecuación de velocidad de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 11}$$

El radio hidráulico para la tubería llena se define cómo:

$$R_h = \frac{D}{4} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

V = velocidad de flujo totalmente lleno. (m/s)

n = coeficiente de rugosidad.

Rh = radio hidráulico. (m)

S es el gradiente de energía. (m)

Pm es el perímetro mojado. (m)

El coeficiente de rugosidad se obtiene mediante la tabla mostrada a continuación, según la norma (INEN - CPE, 1992, p. 118):

Tabla 4.

Coefficientes de rugosidad recomendadas

Material	n (Manning)
Asbesto cemento	0,01
Concreto liso	0,012
Concreto áspero	0,016
Cemento pulido	0,011
Mortero	0,013
Piedra	0,025
PVC	0,009

Nota. Tomado de (INEN - CPE, 1992, p. 118)

Diámetro de tubería

$$D = 1,548 \left(\frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

D = diámetro teórico de la tubería. (m)

Q = caudal de diseño del alcantarillado. (l/s)

n = coeficiente de rugosidad.

S = gradiente de energía. (m)

2.6.9.3 Ecuación de caudal a tubo lleno.

En función de caudal, la Ecuación de Manning se expresa:

$$Q = 0,312 \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

Q = caudal a flujo totalmente lleno. (l/s)

n = coeficiente de rugosidad.

S = gradiente de energía. (m)

D = diámetro teórico de la tubería. (m)

Las relaciones hidráulicas primordiales nacen a partir de que la conducción trabaje parcialmente llena o netamente llena

$$\text{Velocidad } \frac{V}{V. \text{lleno}}; \text{Caudal } \frac{q}{Q. \text{lleno}}; \text{Diámetro } \frac{d}{Q. \text{lleno}}; \text{Area } \frac{a}{A. \text{lleno}} \quad \text{Ecuación 15}$$

De acuerdo con Taris (2017), las relaciones hidráulicas se describen en (p. 18):

- ✓ La relación $Q/Q_s <$ que se determina dividiendo el caudal calculado para cada tramo de tubería por el caudal de capacidad máxima calculado mediante la fórmula de Manning para el flujo a capacidad total.
- ✓ La relación V/V se obtiene tras calcular el valor de q/Q . Se divide la velocidad de diseño por la velocidad máxima calculada usando la fórmula de Manning mencionada anteriormente.
- ✓ En el caso de las tuberías de gravedad y flujo libre, se emplearán las curvas de propiedades hidráulicas para determinar las relaciones de velocidades (v/V), el radio hidráulico y la profundidad de agua para el caudal de diseño, que refleja la condición real. del sistema.

2.6.9.4 ECUACIÓN DE MAYORACIÓN O SIMULTANEIDAD.

Este valor incrementa el caudal de aguas residuales al tener en cuenta la simultaneidad en la generación de caudales durante la hora de máxima demanda. En áreas densamente pobladas, este valor tiende a

aproximarse a 2.5. Es necesario calcular el factor F de manera segmentada, considerando el aumento progresivo de la población y del caudal en cada tramo. Cabe destacar que diversos autores han propuesto el factor M desde distintos enfoques.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}} \text{ O } \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Babbit:

$$M = \frac{5}{P^{0.2}}$$

Flores:

$$M = \frac{3.5}{P^{0.1}}$$

Donde "P" denota la cantidad de habitantes, expresada en miles. Al emplear la fórmula suministrada por la EMAAP-Q, se obtiene que:

$$M = \frac{2.228}{Q_{med}^{0.073325}}$$

Ecuación 16

Donde:

M= Coeficiente de simultaneidad o mayoración.

Condición: M= 4, cuando $Q_{med} < 4 \left[\frac{l}{s} \right]$

Rango de limites: $1.5 \leq M \leq 4$

Q_{med} = Caudal medio diario de aguas servidas [l/s]

2.6.9.5 COEFICIENTE DE POMEROY

La fórmula que sigue resulta altamente beneficiosa en el desarrollo de proyectos de alcantarillado sanitario. Al concebir un sistema de alcantarillado, resulta fundamental comprender las condiciones propicias para evitar los procesos anaeróbicos. Diversos intentos se han realizado al respecto, siendo la "fórmula Z"

uno de los enfoques más ampliamente aceptados, particularmente en sistemas de flujo gravitacional. Esta expresión matemática arroja un indicador cualitativo propuesto por Pomeroy en 1970, diseñado específicamente para alcantarillados de diámetros inferiores a 600 mm, con el propósito de determinar las condiciones idóneas de operación.

$$Z = \frac{3(EBOD)}{s^2 Q^3} \times \frac{P}{b} \times 1.07^{(t-20)}$$

Ecuación 17

Donde EBOD se define como la DBO efectiva, lo que significa que resulta de multiplicar la DBO estándar expresada en (mgL^{-1}) por un coeficiente de temperatura igual a $1.07^{(t-1)}$. En la ecuación, "s" representa la pendiente del alcantarillado en unidades de $(m/100m)$, "Q" denota el caudal medido en $(L s^{-1})$, y "P/b" indica la relación entre el perímetro mojado y el ancho "b" de la superficie del agua.

Tabla 5.

Valor de z con diferentes condiciones

Valor de Z	Condiciones más probables
Menor a 5000	Presencia escasa de sulfuros
Alrededor de 7500	Bajas concentraciones de sulfuros se producirán
Alrededor de 10000	Se producirán condiciones para causar malos olores y corrosión
Alrededor de 15000	Problemas frecuentes de olores y corrosión

Nota: Tomada de INEN-CPE,1992

2.6.10 Velocidades de Flujo.

2.6.10.1 Velocidades mínimas.

El propósito de calcular las velocidades mínimas es prevenir la sedimentación en el lecho de los conductos, evitando así la acumulación de sólidos que podría reducir la sección transversal de las tuberías y acortar la vida útil del sistema de alcantarillado. Establecer estas velocidades mínimas resulta

fundamental, ya que garantiza condiciones de autolimpieza en los conductos. (San Francisco de Quito et al., 2011, p. 22).

En conductos absolutamente llenos, la velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s, mientras que, para conductos parcialmente llenos, se recomienda una velocidad mínima de 0,45 m/s según la (INEN - CPE, 1992, p.190).

2.6.10.2 Velocidades máximas.

Es el límite de valor establecido en el diseño para prevenir el desgaste de las superficies internas de las tuberías y estructuras del sistema de drenaje sanitario. El Código Ecuatoriano De La Construcción. C.E.C., INEN - CPE (1992) menciona que las velocidades máximas aceptables en los colectores dependen del material de elaboración y que la velocidad máxima efectiva no debe exceder los 5 m/s, o en efecto usar los valores recomendado por la tabla 6, (p. 190):

Tabla 6.

Coefficientes de rugosidad recomendadas

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMO (m/s)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
Con uniones de mortero	4	0.013
Con uniones de neopreno para nivel freático	3.5 – 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 – 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Nota: (INEN - CPE, 1992) pag. 190

2.6.10.3 Pendientes en tubería.

Las normas de la Secretaría del Agua (2005), expone que la pendiente de cada tramo de tubería debe buscarse para ser lo más similar al terreno posible,

reduciendo al mínimo las excavaciones, se establecerá una pendiente mínima del 1% (p. 41).

Tabla 7.

Pendientes mínimas

DIÁMETRO (mm)	PENDIENTE MÍNIMA %
150	0.33
200	0.30
250	0.24
300	0.20
350	0.16
400	0.14
450	0.13
500	0.12
600	0.11

Nota: Tomada de INEN-CPE, 1992

2.6.11 Diámetro.

Las pautas de diseño para sistemas de alcantarillado según (INEN - CPE, 1992) establecen que el diámetro mínimo de las tuberías principales será de 200 mm (8"). En casos excepcionales, como conexiones domiciliarias, se permite el uso de tuberías de 160 mm de diámetro solo si se justifica su necesidad debido a mejores condiciones hidráulicas de operación o por estar ubicadas en áreas de acceso estrecho, pero con pendientes pronunciadas (p. 188).

2.7 Alcantarillado pluvial

El alcantarillado pluvial se define como el sistema diseñado para drenar el agua superficial generada por la lluvia. En algunos entornos pequeños y con condiciones topográficas específicas, se podría considerar inicialmente un sistema de alcantarillado sanitario y permitir que el agua de lluvia fluya por las calles, postergando así la construcción del alcantarillado pluvial hasta que sea realmente necesario. Aunque la combinación de aguas residuales y pluviales a través de un

sistema de alcantarillado combinado puede resultar económicamente viable en términos de recolección inicial, no es la opción más adecuada al considerar la perspectiva global del tratamiento de aguas. Esto se debe a las fluctuaciones en los flujos de agua, lo que puede afectar negativamente el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, se recomienda separar en la medida de lo posible los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y pluviales para un adecuado saneamiento integral. (Comisión Nacional del Agua, 2015, p. 6)

2.7.1 Componentes del Sistema de Alcantarillado Pluvial.

El Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (2014) define los componentes del sistema de alcantarillado en funcionalidad de la estructura (p. 5):

- ✓ **Estructuras de captación:** Las estructuras de captación son variadas en los sistemas de alcantarillado pluvial, desde sumideros hasta conexiones domiciliarias que recogen las aguas lluvias de techos y patios. Además de las coladeras pluviales o bocas de tormenta, se considera que las vialidades, vados, cunetas y contra cunetas también juegan un papel crucial al captar y dirigir los escurrimientos pluviales hacia las instalaciones de desagüe.
- ✓ **Estructuras de dirección:** Desempeñan un papel fundamental al llevar las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia instalaciones de tratamiento o áreas de vertido. Constituyen la parte central de un sistema de alcantarillado y se componen de conductos cerrados, como tuberías, y de conductos abiertos.
- ✓ **Estructuras de conexión y mantenimiento:** Tienen como función principal facilitar la interconexión y el mantenimiento de los conductos que componen la red de alcantarillado. Estas estructuras no solo permiten la unión de varias tuberías, incluso si difieren en diámetro o material, sino que también proporcionan el espacio necesario para que una persona

pueda descender al nivel de las tuberías y realizar tareas de limpieza e inspección de los conductos.

- ✓ **Estructura de descarga y complementarias:** Las estructuras de descarga representan elementos finales que resguardan y garantizan la liberación sin impedimentos de la descarga final en un sistema de alcantarillado. Su función principal es prevenir posibles daños en el último tramo de tubería, los cuales podrían derivarse tanto de la fuerza de la corriente hacia la cual se dirige el sistema como del flujo saliente dentro de la tubería en complementación a estructuras encargadas de retención, filtración, limpieza y remoción.

2.8 Topografía

La topografía desempeña un papel crucial en el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, influyendo en cómo se mueve el agua de lluvia en un área específica. Aspectos clave incluyen la posibilidad de aprovechar la gravedad para el flujo del agua en terrenos inclinados, o la necesidad de sistemas a presión en terrenos planos. La evaluación de pendientes, capacidad de carga del suelo y análisis hidráulicos basados en la topografía son esenciales para garantizar un sistema eficiente y sostenible que se adapte a las características únicas del terreno.

2.9 Período de diseño

La determinación del período de diseño en un sistema de alcantarillado pluvial o de aguas lluvias representa un componente esencial en la realización de proyectos de ingeniería en esta especialidad. Este parámetro se establece de manera análoga a como se realiza en el alcantarillado sanitario. En consecuencia, si se dispone de un diseño preexistente para el alcantarillado sanitario, el período de diseño para el sistema de alcantarillado pluvial será idéntico al empleado en el diseño sanitario. (Salamanca & Rodríguez, 2018, p. 34).

2.10 Población futura

De la misma manera en que se aborda la planificación del sistema de alcantarillado sanitario, el cálculo de la población de diseño sigue un procedimiento análogo. Se lleva a cabo una proyección del crecimiento demográfico utilizando los métodos mencionados anteriormente, extendiéndose hasta el periodo de diseño establecido para anticipar la población futura de manera precisa. Este enfoque asegura una consideración exhaustiva de las variables demográficas y un diseño acorde con las necesidades previstas en el horizonte temporal establecido. (Gálvez, 2004, p. 23).

2.11 Áreas de aportación

Las áreas de contribución se caracterizan como aquellas regiones que desempeñan un papel significativo en el direccionamiento del escurrimiento, ya sea de aguas residuales o pluviales. En conformidad con las normativas vigentes, se procederá a delimitar las áreas tributarias de acuerdo con las particularidades topográficas que exhiba la ciudad objeto de análisis. Este enfoque asegura una consideración detallada de los factores topográficos para una gestión adecuada del flujo de aguas en el contexto urbano estudiado. (Jimenez & Matamoros, 2009, p. 6)

2.12 Caudales de aguas lluvias

En la determinación de los caudales de escurrimiento superficial directo, se pueden emplear tres enfoques fundamentales: el método racional, el método del hidrograma unitario sintético y el análisis estadístico basado en datos observados de escurrimiento superficial:

- ✓ El método racional se aplicará para calcular el escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie inferior a 100 hectáreas.
- ✓ En el caso de cuencas con una extensión superior a las 100 hectáreas, se optará por el método del hidrograma unitario sintético. Este mismo enfoque se utilizará para examinar los embalses artificiales de regulación.

- ✓ Para estimar los caudales de corrientes de agua importantes, cuya área de contribución sea superior a 25 km² y que atraviesen áreas urbanas, se sugiere el análisis estadístico de los datos observados de escurrimiento superficial. En ausencia de información, se recurrirá, con la debida justificación, a cualquier otro método, instando a las autoridades competentes a implementar de inmediato la instrumentación de la cuenca para registrar los valores de escurrimiento superficial en los puntos de interés.(INEN - CPE, 1992, p. 194)

2.13 Método Racional

La Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable (2009), expone que se puede emplear el Método Racional en áreas de drenaje más reducidas, hasta 200 hectáreas, que presentan características hidrológicas e hidráulicas sencillas, es decir, sin elementos que detengan o retrasen el flujo. La fórmula de caudal se describe (p. 78):

$$Q = 0,00278 * C * I * A \quad \text{Ecuación 18}$$

En donde:

Q = Caudal pico (m³/seg)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad de precipitación (mm/h). Determinada de curvas I-D-F para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca para la recurrencia de cálculo adoptada.

A = Área de drenaje en cuenca (ha)

2.13.1 Coeficiente de escorrentía.

De acuerdo con la (INEN - CPE, 1992) para calcular el coeficiente C, se debe tener en cuenta los impactos de la infiltración, el almacenamiento debido a la retención superficial, la evaporación, entre otros factores. Para eventos que suceden con frecuencias comprendidas entre 2 y 10 años. (p. 194). El coeficiente de escorrentía es el resultado de la combinación de numerosos factores

hidrometeorológicos y propiedades morfológicas de infiltración del suelo, así como las circunstancias relacionadas con la utilización, la cobertura y la ocupación del mismo, se sugieren los siguientes valores para el coeficiente (Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable, 2009, p. 80):

Tabla 8.

Coeficiente de escorrentía.

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA UN ÁREA URBANA	
Descripción del área	Coeficiente de escorrentía
Negocios	
Centro	0.70 a 0.95
Barrios	0.50 a 0.75
Residencial	
Unifamiliar	0.30 a 0.60
Multi-unidades, contiguas	0.40 a 0.75
Departamentos	0.60 a 0.85
Industrias	
Livianas	0.50 a 0.80
Pesadas	0.60 a 0.90
Sin mejoras	0.10 a 0.30

Nota: (INEN - CPE, 1992)

2.13.2 Intensidad.

El (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015) define la intensidad como el total de flujo de agua que cae en un lugar, en un tiempo determinado en proporcionalidad inversa a la duración de la lluvia, siendo la intensidad la tasa transitoria de la precipitación. (p. 8).

Tabla 9.

Ecuaciones de intensidad según el lugar de estación pluviométrica de la zona de estudio

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)			
M0038	MANUEL J. CALLE	120 <1440	$i = 1777.308 * T^{0.2045} * e^{-0.8442}$	0.9976	0.9951
		5 <30	$i = 197.6537 * T^{0.2482} * e^{-0.4391}$	0.9887	0.9775
		30 <120	$i = 185.4531 * T^{0.2621} * e^{-0.4874}$	0.9843	0.9688
M0039	BUCA Y	120 <1440	$i = 1172.3878 * T^{0.2621} * e^{-0.8152}$	0.9949	0.9898
		5 <30	$i = 177.0558 * T^{0.2029} * e^{-0.2984}$	0.9874	0.975
		30 <120	$i = 323.6922 * T^{0.2058} * e^{-0.4798}$	0.9939	0.9878
M0040	PASAJE	120 <1440	$i = 1155.5213 * T^{0.2468} * e^{-0.7546}$	0.9909	0.9819
		5 <10	$i = 204.1950 * T^{0.2961} * e^{-0.5466}$	0.9866	0.9735
		30 <120	$i = 146.6247 * T^{0.2232} * e^{-0.4013}$	0.9795	0.9594
M0051	BABAHOYO	120 <1440	$i = 1072.478 * T^{0.2209} * e^{-0.8244}$	0.9944	0.9889
		5 - 60	$i = 161.4674 * T^{0.2600} * e^{-0.2744}$	0.9759	0.9524
		60 - 1440	$i = 1639.1433 * T^{0.2267} * e^{-0.8115}$	0.9916	0.9833
M0053	IBARRA AEROPUERTO	5 - 30	$i = 163.981 * T^{0.2746} * e^{-0.5492}$	0.9945	0.9891
		30 - 120	$i = 235.822 * T^{0.2642} * e^{-0.6261}$	0.9956	0.9913
		120 - 1440	$i = 629.210 * T^{0.2296} * e^{-0.8701}$	0.9967	0.9935
M0054	QUITO OBSERVATORIO	5 <30	$i = 187.2079 * T^{0.2544} * e^{-0.4375}$	0.9945	0.989
		30 <120	$i = 607.9234 * T^{0.2447} * e^{-0.7845}$	0.997	0.994
		120 <1440	$i = 1260.0281 * T^{0.2225} * e^{-0.9221}$	0.9995	0.999
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5 <30	$i = 135.7748 * T^{0.2269} * e^{-0.2062}$	0.984	0.9683
		30 <120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * e^{-0.417068}$	0.9944	0.9889
		120 <1440	$i = 1113.4537 * T^{0.2269} * e^{-0.7775}$	0.9992	0.9984
M0057	RIOBAMBA AEROPUERTO	5 <30	$i = 131.53 * T^{0.2870} * e^{-0.5414}$	0.9903	0.9806
		30 <120	$i = 280.338 * T^{0.2884} * e^{-0.7605}$	0.9964	0.9929
		120 <1440	$i = 563.875 * T^{0.2553} * e^{-0.8214}$	0.9979	0.9958
M0058	ESMERALDAS TACHINA	5 < 60	$i = 111.410 * T^{0.2840} * e^{-0.2870}$	0.9822	0.9648

Nota: Tomada de (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2015, p.21)

2.13.3 Área de drenaje.

El término “área de drenaje” correspondiente a un determinado punto de la localidad a servir con un sistema de drenaje pluvial, se define como el área geográfica encerrada por los límites de aporte superficial del escurrimiento proveniente de la precipitación pluvial. Los límites de un área o cuenca de drenaje suelen estar alterados por las obras que el hombre realiza, tales como caminos, calles, alcantarillas, bordos, vías de ferrocarril y las mismas obras de drenaje. En general el área total de drenaje correspondiente a una localidad debe ser dividida por los proyectistas hidráulicos del sistema de drenaje en subáreas o subcuencas con características geomorfológicas e hidrológicas homogéneas, con el objeto de facilitar la aplicación de los métodos de diseño hidrológico e hidráulico y diseñar los diferentes componentes del sistema de drenaje pluvial de la localidad. La extensión y el tipo de áreas tributarias deberán determinarse para el conjunto de tuberías y para cada tramo de tubería a diseñar. El área de aportes deberá incluir el área propia del tramo en consideración y se expresará en hectáreas (ha), con una aproximación de 0.1 ha. (Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable, 2009, p. 71).

2.14 Diámetros

En los conductos principales de la red de drenaje pluvial, se establece como requisito un diámetro mínimo de 250 mm, y en los conductos secundarios se exige al menos una tubería con un diámetro de 250 mm.(INEN - CPE, 1992, p. 188)

2.15 Pendiente

Las tuberías, ya sea en ramales, tirantes o colectores, deben ajustarse en su pendiente de manera general al terreno natural para permitir el funcionamiento gravitacional eficiente del sistema de alcantarillado(INEN - CPE, 1992, p. 188).

2.16 Relaciones Hidráulicas

El Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (2014), manifiesta que las bases fundamentales de la hidráulica se extraen de los principios esenciales de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía aplicadas a un volumen específico, generando así ecuaciones conocidas como de continuidad, cantidad de movimiento y energía, respectivamente. Y el sistema de alcantarillado pluvial responde a las mismas relaciones hidráulicas detalladas anteriormente en el sistema de alcantarillado sanitario.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo.

La índole de la investigación es de tipo aplicada, alineándose con el principio de conocer con el propósito de actuar, construir y modificar, según lo indicado por Grajales (2000, p. 2). Este enfoque investigativo busca generar nuevos conocimientos orientados a abordar problemas prácticos. Se encuentra estrechamente vinculado con la investigación básica, ya que depende de los descubrimientos y avances en este ámbito, enriqueciéndose con ellos. No obstante, se distingue por su enfoque particular en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos, como se destaca en las observaciones de Álvarez (2020, p. 1). En relación con el tema de estudio, durante la evaluación se emplea software como Excel, AutoCAD y StormCAD para analizar el rendimiento.

3.1.2 Nivel.

El enfoque de la investigación es explicativo-aplicativo, ya que se busca analizar las causas y efectos del taponamiento en las tuberías a través de levantamientos topográficos, software especializado y salidas de campo. El objetivo es comprender las razones detrás del mal funcionamiento del sistema y proponer mejoras para garantizar un rendimiento óptimo, evitando así obstrucciones en las tuberías.

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método.

El método empleado en la investigación sigue un enfoque Hipotético-Deductivo, donde se abordan las variables mediante la ejecución de levantamientos topográficos. Posteriormente, se elabora una hoja de cálculo para verificar la adecuada operación del sistema, con el propósito de cumplir con los objetivos establecidos en este estudio.

3.2.2 Enfoque.

La orientación de la investigación adopta un enfoque mixto, conforme a la conceptualización de Hernández Sampieri & Mendoza (2020, p. 2), donde la recopilación de datos se fundamenta en la medición de variables e hipótesis utilizando métodos de recolección de información estandarizados y reconocidos por la comunidad científica. En este estudio, la evaluación del rendimiento de los sistemas de alcantarillado y aguas pluviales se comunica a través de resultados respaldados por cálculos, verificando que cada tramo de tubería mantenga una pendiente adecuada y un flujo óptimo.

3.2.3 Diseño.

La investigación adopta un diseño experimental, según lo señala Badii et al. (2007, p. 1-2), en este tipo de estudios, el investigador busca verificar los efectos de una intervención específica, desempeñando un papel activo a lo largo del desarrollo de la investigación. La experimentación de la investigación esta precedida por la toma de datos en campo y cálculos para el desarrollo de la evaluación de los sistemas saneamiento en el sector de estudio.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población.

Según Arias et al. (2016), la población de estudio se define como un conjunto de casos específico, delimitado y accesible que servirá como punto de referencia para la selección de la muestra, cumpliendo con criterios preestablecidos. Este concepto no se limita exclusivamente a seres humanos, sino que abarca también animales, muestras biológicas, expedientes, hospitales, objetos, familias, organizaciones, entre otros. (p. 201) El autor sugiere que, para estos últimos, sería más apropiado utilizar un término similar, como "universo de estudio". En el contexto de la presente investigación, la población de estudio engloba los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

3.3.2 Muestra.

Siguiendo la perspectiva de Hernández Sampieri & Fernández Collado (2017), la muestra se refiere a un subgrupo de la población de interés del cual se recopilarán datos. Es esencial definir y delimitar con precisión este subgrupo, asegurándose de que sea representativo de la población en general. El investigador busca que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse o extrapolarse a toda la población, con la finalidad de abordar la validez externa, especialmente en el contexto de experimentos. (p. 28) En el marco de esta investigación, la muestra se centra en los segmentos donde se registran obstrucciones o desbordamientos en las cámaras ubicadas en la Universidad.

3.3.3 Muestreo.

Se llevó a cabo una planificación en el proceso de muestreo, considerando las decisiones estratégicas tomadas por los investigadores. En el marco de esta investigación, se emplearon diversos métodos de recopilación de datos, incluyendo la ejecución de levantamientos tanto con nivel como con RTK. Esta estrategia permitió la obtención de detalles específicos como son las cotas de

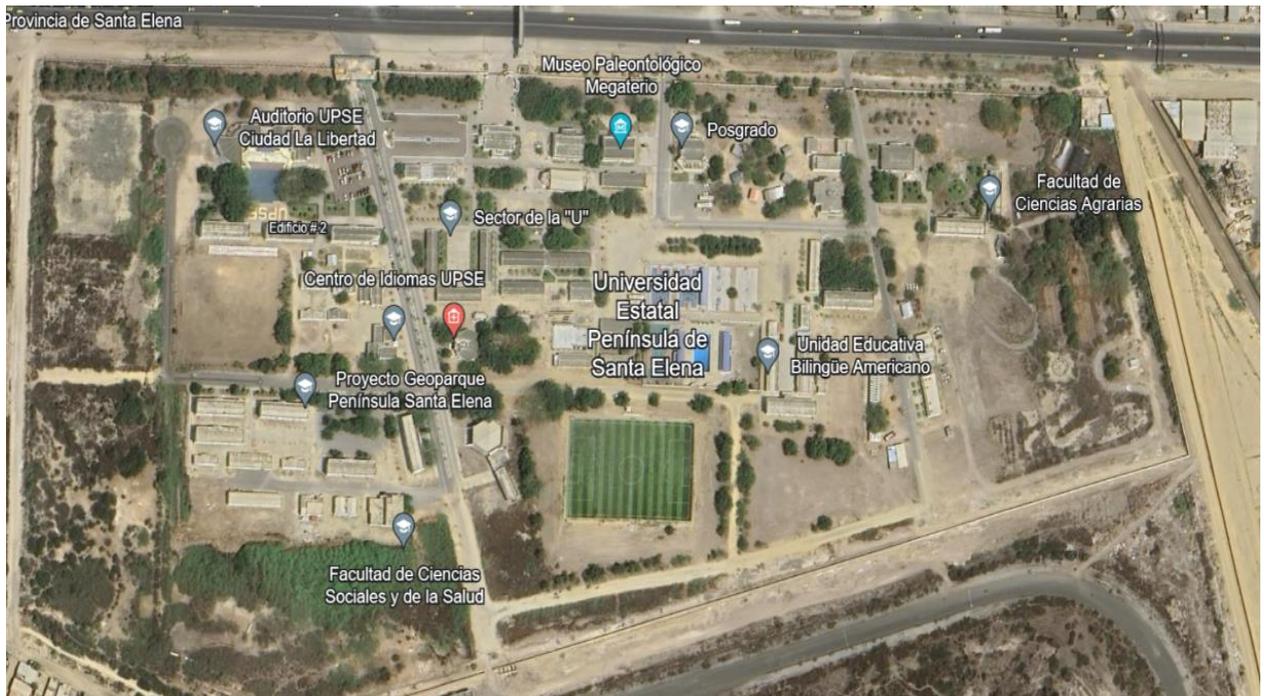
invert, tapas y el terreno natural de las cámaras, junto con sus respectivas coordenadas. Este enfoque completo en la toma de datos contribuye significativamente a asegurar la exhaustividad y precisión de la información recopilada en el estudio.

3.4 UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO

El área de estudio abarca la totalidad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se pretende evaluar cada tramo de tubería presente, tanto en el sistema de alcantarillado sanitario como en el pluvial. Sin embargo, se pondrá un énfasis particular en los tramos ubicados antes de la estación de bombeo, ya que es en esta sección donde se han identificado problemas e inconvenientes que requieren una atención más detallada.

Figura 14.

Ubicación geográfica



Nota. Tomado de Google Earth.

3.5 METODOLOGÍA DEL OE.1: ANALIZAR LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL EXISTENTE, MEDIANTE EL RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y REVISIÓN DE SU ESTADO PARA REVISAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS.

La realización del levantamiento topográfico a través del uso del equipo RTK (Real Time Kinematic) se establece como uno de los objetivos primordiales al iniciar este proyecto de investigación en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Este enfoque, basado en el posicionamiento cinemático en tiempo real, permite obtener de manera eficiente y precisa la información geoespacial necesaria para la zona de estudio. La utilización del equipo RTK proporciona un método ágil y conveniente para la obtención de puntos de control, abarcando coordenadas como el terreno natural, vías, cerramiento, aceras, tapas de colectores, entre otros puntos relevantes en el área de trabajo. Estos datos son esenciales para establecer un sistema de coordenadas que posteriormente se empleará en el post proceso, utilizando el software AutoCAD para la determinación de la geometría, altimetría, cálculo de áreas, longitudes, curvas de nivel y pendientes.

Este enfoque integral tiene como objetivo principal facilitar el cálculo hidráulico necesario para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, brindando así una solución completa y eficiente para las necesidades específicas de la infraestructura en estudio.

El nivel topográfico desempeñó un papel crucial al ser empleado para verificar la información obtenida mediante el RTK. Además, nos permitió capturar con precisión las cotas invert de cada una de las cámaras del sistema de alcantarillado sanitario. Este enfoque integral y preciso garantizó la calidad y fiabilidad de los datos recopilados, contribuyendo así a un análisis detallado y efectivo del entorno topográfico y del sistema de alcantarillado en cuestión.

3.6 METODOLOGÍA DEL OE.2: EVALUAR LOS SISTEMAS EXISTENTES DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDROSANITARIAS MEDIANTE LOS SOFTWARES STORMCAD, AUTOCAD, WATERCAD, EXCEL PARA OBSERVAR EL DESEMPEÑO DE LAS REDES Y REDISEÑAR O INCREMENTAR LAS ÁREAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CON SU RESPECTIVO PRESUPUESTO.

El programa informático STORMCAD fue empleado con el propósito de llevar a cabo una evaluación exhaustiva destinada a verificar la capacidad del sistema de alcantarillado pluvial existente en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Simultáneamente, se utilizó el software AutoCAD con el fin de realizar la representación gráfica detallada del levantamiento topográfico, generar el plano correspondiente al sistema de alcantarillado existente, así como delimitar cartográficamente el perímetro de la institución. Para esto se tomo de referencia los planos otorgados por el departamento administrativo de la universidad de los sistemas de alcantarillado existentes y así poder comprobar los datos cotas tomados y a su vez de las partes que conforman cada uno de los sistemas.

Asimismo, la aplicación del software SEWERCAD resultó esencial para evaluar la eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario existente en términos de satisfacción de la demanda, verificación de las cotas del terreno natural y de invert, y garantía de que la cota invert cumpla con la pendiente establecida. En este contexto, la herramienta Microsoft Excel fue empleada para llevar a cabo cálculos detallados relacionados con el sistema de alcantarillado, abarcando aspectos como la determinación de la pendiente, caudal, velocidad, cotas y la elaboración del presupuesto correspondiente.

3.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10.

Evaluación de los sistemas de saneamiento

Evaluación de los sistemas de Saneamiento de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.					
Titulo:					
VARIABLES	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Evaluaciones de los Sistemas Sanitario y el sistema pluvial existente en la ciudadela Universitaria.	El sistema de saneamiento se inicia con la recogida de las aguas residuales provenientes del uso doméstico, comercial, industrial, sanitario o público, a través de la red de alcantarillado que gestiona cada municipio.	Se determina mediante inspección de todo el sistema de alcantarillado, verificando sus cotas, pendientes y niveles.	Diámetro de tuberías	Cantidad de descarga de agua	mm
			Pendiente	Relieve del terreno	%
			Caudal	Total, de agua a descargar	m ³ /s
			Velocidad	Tiempo de descarga de agua	m/s
Diseño complementario del sistema sanitario y Pluvial de la universidad.	El diseño de instalaciones sanitarias en una edificación es una tarea fundamental que puede determinar el correcto funcionamiento y la higiene del edificio, así como la salud y el bienestar de las personas que lo habitan.	Se determina dependiendo la población existente y del uso al que se le vaya a dar.	Población	Número de habitantes	Personas
			Área de aportación	Área total del proyecto	m ²
			Clima	Temperatura	C
			Terreno	Relieve	m

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este siguiente capítulo presentaremos los resultados del análisis de los datos obtenidos, mediante la recolección de datos que se realizó en el transcurso del desarrollo de la investigación. esto se hizo mediante levantamientos topográficos de los sistemas a evaluar. Estos datos nos ayudaran a evaluar las condiciones actuales de los sistemas de alcantarillado y pluvial, en donde desarrollaremos los objetivos propuestos que ayudaran de gran manera a tener una perspectiva del estado de las instalaciones y posteriormente proponer una mejora en caso sea necesario.

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1, ANALIZAR LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL EXISTENTE, MEDIANTE EL RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y REVISIÓN DE SU ESTADO PARA REVISAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS.

4.1.1 Descripción general de la zona a estudiar.

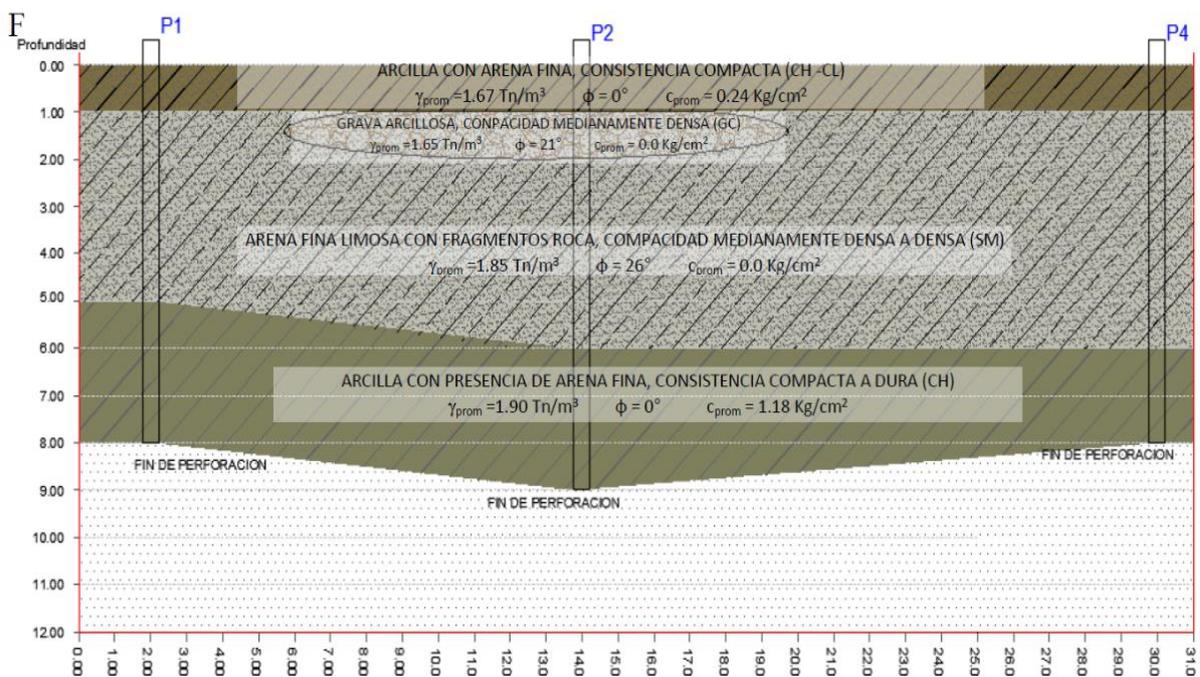
La Universidad Estatal Península de Santa Elena es una institución pública fundada en el año 1998, desde entonces hasta el año 2010, según el periódico el Universo, en donde se realizó la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, por parte de la constructora Sotomayor (Consot S.A.), en donde realizaron la remoción de suelos y las excavaciones en los predios de la universidad, para la instalación de tuberías de drenaje. (El Universo, 2010).

De acuerdo a la perforación realizada en la universidad Estatal península de Santa Elena, con coordenadas 9753261.05 Norte, 513880.82 Este y profundidad de 8m, se logró identificar las diversas características de los estratos

presentes en la universidad. Se determinó que en la capa de 0 a 1 metro se encuentra un suelo arcilloso de tonalidad café claro, con presencia de arena fina y una humedad baja, mostrando una consistencia compacta. En el intervalo de 1 a 6 metros de profundidad, se identifica una capa de arena fina limosa de color beige claro, con fragmentos de roca. La humedad en esta zona es baja y la compacidad varía de medianamente densa a muy densa. A partir de los 6 a 8 metros de profundidad, se encontró una capa de arcilla de tono gris claro con evidencias de oxidación, exhibiendo una humedad baja y una consistencia muy compacta.

Figura 15.

Estratigrafía del sitio



4.1.2 Herramienta seleccionada para el levantamiento.

En la actualidad existen muchas herramientas tecnológicas y que además son una herramienta muy importante en el campo de la ingeniería para realizar un levantamiento topográfico, este proyecto en específico se lo realizó mediante la utilización de RTK y un nivel. Un nivel es un instrumento que nos representa una referencia con respecto a un plano horizontal, este aparato ayuda a determinar la diferencia de elevación entre dos puntos con la ayuda de un estadal. Un sistema RTK, los datos se obtienen directamente en campo y el alto precio de estos

equipos es por que incorporan una computadora, y un sistema de radio comunicación entre las dos antenas.

4.1.3 Proceso para realizar el levantamiento topográfico.

El proceso para realizar el levantamiento topográfico fue el siguiente:

Se arrastro una cota y coordenada de una placa del IGM, hasta la placa del INOCAR que está implantada dentro de la Universidad para comprobar los datos de coordenadas y cotas de dicha placa. Este procedimiento se realizó mediante el método de radiación, utilizando aparatos de última generación como es RTK RI10.

Tabla 11.

Coordenadas de la placa INOCAR

UBICACIÓN DEL HITO	COORDENADAS UTM-WGS84-ZONA 17		
	ESTE	NORTE	COTA
SANTA ELENA - LA LIBERTAD	512.725,84	9753.434,298	36.207

Nota: Datos proporcionados por la Prefectura de Santa Elena.

Figura 16.

Posicionamiento del RTK PLACA IGM G-S-74



Figura 17.

Posicionamiento en placa UPSE.



- ✓ Se realizó la comprobación de los datos mediante un nivel marca SOKKIA B210, se tomó la cota de la placa implantada por el IGM, luego se colocaron varios BM hasta llegar a la placa del INOCAR, de lo cual se hizo el mismo procedimiento de ida y vuelta,

Tabla 12.*Nivelación de placa INOCAR a placa IGM. (1/3/2023)*

Punto	V. ATRÁS	V.INTER	V.ADELAN	H+I	COTA	DESCRIPCIÓN
1	0.8			37.007	36.207	PLACA IGM
2	0.33		0.508	36.829	36.499	
3		1.44			35.389	PTO ROJO
4	1.418		1.423	36.824	35.406	PLACA 01
5	1.426		1.26	36.99	35.564	
6		0.52			36.47	H. RECT. ARR.
7		1.645			35.345	H. RECT. ABA.

Nota: hoja de campo de nivelación de placa INOCAR hacia placa IGM.

Tabla 13.*Nivelación de placa INOCAR a placa IGM. (2/3/2023)*

Punto	V. ATRÁS	V.INTER	V.ADELAN	H+I	COTA	DESCRIPCION
1	0.413			36.883	36.47	H. RECT. ARR.
2	1.23		1.336	36.777	35.547	
3	1.43		1.38	36.827	35.397	PLACA 01
4		1.442			35.385	PTO ROJO
5	0.408		0.343	36.892	36.484	
6		0.688			36.204	PLACA IGM

Nota: hoja de campo de nivelación de placa INOCAR hacia placa IGM.

Se definieron 4 puntos de control con que sirve de apoyo para una correcta georreferenciación.

4.1.4 Topografía del campus universitario.

La Universidad Estatal Península de Santa Elena se sitúa en una topografía mayormente plana, caracterizada por suaves ondulaciones y una ligera pendiente natural que se inclina hacia el suroeste con un grado del 1%. Dentro de los límites de la ciudadela universitaria, se pueden identificar áreas específicas con variaciones altimétricas notables. Estas discrepancias en la elevación son el resultado de procesos de relleno utilizados para la realización de diversas construcciones, generando zonas que se encuentran ahora a alturas superiores en comparación con el terreno natural circundante. Estas diferencias de cotas oscilan dentro de un rango que va desde 0.5 metros hasta 1 metro. por lo cual en el tiempo

de invierno en las partes bajas se suele empozar el agua debido a que no tiene a donde drenar.

4.1.5 Levantamiento de la infraestructura hidrosanitaria y pluvial existente.

Este levantamiento consiste en recopilar información de las edificaciones existentes para describir los sistemas hidrosanitarios y su estado actual. Dentro de esta información se tiene las tuberías, canales, cámaras, cajas, sumideros y estación de bombeo que recolectan y evacuan las aguas al alcantarillado público.

El sistema está constituido por cajas de inspección sanitarias institucionales, ramales terciarios, tirantes, que se conectan a las cámaras y a los colectores para evacuar el agua hacia la estación de bombeo, la cual está conectada a una cámara que descarga a gravedad en la red pública.

La red tiene una extensión aproximada de 1,813.38 metros lineales entre ramales y tuberías colectoras, de los cuales la mayor parte de las mismas está constituida por tubería de concreto simple, en diámetros comprendidos entre 8" (200 mm) y 14" (350 mm). El sistema además comprende de 45 cajas de revisión estratégicamente distribuidas a lo largo del predio y construidas con ladrillo panelón y revestidas con enlucido de mortero cementicio, para su descarga a la estación de bombeo consta de 5 cámaras principales que conforma la red primaria del sistema sanitario de la universidad ubicadas al frente del predio

4.2 Levantamiento de bases de diseño de los sistemas de alcantarillado.

4.2.1 Período de diseño.

El período de diseño del proyecto en estudio es 25 años en consideración que en la comunidad universitaria habrá futuras ampliaciones, se aplicará este mismo valor para el cálculo de las bases de diseño de alcantarillado pluvial

$$n = 25 \text{ años}$$

4.2.2 Proyección de la población futura.

Para la obtención de la población futura en la comunidad universitaria se tomó en cuenta los censos de los años 2018 y 2022 cedidos por personal administrativo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se realizaron los cálculos de proyección futura mediante los tres métodos expuestos, exponencial, geométrico y aritmético, el cual se realizó un promedio para obtener como resultado 137410 habitantes para un tiempo de diseño $n = 25$ años

En la tabla 14 se muestra el resultado de las proyecciones en un factor de crecimiento de 5 años.

Tabla 14.

Datos de población futura con diferentes métodos.

Año	Población futura		
	Método aritmético	Método geométrico	Método Logarítmico
2022	11640	11640	11640
2027	17738	13363	22951
2032	23835	15342	45253
2037	29933	17614	89227
2042	36030	20222	175931
2047	42128	23216	346888

4.2.2.1 Proyección logarítmica.

Se realizó el cálculo de proyección independiente al método, el dónde los datos usados para el resultado son los siguientes:

DATOS LOG

P censo posterior	=11640
P censo anterior	=6762
T censo último	=2022
T censo inicial	=2018
exp	=2.718281828

Se realizó el cálculo de K_g :

$$K_g = \frac{\ln 11640 - \ln 6762}{2022 - 2018}$$

$$K_g = 0.1358$$

Dando como población futura:

$$P_f = 6762 * 2.7198^{0.1358(2047-2018)}$$

$$P_f = 346888 \text{ habitantes}$$

4.2.2.2 Proyección geométrica.

La proyección futura de la población por el método geométrico se usó una tasa de crecimiento del 2.8% de acuerdo a datos obtenidos anteriormente.

DATOS

P ult censo 11640

T ult censo 2022

Tasa de crecimiento 2.8%

Se obtiene un resultado de 23216 habitantes en un periodo de diseño de 25 años

$$P_f = 11640 (1 + 0.028)^{(2047-2022)}$$

$$P_f = 23216 \text{ Habitantes}$$

4.2.2.3 Proyección aritmética.

Los datos para el cálculo de proyección futura mediante el método aritmético son:

DATOS

P ult censo = 11640

T ult censo = 2022

P censo inicial= 6762

T censo inicial= 2018

Se obtuvo el constante K_a referente a la pendiente de la recta:

$$k_a = \frac{11640 - 6762}{2022 - 2018}$$

$$k_a = 1219.50$$

La población futura mediante el método aritmético dio como resultado 42128 habitantes en un periodo de diseño de 25 años

$$P_f = 11640 + 1219.50(2047 - 2022)$$

$$P_f = 42128 \text{ habitantes}$$

4.2.3 Dotación

Para la dotación a usar en el proyecto se usará los valores asignados para universidades, según la Normativa (Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable, 2009, p. 31).

Tabla 15.

Dotaciones institucionales

Contribución institucional mínima		
Dotación	55	Lt/hab/día

Nota: Normas INEN, 1992 (p. 31)

4.2.4 Áreas Tributarias.

El área de aportación del proyecto se la obtuvo mediante el levantamiento topográfico de la zona en estudio, cuyos datos fueron transportados al software de diseño y modelación Autocad.

A continuación, se muestra la representación total de áreas de aportación del proyecto:

4.2.5 Densidad Poblacional.

En conocimiento de la población futura de la Universidad Estatal península de Santa Elena en un periodo de diseño 25 años de 137410 habitantes y en y con el área de 30.3 ha, calculamos la densidad poblacional

$$D = \frac{Pf}{A}$$

$$D = \frac{42128}{30.3} = 1390 \text{ hab/ha}$$

4.3 Cálculo de Alcantarillado Sanitario

4.3.1 Cálculo medio.

Se realice el cálculo de la población del colector F al colector de llegada, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Población} = (\text{área propia} + \text{área acumulada}) * \text{densidad poblacional}$$

$$Población_{EB-C.LLEG-COL F} = 30.3 \text{ ha} * 1390 \text{ hab/ha}$$

$$Población_{EB-C.LLEG-COL F} = 42117 \text{ hab}$$

Usando la ecuación, y con los valores de dotación en conocimiento, tenemos:

$$Q_m = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86400}$$

$$Q_{m \text{ C.LLEG-COLF}} = \frac{42117 \text{ hab} * 55 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} / \text{día}}{86400}$$

El caudal medio del colector F al colector de llegado es:

$$Q_{m_{B-C.LLEG-COLF}} = 26.81 \text{ l/seg}$$

4.3.2 Caudal de infiltración.

Así mismo, obtenemos el caudal de infiltración dado por:

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{14000}{86400} * \text{área}$$

$$Q_{\text{infiltración C.LLEG-COLF}} = \frac{14000}{86400} * 30.3$$

$$Q_{\text{infiltración C.LLEG-COLF}} = 4.91 \text{ l/seg}$$

4.3.3 Caudal máximo horario.

$$Q_{\text{max.hor}} = Q_m * k * C$$

$$Q_{\text{max.hor. C.LLEG-COLF}} = 26.81 \text{ l/seg} * 2 * 0,85$$

$$Q_{\text{max.hor. C.LLEG-COLF}} = 45.577 \text{ l/seg}$$

4.3.4 Caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{ilícitas}} = \frac{80}{86400} * \text{población}$$

$$Q_{ilícitas} = \frac{80}{86400} * 42117 \text{ hab} = 38.997 \text{ l/seg}$$

4.3.5 Caudal de diseño.

$$Q \text{ de diseño} = \sum Q$$

$$Q \text{ de diseño} = Q_{max. hor} + Q_{infiltración} + Q_{ilícitas}$$

$$Q \text{ de diseño} = 45.577 \frac{l}{seg} + 4.91 \frac{59l}{seg} + 38.997 \text{ l/seg}$$

$$Q \text{ de diseño} = 89.48 \text{ l/seg}$$

4.4 Cálculo de alcantarillado pluvial - Método racional

4.4.1 Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía que se usará para el cálculo del caudal de diseño es 0.50.

4.4.2 Intensidad.

De acuerdo a la zona de estudio, provincia de Santa se escoge la estación más cerca para conocimiento de ecuación de intensidad a usar

$$I = 135,7748 * T^{0,2169} * t^{-0,3063} \quad \text{Ecuación 19}$$

- ✓ **Tiempo de concentración.** Se tomó el valor de 10 min del rango proporcionado por las normas INEN.
- ✓ **Tiempo de recorrido** El tiempo de recorrido Tt , se debe un proceso iterativo, la ecuación según RAS, (2000) la cual nos da el inicio es la siguiente ecuación.

$$Tr = \frac{L}{60 \times V}$$

La velocidad superficial puede calcularse de la siguiente forma:

$$V = a \times s^{\frac{1}{2}}$$

- La constante (a) depender del tipo de superficie según la tabla 16 podemos colocar una constante de velocidad superficial.

Tabla 16.

Tipos de superficies

Tipo de superficies	a
Bosque con sotobosque denso	0.7
Pastos y patios	2
Áreas cultivadas en surcos nivel	2.7
Suelos desnudos	3.15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6.5

Nota: Normas INEN, 1992

- ✓ La pendiente (s) promedio entre el punto más alejado y el colector, el cuál es 0.31

Reemplazamos en la ecuación de velocidad:

$$V = 6.5 \times 0.31^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 3.62$$

- ✓ La longitud del proyecto de alcantarillado pluvial es

Calculamos el tiempo de recorrido:

$$Tr = \frac{2643}{60 \times 3.62}$$

$$Tr = 12.17$$

- ✓ **Periodo de retorno.** Seleccionamos un periodo de 5 años

Una vez que calculamos todos los datos, obtenemos la intensidad:

$$I = 135,7748 * 5^{0,2169} * 10^{-0,3063} = \mathbf{95,09 \text{ mm/h}}$$

$$I = \mathbf{95,09 \text{ mm/h}}$$

4.4.3 Área de drenaje.

El área de aportación del proyecto se la obtuvo mediante el levantamiento topográfico de la zona en estudio, cuyos datos fueron transportados al software de diseño y modelación Autocad .

4.4.4 Caudal de diseño.

En consecuencia, se calculará el caudal de diseño con el método Raciona:

$$Q = 0,00278 * C * I * A \quad \text{Ecuación 20}$$

$$Q_{M-col.descarga} = 0,00278 * 0,50 * 95,09 * 30.3 \text{ ha}$$

$$Q_{M-col.descarga} = 4 \text{ l/seg}$$

4.4.5 DESARROLLO DE LA ECUACIÓN DE POMEROY.

Para el desarrollo de esta ecuación se utilizó los datos del ensayo de laboratorio que podemos encontrarlo en el anexo 11, en el ensayo nos da a conocer el valor de DBO5 a utilizar que es de 377.28 mg/l.

Datos Generales:

$$T^{\circ} = 22.1 \quad \text{DBO} = 377.28 \text{ mg/l}$$

4.4.5.1 Fórmula para hallar ancho superficial.

$$l = 2 * \sqrt{h * (d_0 - h)} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

l= ancho superficial.

h= Altura máxima del agua en el tubo.

d_0 =Diámetro de la tubería.

4.4.5.2 Fórmula para perímetro mojado.

$$P_m = \frac{1}{2} * \theta * d_0$$

Ecuación 22

Donde:

P_m = perímetro mojado.

Θ = Angulo del agua con respecto al tubo.

d_0 =Diámetro de la tubería.

En base a los resultados obtenidos del coeficiente de Pomeroy, que podemos apreciar en la **tabla 20**, se puede observar que en los tramos F-E, E1-E2, D-C, C1-C, C-B, B3-B2 y B-A, en un futuro se producirá una baja concentración de sulfuros, mientras que en los tramos D2-D1 con una longitud de 32m, con diámetro de 200mm y A-A1 con una longitud de 93.87m, con diámetro de 350mm, ya se producen condiciones para causar malos olores y corrosión, en las tuberías.

Se realizo una hoja de cálculo para determinar el volumen de material de sitio para el sistema de alcantarillado sanitario

Tabla 17.

Caudales AASS

TRAMO DE P a P	COLECTORES	L m	SOLARES		POBLACION		Qmed AS ACUM.	Mayoracion	CAUDAL	Q. infiltración	Q ilicidas	Q TOT	D (mm)	I o/oo
			PARC. U	ACU. U	PARC. hab	ACU. hab	Q ACUM. l/s		Q MAX l/s	ACUM. l/s	ACUM. l/s	DISEÑO l/s		
COLECTOR F														
F1-F2		82.00	354	354	1770	1770	0.90	2.04	2.02	0.30	0.20	2.53	200	4.00
F2-F3		56.00	65	419	325	2095	1.07	2.02	2.37	0.35	0.24	2.96	200	4.07
F3-F4		72.00	40	459	200	2295	1.17	2.00	2.57	0.39	0.26	3.22	200	4.00
F-E		132.80	25	484	125	2420	1.23	2.00	2.70	0.41	0.27	3.38	250	3.74
COLECTOR E														
E1-E2		94.00	85	85	425	425	0.22	2.27	0.54	0.08	0.05	0.67	200	4.00
E2-E3		78.00	25	594	125	2970	1.51	1.97	3.27	0.49	0.33	4.09	200	4.00
E3-E4		61.00	85	679	425	3395	1.73	1.95	3.70	0.56	0.37	4.63	200	6.00
E4-E5		72.00	70	749	350	3745	1.91	1.93	4.05	0.61	0.41	5.07	200	6.00
E5-D		136.52	85	834	425	4170	2.12	1.92	4.48	0.67	0.45	5.60	300	10.64

	COLECTOR D													
D2-D1	32.00	120	120	600	600	0.31	2.21	0.74	0.11	0.07	0.93	200	4.00	
D1-D	58.00	105	1059	525	5295	2.70	1.88	5.59	0.84	0.56	6.98	200	6.00	
D-C	105.00	96	1155	480	5775	2.94	1.87	6.05	0.91	0.61	7.57	200	1.87	
	COLECTOR C													
C1-C	80.00	72	72	360	360	0.18	2.30	0.46	0.07	0.05	0.58	200	6.10	
C-B	135.93	162	1389	810	6945	3.54	1.85	7.18	1.08	0.72	8.98	300	1.20	
	COLECTOR B													
B3-B2	58.00	115	115	575	575	0.29	2.22	0.71	0.11	0.07	0.89	200	2.93	
B2-B1	87.00	245.00	1749.00	1225.00	8745.00	4.45	1.82	8.89	1.334	0.889	11.12	200	4.00	
B1-B	77.00	165.00	1914.00	825.00	9570.00	4.87	1.80	9.67	1.45	0.97	12.08	200	4.00	
B-A	86.17	98.00	2012.00	490.00	10060.00	5.12	1.80	10.13	1.52	1.01	12.66	350	3.05	
	COLECTOR A													
A-A1	86.17	230.00	230.00	1150.00	1150	0.59	2.11	1.36	0.20	0.14	1.70	350	4.39	
A1-EB	93.87	86.00	2328.00	430.00	11640.00	5.93	1.78	11.59	1.74	1.16	14.49	350	3.95	
EB- C.LLEG.														
		2328.000		11640.00										

En esta hoja de cálculo se puede observar que se determinaron las relaciones hidráulicas para el sistema de alcantarillado sanitario

Tabla 18.

Relaciones hidráulicas AASS

TRAMO DE P a P	COLECTORES	L m	V m/s	LLENA Q l/s	DATOS HIDRAULICOS DE TUBERIA PARCIAL						DESNI H m	SALTO m		
					RH	q/Q	rh/RH	rh	v/V	v			d/D	
	COLECTOR F													
F1-F2		82.00	0.780	24.515	0.050	0.103	0.504	0.025	0.540	0.421	6.619	0.245	0.328	0.000
F2-F3		56.00	0.787	24.729	0.050	0.120	0.546	0.027	0.550	0.433	6.800	0.267	0.228	0.000
F3-F4		72.00	0.780	24.518	0.050	0.131	0.566	0.028	0.580	0.453	7.110	0.278	0.288	0.000
F-E		132.80	0.758	37.189	0.063	0.091	0.482	0.030	0.515	0.390	9.576	0.235	0.372	0.050
	COLECTOR E													
E1-E2		94.00	0.780	24.515	0.050	0.028	0.278	0.014	0.350	0.273	4.290	0.150	0.376	0.000
E2-E3		78.00	0.780	24.515	0.050	0.167	0.626	0.031	0.613	0.478	7.514	0.320	0.312	0.000
E3-E4		61.00	0.956	30.025	0.050	0.154	0.607	0.030	0.600	0.573	9.007	0.300	0.366	0.000
E4-E5		72.00	0.956	30.025	0.050	0.169	0.626	0.031	0.613	0.586	9.203	0.320	0.432	0.000
E5-D		136.52	0.705	49.815	0.075	0.112	0.525	0.039	0.550	0.388	13.699	0.258	0.259	0.050
	COLECTOR D													

D2-D1	32.00	0.780	24.515	0.050	0.038	0.325	0.016	0.405	0.316	4.964	0.165	0.128	0.000
D1-D	58.00	0.956	30.025	0.050	0.500	1.000	0.050	0.850	0.812	12.761	0.180	0.348	0.000
D-C	105.00	0.705	49.815	0.075	0.500	1.000	0.075	0.850	0.599	21.171	0.225	0.200	0.100
COLECTOR C													
C1-C	80.00	0.956	30.025	0.050	0.500	1.000	0.050	0.850	0.812	12.761	0.180	0.480	-0.100
C-B	135.93	0.705	49.815	0.075	0.500	1.000	0.075	0.850	0.599	21.171	0.225	0.258	0.000
COLECTOR B													
B3-B2	58.00	0.780	24.515	0.050	0.500	1.000	0.050	0.850	0.663	10.419	0.180	0.232	0.000
B2-B1	87.00	0.780	24.515	0.050	0.500	1.000	0.050	0.850	0.663	10.419	0.195	0.348	0.000
B1-B	77.00	0.780	24.515	0.050	0.500	1.000	0.050	0.850	0.663	10.419	0.210	0.308	0.000
B-A	86.17	0.717	68.955	0.088	0.500	1.000	0.088	0.850	0.609	29.306	0.235	0.138	0.050
COLECTOR A													
A-A1	86.17	1.133	109.028	0.088	0.750	1.145	0.100	0.967	1.096	52.715	0.235	0.375	0.000
A1-EB	93.87	1.133	109.028	0.088	0.750	1.145	0.100	0.967	1.096	52.715	0.235	0.375	0.000
EB- C.LLEG.		0.890	27.952	0.050									

Tabla 19.*Volumen de sitio AASS*

TRAMO	COLECTORES	L	TERRENO		PROYECTO		CORTE		ALTURA AL LOMO		VOL			Coeficiente de Pomeroy (Ip)	
			I	F	I	F	I	F	I	F	VOL EXC	ARENA	DESALOJO		RELLENO
DE P a P		m	m	m	M	m	m	m	m	m					
	COLECTOR F														
F1-F2		82.0	33.84	33.81	31.70	31.38	2.54	2.83	2.34	2.63	175.79	10.54	13.12	162.67	4956.23
F2-F3		56.0	33.81	33.80	31.38	31.15	2.83	3.05	2.63	2.85	138.41	7.20	8.96	129.45	4664.13
F3-F4		72.0	33.80	34.02	31.15	30.86	3.05	3.56	2.85	3.36	214.41	9.26	11.52	202.89	4573.53
F-E		132.8	34.02	35.28	30.81	30.44	3.61	5.24	3.36	4.99	654.59	20.37	26.89	627.70	6722.83
	COLECTOR E														
E1-E2		94.0	35.44	35.33	33.00	32.62	2.84	3.10	2.64	2.90	235.97	12.09	15.04	220.93	7700.81
E2-E3		78.0	35.33	35.32	32.62	32.31	3.10	3.41	2.90	3.21	226.54	10.03	12.48	214.06	4223.94
E3-E4		61.0	35.32	35.27	32.31	31.95	3.41	3.72	3.21	3.52	205.42	7.84	9.76	195.66	4053.00
E4-E5		72.0	35.27	35.28	31.95	31.51	3.72	4.17	3.52	3.97	286.29	9.26	11.52	274.77	3210.47
E5-D		136.5	35.28	35.48	30.39	30.13	5.29	5.75	4.99	5.45	995.51	24.48	34.13	961.38	4658.43
	COLECTOR D														
D2-D1		32.0	35.45	35.46	33.50	33.37	2.35	2.49	2.15	2.29	58.23	4.11	5.12	53.11	10044.52
D1-D		58.0	35.46	35.48	33.37	33.02	2.49	2.85	2.29	2.65	123.11	7.46	9.28	113.83	3533.07
D-C		105.0	35.48	35.03	30.03	29.83	5.85	5.60	5.55	5.30	814.02	18.83	26.25	787.77	5159.44
	COLECTOR C														
C1-C		80.0	34.67	35.03	32.36	31.88	2.71	3.55	2.51	3.35	218.27	10.29	12.80	205.47	6618.47
C-B		135.9	35.03	34.93	29.83	29.57	5.60	5.76	5.30	5.46	1039.22	24.37	33.98	1005.24	7071.43
	COLECTOR B														
B3-B2		58.0	34.25	34.29	31.94	31.71	2.71	2.98	2.51	2.78	136.07	7.46	9.28	126.79	5727.16
B2-B1		87.0	34.29	34.88	31.71	31.36	2.88	3.82	2.68	3.62	264.86	11.19	13.92	250.94	2470.59

B1-B	77.0	34.88	34.93	31.36	31.05	3.52	3.88	3.32	3.68	275.28	9.90	12.32	262.96	4269.79
B-A	86.2	34.93	33.60	29.52	29.38	5.41	4.22	5.06	3.87	508.67	17.78	26.07	482.61	5070.99
COLECTOR A														
A-A1	86.2	33.60	33.50	29.38	29.01	4.22	4.49	3.87	4.14	470.22	19.36	28.40	441.82	9909.18
A1-EB	93.9	33.50	33.80	29.01	28.63	4.49	5.17	4.14	4.82	557.50	19.36	28.40	529.10	4847.55
EB- C.LLEG.		33.82		31.82		2.00	0.00	1.80	-0.20	0.00	15.72	19.56	-19.56	
										2076.53	93.31	128.65	1947.88	

Tabla 20.*Coeficiente de Pomeroy AASS*

TRAMOS	Diámetro de tubería (m)	Ancho superficial (Bs)	Caudal Promedio (Q)	pendiente (i)	Perimetro mojado (x)	Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	Temperatura (T)	Coeficiente de Pomeroy (Ip)
F1-F2	0.20	0.17	2.02	0.04	0.31	377.28	22.10	4956.23
F2-F3	0.20	0.17	2.37	0.04	0.31	377.28	22.10	4664.13
F3-F	0.20	0.17	2.57	0.04	0.31	377.28	22.10	4573.53
F-E	0.25	0.22	2.70	0.03	0.39	377.28	22.10	6722.83
E1-E2	0.20	0.17	0.54	0.04	0.31	377.28	22.10	7700.81
E2-E3	0.20	0.17	3.27	0.04	0.31	377.28	22.10	4223.94
E3-E4	0.20	0.17	3.70	0.04	0.31	377.28	22.10	4053.00
E4-E	0.20	0.17	4.05	0.06	0.31	377.28	22.10	3210.47
E-D	0.30	0.26	4.48	0.06	0.47	377.28	22.10	4658.43
D2-D1	0.20	0.17	0.74	0.02	0.31	377.28	22.10	10044.52
D1-D	0.20	0.17	5.59	0.04	0.31	377.28	22.10	3533.07
D-C	0.30	0.26	6.05	0.04	0.47	377.28	22.10	5159.44
C1-C	0.20	0.17	0.46	0.06	0.31	377.28	22.10	6618.47
C-B	0.30	0.26	7.18	0.02	0.47	377.28	22.10	7071.43
B3-B2	0.20	0.17	0.71	0.06	0.31	377.28	22.10	5727.16
B2-B1	0.20	0.17	8.89	0.06	0.31	377.28	22.10	2470.59
B1-B	0.20	0.17	9.67	0.02	0.31	377.28	22.10	4269.79
B-A	0.35	0.30	10.13	0.04	0.55	377.28	22.10	5070.99
A-A1	0.35	0.30	1.36	0.04	0.55	377.28	22.10	9909.18
A1-EB	0.35	0.30	11.59	0.04	0.55	377.28	22.10	4847.55

Tabla 21.

Relaciones hidráulicas AALL

DISEÑO PLUVIAL															
TRAMO	Colectores	Long. Tub. m	ÁREA		C	ÁREA EQUIV.	t Concent min	INT	CAUDAL Q MAX l/s	D (mm)	DATOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍA				
			PARC. ha	ACU. ha							I o/oo	V m/s	Q l/s	q/Q	T (min)
No.															
	A														
A1-A2		86.00	1.45	1.45	0.50	0.73	25.0	51.9	104.63	400	3.17	1.10	139	0.75	1.30
A2-A		77.00	0.00	1.45	0.50	0.73	26.3	50.8	102.39	500	2.30	1.09	214	0.48	1.18
A-B		180.00	0.00	1.45	0.50	0.73	27.5	49.9	100.49	600	1.35	0.94	267	0.38	3.18
	B														
B1-B2		57.00	0.60	0.60	0.50	0.30	25.0	51.9	43.29	500	2.35	1.10	217	0.20	0.86
B2-B3		80.00	0.96	1.56	0.50	0.78	25.9	51.2	110.95	600	1.77	1.08	306	0.36	1.23
B3-B4		80.00	0.89	2.45	0.50	1.23	27.1	50.2	170.81	700	1.22	0.99	383	0.45	1.34
B4-B5		63.00	1.06	3.51	0.50	1.76	28.4	49.1	239.72	700	2.29	1.36	524	0.46	0.77
B5-B6		57.00	1.03	4.54	0.50	2.27	29.2	49.1	306.54	800	1.39	1.16	583	0.53	0.82
B6-B		78.00	0.82	5.36	0.50	2.68	30.0	49.1	357.66	800	1.67	1.27	639	0.56	1.02
B-C		158.00	2.91	9.72	0.50	4.86	31.1	49.1	639.39	900	1.90	1.47	934	0.68	1.80
	C														
C1-C2		80.00	0.83	0.83	0.50	0.42	25.0	51.9	59.89	350	6.01	1.39	134	0.45	0.96
C2-C3		62.00	0.91	1.74	0.50	0.87	26.0	51.1	123.55	500	1.35	0.84	164	0.75	1.24
C3-C		63.00	1.06	2.80	0.50	1.40	27.2	50.1	194.90	500	3.40	1.33	260	0.75	0.79
C-D		127.00	0.88	13.40	0.50	6.70	28.0	49.5	921.40	1000	1.87	1.56	1,227	0.75	1.36
	D														

D1-D2	90.00	1.75	1.75	0.50	0.88	25.0	51.9	126.27	600	1.02	0.82	232	0.54	1.83
D2-D3	70.00	0.81	15.96	0.50	7.98	26.8	50.4	1,117.41	800	9.00	2.95	1,484	0.75	0.40
D3`-D3	75.00	0.37	0.37	0.50	0.19	25.0	51.9	26.70	350	2.80	0.95	91	0.29	1.32
D3a-D3	65.00	0.83	0.83	0.50	0.42	25.0	51.9	59.89	350	3.00	0.98	95	0.63	1.10
D3-D4	75.00	0.68	0.68	0.50	0.34	26.1	51.0	48.17	800	6.09	2.43	1,221	0.04	0.52
D4-D5	86.00	1.83	2.51	0.50	1.26	26.6	50.5	176.33	800	2.56	1.57	792	0.22	0.91
D5-D	43.00	0.61	3.12	0.50	1.56	27.5	49.8	216.05	800	1.39	1.16	583	0.37	0.62
D-E	115.00	0.52	20.80	0.50	10.40	28.1	49.3	1,426.78	1200	7.80	3.60	4,073	0.35	0.53
E1-E	50.00	0.36	0.36	0.50	0.18	25.0	51.9	25.98	500	2.00	1.02	200	0.13	0.82
E-F	138.00	0.37	0.73	0.50	0.37	28.1	49.3	50.07	1200	0.80	1.15	1,305	0.04	2.00
F-G	72.00	0.84	22.73	0.50	11.37	28.7	49.0	1,546.75	1200	2.00	1.82	2,063	0.75	0.66
G1-G2	60.00	1.89	1.89	0.50	0.95	25.0	51.9	136.37	400	5.40	1.44	181	0.75	0.69
G2-G3	77.00	0.68	2.57	0.50	1.29	25.7	51.3	183.28	600	1.12	0.86	243	0.75	1.49
G3b-G3	70.00	0.60	0.60	0.50	0.30	25.0	51.9	43.29	350	2.70	0.93	90	0.48	1.25
G3-G4	110.00	1.08	4.25	0.50	2.13	26.3	50.8	300.33	700	1.41	1.07	411	0.73	1.72
G4-G	100.00	2.09	6.34	0.50	3.17	28.0	49.5	436.08	800	1.40	1.16	585	0.75	1.43
G-M	70.00	0.84	29.91	0.50	14.96	29.4	48.4	2,013.89	1200	3.50	2.41	2,729	0.74	0.48
M-DE	29.00	0.73	30.64	0.50	15.32	29.9	48.1	2,048.73	1500	1.10	1.57	2,774	0.74	0.31
	2,643.00	30.28												

En la siguiente hoja de cálculo para determinar el volumen de material de sitio para el sistema de alcantarillado pluvial

Tabla 22.

Volumen de sitio AALL

VOLUMEN DE MATERIAL DE SITIO											
TRAMO	Colectores	Long. Tub.	DESNI H	SALTO	PENDIENTE TERRENO	VOL			DESALOJO	VOL	
No.		m	m	M		Excav.	Tubo	Mat. Imp.	Mat. Sitio		mat sitio
	A										
A1-A2		86.00	0.27	0.00	-0.70	143.3	10.8	51.60	80.88	62.41	80.88
A2-A		77.00	0.18	0.10	-6.39	192.0	15.1	50.82	126.05	65.94	126.05
A-B		180.00	0.24	0.10	2.51	560.9	50.9	129.60	380.41	180.49	380.41
	B										
B1-B2		57.00	0.13	0.00	2.88	107.5	11.2	37.62	58.72	48.81	58.72
B2-B3		80.00	0.14	0.10	1.04	175.6	22.6	57.60	95.39	80.22	95.39
B3-B4		80.00	0.10	0.10	1.16	203.9	30.8	62.40	110.74	93.19	110.74
B4-B5		63.00	0.14	0.00	-0.76	168.7	24.2	49.14	95.27	73.39	95.27
B5-B6		57.00	0.08	0.10	0.19	182.7	28.7	47.88	106.17	76.53	106.17
B6-B		78.00	0.13	0.00	-3.49	275.7	39.2	65.52	170.98	104.73	170.98
B-C		158.00	0.30	0.30	2.68	766.4	100.5	142.20	523.72	242.72	523.72
	C										
C1-C2		80.00	0.48	0.00	3.00	129.2	7.7	45.60	75.93	53.30	75.93
C2-C3		62.00	0.08	0.15	1.98	133.1	12.2	40.92	79.97	53.09	79.97
C3-C		63.00	0.21	0.00	2.22	136.4	12.4	41.58	82.47	53.95	82.47
C-D		127.00	0.24	0.10	-1.20	704.5	99.7	121.92	482.88	221.67	482.88

	D										
D1-D2		90.00	0.09	0.00	-5.56	194.0	25.4	64.80	103.71	90.25	103.71
D2-D3		70.00	0.63	0.20	-8.00	282.9	35.2	58.80	188.92	93.99	188.92
D3`-D3		75.00	0.21	0.00	-8.51	175.1	7.2	42.75	125.17	49.97	125.17
D3a-D3		65.00	0.20	0.00	-8.65	140.7	6.3	37.05	97.39	43.30	97.39
D3-D4		75.00	0.46	0.00	0.43	285.9	37.7	63.00	185.20	100.70	185.20
D4-D5		86.00	0.22	0.00	0.71	312.5	43.2	72.24	197.01	115.47	197.01
D5-D		43.00	0.06	0.00	2.33	116.3	21.6	36.12	58.56	57.73	58.56
D-E		115.00	0.90	0.20	-0.67	765.0	130.1	124.20	510.70	254.26	510.70
	E										
E1-E		50.00	0.10	0.00	3.14	55.8	9.8	33.00	13.01	42.82	13.01
	F										
E-F		138.00	0.11	0.00	-0.85	1,092.8	156.1	149.04	787.64	305.11	787.64
F-G		72.00	0.14	0.00	1.39	656.0	81.4	77.76	496.76	159.19	496.76
	G										
G1-G2		60.00	0.32	0.00	10.78	123.8	7.5	36.00	80.27	43.54	80.27
G2-G3		77.00	0.09	0.20	7.40	171.9	21.8	55.44	94.66	77.21	94.66
G3b-G3		70.00	0.19	0.00	5.19	92.8	6.7	39.90	46.13	46.63	46.13
G3-G4		110.00	0.16	0.10	0.23	239.0	42.3	85.80	110.86	128.13	110.86
G4-G		100.00	0.14	0.10	0.00	212.0	50.3	84.00	77.74	134.27	77.74
G-M		70.00	0.25	0.00	8.57	429.1	79.2	75.60	274.37	154.77	274.37
M-DE		29.00	0.03	0.30	13.79	185.4	51.2	36.54	97.61	87.79	97.61

4.5 ANÁLISIS RESULTADOS DE METODOLOGÍA DEL OE.2: EVALUAR LOS SISTEMAS EXISTENTES DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDROSANITARIAS MEDIANTE LOS SOFTWARES STORMCAD, AUTOCAD, SEWERCAD, EXCEL PARA OBSERVAR EL DESEMPEÑO DE LAS REDES Y REDISEÑAR O INCREMENTAR LAS ÁREAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO CON SU RESPECTIVO PRESUPUESTO.

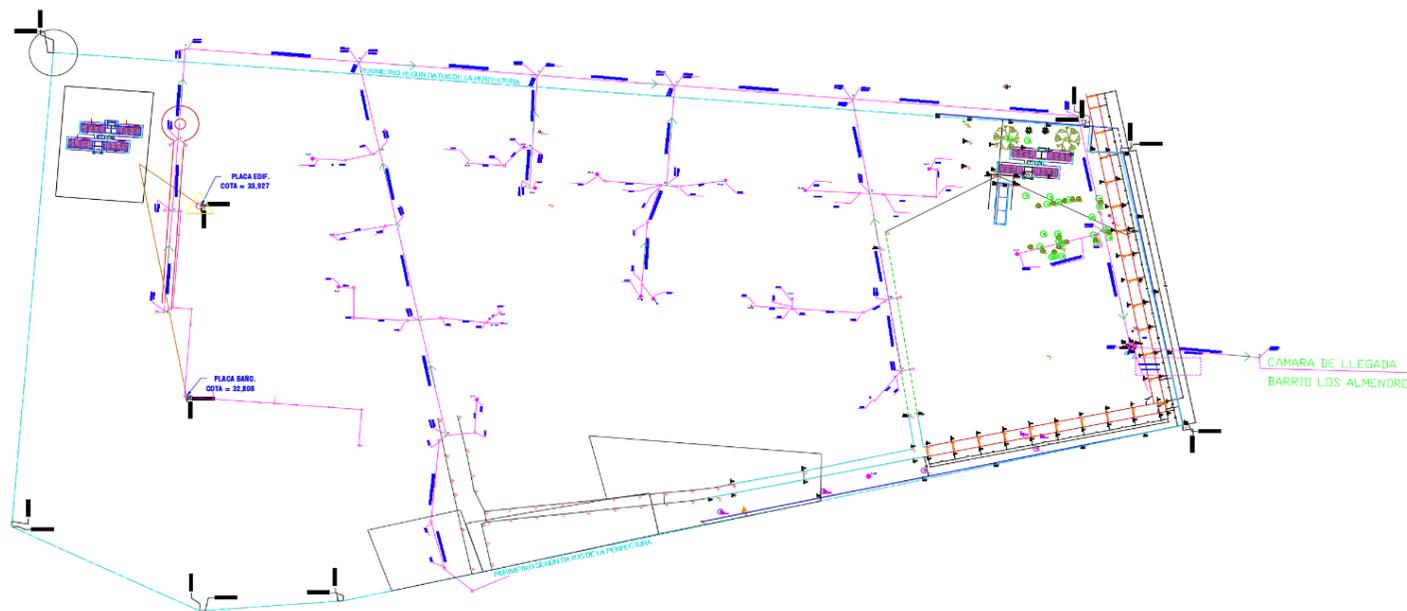
4.5.1 Graficación del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en AutoCAD.

El presente plano, elaborado en AutoCAD con datos tomados en campo, provenientes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, proporciona una visión integral del sistema de alcantarillado pluvial. Incluye detalles como cotas, longitudes de tramos de tuberías, posición de cámaras y la distribución de áreas tributarias. Las cotas ofrecen información precisa sobre las alturas, mientras que la longitud de los tramos facilita la comprensión total del sistema. Las cámaras están estratégicamente ubicadas para facilitar la inspección y el mantenimiento, y la distribución detallada de las áreas tributarias proporciona una visión integral de cómo se conectan y alimentan diferentes secciones del sistema de alcantarillado.

En el presente plano se exhibe detalladamente la distribución del sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se incluyen con precisión las longitudes de los tramos de las tuberías, así como las cotas referentes al invert y la tapa de las cámaras. Además, se señala la posición estratégica de las cámaras, y cabe destacar que todo el sistema de alcantarillado sanitario desemboca en la parte inferior derecha, donde se localiza la estación de bombeo. Este enfoque minucioso proporciona una visión clara y completa de la infraestructura del alcantarillado.

Figura 19.

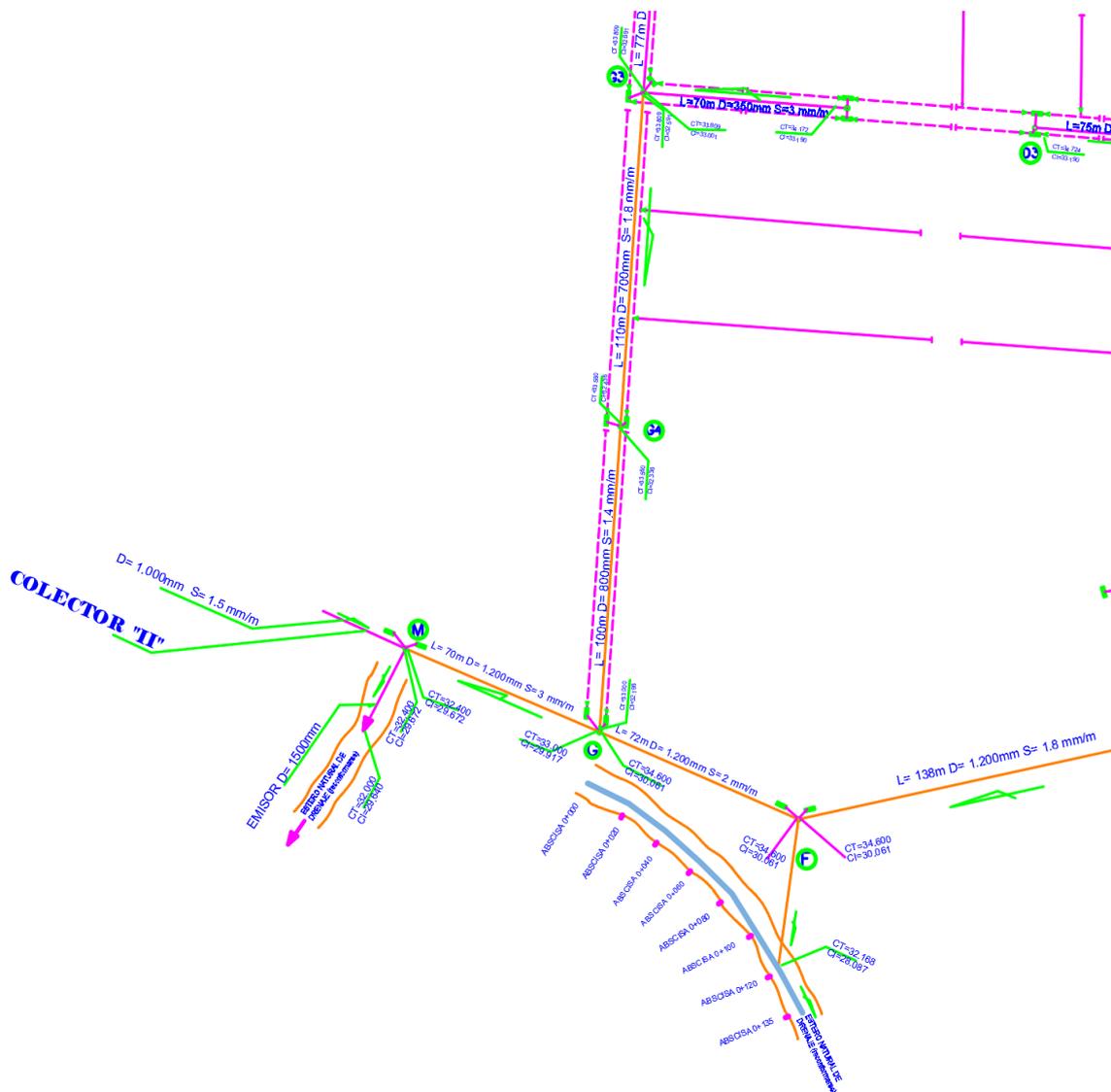
Levantamiento de información-puntos referentes del Alcantarillado Sanitario UPSE.



En la siguiente imagen se da a conocer que el sistema de alcantarillado pluvial existentes en el tramo de F-G y G-M no esta construido de acuerdo al plano del diseño que habian propuesto, debido a que en el diseño esta que de la camara M tiene una tubería que desaloja en el estero natural, que se encuentra ubicado en la parte posterior de la Universidad, mientras lo que se verifico en situ, fue que de la camara F es donde esta conectara la tubería que deposita todas las aguas lluvias, al canal natural que se encuentra en la parte posterior.

Figura 21.

Tramo de tubería de AALL modificado.



En la imagen adjunta, se destaca el desempeño apropiado de la cámara de aguas pluviales. No obstante, se perciben residuos menores en dicha cámara, indicando la necesidad de llevar a cabo labores de mantenimiento para garantizar un funcionamiento óptimo y prevenir posibles inconvenientes.

Figura 22.

Medición de cámara de registro.



En la imagen siguiente podemos apreciar que la estructura de descarga de aguas lluvias de la Universidad, la cual no presenta aletas para evitar que caigan sedimento del talud dentro de la estructura, ya que podría ocasionar que esta no descargue correctamente las aguas.

Figura 23.

Estructura de descarga AALL.



En esta ilustración nos podemos dar cuenta que el diámetro de la tubería que pasa por el autódromo que forma parte del canal donde descarga el sistema de

alcantarillado pluvial, el diametro es demasiado pequeño para que cumpla con la correcto flujo del agua, ya que por su seccion angosta se podria taponar facilmente, ya sea con sedimento o con restos de ramas y basuras.

Figura 24.

Tubería de alcantarillado pluvial del autódromo.



En la imagen podemos ver la seccion del canal y el tramo que recorre en la parte posterior de la universidad hasta llegar a la carrera que forma parte del Autodromo, este canal posee una altura maxima de 4.52m en la parte final donde se encuentra la tuberia que conecta los 2 tramos separados por la via del autodromo y tiene una pendiente del 1.63%, la cual fue calculada desde el inicio del canal hasta la parte ultima.

Figura 25.

Canal de AALL.



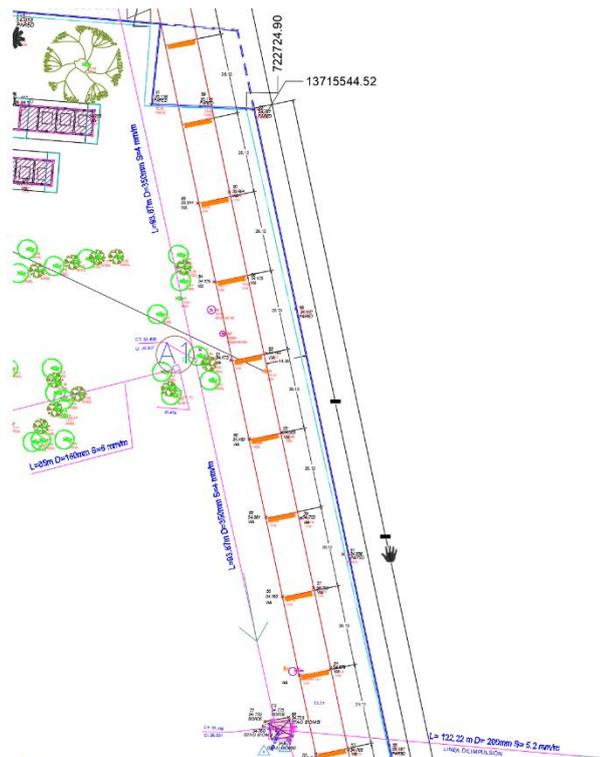
4.5.1.1 Desempeño de la alcantarillado sanitario.

En el sistema de alcantarillado sanitario existente en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se evidencia un inconveniente significativo en los tramos comprendidos desde la cámara A, cámara A1, hasta la estación de bombeo. Esta problemática se atribuye al taponamiento ocasionado por las raíces de los árboles, resultando en daños a las tuberías. Los colectores se encuentran desbordando con aguas residuales, comprometiendo la funcionalidad del sistema.

Para abordar esta situación, se propone una solución integral que implica la sustitución de las tuberías de hormigón, actualmente instaladas, por tuberías de PVC. Esta medida busca mitigar los problemas derivados de las intrusiones de raíces, garantizando un funcionamiento sin contratiempos de la estación de bombeo y restaurando la eficiencia global del sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 26.

Tramo A-A1 de problemas de taponamiento



En la presente ilustración, se observa un desbordamiento en la cámara del sistema de alcantarillado sanitario, ocasionado por la obstrucción derivada de los daños sufridos en las tuberías de hormigón, provocados por la penetración de las raíces de los árboles circundantes.

Figura 27.

Desbordamiento en Tramo FCI



En la ilustración siguiente, se evidencia de manera clara los deterioros estructurales presentes en la caja de registro. Estos daños comprometen la integridad del sistema, resultando en la fuga de la totalidad del agua recolectada por el sistema de alcantarillado que fluye hacia dicha caja. Como consecuencia directa de esta falencia, el agua escapa a través del ducto cajón ubicado adyacente, infiltrándose en el terreno natural circundante. Este fenómeno no solo indica la necesidad urgente de reparación en la caja de registro, sino que también resalta la importancia de abordar estos problemas estructurales para preservar la eficiencia y la funcionalidad del sistema de alcantarillado en su conjunto.

Figura 28.

Caja de registro destruida.



4.5.1.2 Presupuesto de la red de alcantarillado sanitario y Pluvial.

Es esencial subrayar que, durante la ejecución de una obra civil, se lleva a cabo la fundamental etapa de elaborar el presupuesto referencial del proyecto. Para llevar a cabo este análisis, se ha desarrollado un detallado listado de los distintos rubros que intervienen en el proyecto, acompañado de su respectivo análisis de precios unitarios, como se detalla en los anexos adjuntos.

En este apartado, nos concentraremos exclusivamente en exponer el presupuesto general, detallando la cantidad y el precio unitario correspondientes a cada componente de la obra sanitaria específica, brindando así una visión panorámica de los costos involucrados en el desarrollo de este proyecto. Este enfoque no solo proporciona una comprensión clara de la inversión necesaria, sino que también sirve como referencia esencial para la gestión financiera y el seguimiento del progreso de la obra.

Tabla 23.*Presupuesto alcantarillado pluvial*

PRESUPUESTO PARA MEJORA DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL UPSE PROVINCIA DE SANTA ELENA					
NO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P TOTAL
	COLECTORES PRINCIPALES DE AA.SS. COLECTOR A				
1	TRAZADO Y NIVELACIÓN REPLANTEO	ML	3.10	665.00	2,061.50
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA TUBERÍA	M3	4.18	3,799.50	15,881.91
3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6.17	1,224.98	7,558.13
4	PROVISIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA PVC 500 MM	ML	62.93	50.00	3,146.50
5	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA 500MM	ML	8.63	50.00	431.50
6	PROVISIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA PVC 700 MM	ML	170.35	110.00	18,738.50
7	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA 700MM	ML	8.63	110.00	949.30
8	PROVISIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA PVC 800 MM	ML	170.35	100.00	17,035.00
9	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA 800MM	ML	8.63	100.00	863.00
10	PROVISIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA PVC 1200 MM	ML	296.10	395.00	116,959.50
11	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA 1200MM	ML	8.63	395.00	3,408.85
12	CAMA DE ARENA	M3	20.06	1,178.55	23,641.71
13	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6.84	350.45	2,397.08
14	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13.56	2,574.52	34,910.48
15	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3/km	0.39	2,574.52	1,004.06
16	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	MI	1.47	655.00	962.85
	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS				
17	EXCAVACIÓN A MAQUINA	M3	4.17	189.00	788.13
18	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13.56	172.66	2,341.27
19	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6.84	43.17	295.25
20	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6.17	172.66	1,065.31
21	HORMIGÓN simple F´C= 280 KG/CM2	M3	363.31	21.04	7,644.04
22	REPLANTILLO H. SIMPLE F´C= 175 KG/CM2 E= 5CM	M2	19.93	20.18	402.19
23	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3/km	0.39	172.66	67.34
24	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	kg	2.58	20.18	52.06
25	TAPAS DE HF	U	299.83	7.00	2,098.81
	RUBROS AMBIENTAL				
26	AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE A	M3	5.16	120.00	619.20
27	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	64.80	15.00	972.00
28	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	66.00	4.00	264.00
29	PROTECCIÓN AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	72.00	8.00	576.00
30	PROTECCIÓN AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACIÓN	U	48.00	12.00	576.00
31	LETRINAS PORTÁTILES	U	300.00	4.00	1,200.00
					268,911.48

*Nota: Estos precios no incluyen IVA.***Precio total de la oferta:** doscientos sesenta y ocho mil novecientos once 48/100

Tabla 24.*Presupuesto alcantarillado sanitario*

PRESUPUESTO PARA MEJORA DEL ALCANTARILLADO SANITARIO UPSE PROVINCIA DE SANTA ELENA					
NO	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	P. UNITARIO	CANTIDAD	P TOTAL
	COLECTORES PRINCIPALES DE AA.SS. COLECTOR A				
1	TRAZADO Y NIVELACIÓN REPLANTEO	ML	3.10	187.74	581.99
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA TUBERÍA	M3	4.18	1,027.70	4,295.79
3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6.17	56.80	350.46
4	PROVISIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURADA PVC 350 MM	ML	62.93	187.74	11,814.48
5	INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA 350MM	ML	8.63	187.74	1,620.20
6	CAMA DE ARENA	M3	20.06	38.72	776.72
7	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6.84	38.72	264.84
8	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13.56	970.90	13,165.40
9	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3/km	0.39	970.90	378.65
10	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	MI	1.47	187.74	275.98
	MEDIACIÓN AMBIENTAL				
11	AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE A	M3	5.16	40.00	206.40
12	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	64.80	7.00	453.60
13	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	66.00	2.00	132.00
14	PROTECCIÓN AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	72.00	6.00	432.00
15	PROTECCIÓN AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACIÓN	U	48.00	6.00	288.00
16	LETRINAS PORTÁTILES	U	300.00	1.00	300.00
					35,336.51

Nota: Estos precios no incluyen IVA. Precio total de la oferta: treinta y cinco mil trescientos treinta y seis 51/100

4.5.1 Análisis de sistema de alcantarillado pluvial en Stormcad.

Para evaluar el sistema de alcantarillado pluvial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena se utilizó StormCAD que emplea el método racional para calcular los caudales pico en el diseño de su sistema de drenaje, en el que se desarrolló el proyecto en estudio con el fin de valorar su funcionalidad, rendimiento y cumplimiento de relaciones hidráulicas.

Modelación Hidráulico en Storm CAD.

1. Se inició con la modelación eligiendo las unidades en las que va trabajar, en este caso con el sistema internacional SI.
2. El levantamiento topográfico nos proporcionó la obtención de las curvas de nivel del área del proyecto por lo que se realizó en Civil 3d la modelación en escala del sistema del alcantarillado y se usó para la exportación en StormCAD.
3. Se configuró las propiedades y nomenclatura dando doble clic en cada uno de los puntos de cámaras.
4. Se ingresaron datos de áreas de aportación para cada cámara de inspección por lo que seleccionamos catchment, aplastamos control y realizamos un polígono, en esta ventana catchmen ingresamos el área de aporte, el tiempo de concentración, que para el sistema está diseñado para 5 minutos y el coeficiente de escorrentía.
5. Escogemos un nudo de salida, hacemos clic propiedades en catchment-outflow node-select, en donde se le realiza en cada cámara excepto en la descarga.
6. A continuación, procederemos a ingresar todos los datos relativos a nuestro sistema de alcantarillado. En esta etapa, se recomienda organizar y

editar los datos en forma de tablas en general, en lugar de hacerlo de manera individual en la sección de propiedades.

7. En primer lugar, ingresaremos los datos comenzando por el área de aporte. Para realizar esta tarea, dirigiremos nuestra atención a la opción "View-Flex Tables-Catchment Table". Es importante destacar que solo es posible editar la sección de color blanco.
8. Se editaron ahora las cámaras de inspección: para esto nos vamos a manhole table:
 - Elevation (ground): cota de terreno
 - Elevation (invert): dato de referencia, debe ser menor a la cota del terreno.
 - Headloss method: elegimos para todo estándar
 - Headloss coefficient (standard): aquí escogemos el coeficiente de acuerdo al tipo de entrada: 0.5 = tramos rectos, 0.6 = ángulo de 45°, 0.8 = ángulo de 90°.
 - Structure type: estructura circular.
9. También editamos los datos de las tuberías en Conduit table:
 - Length (user defined): longitud de cada conducto.
 - Specify local pipe constraint: permite modificar el relleno de la tubería, debe estar habilitado para que nos asome: cover (maximum) y (minimum): rellenos mínimos y máximo.
 - Part full design: debe estar habilitado para que nos permita modificar desing percent full (%) esto quiere decir que el tubo no esté trabajando a tubo lleno.
 - System flow time: Tiempo de concentración acumulado al
 - Sistema y Time (pipe flow) que es el tiempo del recorrido.
 - Slope (Maximum y Minimum): Pendientes Máximas y Mínimas
 - Velocity (Maximum y Minimum): Velocidades Máximas y Mínimas
10. Establecemos los datos relacionados con la curva IDF mediante la sección "Components-Storm Data". En este contexto, StormCAD ofrece diversas metodologías para calcular las curvas IDF. En esta instancia, es

responsabilidad del diseñador seleccionar el método más adecuado que se ajuste a la ecuación de intensidad disponible. En el presente caso, optamos por la opción de "table equation".

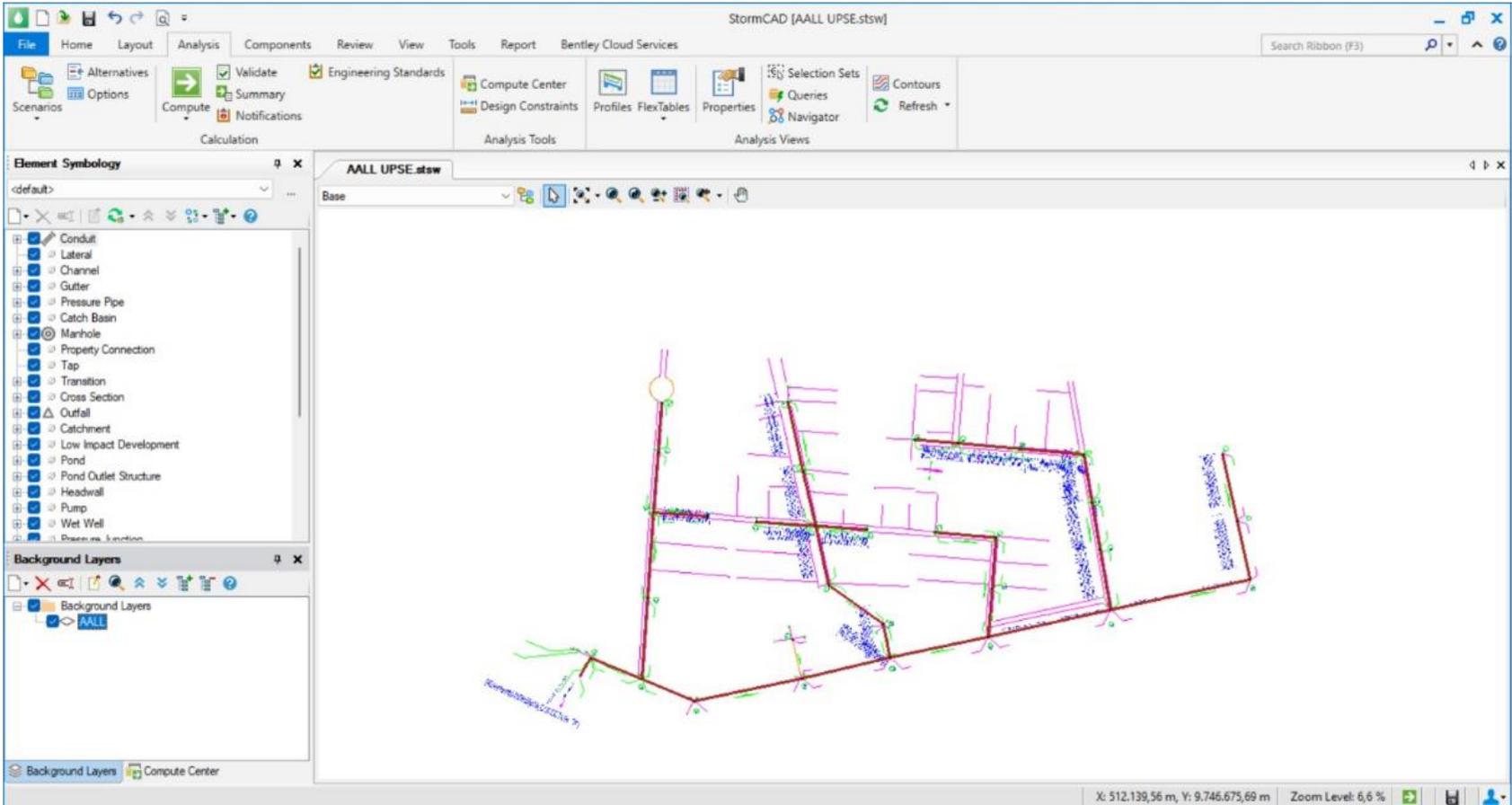
11. Posterior a esta fase, procedemos a elegir el evento con el cual llevaremos a cabo nuestras operaciones en la sección "Components-Global Storm Events" y seleccionamos el periodo de retorno correspondiente.

12. Accedemos a la pestaña "Calculation Options-Base". En esta sección, ajustamos las propiedades generales cambiándolas a "Design" para obtener un diseño detallado. En la categoría de "Hydraulics-Profile Method", optamos por la capacidad de análisis. En cuanto a la hidrología, ingresamos la información correspondiente al tiempo mínimo de concentración, estableciendo un valor de 10 minutos.

A continuación, se muestra el diseño hidráulico de la red de alcantarillado pluvial.

Figura 29.

Modelación Hidráulica del Sistema de Alcantarillado Pluvial en Stormcad



13. Por último, ejecutamos el programa seleccionando "Compute". Si las notificaciones son de color verde, indica que el programa ha realizado todos los cálculos de manera exitosa. En caso de que sean de color amarillo, señala la presencia de posibles errores, mientras que las notificaciones de color rojo indican que el cálculo no puede llevarse a cabo.

14. En la sección "Detail Report", se presenta un resumen detallado junto con los resultados del cálculo de nuestro sistema de alcantarillado.

Análisis y Resultados del Modelamiento de la red de alcantarillado pluvial en Stormcad:

Una vez realizado la modelación del sistema de alcantarillado pluvial en el software de análisis hidráulico Stormcad y en aplicación de los principios de conducción y fluido, anexamos los resultados obtenidos con su análisis.

Figura 30.

Detalle de cálculos hidráulicos aplicados en la red de alcantarillado pluvial

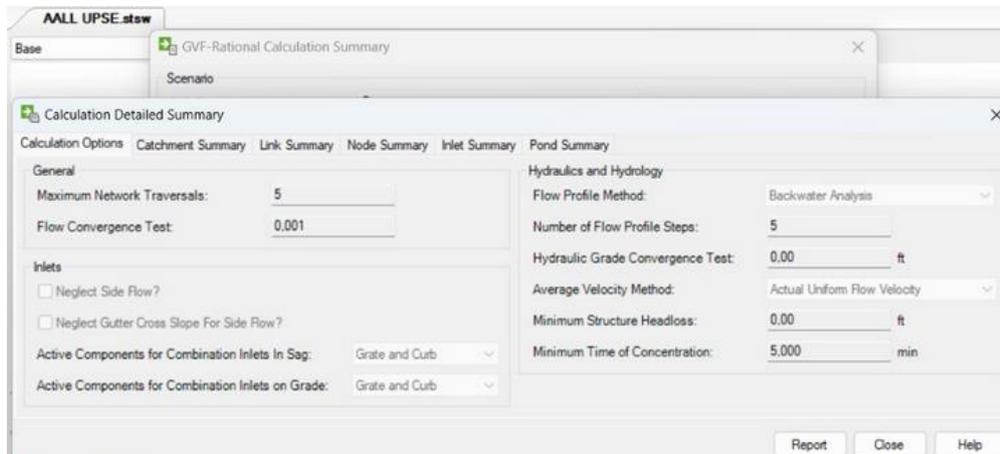


Figura 31.

Resultados de velocidad, flujo y pendiente los tramos de la red de alcantarillado pluvial mediante el método de Maning.

ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (ft)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (ft)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (cfs)	Velocity (ft/s)
65: A1-A2	65 A1-A2	A1	<input checked="" type="checkbox"/>	36,38	A2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,42	<input checked="" type="checkbox"/>	86,0	112,3	-0,004	Circle	400,0	0,011	0,00	0,00
66: A2-A	66 A2-A	A2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,42	A	<input checked="" type="checkbox"/>	39,67	<input checked="" type="checkbox"/>	77,0	99,8	-0,009	Circle	500,0	0,011	0,00	0,00
67: A-B	67 A-B	A	<input checked="" type="checkbox"/>	39,67	B	<input checked="" type="checkbox"/>	41,63	<input checked="" type="checkbox"/>	180,0	238,4	-0,003	Circle	600,0	0,011	0,00	0,00
68: B-C	68 B-C	B	<input checked="" type="checkbox"/>	41,63	C	<input checked="" type="checkbox"/>	40,60	<input checked="" type="checkbox"/>	158,0	209,6	0,002	Circle	900,0	0,011	0,00	0,00
69: C-D	69 C-D	C	<input checked="" type="checkbox"/>	40,60	D	<input checked="" type="checkbox"/>	42,09	<input checked="" type="checkbox"/>	127,0	167,9	-0,004	Circle	1.000,0	0,011	0,00	0,00
70: D-E	70 D-E	D	<input checked="" type="checkbox"/>	42,09	E	<input checked="" type="checkbox"/>	43,39	<input checked="" type="checkbox"/>	115,0	152,6	-0,003	Circle	1.200,0	0,011	0,00	0,00
71: E-F	71 E-F	E	<input checked="" type="checkbox"/>	43,39	F	<input type="checkbox"/>	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	138,0	182,2	0,096	Circle	1.200,0	0,011	0,00	0,00
72: F-G	72 F-G	F	<input checked="" type="checkbox"/>	44,96	G	<input checked="" type="checkbox"/>	45,27	<input checked="" type="checkbox"/>	72,0	95,1	-0,001	Circle	1.200,0	0,011	0,00	0,00
73: G-M	73 G-M	G	<input checked="" type="checkbox"/>	45,27	M	<input checked="" type="checkbox"/>	38,63	<input checked="" type="checkbox"/>	29,0	92,2	0,070	Circle	1.200,0	0,011	0,00	0,00
74: B1-B2	74 B1-B2	B1	<input checked="" type="checkbox"/>	37,54	B2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,54	<input checked="" type="checkbox"/>	57,0	73,7	0,000	Circle	500,0	0,011	0,00	0,00
75: B2-B3	75 B2-B3	B2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,54	B3	<input checked="" type="checkbox"/>	37,82	<input checked="" type="checkbox"/>	80,0	104,6	-0,001	Circle	600,0	0,011	0,00	0,00
76: B3-B4	76 B3-B4	B3	<input checked="" type="checkbox"/>	37,82	B4	<input checked="" type="checkbox"/>	37,72	<input checked="" type="checkbox"/>	80,0	105,9	0,000	Circle	700,0	0,011	0,00	0,00
77: B4-B5	77 B4-B5	B4	<input checked="" type="checkbox"/>	37,72	B5	<input checked="" type="checkbox"/>	38,43	<input checked="" type="checkbox"/>	63,0	80,6	-0,003	Circle	700,0	0,011	0,00	0,00
78: B5-B6	78 B5-B6	B5	<input checked="" type="checkbox"/>	38,43	B6	<input checked="" type="checkbox"/>	38,58	<input checked="" type="checkbox"/>	57,0	78,5	-0,001	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
79: B6-B	79 B6-B	B6	<input checked="" type="checkbox"/>	38,58	B	<input checked="" type="checkbox"/>	41,63	<input checked="" type="checkbox"/>	78,0	102,2	-0,012	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
80: C1-C2	80 C1-C2	C1	<input checked="" type="checkbox"/>	37,24	C2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,89	<input checked="" type="checkbox"/>	80,0	103,0	-0,002	Circle	350,0	0,011	0,00	0,00
81: C2-C3	81 C2-C3	C2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,89	C3	<input checked="" type="checkbox"/>	37,68	<input checked="" type="checkbox"/>	62,0	84,7	0,001	Circle	500,0	0,011	0,00	0,00
82: C3-C	82 C3-C	C3	<input checked="" type="checkbox"/>	37,68	C	<input checked="" type="checkbox"/>	40,60	<input checked="" type="checkbox"/>	63,0	80,3	-0,014	Circle	500,0	0,011	0,00	0,00
83: D1-D2	83 D1-D2	D1	<input checked="" type="checkbox"/>	36,58	D2	<input checked="" type="checkbox"/>	38,88	<input checked="" type="checkbox"/>	90,0	119,5	-0,008	Circle	600,0	0,011	0,00	0,00
84: D2-D3	84 D2-D3	D2	<input checked="" type="checkbox"/>	38,88	D3	<input checked="" type="checkbox"/>	40,79	<input checked="" type="checkbox"/>	70,0	91,7	-0,008	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
85: D3-D4	85 D3-D4	D3	<input checked="" type="checkbox"/>	40,79	D4	<input checked="" type="checkbox"/>	40,26	<input checked="" type="checkbox"/>	75,0	100,5	0,002	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
86: D4-D5	86 D4-D5	D4	<input checked="" type="checkbox"/>	40,26	D5	<input checked="" type="checkbox"/>	38,76	<input checked="" type="checkbox"/>	86,0	111,9	0,005	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
87: D5-D	87 D5-D	D5	<input checked="" type="checkbox"/>	38,76	D	<input checked="" type="checkbox"/>	42,09	<input checked="" type="checkbox"/>	43,0	56,9	-0,024	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
88: D3-I1 - D3	88 D3-I1 - D3	D3-I1	<input checked="" type="checkbox"/>	38,21	D3	<input checked="" type="checkbox"/>	40,79	<input checked="" type="checkbox"/>	75,0	99,2	-0,010	Circle	350,0	0,011	0,00	0,00
89: D3-D2 - D3	89 D3-D2 - D3	D3-D2	<input checked="" type="checkbox"/>	37,99	D3	<input checked="" type="checkbox"/>	40,79	<input checked="" type="checkbox"/>	65,0	86,2	-0,013	Circle	350,0	0,011	0,00	0,00
90: G1-G2	90 G1-G2	G1	<input checked="" type="checkbox"/>	38,98	G2	<input checked="" type="checkbox"/>	38,03	<input checked="" type="checkbox"/>	60,0	82,8	0,005	Circle	400,0	0,011	0,00	0,00
91: G2-G3	91 G2-G3	G2	<input checked="" type="checkbox"/>	38,03	G3	<input checked="" type="checkbox"/>	36,59	<input checked="" type="checkbox"/>	77,0	99,8	0,006	Circle	600,0	0,011	0,00	0,00
92: G3-G4	92 G3-G4	G3	<input checked="" type="checkbox"/>	36,59	G4	<input checked="" type="checkbox"/>	36,34	<input checked="" type="checkbox"/>	110,0	142,5	0,001	Circle	700,0	0,011	0,00	0,00
93: G4-G	93 G4-G	G4	<input checked="" type="checkbox"/>	36,34	G	<input checked="" type="checkbox"/>	45,27	<input checked="" type="checkbox"/>	100,0	134,5	-0,027	Circle	800,0	0,011	0,00	0,00
94: G3-1 - G3	94 G3-1 - G3	G3-1	<input checked="" type="checkbox"/>	36,41	G3	<input checked="" type="checkbox"/>	36,59	<input checked="" type="checkbox"/>	70,0	89,9	-0,001	Circle	350,0	0,011	0,00	0,00
96: M-ESTERO	96 M-ESTERO	M	<input checked="" type="checkbox"/>	38,63	ESTERO	<input checked="" type="checkbox"/>	37,38	<input type="checkbox"/>		35,9	0,011	Circle	1.500,0	0,011	0,00	0,00

31 of 31 elements displayed

Figura 32.

Resultados de elevaciones de invert, flujo, profundidad, grado hidráulico de cada nodo de la red de sistema de alcantarillado pluvial

ID	Label	Elevation (Ground) (ft)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (ft)	Bolted Cover?	Elevation (Invert in 1) (ft)	Flow (Total In)	Flow (Total Out) (cfs)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (ft)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (ft)	Notes
33: A1	33 A1	34,10	<input checked="" type="checkbox"/>	34,10	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,30	34,10	Absolute	34,10	
34: A2	34 A2	34,16	<input checked="" type="checkbox"/>	34,16	<input type="checkbox"/>	37,42	0	0,00	0,44	34,16	Absolute	34,16	
35: A	35 A	34,65	<input checked="" type="checkbox"/>	34,65	<input type="checkbox"/>	39,67	0	0,00	0,67	34,65	Absolute	34,65	
36: B	36 B	34,70	<input checked="" type="checkbox"/>	34,70	<input type="checkbox"/>	41,63	0	0,00	0,68	34,70	Absolute	34,70	
37: C	37 C	34,28	<input checked="" type="checkbox"/>	34,28	<input type="checkbox"/>	40,60	0	0,00	0,84	34,28	Absolute	34,28	
38: D	38 D	34,43	<input checked="" type="checkbox"/>	34,43	<input type="checkbox"/>	42,09	0	0,00	1,02	34,43	Absolute	34,43	
39: E	39 E	34,20	<input checked="" type="checkbox"/>	34,20	<input type="checkbox"/>	43,39	0	0,00	1,23	34,20	Absolute	34,20	
40: F	40 F	34,60	<input checked="" type="checkbox"/>	34,60	<input type="checkbox"/>	44,96	0	0,00	1,38	34,60	Absolute	34,60	
41: G	41 G	34,60	<input checked="" type="checkbox"/>	34,60	<input type="checkbox"/>	45,27	0	0,00	1,43	34,60	Absolute	34,60	
42: M	42 M	32,40	<input checked="" type="checkbox"/>	32,40	<input type="checkbox"/>	38,63	0	0,00	0,83	32,40	Absolute	32,40	
43: B1	43 B1	34,73	<input checked="" type="checkbox"/>	34,73	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,37	34,73	Absolute	34,73	
44: B2	44 B2	34,57	<input checked="" type="checkbox"/>	34,57	<input type="checkbox"/>	37,54	0	0,00	0,40	34,57	Absolute	34,57	
45: B3	45 B3	34,49	<input checked="" type="checkbox"/>	34,49	<input type="checkbox"/>	37,82	0	0,00	0,45	34,49	Absolute	34,49	
46: B4	46 B4	34,39	<input checked="" type="checkbox"/>	34,39	<input type="checkbox"/>	37,72	0	0,00	0,45	34,39	Absolute	34,39	
47: B5	47 B5	34,44	<input checked="" type="checkbox"/>	34,44	<input type="checkbox"/>	38,43	0	0,00	0,53	34,44	Absolute	34,44	
48: B6	48 B6	34,43	<input checked="" type="checkbox"/>	34,43	<input type="checkbox"/>	38,58	0	0,00	0,55	34,43	Absolute	34,43	
49: C1	49 C1	34,78	<input checked="" type="checkbox"/>	34,78	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,33	34,78	Absolute	34,78	
50: C2	50 C2	34,54	<input checked="" type="checkbox"/>	34,54	<input type="checkbox"/>	37,89	0	0,00	0,45	34,54	Absolute	34,54	
51: C3	51 C3	34,42	<input checked="" type="checkbox"/>	34,42	<input type="checkbox"/>	37,68	0	0,00	0,44	34,42	Absolute	34,42	
52: D1	52 D1	34,30	<input checked="" type="checkbox"/>	34,30	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,30	34,30	Absolute	34,30	
53: D2	53 D2	34,80	<input checked="" type="checkbox"/>	34,80	<input type="checkbox"/>	38,88	0	0,00	0,55	34,80	Absolute	34,80	
54: D3	54 D3	35,36	<input checked="" type="checkbox"/>	35,36	<input type="checkbox"/>	40,79	0	0,00	0,73	35,36	Absolute	35,36	
55: D3-I1	55 D3-I1	34,72	<input checked="" type="checkbox"/>	34,72	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,47	34,72	Absolute	34,72	
56: D3-D2	56 D3-D2	34,80	<input checked="" type="checkbox"/>	34,80	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,43	34,80	Absolute	34,80	
57: D4	57 D4	35,04	<input checked="" type="checkbox"/>	35,04	<input type="checkbox"/>	40,26	0	0,00	0,70	35,04	Absolute	35,04	
58: D5	58 D5	34,43	<input checked="" type="checkbox"/>	34,43	<input type="checkbox"/>	38,76	0	0,00	0,58	34,43	Absolute	34,43	
59: E1	59 E1	35,00	<input checked="" type="checkbox"/>	35,00	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	(N/A)	(N/A)	Absolute	(N/A)	
60: G1	60 G1	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,53	35,03	Absolute	35,03	
61: G2	61 G2	34,38	<input checked="" type="checkbox"/>	34,38	<input type="checkbox"/>	38,03	0	0,00	0,49	34,38	Absolute	34,38	
62: G3	62 G3	33,81	<input checked="" type="checkbox"/>	33,81	<input type="checkbox"/>	36,59	0	0,00	0,37	33,81	Absolute	33,81	
63: G3-1	63 G3-1	34,17	<input checked="" type="checkbox"/>	34,17	<input type="checkbox"/>	(N/A)	0	0,00	0,30	34,17	Absolute	34,17	
64: G4	64 G4	33,56	<input checked="" type="checkbox"/>	33,56	<input type="checkbox"/>	36,34	0	0,00	0,37	33,56	Absolute	33,56	

Respecto a los resultados obtenidos en el software de modelación Stormcad, se observó que la simulación hidráulica de la red de alcantarillado pluvial con datos reales de levantamiento del área de estudio se presentó con éxito, dado que en el caso de que exista algún inconveniente, el programa presenta informa las causas del problema. A continuación, se describe los resultados obtenidos:

- ✓ En la **Figura 30** muestra resultados de colectores y tuberías funcionando a su máxima capacidad, por lo que se denota que la dimensión de tuberías que están colocadas en campo cumple con la demanda de caudal-flujo que representa la tabla, además de cumplir con el criterio INEN-CEP de ser mayores a 250 mm para y en los conductos secundarios se exige al menos una tubería con un diámetro de 250 mm. El diámetro de tubería comprende valores de 350 mm, 400mm, 500 mm, 600 mm, 700 mm, 900 mm y 1200 mm.
- ✓ En cuanto al cumplimiento de pendiente, el sistema de red de alcantarillado pluvial muestra que tiene pendiente adversa a nivel de invert.

4.5.2 Análisis del sistema de alcantarillado sanitario en Sewercad.

Se evaluaron los resultados del modelado proporcionando prioridad al concepto de obtener presiones adecuadas y al criterio de contar con diámetros apropiados para la distribución de las redes, sobre el enfoque en la velocidad, en el que recomienda una velocidad mínima de 0.6 m/s, preferiblemente, y una velocidad máxima de 3.0 m/s.

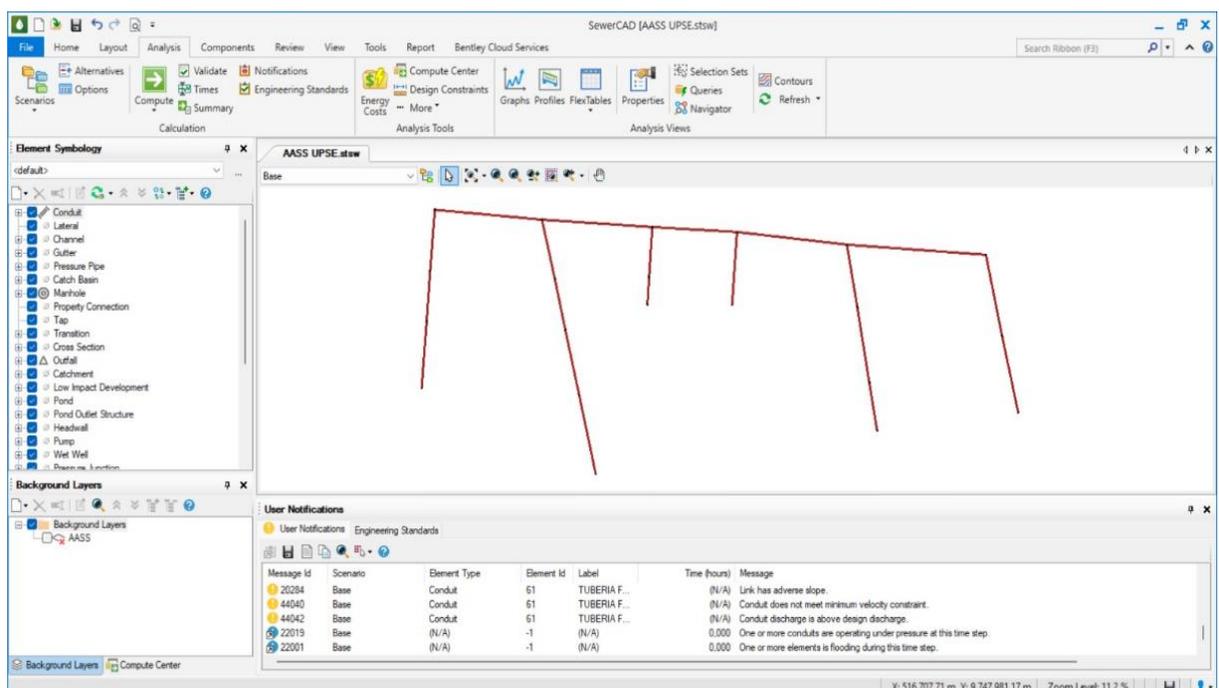
Modelación Hidráulico en Sewercad

A continuación, se detallará brevemente el procedimiento de la modelación de sistema de alcantarillado sanitario en Sewercad.

1. Inicialmente, se procede a establecer las unidades en la trabajaremos en el programa; accedemos a la barra de herramientas y seleccionamos la opción "Tools", posteriormente, elegimos "Options". A continuación, se desplegará una pestaña en la cual nos dirigimos a la sección "Units". En este espacio, realizamos la configuración para utilizar el Sistema Internacional (SI) y efectuamos el cambio de unidades correspondientes, como:
 - Área a m^2 , Densidad (Dotación) a Lt/hab/día, Diámetro a mm, Elevación a m, Flujo a m^3 , Longitud a m, , Volumen de Tanque a m^3 , Temperatura a $^{\circ}C$, Velocidad a m/s y Volumen a m^3 .
2. Watercad nos permite facilidad en el modelado, dado que accede a que importemos el plano en archivo dxf (propios de Autocad); damos click en blackground layers, new file.

Figura 33.

Modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado en Sewercad.



3. Se realiza la configuración de datos en propiedades a una demanda de 25 años según el proyecto en estudio.
4. Procedemos al ingreso de niveles de los nodos y estructuras de la red de distribución de alcantarillado, se realiza también el trazo de nodos y tuberías, en report, element tables se realiza la configuración de los diámetros.
5. Generamos la demanda de caudal en cada nodo de la red de alcantarillado

Análisis y Resultados del Modelamiento de la red de alcantarillado sanitario en Sewercad:

Tras llevar a cabo el modelado del área de estudio a través de la implementación de troncales estratégicas y la subdivisión de cada zona de influencia, se lograron obtener niveles de velocidad apropiados. Adjuntamos los informes que detallan los resultados obtenidos en el desarrollo del análisis del área de estudio.

Figura 34.

Resultados de velocidad y profundidad en tramos de tubería

	Label	Time (Maximum Flow) (hours)	Flow (Maximum) (cfs)	Velocity (Maximum Calculated) (ft/s)	Depth (Maximum) / Rise (%)
76	TUBERIA B3-B2	0,000	0,01	0,03	21,9
77	TUBERIA B2-B1	0,000	0,17	0,50	100,0
78	TUBERIA B1-B	0,000	0,34	1,00	76,8
75	TUBERIA C1-C	0,000	0,01	0,02	100,0
73	TUBERIA D2-D1	0,000	0,01	0,03	14,0
74	TUBERIA D1-D	0,000	0,11	0,31	39,0
69	TUBERIA E1-E2	0,000	0,01	0,52	7,5
70	TUBERIA E2-E3	0,000	0,06	0,43	27,1
71	TUBERIA E3-E4	0,000	0,12	1,02	31,4
72	TUBERIA E4-E	0,000	0,19	0,56	49,7
83	TUBERIA F1-F2	0,000	0,03	0,09	22,1
84	TUBERIA F2-F3	0,000	0,07	0,83	23,9
61	TUBERIA F3-F	0,000	0,11	0,33	88,0
62	TUBERIA F-E	0,000	0,15	0,29	100,0
63	TUBERIA E-D	0,000	0,42	0,55	72,7
64	TUBERIA D-C	0,000	0,63	2,85	33,4
65	TUBERIA C-B	0,000	0,76	1,55	48,9
66	TUBERIA B-A	0,000	1,28	5,44	33,9

Figura 35.

Consideraciones de pérdidas de energía

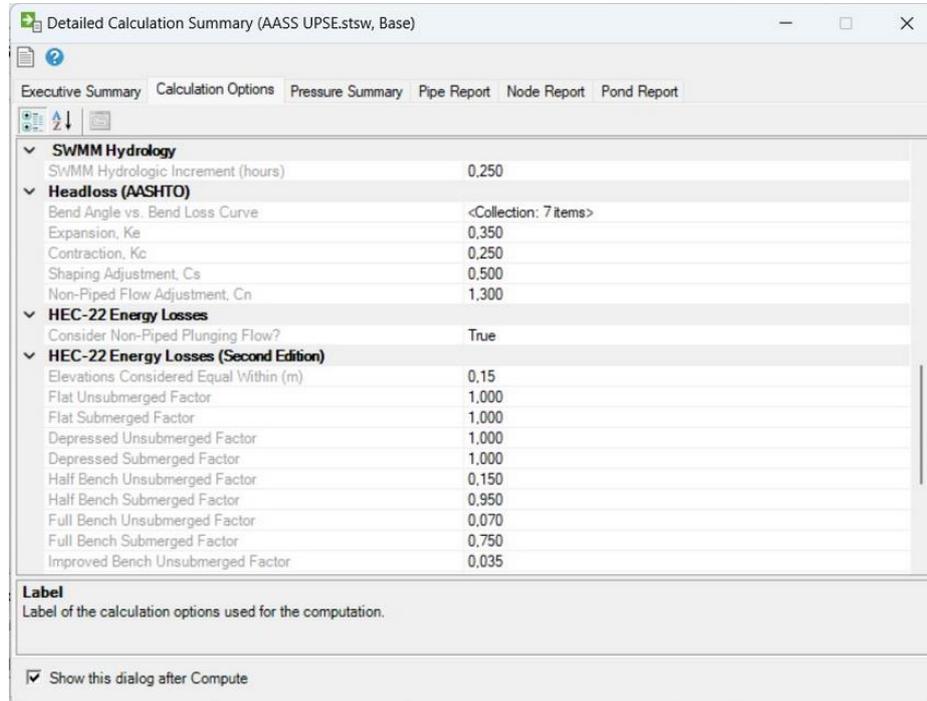


Figura 36.

Descripción del método aplicado – Método de Manning.

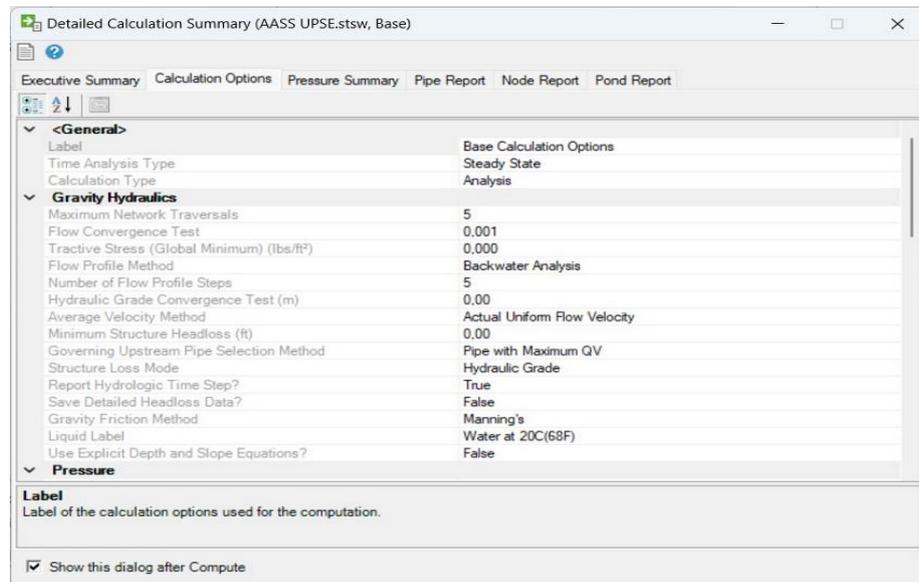


Figura 37.

Descripción de método de cálculo para presión de flujo – Hazen Williams

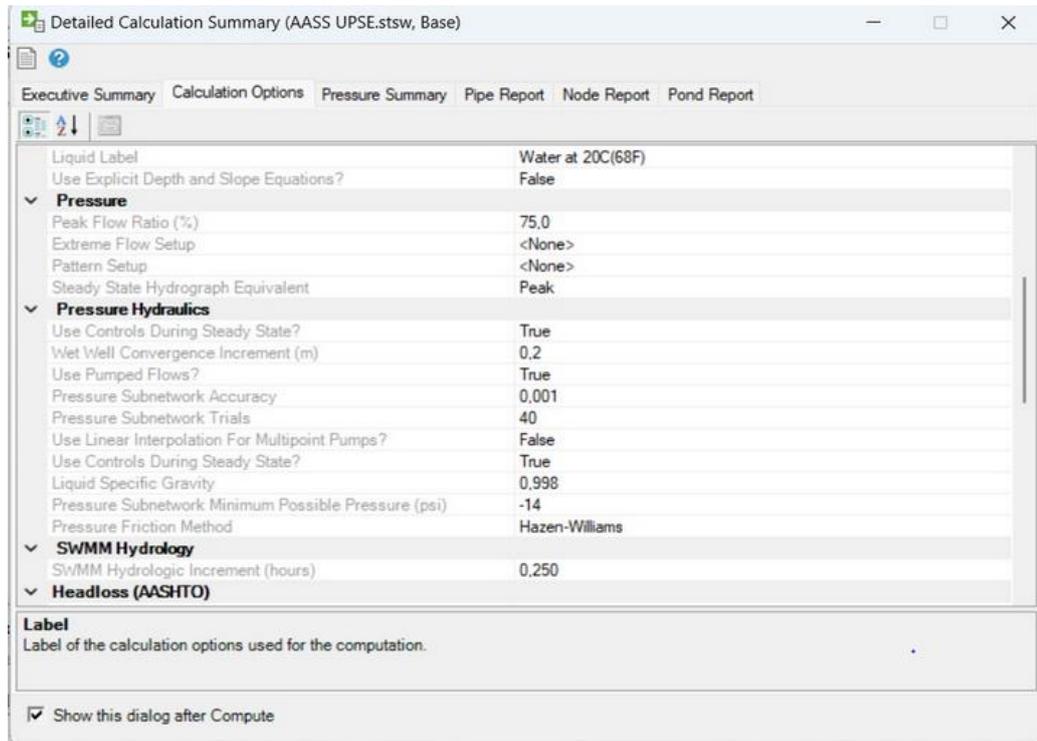


Figura 38.

Resultados del sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad Estatal Península de Santa Elena

FlexTable: Manhole Table (Current Time: 0,000 hours) (AASS UPSE.stsw)

	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Inflow (Wet) Collection	Flow (Total In) (cfs)	Flow (Total Out) (cfs)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)	Is Ever Overflowing?	Is Overflowing?	Sanitary Loads
39: F1	39	F1	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	<input type="checkbox"/>	31,70	<Collection:	0,00	0,03	2,14	33,84	Absolute	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
40: F2	40	F2	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	<input type="checkbox"/>	31,38	<Collection:	0,03	0,07	2,46	33,84	Absolute	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
41: F3	41	F3	33,80	<input checked="" type="checkbox"/>	33,80	<input type="checkbox"/>	31,15	<Collection:	0,07	0,11	2,65	33,80	Absolute	33,80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
42: F	42	F	34,02	<input checked="" type="checkbox"/>	34,02	<input type="checkbox"/>	30,81	<Collection:	0,11	0,15	3,21	34,02	Absolute	34,02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
43: E	43	E	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	<input type="checkbox"/>	30,44	<Collection:	0,34	0,42	4,84	35,28	Absolute	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
44: E4	44	E4	35,27	<input checked="" type="checkbox"/>	35,27	<input type="checkbox"/>	31,95	<Collection:	0,12	0,19	3,32	35,27	Absolute	35,27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
45: E3	45	E3	35,32	<input checked="" type="checkbox"/>	35,32	<input type="checkbox"/>	32,31	<Collection:	0,06	0,12	3,01	35,32	Absolute	35,32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
46: E2	46	E2	35,33	<input checked="" type="checkbox"/>	35,33	<input type="checkbox"/>	32,62	<Collection:	0,01	0,06	2,71	35,33	Absolute	35,33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
47: E1	47	E1	35,44	<input checked="" type="checkbox"/>	35,44	<input type="checkbox"/>	33,00	<Collection:	0,00	0,01	2,44	35,44	Absolute	35,44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
48: D	48	D	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	<input type="checkbox"/>	31,21	<Collection:	0,53	0,63	4,27	35,48	Absolute	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
49: D1	49	D1	35,46	<input checked="" type="checkbox"/>	35,46	<input type="checkbox"/>	33,37	<Collection:	0,01	0,11	2,09	35,46	Absolute	35,46	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
50: D2	50	D2	35,45	<input checked="" type="checkbox"/>	35,45	<input type="checkbox"/>	33,50	<Collection:	0,00	0,01	1,95	35,45	Absolute	35,45	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
51: C	51	C	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input type="checkbox"/>	30,91	<Collection:	0,64	0,76	4,12	35,03	Absolute	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
52: C1	52	C1	34,67	<input checked="" type="checkbox"/>	34,67	<input type="checkbox"/>	32,36	<Collection:	0,00	0,01	2,31	34,67	Absolute	34,67	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
53: B	53	B	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	<input type="checkbox"/>	30,60	<Collection:	1,10	1,28	4,33	34,93	Absolute	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
54: B1	54	B1	34,88	<input checked="" type="checkbox"/>	34,88	<input type="checkbox"/>	31,42	<Collection:	0,17	0,34	3,46	34,88	Absolute	34,88	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
55: B2	55	B2	34,29	<input checked="" type="checkbox"/>	34,29	<input type="checkbox"/>	31,77	<Collection:	0,01	0,17	2,52	34,29	Absolute	34,29	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
56: B3	56	B3	34,25	<input checked="" type="checkbox"/>	34,25	<input type="checkbox"/>	31,94	<Collection:	0,00	0,01	2,31	34,25	Absolute	34,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
57: A	57	A	33,60	<input checked="" type="checkbox"/>	33,60	<input type="checkbox"/>	30,46	<Collection:	1,28	1,30	3,14	33,60	Absolute	33,60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:
58: A1	58	A1	33,50	<input checked="" type="checkbox"/>	33,50	<input type="checkbox"/>	30,08	<Collection:	1,30	1,51	3,42	33,50	Absolute	33,50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<Collection:

20 of 20 elements displayed

Figura 39.

Resultados de desempeño de tubería de la red del sistema de alcantarillado sanitario UPSE.

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (AASS UPSE.stsw)

ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (ft/ft)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (cfs)	Velocity (ft/s)	De
61: TUBERIA F3	TUBERIA F3-F	F3	<input checked="" type="checkbox"/>	33,80	F	<input checked="" type="checkbox"/>	34,02	<input checked="" type="checkbox"/>	72,0	70,2	-0,003	Circle	200,0	0,011	0,11	0,33	
62: TUBERIA F-	TUBERIA F-E	F	<input checked="" type="checkbox"/>	34,02	E	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	132,8	132,7	-0,009	Circle	250,0	0,011	0,15	0,29	
63: TUBERIA E-	TUBERIA E-D	E	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	D	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	136,5	136,5	-0,001	Circle	300,0	0,011	0,42	0,55	
64: TUBERIA D-	TUBERIA D-C	D	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	C	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	105,0	104,7	0,004	Circle	300,0	0,011	0,63	2,85	
65: TUBERIA C-	TUBERIA C-B	C	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	B	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	135,9	136,4	0,001	Circle	300,0	0,011	0,76	1,55	
66: TUBERIA B-	TUBERIA B-A	B	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	A	<input checked="" type="checkbox"/>	33,60	<input checked="" type="checkbox"/>	86,2	172,1	0,015	Circle	350,0	0,011	1,28	5,44	
67: TUBERIA A-	TUBERIA A-A1	A	<input checked="" type="checkbox"/>	33,60	A1	<input checked="" type="checkbox"/>	33,50	<input checked="" type="checkbox"/>	93,9	95,8	0,001	Circle	350,0	0,011	1,30	2,05	
69: TUBERIA E1	TUBERIA E1-E2	E1	<input checked="" type="checkbox"/>	35,44	E2	<input checked="" type="checkbox"/>	35,33	<input checked="" type="checkbox"/>	94,0	93,6	0,001	Circle	200,0	0,011	0,01	0,52	
70: TUBERIA E2	TUBERIA E2-E3	E2	<input checked="" type="checkbox"/>	35,33	E3	<input checked="" type="checkbox"/>	35,32	<input checked="" type="checkbox"/>	78,0	77,1	0,000	Circle	200,0	0,011	0,06	0,43	
71: TUBERIA E3	TUBERIA E3-E4	E3	<input checked="" type="checkbox"/>	35,32	E4	<input checked="" type="checkbox"/>	35,27	<input checked="" type="checkbox"/>	61,0	60,6	0,001	Circle	200,0	0,011	0,12	1,02	
72: TUBERIA E4	TUBERIA E4-E	E4	<input checked="" type="checkbox"/>	35,27	E	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	72,0	70,0	0,000	Circle	200,0	0,011	0,19	0,56	
73: TUBERIA D2	TUBERIA D2-D1	D2	<input checked="" type="checkbox"/>	35,45	D1	<input checked="" type="checkbox"/>	35,46	<input checked="" type="checkbox"/>	32,0	32,2	0,000	Circle	200,0	0,011	0,01	0,03	
74: TUBERIA D1	TUBERIA D1-D	D1	<input checked="" type="checkbox"/>	35,46	D	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	58,0	57,7	0,000	Circle	200,0	0,011	0,11	0,31	
75: TUBERIA C1	TUBERIA C1-C	C1	<input checked="" type="checkbox"/>	34,67	C	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	80,0	84,6	-0,005	Circle	200,0	0,011	0,01	0,02	
76: TUBERIA B3	TUBERIA B3-B2	B3	<input checked="" type="checkbox"/>	34,25	B2	<input checked="" type="checkbox"/>	34,29	<input checked="" type="checkbox"/>	58,0	56,4	-0,001	Circle	200,0	0,011	0,01	0,03	
77: TUBERIA B2	TUBERIA B2-B1	B2	<input checked="" type="checkbox"/>	34,29	B1	<input checked="" type="checkbox"/>	34,88	<input checked="" type="checkbox"/>	87,0	88,3	-0,007	Circle	200,0	0,011	0,17	0,50	
78: TUBERIA B1	TUBERIA B1-B	B1	<input checked="" type="checkbox"/>	34,88	B	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	77,0	73,4	-0,001	Circle	200,0	0,011	0,34	1,00	
82: TUBERIA A1	TUBERIA A1-EB	A1	<input checked="" type="checkbox"/>	33,50	EB	<input checked="" type="checkbox"/>	33,37	<input checked="" type="checkbox"/>	93,9	90,5	0,001	Circle	350,0	0,011	1,51	2,34	
83: TUBERIA F1	TUBERIA F1-F2	F1	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	F2	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	82,0	77,4	0,000	Circle	200,0	0,011	0,03	0,09	
84: TUBERIA F2	TUBERIA F2-F3	F2	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	F3	<input checked="" type="checkbox"/>	33,80	<input checked="" type="checkbox"/>	56,0	59,2	0,001	Circle	200,0	0,011	0,07	0,83	

20 of 20 elements displayed

Figura 40.

Resultados de velocidad, flujo y capacidad de la red de alcantarillado sanitario aplicando el método de Manning

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (AASS UPSE.stsw)

t)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (ft/ft)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (cfs)	Velocity (ft/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (cfs)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Notes
61: TUBERIA F3,80	F	<input checked="" type="checkbox"/>	34,02	<input checked="" type="checkbox"/>	72,0	70,2	-0,003	Cirde	200,0	0,011	0,11	0,33	0,12	0,76	14,7	61,6	
62: TUBERIA F-,02	E	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	132,8	132,7	-0,009	Cirde	250,0	0,011	0,15	0,29	0,15	2,42	6,4	60,4	
63: TUBERIA E-,28	D	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	136,5	136,5	-0,001	Cirde	300,0	0,011	0,42	0,55	0,19	1,54	27,1	63,7	
64: TUBERIA D-,48	C	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	105,0	104,7	0,004	Cirde	300,0	0,011	0,63	2,85	0,10	2,64	23,8	33,4	
65: TUBERIA C-,03	B	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	135,9	136,4	0,001	Cirde	300,0	0,011	0,76	1,55	0,15	1,09	69,5	48,9	
66: TUBERIA B-,93	A	<input checked="" type="checkbox"/>	33,60	<input checked="" type="checkbox"/>	86,2	172,1	0,015	Cirde	350,0	0,011	1,28	5,44	0,12	7,56	16,9	33,9	
67: TUBERIA A-,60	A1	<input checked="" type="checkbox"/>	33,50	<input checked="" type="checkbox"/>	93,9	95,8	0,001	Cirde	350,0	0,011	1,30	2,05	0,17	1,99	65,5	49,4	
69: TUBERIA E1,44	E2	<input checked="" type="checkbox"/>	35,33	<input checked="" type="checkbox"/>	94,0	93,6	0,001	Cirde	200,0	0,011	0,01	0,52	0,02	0,47	1,7	7,5	
70: TUBERIA E2,33	E3	<input checked="" type="checkbox"/>	35,32	<input checked="" type="checkbox"/>	78,0	77,1	0,000	Cirde	200,0	0,011	0,06	0,43	0,05	0,15	39,4	27,1	
71: TUBERIA E3,32	E4	<input checked="" type="checkbox"/>	35,27	<input checked="" type="checkbox"/>	61,0	60,6	0,001	Cirde	200,0	0,011	0,12	1,02	0,06	0,39	31,2	31,4	
72: TUBERIA E4,27	E	<input checked="" type="checkbox"/>	35,28	<input checked="" type="checkbox"/>	72,0	70,0	0,000	Cirde	200,0	0,011	0,19	0,56	0,10	0,16	117,6	49,7	
73: TUBERIA D2,45	D1	<input checked="" type="checkbox"/>	35,46	<input checked="" type="checkbox"/>	32,0	32,2	0,000	Cirde	200,0	0,011	0,01	0,03	0,03	0,24	4,5	14,0	
74: TUBERIA D1,46	D	<input checked="" type="checkbox"/>	35,48	<input checked="" type="checkbox"/>	58,0	57,7	0,000	Cirde	200,0	0,011	0,11	0,31	0,08	0,25	41,8	39,0	
75: TUBERIA C1,67	C	<input checked="" type="checkbox"/>	35,03	<input checked="" type="checkbox"/>	80,0	84,6	-0,005	Cirde	200,0	0,011	0,01	0,02	0,11	0,92	0,7	52,7	
76: TUBERIA B3,25	B2	<input checked="" type="checkbox"/>	34,29	<input checked="" type="checkbox"/>	58,0	56,4	-0,001	Cirde	200,0	0,011	0,01	0,03	0,04	0,36	2,8	21,9	
77: TUBERIA B2,29	B1	<input checked="" type="checkbox"/>	34,88	<input checked="" type="checkbox"/>	87,0	88,3	-0,007	Cirde	200,0	0,011	0,17	0,50	0,13	1,13	14,8	64,3	
78: TUBERIA B1,88	B	<input checked="" type="checkbox"/>	34,93	<input checked="" type="checkbox"/>	77,0	73,4	-0,001	Cirde	200,0	0,011	0,34	1,00	0,14	0,35	97,3	70,7	
82: TUBERIA A1,50	EB	<input checked="" type="checkbox"/>	33,37	<input checked="" type="checkbox"/>	93,9	90,5	0,001	Cirde	350,0	0,011	1,51	2,34	0,18	2,27	66,7	51,6	
83: TUBERIA F1,84	F2	<input checked="" type="checkbox"/>	33,84	<input checked="" type="checkbox"/>	82,0	77,4	0,000	Cirde	200,0	0,011	0,03	0,09	0,04	0,01	232,2	22,1	
84: TUBERIA F2,84	F3	<input checked="" type="checkbox"/>	33,80	<input checked="" type="checkbox"/>	56,0	59,2	0,001	Cirde	200,0	0,011	0,07	0,83	0,05	0,37	19,0	23,9	

20 of 20 elements displayed

El modelamiento hidráulico del sistema del alcantarillado sanitario en el programa Sewercad mostró resultados positivos descritos a continuación:

- En la **Figura 35, 36 y 37** se especifica la metodología de cálculo que emplea Sewercad, basando en las fórmulas de Hazen William, Darcy Weisbart y Manning, y en esta fase se confirma las unidades y coeficientes usados para el análisis general del diseño de alcantarillado sanitario, independientemente de cada procedimiento.
- En la **Figura 38 y 39** muestra valores de flujo, invert y profundidad que debe cumplir los nodos y tuberías para el buen funcionamiento de flujo indicado en las mismas tablas y para su correcta distribución en la red de alcantarillado sanitario.
- La **Figura 40** presenta información detallada acerca de las tuberías que cumplen con los criterios de velocidad, indicando tanto el diámetro de 200 mm, 250mm y 300 mm cumplen con la capacidad de flujo de la red de alcantarillado.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

✓ En referencia al primer objetivo se realizó el relevamiento topográfico de la zona de estudio y los sistemas de alcantarillado y pluvial existentes en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, mediante el equipo GPS RTK, donde se usó el hito con placa del INOCAR proporcionadas por la Prefectura de Santa Elena ubicada dentro de universidad, con coordenadas UTM WGS84 E: 512.725,84, N:9753.434,298. En el desarrollo se pudo apreciar que en el sistema de alcantarillado sanitario existen cajas con las tapas en mal estado, algunas de ellas carecen de esta, también se pudo apreciar que las cámaras A1, A, B, B1, B2 se encuentran azolvadas, por ende, no deja fluir correctamente el agua, impidiendo que llegue el flujo hasta la estación de bombeo, esto se debe a la presencia de un árbol llamado "Ficus Benjamine" el cual es uno de los árboles con mayor índice de afectaciones a estructuras, ya que posee raíces muy agresivas que afectan a cualquier estructura que este cerca y también es muy conocida por obstruir tuberías y causar grandes afectaciones. Se pudo detectar que en los tramos D2-D1 y A-A1 se producen condiciones que causan malos olores y corrosión, en las tuberías, debido a la presencia de ácido sulfhídrico. También se pudo identificar que la cámara F1 está llena de sedimento lo cual produce que el agua que descarga la caja de registro de esta a su extremo derecho se desborde y vaya hacia el ducto cajón que se encuentra a un lado infiltrándose en el terreno natural. Con respecto al alcantarillado pluvial se pudo observar que en ciertas partes los sumideros no tienen tapas y a su vez están más alto que el terreno natural, también se pudo apreciar que unas cuantas rejillas están tapadas de hojas de árbol, aunque lo más relevante en este sistema es que las tuberías del tramo de G-M, no constan como parte del sistema, ya que las tuberías de

estas se encuentran sobre el terreno natural sin ser colocadas. también se pudo observar que en los tirantes que ingresan a las cámaras no poseen dados de hormigón los cuales son necesarios para evitar el ingreso de sedimentos en las entradas de tubería hacia la cámara, se pudo apreciar que la cámara M que desfoga hacia el cauce natural no existe en el sistema, y que la cámara F es donde llega toda el agua de la universidad para posteriormente ser depositada en el canal natural que se encuentra en la parte posterior de la Universidad.

- ✓ Los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial se proyectaron a 25 años, se realizó la recolección de datos de la comunidad universitaria del censo del año 2022 y se calculó la población futura hasta el 2047 mediante el método aritmético, exponencial y geométrico, el cual para factores de cálculo se usó el resultado del método aritmético con una población de 42117 habitantes. Se obtuvo el caudal de diseño de distribución en la red de alcantarillado sanitario, para esto se calculó el caudal máximo diario y horario, siendo 26.81 l/seg y 45.58 l/seg respectivamente, se incluyó además los caudales de infiltración y conexiones ilícitas, obteniendo en total un flujo del nodo F a la estación de bombeo de 89.48 l/seg, Así mismo, se realizó el cálculo del flujo de diseño del alcantarillado pluvial, en los que los valores de Intensidad, fueron tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidráulica, en desarrollo con el método racional y ecuaciones estimadas de intensidad según la estación más cercana al área de estudio, resultando el caudal de diseño de 4 l/seg.

- ✓ Con respecto al segundo objetivo se pudo apreciar mediante cálculos en Excel y análisis en los softwares de Stormcad, Sewercad, que en los sistemas de alcantarillado en los tramos F-E, E-D, E4-E. D2-D1, D1-D, C1-C. B1-B tienen un pequeño porcentaje pendiente adversa. En tanto al alcantarillado de pluvial la falta de colocación del tramo G-M y que los sumideros alrededor de dicha área está mucho más alto que el terreno natural, provoca que en tiempos de lluvia en el área posterior de la facultad de ingeniería de la universidad se llene de agua y crezca con mayor intensidad la maleza, por la misma parte en el área cerca de la facultad de Agraria por la falta de colocación de sumideros en tiempos de lluvia se llena de agua y

maleza, también se pudo observar que en unos puntos se debería considerar poner sumideros ya que el agua se suele quedar estancada por la falta de drenaje.

- ✓ El presupuestario referencial se realizó para cada red de alcantarilla. El monto total para la ejecución del sistema del alcantarillado pluvial es \$ 268.911, 48 centavos, y para el sistema de alcantarillado sanitario es \$ 35.336,51 centavos, de acuerdo con los precios unitarios proporcionado por la Pref. Santa Elena.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que por parte de la universidad se realicen mantenimientos periódicos lo que consiste en revisión del estado de las bombas de estación de bombeo, estado de las cámaras, cajas de registro, sumideros y por ende la limpieza de los sistemas, para así evitar inconvenientes en un futuro, de posibles taponamientos.

- ✓ Se sugiere que en un futuro se cambie las tuberías por material de PVC, ya que las de hormigón presentan inconvenientes por la instrucción de raíces, también se pudo corroborar que los tramos de tuberías de A-A1, A1-EB se considere cambiarlas a un diámetro mayor que la que tiene actualmente que es de 350mm, debido a que la población universitaria cada vez va incrementando y la demanda sería mayor.

- ✓ La promoción y enseñanza de la utilización de programas informáticos especializados en el diseño hidráulico de sistemas de distribución de redes de alcantarillado dado que contribuirá a la optimización del tiempo de trabajo al reducir los ciclos iterativos inherentes al proceso de diseño y mejor interpretación de resultados en base a un estudio de diseño normativo. Simultáneamente, posibilitará la evaluación de diversas opciones, como la configuración de las redes y la selección de materiales, con el fin de determinar la solución de diseño más eficiente y económica.

- ✓ Se recomienda estabilizar los taludes del canal de descarga que conecta con el sistema de aguas lluvias de la universidad, debido a que si se presenta algún fenómeno en donde la intensidad de lluvia es mayor, estos taludes se derrumbarían y ocasionarían un taponamiento.

REFERENCIAS

- Aldás, J. (2011). *DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE 4 LOTIZACIONES UNIDAS (VARIOS PROPIETARIOS), DEL CANTÓN EL CARMEN* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/608>
- Álvarez, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- Arévalo, M., Ugalte, J., & Vintimilla, M. (2017). *Diseño de red de alcantarillado sanitario para la avenida Curiquingue de Huizhil perteneciente a la parroquia de Baños, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7202>
- Arias, J., Covinos, M., & Cáceres Milagros. (2020). Formulación de los objetivos específicos desde el alcance correlacional en trabajos de investigación. *Ciencialatina.OrgJLA González, MRC Gallardo, MC ChávezCiencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 2020*•*ciencialatina.Org*. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.73
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Redalyc.Org*. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Badii, Castillo, Rodríguez, Wong, & Villalpando. (2007). Diseños experimentales e investigación científica. *Revistainnovaciones.Uanl.Mx*, 4(2), 283–330. <https://revistainnovaciones.uanl.mx/index.php/revin/article/view/190>
- Carmona, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Gtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=alcantarillado+sanitario&ots=to9I0ydfbf&sig=yzwwg7NEALHTLqeZaaYRhntZuP1U>

- Carvajal, J., & Zárate, G. (2022). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios 24 de Diciembre, Santa Catalina, 6 de Enero, Alausí y El Suspiro pertenecientes a la comuna Río Verde* [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8444>
- Castillo, R., & Jácome, F. (2016). Medición de la pobreza multidimensional en Ecuador. *Ecuadorencifras.Gob.Ec*, 1–28. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/Pobreza_Multidimensional/assets/ipm-metodologia-oficial.pdf
- Cazar, F., & Vallejo, I. (2018). *Diseño de la red del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Zhipta de la Parroquia Jima, Cantón Sígsig, Provincia del Azuay* [Univesidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7777>
- Chiquito, H. M. (2018). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, con una propuesta de tratamiento, para la comuna Puerto La Boca, Cantón Jipijapa*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1056>
- Colmenárez, G., Pardo-Pascual, J. E., & Segura, F. S. (2010). Dinámica del coeficiente de rugosidad de Manning para tuberías de PEAD corrugado. *199.119.162.122*. <http://199.119.162.122/assets/pdf/biblioteca-tecnica/articulo-1-dinamica-del-coeficiente-de-rugosidad-de-manning-para-tuberias-de-pead-corrugado.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento “Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente.” *Libro 29*, 70. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA_2015_Manual_Filtros_anaerobios_de_flujo_ascendente.pdf
- Cortes, M., Avella, M., & Rojas, O. (2016). Métodos para Mitigar la Corrosión por Ácido Sulfúrico Biogenico en los Sistemas de Alcantarillado. *Revistas.Ustatunja.Edu.Co*. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1365>

- Criollo, C., & Zarumeño, C. (2020). *Evaluación y rediseño de la red de agua potable, saneamiento interno y sistema contra incendios del Hogar Miguel León* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10302>
- Duran, J., & Torres, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Scielo.Org.Mx*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652006000200005
- El Universo. (2010, December 1). *Universidad peninsular crea su alcantarillado*. <https://www.eluniverso.com/2010/12/01/1/1445/universidad-peninsular-crea-alcantarillado.html/>
- Empresa Metropolitana de alcantarillado y agua potable. (2009). *Normas Alcantarillado EMAAP - Google Académico* (Primera edición, Vol. 1). https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANE%20XO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf
- Estadística, E. A.-R. de E. y, & 1967, undefined. (1967). Métodos de proyección de poblaciones. Algunas consideraciones sobre los más usados. *Revistas.Unc.Edu.Ar*, 11(2), 55–68. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/download/3617/6907>
- Fernando Mejia, F. (2010). Estado del sector agua potable y saneamiento básico en la zona rural de la isla de San Andrés, en el contexto de la reserva de la biosfera [Universidad Nacional de Colombia]. In *academia.edu*. https://www.academia.edu/download/38706497/saneamiento_basico.pdf
- Gálvez, H. (2004). *Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial para la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa* [UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA]. <https://core.ac.uk/download/pdf/35294397.pdf>
- Galvez Jeri, N. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fé del centro poblado de Progreso, distrito de Kimbiri, provincia de La* [Universidad católica los Angeles de Chimbote]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/10725>

- Garza, V. (2013). Propuesta de diseño de una alcantarilla para disminuir las obstrucciones por residuos sólidos. *Erevistas.Uacj.Mx*.
<http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/137>
- Garzón, D., Martínez, A., Pérez, L., Echevarría, M., & Moreno, A. (2018). TRATAMIENTO DE TRAMPA DE GRASAS DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB), CON CEPAS NATIVAS PARA EL. *Acofipapers.Org*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/678>
- Gavilanes, G., & Pablo, J. (2006). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Huaycopungo*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/162>
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. *Cmapspublic2.Ihmc.Us*.
<http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1FOL42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Hernández Sampieri, & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
<https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>
- Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, R. (2017). *Selección de la muestra*.
http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf
- Hernández Vega, & Jorge Castro. (2019). Guía para jardines universitarios. *Ambiental.Uaslp.Mx*. https://ambiental.uaslp.mx/SGA/PUB/Guia_Jardines_UASLP.pdf
- INEN - CPE. (1992). *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*.
https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/normas_disec3b1o_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*.

https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf

Jimenez, D., & Matamoros, D. (2009). *Modelaje de un sistema urbano de alcantarillado pluvial en el área de drenaje de los esteros miraflores y represado, ciudad de Guayaquil* [ESPOL]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/391>

Kleber, S. (2019). *Evaluación y mejoramiento de la red de abastecimiento de agua potable de la facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47687>

Ledesma, L., Rosales, G., Orozco, S., Cárdenas, C., & Alejandro, J. (2011). DE LA DESCARGA DEL AGUA DE LLUVIA A LA RED DE ALCANTARILLADO, CUANDO ÉSTA SÓLO FUE DISEÑADA PARA EVACUAR EL AGUA RESIDUAL. *Hidraulica.Umich.Mx*, 1–6. <http://hidraulica.umich.mx/users/serviciosocial/Art-Lara.pdf>

López, C., Carlos, J., Bauset, R., Vicente, J., Ferragud, R., Dolores, M., Micó, V., & Jacinto, R. (2013). *Modelos continuos de crecimiento: del modelo exponencial al modelo logístico*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30892/Modelos%20continuos%20de%20crecimiento%20Malthus.pdf>

López, P. (2011). *Propuesta para la optimización de accesorios hidráulicos y redes sanitarias al interior del Hospital Departamental" Tomas Uribe Uribe" de Tuluá*. [Unidad Central del Valle del Cauca]. <https://repositorio.uceva.edu.co/handle/20.500.12993/75>

Martha, I., & Álvarez Álvarez, J. (2021). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudadela Choferes Sportman del cantón Huaquillas Provincia de El Oro*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2923>

Melgarejo, F. (2015). *Evaluación para optimizar el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Marcará, del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz–Ancash–2014*

- [Universidad nacional “Santiago Antúnez de Mayoló”].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1612>
- NEC 11. (2011). *NEC 11 NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*.
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- Pariona, R. (2019). *Operacionalización de un sistema de agua potable para un mejor servicio en edificaciones esenciales–Hospital Sergio Bernales, distrito Comas, Lima 2019* [Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49733>
- Ponce, M. (2022). *Rediseño del Sistema De Alcantarillado Sanitario Bajo La Metodología Sin Zanja Abierta En El Mejoramiento Urbano Del Cantón Jipijapa* [Universidad Estatal del sur de Manabi]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4293>
- Rivera, D. (2016). *Análisis de la relación entre las fallas del sistema de alcantarillado, características asociadas a los árboles y el tipo de suelo*.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17919/u729392.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, Á. A., & Gutiérrez, A. O. (2002). *Resistencia al flujo en canales y límites de aplicabilidad de la fórmula de Manning*.
<http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/752>
- Ruiz, J. (2019). *metodológica para la evaluación de la probabilidad de falla por obstrucciones causadas por eventos de lluvias en la infraestructura de alcantarillado, caso cuenca La ...* [Universidad de Antioquia].
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/17036>
- Sailema, C. (2015). *Las aguas servidas y su incidencia en las condiciones sanitarias de la comunidad Puñachisag-barrio El Progreso del cantón Quero provincia de Tungurahua* [Universidad Técnica de Ambato].
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18612>

- Salamanca, C., & Rodríguez, J. (2018). *Diseño del alcantarillado pluvial de la parcelación residencial San Carlos ubicada en el municipio de Villavicencio-Meta* [UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA].
<https://repository.ucc.edu.co/items/b9a222d1-7375-4197-a2f1-88a7e52c037a>
- San Francisco de Quito, U., Araque, M., -----Director de Tesis, I., & Romo, F. (2011). *Diseño del alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas servidas de la Urbanización San Emilio*.
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/608>
- Secretaría del Agua. (2005). *Normas Senagua*.
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, S. (2014). *CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES. Alcantarillado Pluvial*.
https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_pluvial.pdf
- Soto Chavez, R. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en las localidades de Ayahuanco, Choccllo, Qochaq y Pampacoris, Distrito de Ayahuanco, Provincia* [Universidad catolica los Angeles Chimbote].
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/11315>
- Taris, E. O. (2017). “*DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CON PLANTA DE DEPURACIÓN Y ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS PARA LA COMUNIDAD DE CASTILLO, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.*”
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25748>
- Torres-Degró, A. (2011). *Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial*.
<https://revistas.upr.edu/index.php/cidedigital/article/view/11774>
- Trapote, A. (2013). *Infraestructuras Hidráulico-Sanitarias II. Saneamiento y drenaje urbano*
 - Arturo Trapote Jaume - Google Libros.

https://books.google.com/books/about/Infraestructuras_Hidr%C3%A1ulico_Sanitarias.html?hl=es&id=AunTAgAAQBAJ

Vargas, B., & Molina, L. F. (2010). Cinco árboles urbanos que causan daños severos en las ciudades. *Revista Nodo*, 5.

Vera Aquino. (2021). *Diagnóstico y evaluación del sistema de alcantarillado sanitario del barrio Carmen Buchelli de la parroquia Anconcito del cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5974>

Zambrano, Y., Pasaco, Á., & Lucio, L. (2021). IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS. *Revistas.Unesum.Edu.Ec*. <http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/346>

ANEXOS

Anexo 1.

Libreta topográfica de AASS

LIBRETA DE CAMPO DE AASS							
UPSE				ALCANTARILLADO			
DESCRIPCIÓN	N°	UBICACIÓN	LECTURA INSTRUMENTAL			H+I	Cotas Calc.
			ATRÁS	INTERM	ADEL.		
			0.903			35.221	34.318
CÁMARA AASS	C21	TAPA		1.378			33.843
		INVERT.		3.52			31.701
CÁMARA AASS	C 20	TAPA		1.412			33.809
		INVERT.		3.85			31.371
BM			0.75			35.123	34.373
CÁMARA AASS	C19	TAPA		1.327			33.796
		INVERT.		4.073			31.148
CÁMARA AASS	C18	TAPA		1.2			34.021
		INVERT.		4.36			30.861
CÁMARA AASS	C13	TAPA		1.28			33.941
		INVERT.		4.91			30.311
BM			1.44			36.72	35.280
CÁMARA AASS	C17	TAPA		1.438			35.282
		INVERT.		3.72			33.000
CÁMARA AASS	C16	TAPA		1.45			35.270
		INVERT.		4.1			32.620
CÁMARA AASS	C15	TAPA		1.4			35.320
		INVERT.		4.41			32.312
CÁMARA AASS	C14	TAPA		1.40			35.325
		INVERT.		4.77			31.946
CÁMARA AASS	C13	TAPA		1.28			35.440
		INVERT.		5			31.720
BM			1.2			37.678	36.478
CÁMARA AASS	C12	TAPA		2.20			35.478
		INVERT.		4.18			33.500

CÁMARA AASS	C11	TAPA		2.22			35.458
		INVERT.		4.305			33.373
CÁMARA AASS	C10	TAPA		2.23			35.448
		INVERT.		4.66			33.018
CÁMARA AASS	C9	TAPA		3.01			34.668
		INVERT.		4.99			32.688
CÁMARA AASS	C8	TAPA		2.65			35.028
		INVER.		5.80			31.878
BM			0.408			36.886	36.478
					2.248		
			1.264			35.902	
					1.529		
			1.45			35.823	
					1.094		
			1.298			36.027	
CÁMARA AASS	C7	TAPA		1.1			34.927
		INVERT.		4.915			31.112
CÁMARA AASS	C6	TAPA		1.15			34.877
		INVERT.		4.6			31.427
CÁMARA AASS	C5	TAPA		1.74			34.287
		INVERT.		4.26			31.767
CÁMARA AASS	C4	TAPA		1.78			34.247
		INVERT.		4			32.027
BM			0.20			34.798	34.598
CÁMARA AASS	C5	TAPA		1.2			33.598
		INVERT.		5.54			29.258
CÁMARA AASS	C4	TAPA		1.3			33.498
		INVERT.		5.93			28.868
CARCAMO		TAPA		1			33.798
		INVERT.		6.3			28.498

Anexo 2.

Libreta topográfica de AALL

LIBRETA DE CAMPO DE AALL							
UPSE				ALCANTARILLADO			
				TN			
DESCRIPCIÓN	N°	UBICACIÓN	LECTURA INSTRUMENTAL			H+I	Cotas Calc.
			ATRAS	INTERM.	ADEL.		
			0.903		0.848	35.221	34.318
CAMARA AALL	G3	TAPA		1.412			33.809
		INVERT.		2.49			32.731
CAMARA AALL	G2	TAPA		0.842			34.379
		INVERT.		2.33			32.891
SUMIDERO	G2	TAPA		1.1			34.121
		INVERT		1.9			33.321
BM			1.948			36.321	34.373
CAMARA AALL	G1	TAPA		1.30			35.026
		INVERT		3.02			33.301
BM			1.004			35.322	34.318
CAMARA AALL	G3-1	TAPA		1.15			34.172
		INVERT		2.13			33.192
SUMIDERO G3-1	G3-1	TAPA		1.318			34.004
		INVERT.		2.065			33.257
BM			1.678		0.748	36.252	35.504
SUMIDERO G3-1	CONTRA	TAPA		2.005			34.247
		INVERT		2.66			33.592
CAMARA AALL D3-2	D3-2	TAPA		1.528			34.724
		INVERT		3.06			33.192
SUMIDERO D3-2	D3-2	TAPA		1.6			34.652
		INVERT		2.355			33.897
SUMIDERO D3-2	D3-2	TAPA		1.663			34.589
		INVERT		2.422			33.83
CAMARA AALL	D3	TAPA		0.89			35.362
		INVERT		3.27			32.982
SUMIDERO D3-1	D3-1	TAPA		1.05			35.202
		INVERT		1.745			34.507
SUMIDERO D3-2	D3-2	TAPA		0.975			35.277
		INVERT		1.79			34.462
BM			1.318		1.348	36.222	34.874
CAMARA AALL	D2	TAPA		1.42			33.902
		INVERT		2.222			33.100
SUMIDERO D2-2	D2-2	TAPA		1.51			33.812
		INVERT		2.29			33.032

SUMIDERO D2-1	D2-1	TAPA		1.58			33.742
		INVERT.		2.35			32.972
CAMARA AALL	D1	TAPA		1.92			33.402
		INVERT		2.02			33.302
SUMIDERO D2-2	D1-1	TAPA		2.12			33.202
		INVERT.		2.92			32.402
SUMIDERO D2-1	D1-2	TAPA		2.24			33.082
		INVERT.		3.04			32.282
BM			1.44			36.72	35.28
CAMARA AALL	D4	TAPA		1.683			35.037
		INVERT.		4.072			32.648
CAMARA AALL	D5	TAPA		2.29			34.43
		INVERT		4.19			32.53
SUMIDERO D2-2	D5-1	TAPA		2.185			34.535
		INVERT		2.364			34.356
SUMIDERO D2-1	D5-2	TAPA		2.328			34.392
		INVERT.		2.981			33.739
CAMBIO			0.941		2.168	35.493	
CAMARA AALL	C	TAPA		1.215			34.278
		INVERT		3.986			31.507
SUMIDERO C1	C	TAPA		1.637			33.856
		INVERT		2.387			33.106
SUMIDERO C2	C	TAPA		1.397			34.096
		INVERT		2.38			33.113
CAMARA AALL C3	C3	TAPA		1.075			34.418
		INVERT		2.57			32.921
CAMARA AALL C2	C2	TAPA		0.952			34.541
		INVERT.		2.32			33.173
SUMIDERO C1	C2	TAPA		1.139			34.354
		INVERT.		1.94			33.553
CAMARA AALL C1	C1	TAPA		0.712			34.781
		INVERT.		1.79			33.703
SUMIDERO C1	C1	TAPA		0.775			34.718
		INVERT.		1.65			33.843
SUMIDERO C2	C1	TAPA		0.779			34.714
		INVERT.		1.7			33.793
SUMIDERO C3	C1	TAPA		1.262			34.231
		INVERT.		1.6			33.893
CAMARA AALL B	B	TAPA		0.792			34.701
		INVERT.		3.57			31.923
SUMIDERO B	B	TAPA		1.129			34.364
		INVERT.		1.88			33.613
CAMBIO			1.445		0.968	35.97	

CAMARA AALL B6	B6	TAPA		1.541			34.429
		INVERT.		3.37			32.605
SUMIDERO B	B6	TAPA		1.668			34.302
		INVERT.		2.47			33.5
CAMARA AALL B5	B5	TAPA		1.53			34.44
		INVERT.		3.29			32.683
SUMIDERO B	B5	TAPA		1.65			34.325
		INVERT.		2.47			33.5
CAMARA AALL B4	B4	TAPA		1.578			34.392
		INVERT.		3.041			32.929
SUMIDERO B	B4	TAPA		1.635			34.335
		INVERT.		2.45			33.52
SUMIDERO B	B4	TAPA		1.549			34.421
		INVERT.		2.35			33.62
CAMBIO			1.585		1.398	36.157	
CAMARA AALL B3	B3	TAPA		1.672			34.485
		INVERT.		3.13			33.027
SUMIDERO B	B3	TAPA		1.823			34.334
		INVERT.		2.492			33.665
SUMIDERO B	B3	TAPA		1.991			34.166
		INVERT.		2.52			33.637
CAMARA AALL B2	B2	TAPA		1.589			34.568
		INVERT.		2.89			33.267
SUMIDERO B	B2	TAPA		1.662			34.495
		INVERT.		2.195			33.962
SUMIDERO B	B2	TAPA		1.681			34.476
		INVERT.		2.197			33.96
SUMIDERO B	B2	TAPA		1.685			34.472
		INVERT.		2.185			33.972
CAMBIO			1.453		1.387	36.223	
CAMARA AALL B1	B1	TAPA		1.491			34.732
		INVERT.		2.72			33.503
CAMARA AALL B0	B0	TAPA		1.131			35.092
		INVERT.					36.223
SUMIDERO B	B0	TAPA		1.249			34.974
		INVERT.		1.714			34.509
BM			1.5			36.098	34.598
CAMARA AALL A1	A1	TAPA		2			34.098
		INVERT.		3.5			32.598
SUMIDERO A1	A1	TAPA		2.1			33.998
		INVERT.		3.2			32.898
SUMIDERO A2	A1	TAPA		2			34.098
		INVERT.		3.15			32.948

CAMARA AALL A2	A2	TAPA		1.94			34.158
		INVERT.		3.78			32.318
SUMIDERO A2	A2	TAPA		1.95			34.148
		INVERT.		2.65			33.448
CAMARA AALL A	A	TAPA		1.9			34.198
		INVERT.		4.092			32.006
DESCARGA CANAL		CANAL		3.2			32.898

Anexo 3.

Libreta topográfica del canal AALL.

	ABSCISA	V. ATRÁS	V. INTERMEDIA	V. ADELANTE	H+I	COTA	OBSERVACIÓN
	BM P1	0,79		1,461	33,598	32,808	Hito baño UPSE
cambio		0,847			32,984		
CENTRO	0+000		3,040			29,944	
CANAL							
LADO	0+000		2,568			30,416	
IZQUIERDO							
LADO	0+000		2,900			30,084	
DERECHO							
CENTRO	0+020		3,172			29,812	
CANAL							
LADO	0+020		1,742			31,242	
IZQUIERDO							
LADO	0+020		2,098			30,886	
DERECHO							
CENTRO	0+040		3,187			29,797	
CANAL							
LADO	0+040		1,646			31,338	
IZQUIERDO							
LADO	0+040		1,937			31,047	
DERECHO							
CENTRO	0+060		3,367			29,617	
CANAL							
LADO	0+060		1,682			31,302	
IZQUIERDO							
LADO	0+060		2,187			30,797	
DERECHO							
CENTRO	0+080		3,329			29,655	
CANAL							
LADO	0+080		0,42			32,564	
IZQUIERDO							
LADO	0+080		2,072			30,912	
DERECHO							

	P2			2,072		32,292	
cambio		1,38				32,292	
CENTRO	0+100		4,065				28,227
CANAL							
LADO	0+100		1,736	0,122	I		30,556
IZQUIERDO							
LADO	0+100		0,122	1,736	D		32,170
DERECHO							
CENTRO	0+120		4,205				28,087
CANAL							
LADO	0+120		0,124	0,44	I		32,168
IZQUIERDO							
LADO	0+120		0,44	0,124	D		31,852
DERECHO							
CENTRO	0+135		4,552				27,740
CANAL							
LADO	0+135		0,03	0,197	I		32,262
IZQUIERDO							
LADO	0+135		0,197	0,03	D		32,095
DERECHO							

DESCARGA DE
AGUAS LLUVIAS
DE UPSE

Anexo 4.

Cámaras del sistema de alcantarillado pluvial con residuos



Anexo 5.

Cámaras del sistema de alcantarillado pluvial sin residuos



Anexo 6.

Destapando cámara de alcantarillado sanitario



Anexo 7.

Cámaras de AASS situadas en la UPSE



Anexo 8.

Cajas y cámaras de alcantarillado sanitario que están rebosando.



Anexo 9.

Cámara de AASS rebosando



Anexo 10.

Cámara de alcantarillado sanitario donde la tubería no tiene hecho el dado.



Anexo 11.

Arboles los cuales causan daño a tuberías por sus raíces.



Anexo 12.

Tubería de alcantarillado pluvial con daños



Anexo 13.

Tubería de alcantarillado pluvial con daños



Anexo 14.

Sumidero de alcantarillado pluvial en un lugar inadecuado.



Anexo 15.

Tuberías de alcantarillado pluvial sin continuidad.



Anexo 16.

Tuberías de alcantarillado pluvial sin continuidad.



Anexo 17.*Resultados de ensayo de laboratorio.*

Fecha: 02/08/2022		T: 22,80 °C	
Hora: 8:42 a.m.		H: 58,70%	
Identificación de la muestra: Afluente			
Parámetros	Unidades	Resultados	Límites de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	377,28	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	639,00	200
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	150,00	130
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100ml	1600 x 10 ⁵	2000
Identificación de la muestra: Efluente 1			
Parámetros	Unidades	Resultados	Límites de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	93,57	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	248,00	200
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	92,00	130
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100ml	1600 x 10 ⁵	2000
Identificación de la muestra: Efluente 2			
Parámetros	Unidades	Resultados	Límites de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	91,77	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	358,00	200
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	109,00	130
Coliformes Fecales (CF)	NMP/100ml	1600 x 10 ⁵	2000

Anexo 18.

PRESUPUESTO PARA MEJORA DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL UPSE PROVINCIA DE SANTA ELENA

NO	DESCRIPCION	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3
COLECTORES PRINCIPALES DE A.A.LL. COLECTOR A Y B								
1	TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO	ML	3,10	665,00	2.061,50	687,17	687,17	687,17
2	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	M3	4,18	3.799,50	15.881,91	5.293,97	5.293,97	5.293,97
3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6,17	1.224,98	7.558,13	2.519,38	2.519,38	2.519,38
4	PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 500 MM	ML	62,93	50,00	3.146,50	3.146,50		
5	INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 500MM	ML	8,63	50,00	431,50	143,83	143,83	143,83
6	PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 700 MM	ML	170,35	110,00	18.738,50	18.738,50		
7	INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 700MM	ML	8,63	110,00	949,30	316,43	316,43	316,43
8	PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 800 MM	ML	170,35	100,00	17.035,00	17.035,00		
9	INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 800MM	ML	8,63	100,00	863,00	287,67	287,67	287,67
10	PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 1200 MM	ML	296,10	395,00	116.959,50	116.959,50		
11	INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 1200MM	ML	8,63	395,00	3.408,85	1.136,28	1.136,28	1.136,28
12	CAMA DE ARENA	M3	20,06	1.178,55	23.641,71	7.880,57	7.880,57	7.880,57
13	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6,84	350,45	2.397,08	799,03	799,03	799,03
14	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13,56	2.574,52	34.910,48	11.636,83	11.636,83	11.636,83
15	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3km	0,39	2.574,52	1.004,06	334,69	334,69	334,69
16	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	MI	1,47	655,00	962,85			962,85
CONSTRUCCION DE CAMARAS								
17	EXCAVACION A MAQUINA	M3	4,17	189,00	788,13		788,13	
18	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13,56	172,66	2.341,27		2.341,27	
19	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6,84	43,17	295,25		295,25	
20	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6,17	172,66	1.065,31		1.065,31	
21	HORMIGON simple F'C= 280 KG/CM2	M3	363,31	21,04	7.644,04		7.644,04	
22	REPLANTILLO H. SIMPLE F'C= 175 KG/CM2 E= 5CM	M2	19,93	20,18	402,19		402,19	
23	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3km	0,39	172,66	67,34		67,34	
22	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	kg	2,58	20,18	52,06		52,06	
23	TAPAS DE HF	U	299,83	7,00	2.098,81		2.098,81	
RUBROS AMBIENTAL								
24	AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE AREA EXPUESTAS	M3	5,16	120,00	619,20	206,40	206,40	206,40
25	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	64,80	15,00	972,00	324,00	324,00	324,00
26	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	66,00	4,00	264,00	88,00	88,00	88,00
27	PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	72,00	8,00	576,00	192,00	192,00	192,00
28	PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION	U	48,00	12,00	576,00	192,00	192,00	192,00
29	LETRINAS PORTATILES	U	300,00	4,00	1.200,00	400,00	400,00	400,00
TOTAL					268.911,48	188.317,74	47.192,64	33.401,09
TOTAL ACUMULADO						188.317,74	235.510,38	268.911,48
% PARCIAL						70%	18%	12%
% ACUMULADO						70%	88%	100%

Anexo 19.

PRESUPUESTO PARA MEJORAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO UPSE PROVINCIA DE SANTA ELENA

NO	DESCRIPCION	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3
COLECTORES PRINCIPALES DE AA.SS. COLECTOR A Y B								
1	TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO	ML	3,10	187,74	581,99	194,00	194,00	194,00
2	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA	M3	4,18	1.027,70	4.295,79	1.431,93	1.431,93	1.431,93
3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	6,17	56,80	350,46	116,82	116,82	116,82
4	PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 350 MM	ML	62,93	187,74	11.814,48 ✓	11.814,48		
5	INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 350MM	ML	8,63	187,74	1.620,20	540,07	540,07	540,07
6	CAMA DE ARENA	M3	20,06	38,72	776,72	258,91	258,91	258,91
7	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6,84	38,72	264,84	88,28	88,28	88,28
8	MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3	13,56	970,90	13.165,40	4.388,47	4.388,47	4.388,47
9	TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO	M3/km	0,39	970,90	378,65	126,22	126,22	126,22
10	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	MI	1,47	187,74	275,98			275,98
MEDIACION AMBIENTAL								
11	AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTO	M3	5,16	40,00	206,40	68,80	68,80	68,80
12	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	64,80	7,00	453,60	151,20	151,20	151,20
13	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	66,00	2,00	132,00	44,00	44,00	44,00
14	PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	72,00	6,00	432,00	144,00	144,00	144,00
15	PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION	U	48,00	6,00	288,00	96,00	96,00	96,00
16	LETRINAS PORTATILES	U	300,00	1,00	300,00	100,00	100,00	100,00
TOTAL					35.336,51	19.563,16	7.748,69	8.024,66
TOTAL ACUMULADO					19.563,16	19.563,16	27.311,85	35.336,51
% PARCIAL ✓						55% ✓	22% ✓	23%
%ACUMULADO						55%	77%	100%

Anexo 20.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 1.00

UNIDAD: ML

DETALLE: TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR	1.000	0.6000	0.600	0.106	0.064
EQUIPO TOPOGRAFICO	1.000	3.0000	3.000	0.106	0.318
SUBTOTAL M =					0.3820
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.56	4.560	0.106	0.48
CAT I	4.000	4.05	16.200	0.106	1.72
SUBTOTAL N =					2.2000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.5820
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.5164
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.0984
VALOR OFERTADO					\$ 3.10

SANTA ELENA, 2023

Anexo 21.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 2.00

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA DE ORUGA	1.000	40.000	40.000	0.066	2.620
SUBTOTAL M =					2.6200
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.560	4.560	0.066	0.299
CAT I	1.000	4.050	4.050	0.066	0.265
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.066	0.298
SUBTOTAL N =					0.8620
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.4820
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.6964
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.1784
VALOR OFERTADO \$					4.18

SANTA ELENA, 2023

Anexo 22.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 3.00

UNIDAD: M3

DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CARGADORA FRONTAL	1.000	40.000	40.000	0.034	1.379
VOLQUETA 8 M3	3.000	30.000	90.000	0.034	3.103
SUBTOTAL M =					4.4820
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.560	4.560	0.034	0.157
CHOFER	1.000	5.890	5.890	0.034	0.203
CAT I	1.000	4.050	4.050	0.034	0.140
CAT III	1.000	4.550	4.550	0.034	0.157
SUBTOTAL N =					0.6570
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.1390
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					1.0278
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.1668
VALOR OFERTADO \$					6.17

SANTA ELENA, 2023

Anexo 23.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 4.00 UNIDAD: ML
 DETALLE: PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 500 MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBERIA PVC EST. DE 500 MM Y ACCES	ML	1.000	52.440	52.440	
SUBTOTAL O =					52.4400
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					52.4400
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					10.4880
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					62.9280
VALOR OFERTADO					\$ 62.93

SANTA ELENA, 2023

Anexo 24.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 5.00

UNIDAD: ML

DETALLE: INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 500MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	5.000	4.0500	20.2500	0.2150	4.354
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.2150	0.882
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.2150	0.978
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2150	0.980
SUBTOTAL N =					7.1939
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					7.1939
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					1.4388
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.6327
VALOR OFERTADO \$					8.63

SANTA ELENA, 2023

Anexo 25.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 6.00

UNIDAD: ML

DETALLE: PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 700 MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBERIA PVC EST. DE 700 MM Y ACCES	ML	1.000	99.890	99.890	
SUBTOTAL O =					99.8900
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					99.8900
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					19.9780
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					119.8680
VALOR OFERTADO					\$ 119.87

SANTA ELENA, 2023

Anexo 26.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 7.00

UNIDAD: ML

DETALLE: INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 700MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	5.000	4.0500	20.2500	0.2150	4.354
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.2150	0.882
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.2150	0.978
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2150	0.980
SUBTOTAL N =					7.1939
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					7.1939
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					1.4388
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.6327
VALOR OFERTADO					\$ 8.63

SANTA ELENA, 2023

Anexo 27.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 8.00

UNIDAD: ML

DETALLE: PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 800 MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBERIA PVC 800MM	ml	1.000	141.9600	141.960	
SUBTOTAL O =					141.96
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					141.96
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					28.39
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					170.35
VALOR OFERTADO					\$ 170.35

SANTA ELENA, 2023

Anexo 28.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 9.00

UNIDAD: ML

DETALLE: INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 800MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	5.000	4.0500	20.2500	0.2150	4.354
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.2150	0.882
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.2150	0.978
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2150	0.980
SUBTOTAL N =					7.19
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					7.19
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					1.44
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.63
VALOR OFERTADO \$					8.63

SANTA ELENA, 2023

Anexo 29.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 10.00

UNIDAD: ML

DETALLE: PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 1200 MM

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBERIA PVC EST. DE 200 MM Y ACCES	ML	1.050	235.000	246.750	
SUBTOTAL O =					246.7500
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					246.7500
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					49.3500
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					296.1000
VALOR OFERTADO					\$ 296.10

SANTA ELENA, 2023

Anexo 30.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 11.00

UNIDAD: ML

DETALLE: INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 1200MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	5.000	4.0500	20.2500	0.2150	4.354
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.2150	0.882
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.2150	0.978
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2150	0.980
SUBTOTAL N =					7.19
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					7.19
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					1.44
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.63
VALOR OFERTADO \$					8.63

SANTA ELENA, 2023

Anexo 31

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 16.00

UNIDAD: MI

DETALLE: PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TANQUERO	1.00	30.00	30.0000	0.022	0.660
SUBTOTAL M =					0.6600
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TOPOGRAFO	1.000	4.5500	4.5500	0.022	0.100
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.022	0.090
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.022	0.100
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.022	0.100
CAT I	2.000	4.0500	8.1000	0.022	0.178
SUBTOTAL N =					0.5689
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.2289
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.2458
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.4747
VALOR OFERTADO \$					1.47

SANTA ELENA, 2023

Anexo 32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 14.00

UNIDAD: M3

DETALLE: MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora 140 HP (130G)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Rodillo Liso 150 HP (CP563)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Tanquero de Agua 8 m3	1.00	30.00	30.0000	0.0183	0.549
SUBTOTAL M =					2.5630
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	1.000	4.0500	4.0500	0.0183	0.074
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.0183	0.083
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0183	0.108
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.0183	0.075
SUBTOTAL N =					0.3404
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
MAT PRESTAMO CASCAJO	M3	1.200	7.000	8.400	
SUBTOTAL O =					8.4000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					11.3034
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					2.2607
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.5641
VALOR OFERTADO \$					13.56

SANTA ELENA, 2023

Anexo 33

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 23.00

UNIDAD: M3/km

DETALLE: TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
VOLQUETQ DE 20 TN	1.000	30.0000	30.0000	0.0090	0.270
SUBTOTAL M =					0.2700
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0090	0.053
SUBTOTAL N =					0.0530
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					0.3230
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.0646
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.3876
VALOR OFERTADO \$					0.39

SANTA ELENA, 2023

Anexo 34

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 12.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: CAMA DE ARENA HOJA DE

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.001	0.005
CAT I	3.000	4.0500	12.1500	0.001	0.012
SUBTOTAL N =					0.0167
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ARENA	M3	1.000	16.7000	16.700	
SUBTOTAL O =					16.7000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					16.7167
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					3.3433
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.0600
VALOR OFERTADO \$					20.06

SANTA ELENA, 2023

Anexo 35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 13.00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Compactador mediano manual	1.000	3.0000	3.0000	0.240	0.720
SUBTOTAL M =					0.7200
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	4.000	4.0500	16.2000	0.240	3.888
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.240	1.094
SUBTOTAL N =					4.9824
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.7024
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					1.1405
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.8429
VALOR OFERTADO					\$ 6.84

SANTA ELENA, 2023

Anexo 36

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 26.00

UNIDAD: M3

DETALLE: AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE AREA EXPUESTAS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TANQUERO	1.000	30.0000	30.0000	0.100	3.000
SUBTOTAL M =					3.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.89	5.890	0.10	0.59
CAT I	1.000	4.05	4.050	0.10	0.41
SUBTOTAL N =					0.9940
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
AGUA	M3	0.031	10	0.31	
SUBTOTAL O =					0.3100
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					4.3040
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20%					0.8608
OTROS INDIRECTOS % -					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.1648
VALOR OFERTADO \$					5.16

SANTA ELENA, 2023

Anexo 37

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 27

UNIDAD: U

DETALLE: IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CASCO	U	1.00	10.00	10.00	
MASCARILLA	U	1.00	15.00	15.00	
CHALECOS REFLEXIVOS	U	1.00	7.00	7.00	
BOTAS	PAR	1.00	15.00	15.00	
GUANTES	PAR	1.00	3.00	3.00	
TAPONES	U	1.00	4.00	4.00	
SUBTOTAL O =					54.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					54.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					10.8000
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					64.8000
VALOR OFERTADO \$					64.80

SANTA ELENA, 2023

Anexo 38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 28.00

UNIDAD: U

DETALLE: BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
BOTIQUIN	U	1.000	55.000	55.000	
SUBTOTAL O =					55.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					55.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					11.0000
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					66.0000
VALOR OFERTADO					\$ 66.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 29.00

UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LETREROS PREVENTIVOS	U	1.00	60.00	60.00	
SUBTOTAL O =					60.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					60.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					12.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					72.00
VALOR OFERTADO					\$ 72.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 30.00

UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
VALLAS DE SEÑALIZACION	U	1.00	40.00	40.00	
SUBTOTAL O =					40.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					40.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					8.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					48.00
VALOR OFERTADO					\$ 48.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 41

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 31.00

UNIDAD: U

DETALLE: LETRINAS PORTATILES

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LETRINA PREFABRICADA MOV	U	1.00	250.00	250.00	
SUBTOTAL O =					250.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					250.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					50.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					300.00
VALOR OFERTADO					\$ 300.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 42

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 17.00

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION A MAQUINA

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA DE ORUGA	1.000	40.0000	40.0000	0.064	2.572
SUBTOTAL M =					2.5720
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.890	5.890	0.064	0.379
CAT I	1.000	4.050	4.050	0.064	0.260
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.064	0.264
SUBTOTAL N =					0.9030
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.4750
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.6950
OTROS INDIRECTOS %					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.1700
VALOR OFERTADO					\$ 4.17

SANTA ELENA, 2023

Anexo 43

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 18.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora 140 HP (130G)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Rodillo Liso 150 HP (CP563)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Tanquero de Agua 8 m3	1.00	30.00	30.0000	0.0183	0.549
SUBTOTAL M =					2.5630
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	1.000	4.0500	4.0500	0.0183	0.074
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.0183	0.083
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0183	0.108
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.0183	0.075
SUBTOTAL N =					0.3404
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
MAT PRESTAMO CASCAJO	M3	1.200	7.000	8.400	
SUBTOTAL O =					8.4000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					11.3034
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					2.2607
OTROS INDIRECTOS %					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.5641
VALOR OFERTADO					\$ 13.56

SANTA ELENA, 2023

Anexo 44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 19.00 UNIDAD: m3
 DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Compactador mediano manual	1.000	3.0000	3.0000	0.2400	0.720
SUBTOTAL M =					0.7200
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	4.000	4.0500	16.2000	0.2400	3.888
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2400	1.094
SUBTOTAL N =					4.9820
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.7020
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	1.1404
OTROS INDIRECTOS				%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.8424
VALOR OFERTADO					\$ 6.84

SANTA ELENA, 2023

Anexo 45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 20.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO	
					DE	C*R
CARGADORA FRONTAL	1.000	40.0000	40.0000	0.034		1.379
VOLQUETA 8 M3	3.000	30.0000	90.0000	0.034		3.103
SUBTOTAL M =						4.4820
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO	
					DE	D=C*R
CAT IV	1.000	4.560	4.560	0.034		0.157
CHOFER	1.000	5.890	5.890	0.034		0.203
CAT I	1.000	4.0500	4.050	0.034		0.140
CAT III	1.000	4.5500	4.550	0.034		0.157
SUBTOTAL N =						0.6570
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO		
				DE	C=A*B	
SUBTOTAL O =						0.0000
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO		
				DE	C=A*B	
SUBTOTAL P =						0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)						5.1390
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%						1.0278
OTROS INDIRECTOS %						0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO						6.1668
VALOR OFERTADO					\$	6.17

SANTA ELENA, 2023

Anexo 46

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 21.00 UNIDAD: #;REF!
 DETALLE: HORMIGON simple F'C= 280 KG/CM2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concretera de 1 Saco	1.000	3.7500	3.7500	3.0000	11.250
Vibrador de concreto	1.000	3.0000	3.0000	3.0000	9.000
SUBTOTAL M =					20.2500
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	8.000	4.0500	32.4000	2.7500	89.100
CAT. II	2.000	4.1000	8.2000	2.7500	22.550
CAT. III	2.000	4.5500	9.1000	2.7500	25.025
CAT. IV	1.000	4.5600	4.5600	2.7500	12.540
SUBTOTAL N =					149.2150
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Cemento tipo I(50 Kg)	sc	8.00	8.000	64.000	
Arena fina rio	m3	0.50	22.000	11.000	
Piedra # 3/4 FINA	m3	1.00	25.000	25.000	
Agua(100 m3)	m3	0.09	1.080	0.097	
Tiras de encofrado de 1"x 4m.	u	2.00	1.400	2.800	
Tablas de encofrado de 1"x 4m.	u	5.00	5.000	25.000	
Clavos de 1 1/2"x14	Kg	3.00	1.800	5.400	
SUBTOTAL O =					133.2970
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					302.7620
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					60.5524
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					363.3144
VALOR OFERTADO \$					363.31

SANTA ELENA, 2023

Anexo 47

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 22.00 UNIDAD: M2
 DETALLE: REPLANTILLO H. SIMPLE F'C= 175 KG/CM2 E= 5CM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B HOJA	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concreteira de 1 Saco	1.000	3.0000	3.000	0.1900	0.570
SUBTOTAL M =					0.5700
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	7.000	4.0500	28.350	0.1900	5.387
CAT. II	4.000	4.1000	16.400	0.1900	3.116
CAT. III	2.000	4.5500	9.100	0.1900	1.729
CAT. IV	1.000	4.5600	4.560	0.1900	0.866
SUBTOTAL N =					11.0980
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Cemento tipo I(50 Kg)	sc	0.400	7.8500	3.140	
Agua(100 m3)	m3	0.001	2.0000	0.002	
Arena fina rio	m3	0.025	22.0000	0.550	
Piedra # 4	m3	0.050	25.0000	1.250	
SUBTOTAL O =					4.9420
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					16.6100
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					3.3220
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.9320
VALOR OFERTADO					\$ 19.93

SANTA ELENA, 2023

Anexo 48

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 24.00 UNIDAD: kg
 DETALLE: ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B HOJA	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	1.000	4.0500	4.0500	0.0500	0.203
CAT. II		4.1000		0.0500	
CAT. III	2.000	4.5500	9.1000	0.0500	0.455
CAT. IV	1.000	4.5600	4.5600	0.0500	0.228
SUBTOTAL N =					0.8860
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ACERO ESTRUCTURAL fy=4200KG/CM2	kg	1.050	1.2000	1.260	
SUBTOTAL O =					1.2600
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.1460
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					0.4292
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.5752
VALOR OFERTADO					\$ 2.58

SANTA ELENA, 2023

Anexo 49

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 23.00 UNIDAD:
 DETALLE: TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
VOLQUETQ DE 20 TN	1.000	30.0000	30.0000	0.0090	0.270
SUBTOTAL M =					0.2700
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0090	0.053
SUBTOTAL N =					0.0530
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					0.3230
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	0.0646
OTROS INDIRECTOS				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.3876
VALOR OFERTADO					\$ 0.39

SANTA ELENA, 2023

Anexo 50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AALL

RUBRO: 25.00

UNIDAD: U

DETALLE: TAPAS DE HF

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	2.000	4.0500	8.1000	4.0000	32.400
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	4.0000	16.400
CAT IV	0.500	4.5600	2.2800	4.0000	9.120
SUBTOTAL N =					57.9200
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TAPA DE HF	U	1.000	190.000	190.000	
SUBTOTAL O =					190.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					247.9200
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	51.9100
OTROS INDIRECTOS				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					299.8300
VALOR OFERTADO					\$ 299.83

SANTA ELENA, 2023

Anexo 51

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 1.00

UNIDAD: ML

DETALLE: TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR	1.000	0.6000	0.600	0.106	0.064
EQUIPO TOPOGRAFICO	1.000	3.0000	3.000	0.106	0.318
SUBTOTAL M =					0.3820
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.56	4.560	0.106	0.48
CAT I	4.000	4.05	16.200	0.106	1.72
SUBTOTAL N =					2.2000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.5820
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.5164
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.0984
VALOR OFERTADO					\$ 3.10

SANTA ELENA, 2023

Anexo 52

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 2.00

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA DE ORUGA	1.000	40.000	40.000	0.066	2.620
SUBTOTAL M =					2.6200
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORARIO C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.560	4.560	0.066	0.299
CAT I	1.000	4.050	4.050	0.066	0.265
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.066	0.298
SUBTOTAL N =					0.8620
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.4820
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.6964
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.1784
VALOR OFERTADO					\$ 4.18

SANTA ELENA, 2023

Anexo 53

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 3.00

UNIDAD: M3

DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CARGADORA FRONTAL	1.000	40.000	40.000	0.034	1.379
VOLQUETA 8 M3	3.000	30.000	90.000	0.034	3.103
SUBTOTAL M =					4.4820
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.560	4.560	0.034	0.157
CHOFER	1.000	5.890	5.890	0.034	0.203
CAT I	1.000	4.050	4.050	0.034	0.140
CAT III	1.000	4.550	4.550	0.034	0.157
SUBTOTAL N =					0.6570
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.1390
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					1.0278
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.1668
VALOR OFERTADO					\$ 6.17

SANTA ELENA, 2023

Anexo 54

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 4.00

UNIDAD: ML

DETALLE: PROVISION DE TUBERIA ESTRUCTURADA PVC 350 MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
TUBERIA PVC EST. DE 500 MM Y ACCES	ML	1.000	52.440	52.440	
SUBTOTAL O =					52.4400
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					52.4400
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					10.4880
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					62.9280
VALOR OFERTADO \$					62.93

SANTA ELENA, 2023

Anexo 55

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 5.00

UNIDAD: ML

DETALLE: INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURADA 350MM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	5.000	4.0500	20.2500	0.2150	4.354
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.2150	0.882
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.2150	0.978
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.2150	0.980
SUBTOTAL N =					7.1939
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					7.1939
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					1.4388
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.6327
VALOR OFERTADO \$					8.63

SANTA ELENA, 2023

Anexo 56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 10.00

UNIDAD: MI

DETALLE: PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TANQUERO	1.00	30.00	30.0000	0.022	0.660
SUBTOTAL M =					0.6600
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TOPOGRAFO	1.000	4.5500	4.5500	0.022	0.100
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.022	0.090
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.022	0.100
CAT III	1.000	4.5500	4.5500	0.022	0.100
CAT I	2.000	4.0500	8.1000	0.022	0.178
SUBTOTAL N =					0.5689
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.2289
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.2458
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.4747
VALOR OFERTADO \$					1.47

SANTA ELENA, 2023

Anexo 57

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 8.00

UNIDAD: M3

DETALLE: MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora 140 HP (130G)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Rodillo Liso 150 HP (CP563)	1.00	55.00	55.0000	0.0183	1.007
Tanquero de Agua 8 m3	1.00	30.00	30.0000	0.0183	0.549
SUBTOTAL M =					2.5630
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAS C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	1.000	4.0500	4.0500	0.0183	0.074
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.0183	0.083
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0183	0.108
CAT II	1.000	4.1000	4.1000	0.0183	0.075
SUBTOTAL N =					0.3404
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
MAT PRESTAMO CASCAJO	M3	1.200	7.000	8.400	
SUBTOTAL O =					8.4000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					11.3034
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					2.2607
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.5641
VALOR OFERTADO					\$ 13.56

SANTA ELENA, 2023

Anexo 58

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 9.00

UNIDAD: M3/km

DETALLE: TRANSPORTE DE MATERIAL IMPORTADO DE CASCAJO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
VOLQUETQ DE 20 TN	1.000	30.0000	30.0000	0.0090	0.270
SUBTOTAL M =					0.2700
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORAR C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.8900	5.8900	0.0090	0.053
SUBTOTAL N =					0.0530
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					0.3230
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%					0.0646
OTROS INDIRECTOS					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.3876
VALOR OFERTADO					\$ 0.39

SANTA ELENA, 2023

Anexo 59

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 6.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: CAMA DE ARENA HOJA DE

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.001	0.005
CAT I	3.000	4.0500	12.1500	0.001	0.012
SUBTOTAL N =					0.0167
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ARENA	M3	1.000	16.7000	16.700	
SUBTOTAL O =					16.7000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					16.7167
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					3.3433
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.0600
VALOR OFERTADO \$					20.06

SANTA ELENA, 2023

Anexo 60

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 7.00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Compactador mediano manual	1.000	3.0000	3.0000	0.240	0.720
SUBTOTAL M =					0.7200
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT I	4.000	4.0500	16.2000	0.240	3.888
CAT IV	1.000	4.5600	4.5600	0.240	1.094
SUBTOTAL N =					4.9824
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.7024
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					1.1405
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.8429
VALOR OFERTADO					\$ 6.84

SANTA ELENA, 2023

Anexo 61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 11.00 UNIDAD: M3
 DETALLE: AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE AREA EXPUESTAS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TANQUERO	1.000	30.0000	30.0000	0.100	3.000
SUBTOTAL M =					3.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER	1.000	5.89	5.890	0.10	0.59
CAT I	1.000	4.05	4.050	0.10	0.41
SUBTOTAL N =					0.9940
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
AGUA	M3	0.031	10	0.31	
SUBTOTAL O =					0.3100
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					4.3040
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20%					0.8608
OTROS INDIRECTOS %					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.1648
VALOR OFERTADO					\$ 5.16

SANTA ELENA, 2023

Anexo 62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 12

UNIDAD: U

DETALLE: IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CASCO	U	1.00	10.00	10.00	
MASCARILLA	U	1.00	15.00	15.00	
CHALECOS REFLEXIVOS	U	1.00	7.00	7.00	
BOTAS	PAR	1.00	15.00	15.00	
GUANTES	PAR	1.00	3.00	3.00	
TAPONES	U	1.00	4.00	4.00	
SUBTOTAL O =					54.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					54.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					10.8000
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					64.8000
VALOR OFERTADO					\$ 64.80

SANTA ELENA, 2023

Anexo 63

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 13.00

UNIDAD: U

DETALLE: BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
BOTIQUIN	U	1.000	55.000	55.000	
SUBTOTAL O =					55.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					55.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					11.0000
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					66.0000
VALOR OFERTADO					\$ 66.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 14.00

UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL LETREROS PREVENTIVOS

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LETREROS PREVENTIVOS	U	1.00	60.00	60.00	
SUBTOTAL O =					60.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					60.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					12.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					72.00
VALOR OFERTADO					\$ 72.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 65

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 15.00

UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
VALLAS DE SEÑALIZACION	U	1.00	40.00	40.00	
SUBTOTAL O =					40.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					40.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					8.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					48.00
VALOR OFERTADO					\$ 48.00

SANTA ELENA, 2023

Anexo 66

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS AASS

RUBRO: 16.00

UNIDAD: U

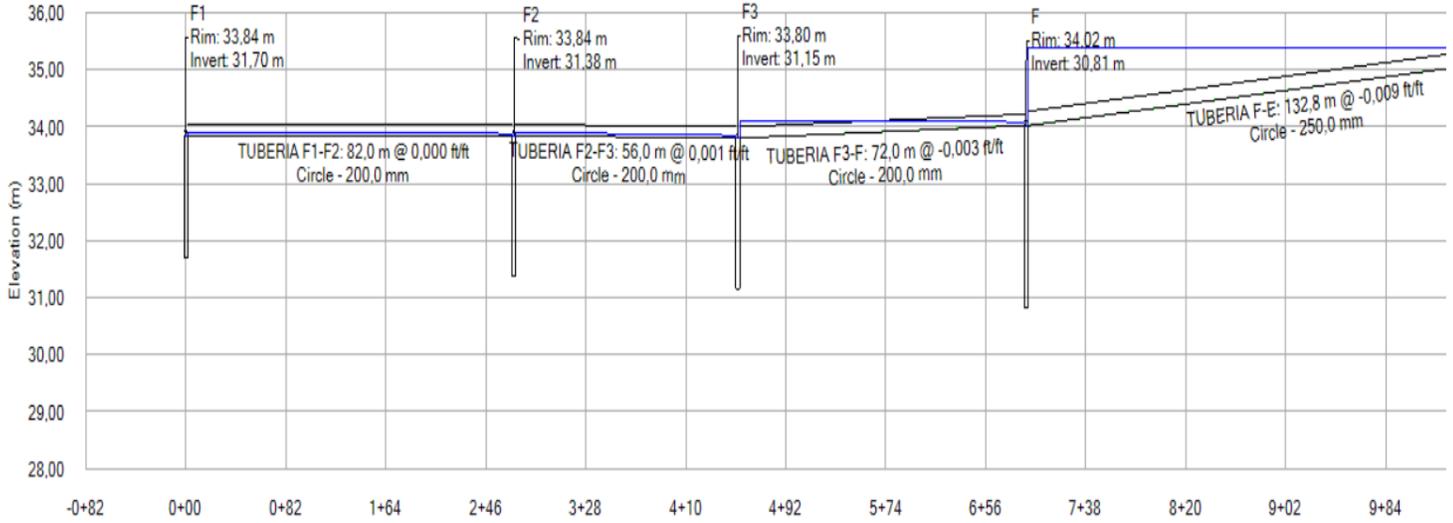
DETALLE: LETRINAS PORTATILES

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LETRINA PREFABRICADA MOV	U	1.00	250.00	250.00	
SUBTOTAL O =					250.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					250.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					50.00
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					300.00
VALOR OFERTADO					\$ 300.00

SANTA ELENA, 2023

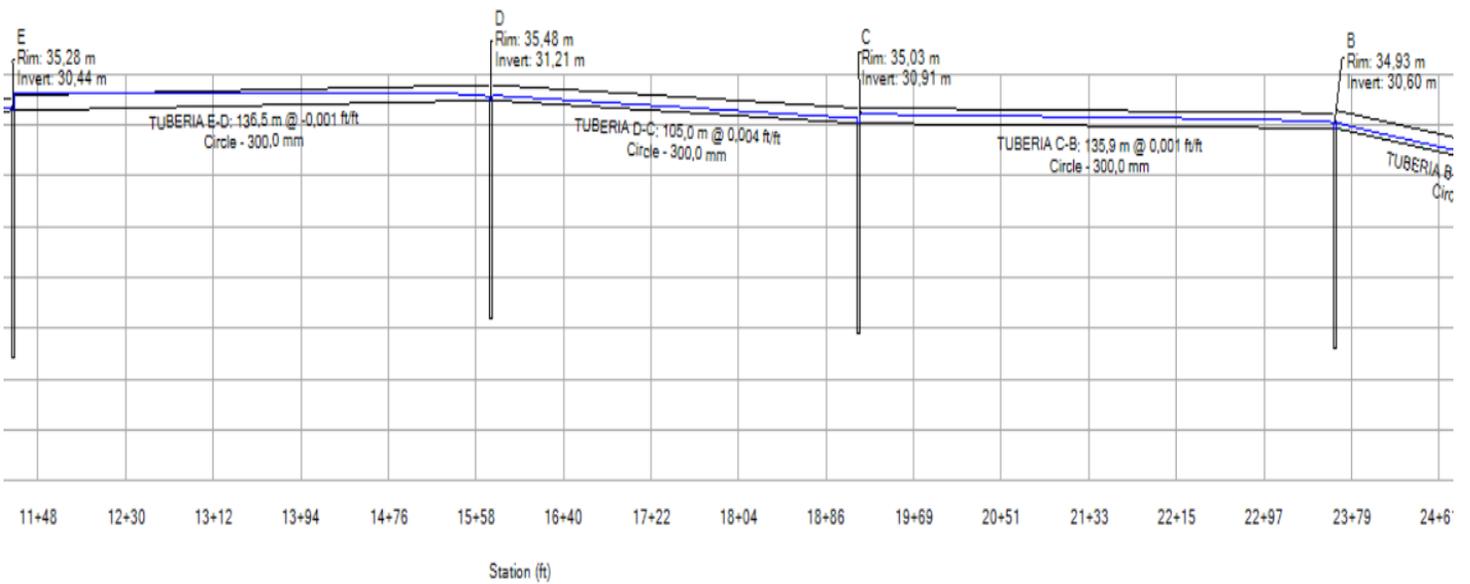
Anexo 67

Perfil de Alcantarillado Sanitario de F1-F.



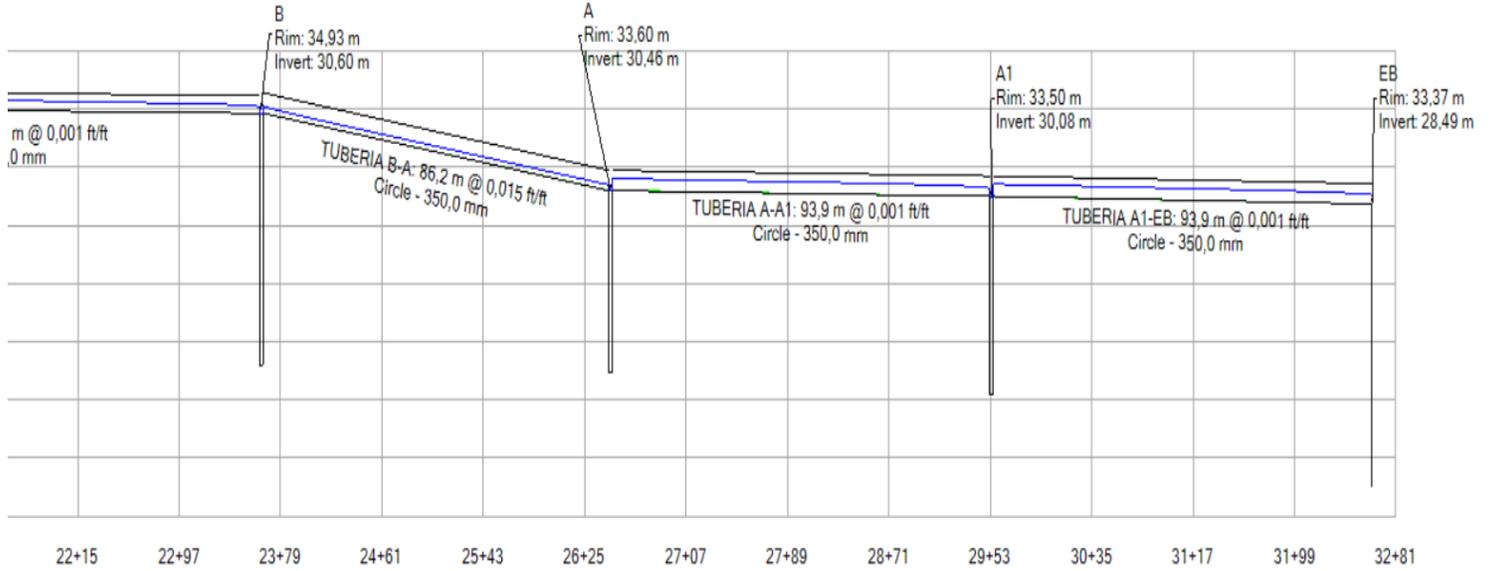
Anexo 68

Perfil de Alcantarillado Sanitario de E-B.



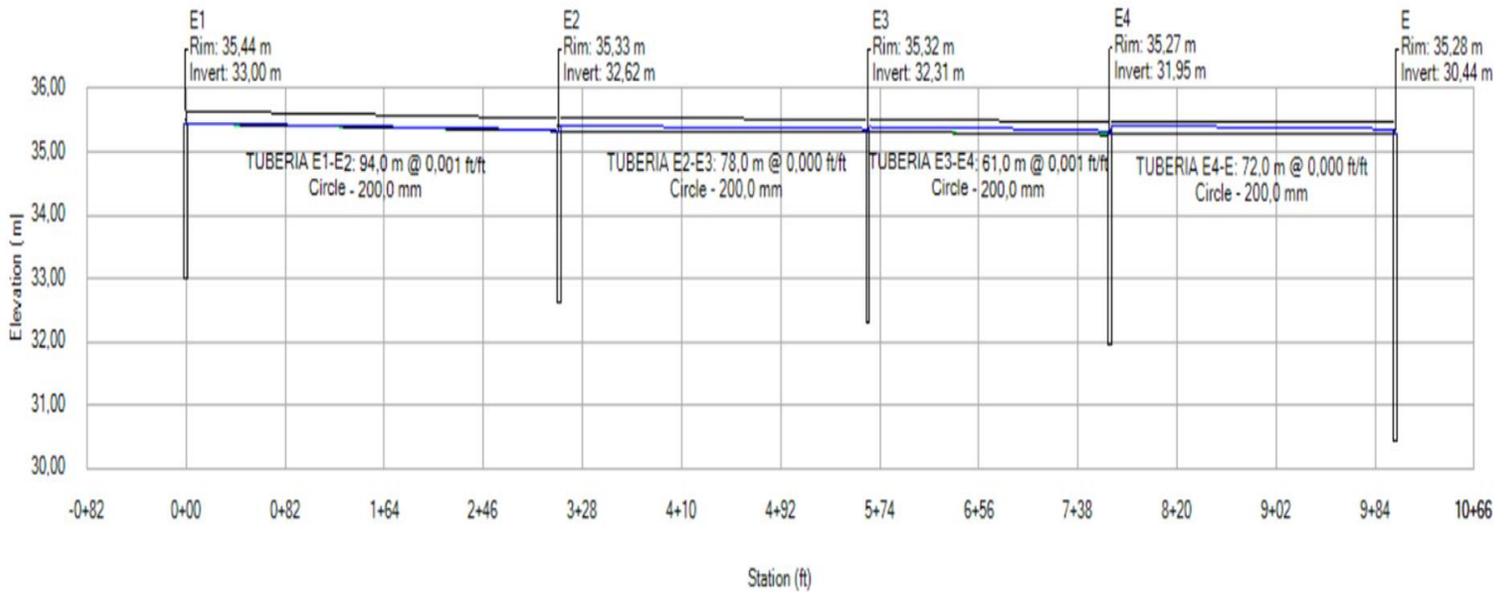
Anexo 69

Perfil de Alcantarillado Sanitario de E-B.



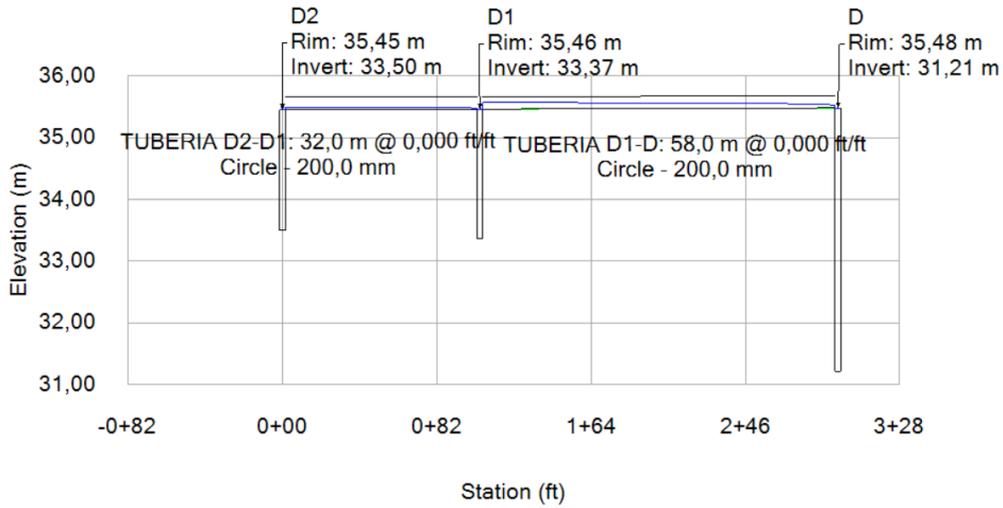
Anexo 70

Perfil de Alcantarillado Sanitario de E1-E.



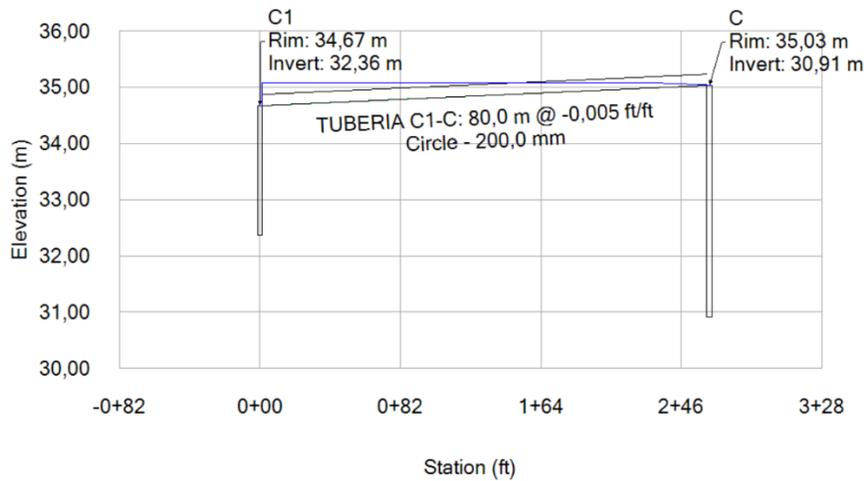
Anexo 71

Perfil de Alcantarillado Sanitario de D2-D.



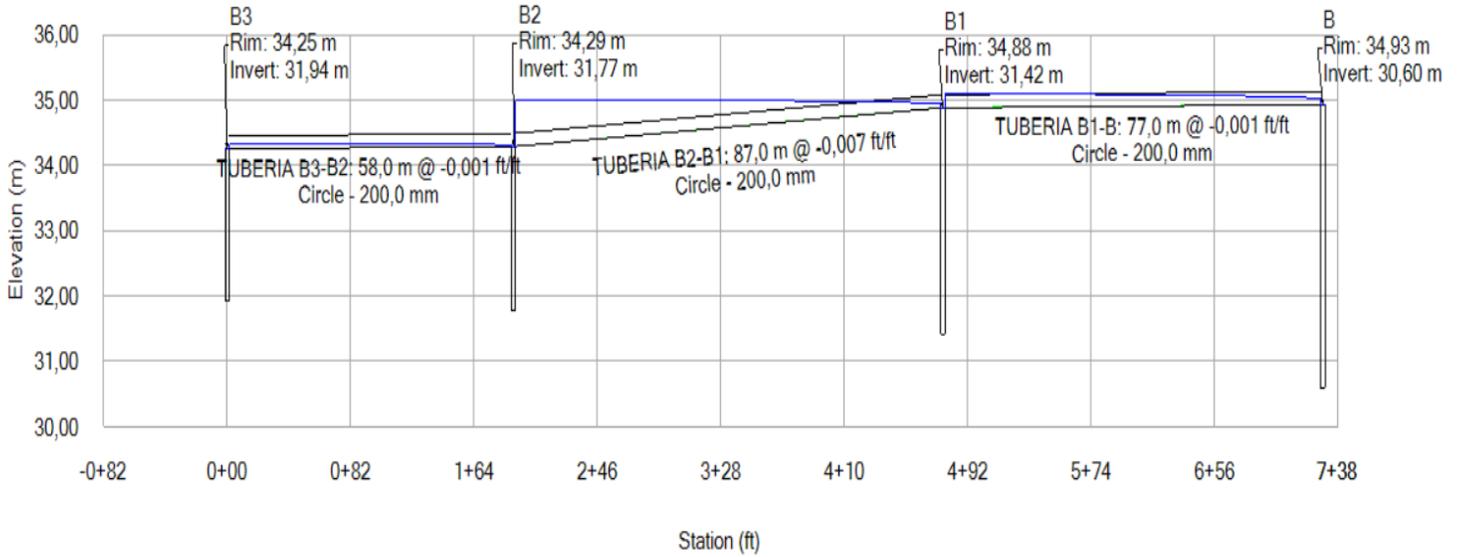
Anexo 72

Perfil de Alcantarillado Sanitario de C1-.



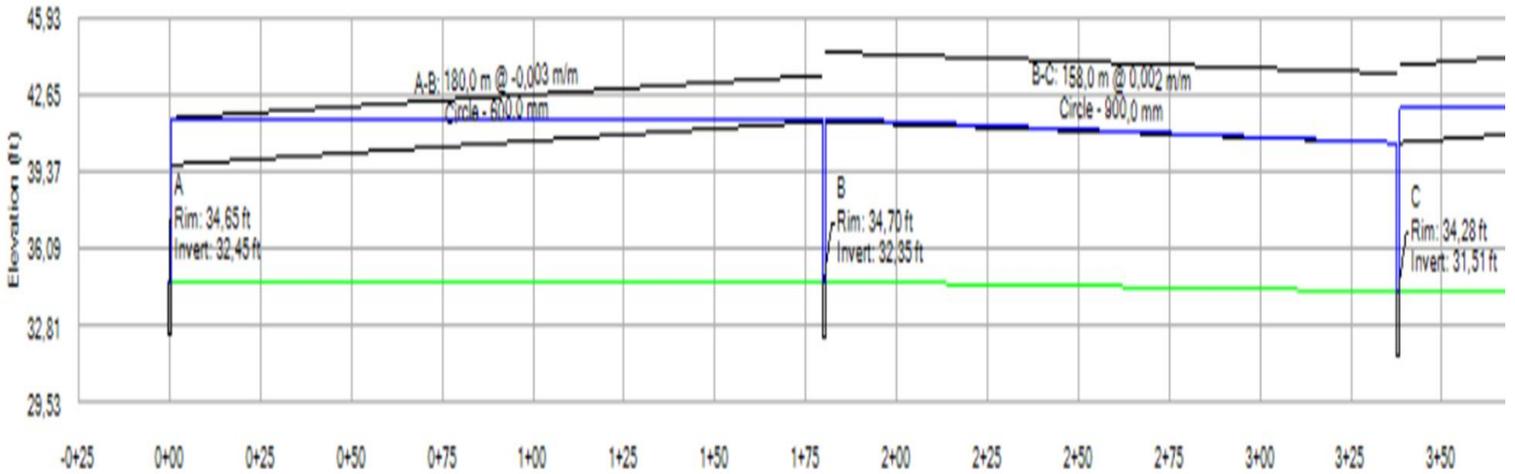
Anexo 73

Perfil de Alcantarillado Sanitario de B3-B.



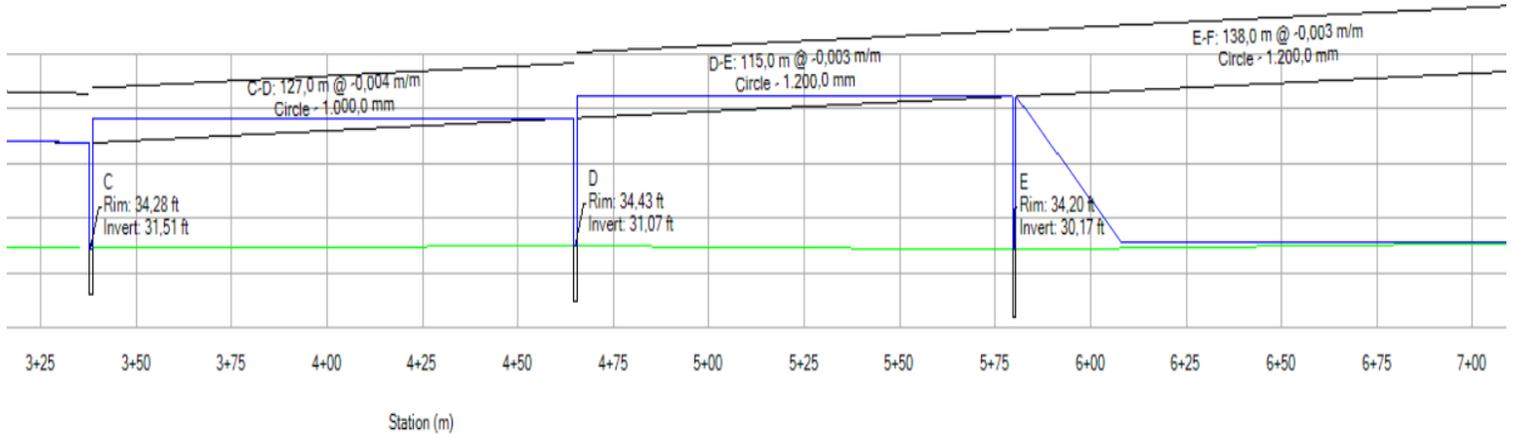
Anexo 74

Perfil de Alcantarillado Pluvial de E-C.



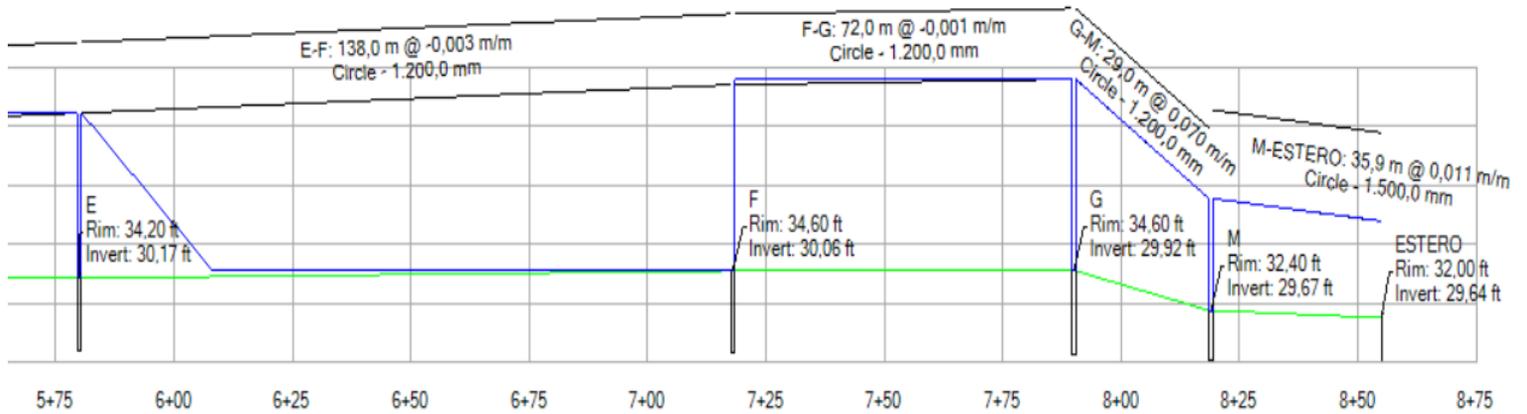
Anexo 75

Perfil de Alcantarillado Pluvial de C-E.



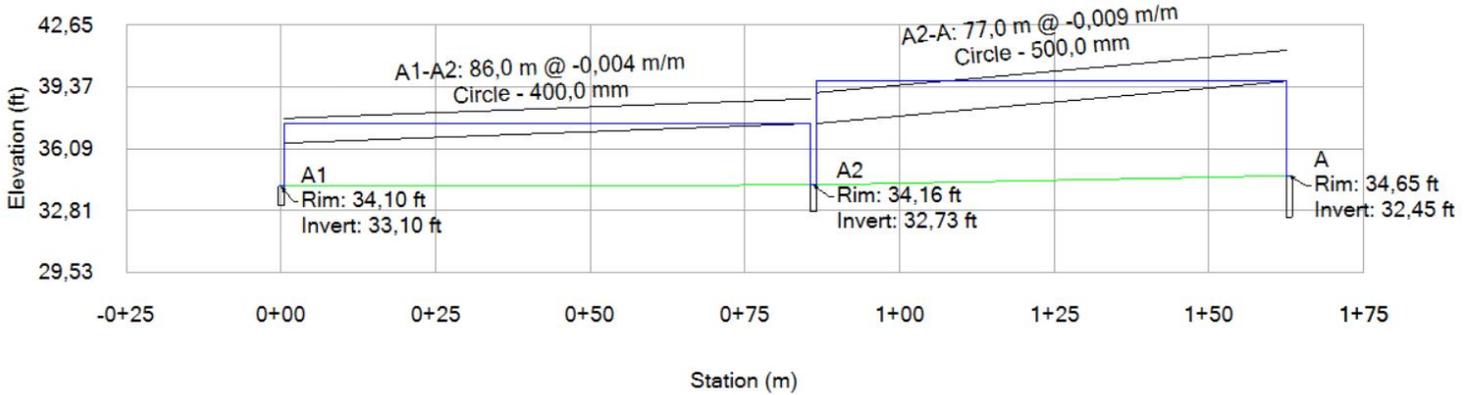
Anexo 76

Perfil de Alcantarillado Pluvial de E - CANAL NATURAL.



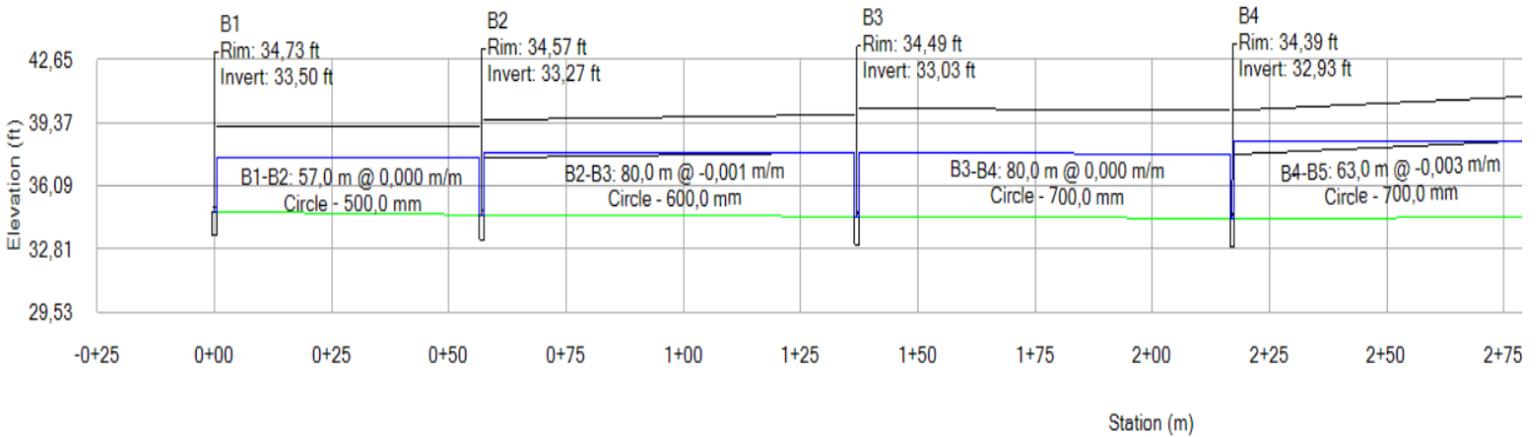
Anexo 77

Perfil de Alcantarillado Pluvial de A1-A.



Anexo 78

Perfil de Alcantarillado Pluvial de B1-B4.



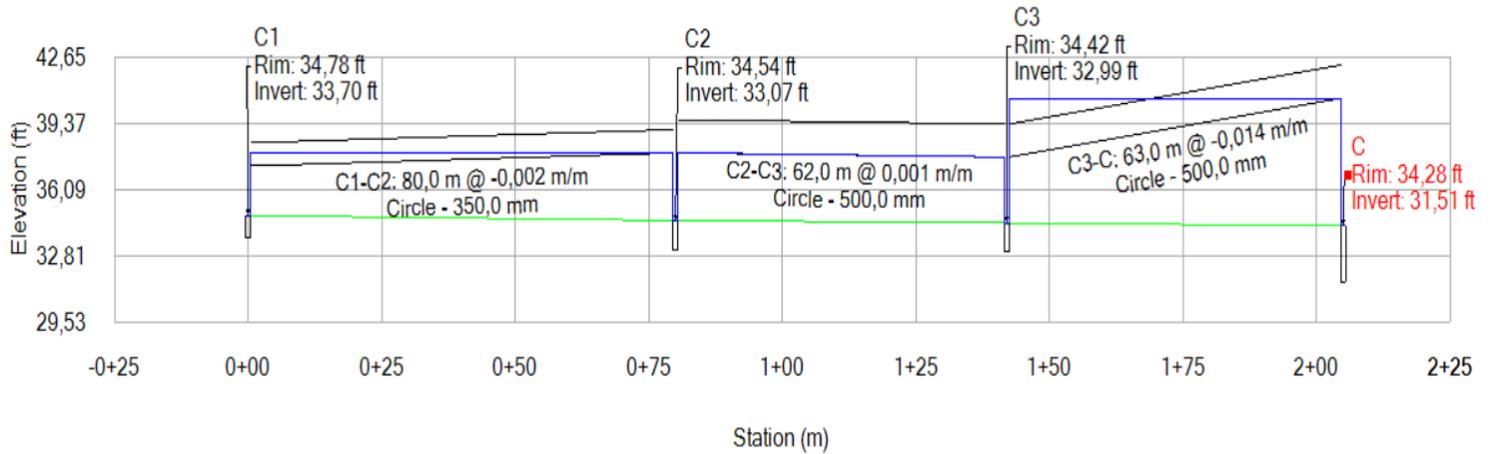
Anexo 79

Perfil de Alcantarillado Pluvial de B4-B.



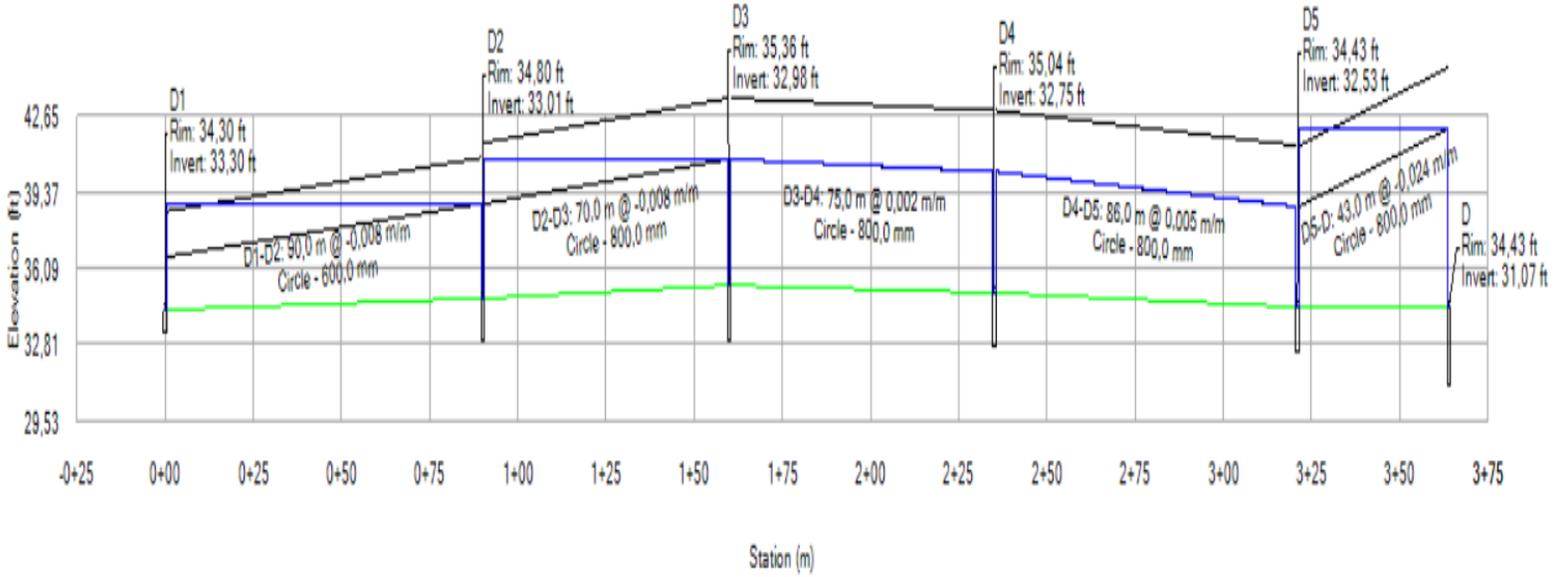
Anexo 80

Perfil de Alcantarillado Pluvial de C1-C.



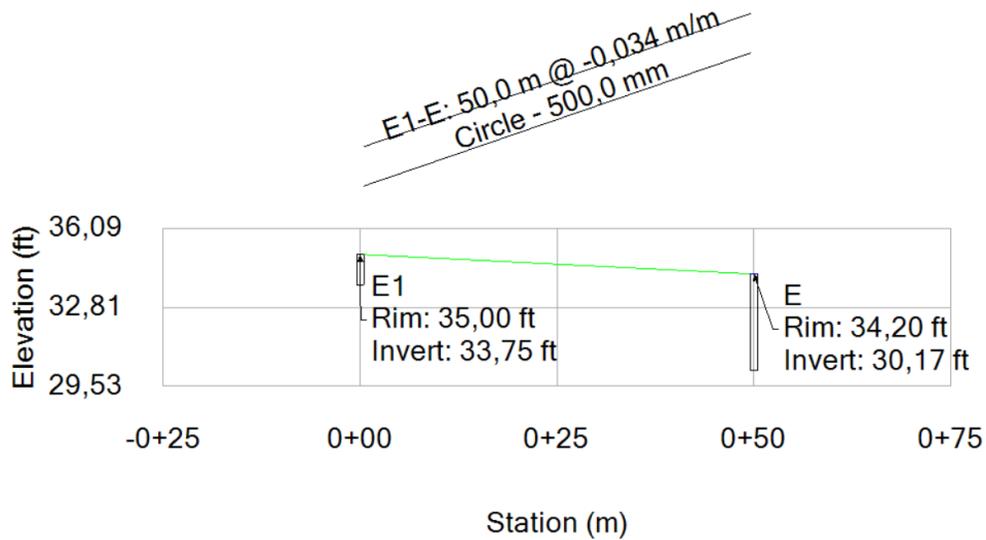
Anexo 81

Perfil de Alcantarillado Pluvial de D1-D.



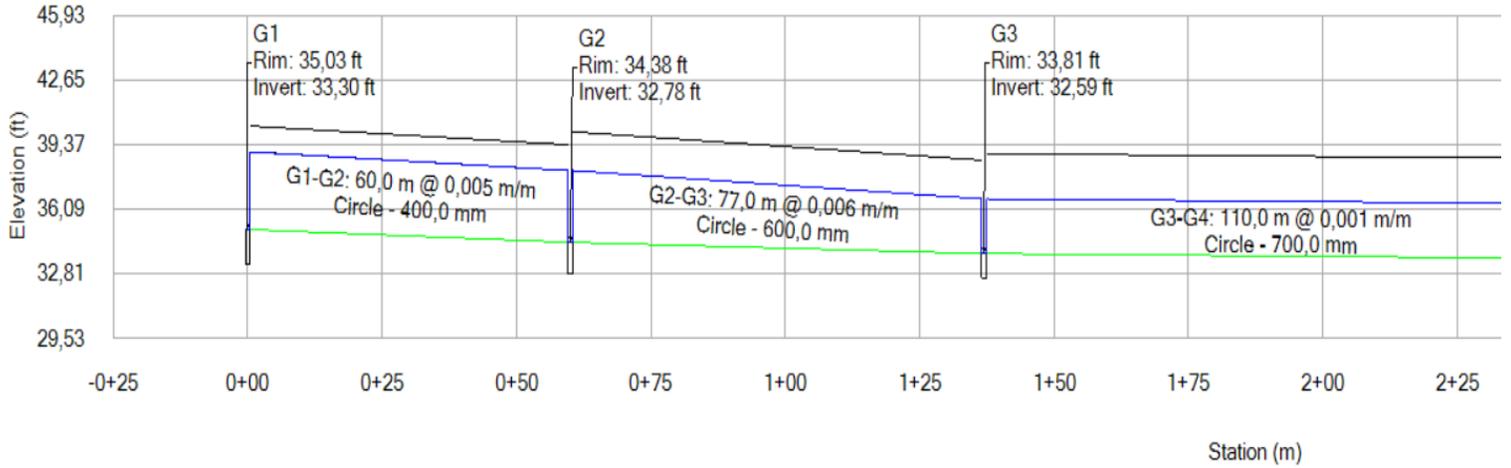
Anexo 82

Perfil de Alcantarillado Pluvial de E1-E.



Anexo 83

Perfil de Alcantarillado Pluvial de G1-G3.



Anexo 84

Perfil de Alcantarillado Pluvial de G3-G.

