



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA
**ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
CIUDADELA PISAGUA BAJO DEL CANTÓN MONTALVO**

TUTOR
Mgtr. KEVIN MENDOZA

AUTORES
MORA PAZMIÑO ANDERSON OSWALDO
RODRIGUEZ TORRES EDISON ABRAHAM

GUAYAQUIL
2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Estudio y Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario en la Ciudadela Pisagua Bajo del Cantón Montalvo	
AUTOR/ES: Mora Pazmiño Anderson Oswaldo Rodríguez Torres Edison Abraham	TUTOR: Mgtr. Kevin Mendoza Villacis
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PÁGS: 155
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Alcantarillado, Saneamiento, Aguas Residuales, Higiene Ambiental.	

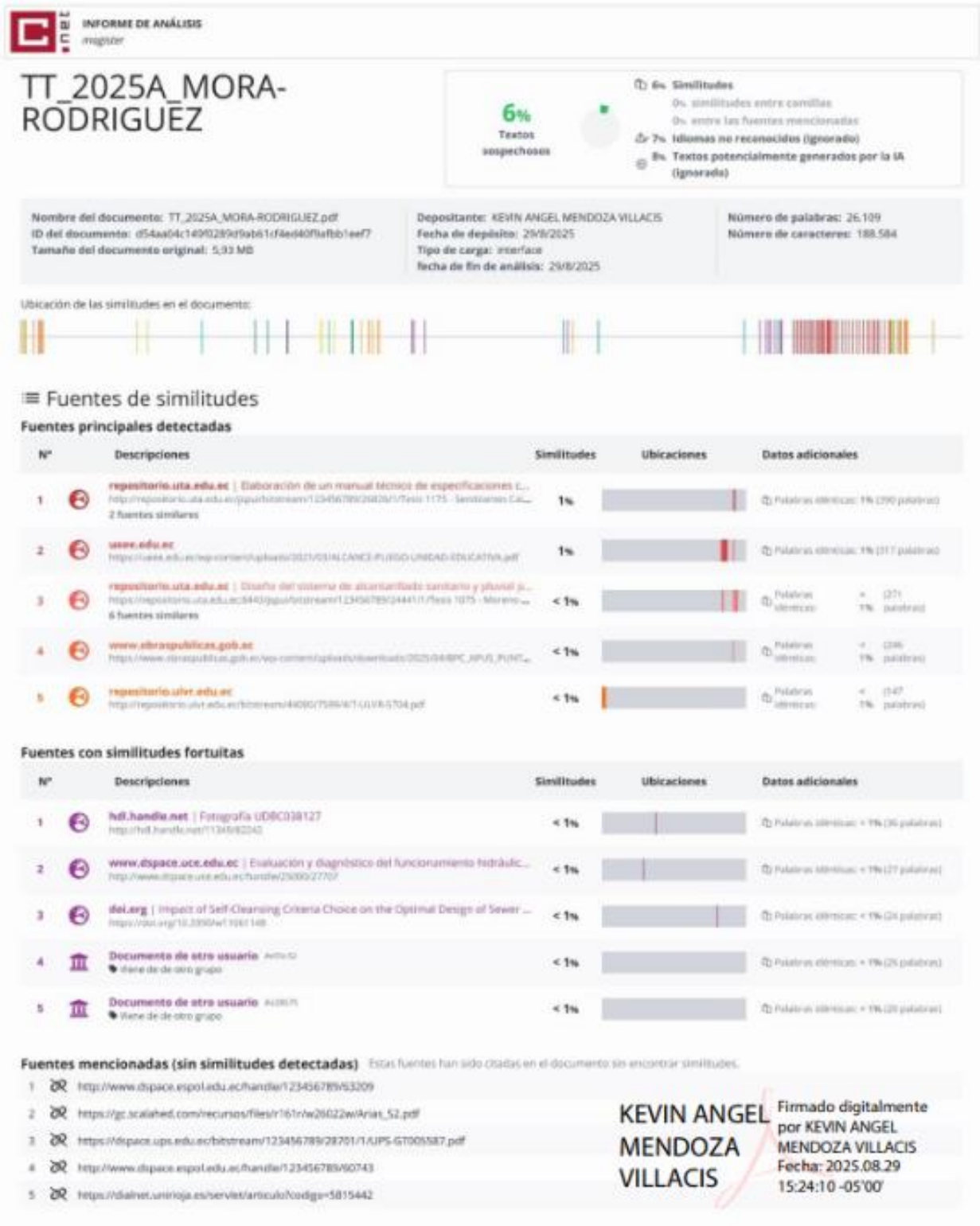
RESUMEN:

El proyecto diseña el sistema de alcantarillado sanitario para la ciudadela Pisagua Bajo del cantón Montalvo. Se combinó un diagnóstico socioeconómico por medio de encuestas y verificación en campo con un diagnóstico físico levantado con dron, cuya ortofoto y curvas de nivel corroboraron el catastro del GAD y posibilitaron un trazado por gravedad ajustado a la topografía. Con esta estructura se satisfacen las condiciones sanitarias que se reflejan en las encuestas y se mejora el nivel sanitario de la población. El dimensionamiento se realizó de acuerdo con normas técnicas nacionales e internacionales y se modeló en SewerCAD en modo diseño, verificando pendientes, tirantes y continuidad hidráulica en perfiles longitudinales. La red resultante tiene caudales crecientes hacia el troncal, porcentajes de ocupación dominados y un caudal final de 18,57 L/s listos para conectarse a la red principal de AASS sobre la E491, colectora Babahoyo–Ambato, con holguras para variaciones de demanda y crecimiento futuro. Paralelamente, se elaboró el presupuesto referencial y las especificaciones técnicas con APU's en base a las cantidades y procedimientos constructivos, validando en conjunto una solución factible, enmarcada en la normativa y escalable para su implementación.

N. DE REGISTRO (en base de datos):**N. DE CLASIFICACIÓN:****DIRECCIÓN URL (Web):****ADJUNTO PDF:****SI**☒**NO**☐

CONTACTO CON AUTOR/ES: Mora Pazmiño Anderson Oswaldo (1) Rodríguez Torres Edison Abraham (2)	Teléfono: # 0993412039 # 0978727753	E-mail: aamorap@ulvr.edu.ec earodriguezt@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Marcial Calero Amores, Ph.D. Decano Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Ing. Jorge Torres Rodríguez Director de carrera Teléfono: (04) 25 96 500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

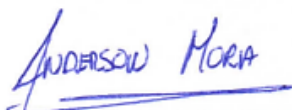


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados, MORA PAZMIÑO ANDERSON OSWALDO, RODRÍGUEZ TORRES EDISON ABRAHAM declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, corresponde totalmente a los suscritos y me nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

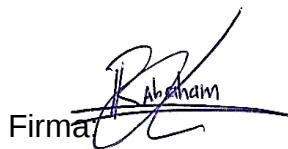
Autor(es)



Firma:

MORA PAZMIÑO ANDERSON OSWALDO

C.I.: 1727473322



Firma:

RODRÍGUEZ TORRES EDISON ABRAHAM

C.I.: 0952477172

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Estudio y Diseño de Sistema de Alcantarillado sanitario en la ciudadela Pisagua bajo del cantón Montalvo, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Estudio y Diseño de Sistema de Alcantarillado sanitario en la ciudadela Pisagua bajo del cantón Montalvo, presentado por el (los) estudiante (s) MORA PAZMIÑO ANDERSON OSWALDO, RODRÍGUEZ TORRES EDISON ABRAHAM como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS



Firmado digitalmente por
KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2025.08.29
15:24:52 -05'00'

Mgr.. Kevin Ángel Mendoza Villacís

C.C.: 0922290010

AGRADECIMIENTO

“Agradezco, en primer lugar, a Dios, por ser guía y fortaleza en cada etapa de este proceso académico y personal. Su presencia me ha permitido superar los desafíos, mantener la constancia y alcanzar los objetivos propuestos, constituyendo un apoyo indispensable en cada momento de mi formación.

Expreso mi más profundo reconocimiento a mi familia, y de manera especial a mis padres, Lilia Pazmiño y Oswaldo Mora, por su esfuerzo diario, sacrificio constante y apoyo incondicional. Su dedicación, paciencia y ejemplo de perseverancia han sido fundamentales para lograr esta meta académica. Este trabajo constituye un reflejo de su entrega y compromiso, y deseo que sirva como testimonio de mi gratitud y amor hacia ustedes, quienes con su guía, apoyo y sacrificio silencioso han hecho posible cada logro en mi vida”

Anderson Mora

“En mi mensaje de agradecimiento me gustaría agradecer a Dios en primer lugar, por permitirme respirar y vivir, por las oportunidades que el me concedió, Le agradezco a mi madre Sofia Chango por haberme criado como un hijo y por enseñarme a ser agradecido. A mi padre Edison Rodríguez por todo el esfuerzo que hizo para que yo pueda formarme como profesional. A mi tía Dora Rodríguez por su amor incondicional. A mi hermano Joel Cisneros y a mis amigos Tristán Yuquilema, Julio Castro. A una persona muy especial para mi Rossy Vera por ser una fiel creyente de lo iba a conseguir. A mi primo Patricio Escobar por siempre buscar mi bienestar y a mi madre Edith Chica por todas sus oraciones “

Edison Rodríguez

DEDICATORIA

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional ha sido la guía y fortaleza en cada etapa de mi camino. Este trabajo constituye un reflejo de su dedicación, un testimonio de los valores que me han transmitido y un sincero reconocimiento a la constancia y el apoyo inquebrantable que siempre me han brindado.

Anderson Mora

“Dedico este trabajo a mi madre Sofia Chango, por ser la persona que me enseñó todo en esta vida, por ser mi motor para continuar formándome como profesional, agradecerte por enseñarme todos los valores que hoy me convierten en la persona que soy, sé que desde el cielo siempre me acompañas en todos mis logros y yo siempre te voy a llevar en mi corazón. A mi padre Edison Rodriguez por su apoyo incondicional, por brindarme bienestar, educación y todos los medios necesarios para poder cumplir este objetivo. A mi tía Dora Rodriguez por ser una mentora y siempre estar presente en todas las etapas de mi vida. A mi primo Patricio Escobar por ser como un hermano y por siempre aconsejarme buscando lo mejor para mí. A mi mama Edith que a pesar de la distancia siempre me manda sus bendiciones. A ustedes que son las personas más importantes de mi vida les dedico este logro con todo mi amor.”

Edison Rodríguez

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se fundamentó en el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la ciudadela Pisagua Bajo, abordando el dimensionamiento hidráulico y el cumplimiento normativo. La base topográfica se levantó con dron, entregando una ortofoto y curvas de nivel, con las cuales, una vez validado el catastro, se definió un corredor por gravedad y la ubicación de nodos y pozos, El dimensionamiento se llevó a cabo bajo normativas nacionales e internacionales y se modeló en SewerCAD en modo diseño, optimizando pendientes, cotas de inicio y fin y profundidades de flujo. La verificación con perfiles longitudinales aseguró la continuidad hidráulica y la estabilidad de la rasante, en tanto que la tabla hidráulica final justificó diámetros, pendientes mínimas de autolimpieza, recubrimientos y detalles constructivos de pozos. El comportamiento de la red presenta caudales escalonados hacia el troncal y porcentajes de ocupación reducidos que dejan margen para las fluctuaciones de demanda y permiten una operación y mantenimiento más sencillas. Finalmente, se elaboró presupuesto referencial y especificaciones técnicas con APU's, garantizando factibilidad constructiva y trazabilidad de costos.

Palabras claves: Alcantarillado, Saneamiento, Aguas Residuales, Higiene Ambiental.

ABSTRACT

This research project was based on the study and design of the sanitary sewer system for the Pisagua Bajo citadel, addressing hydraulic sizing and regulatory compliance. The topographic base was surveyed using a drone, providing an orthophoto and contour lines. Once the cadastre was validated, these were used to define a gravity corridor and the location of nodes and wells. The sizing was carried out in accordance with national and international regulations and modeled in SewerCAD in design mode, optimizing slopes, start and end elevations, and flow depths. Verification with longitudinal profiles ensured hydraulic continuity and stability of the grade, so much so that the final hydraulic table justified diameters, minimum self-cleaning slopes, covers, and construction details of wells. The network's behavior presents staggered flows toward the trunk and reduced occupancy percentages, allowing for demand fluctuations and allowing for simpler operation and maintenance. Finally, a reference budget and technical specifications were prepared with APUs, ensuring construction feasibility and cost traceability.

Keywords: Sewerage, Sanitation, Wastewater, Environmental health.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del problema:	2
1.3 Formulación del problema	4
1.4 Objetivo general:	4
1.4.1 Objetivos específicos:	5
1.5 Hipótesis:	5
1.6 Línea de la investigación:.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO REFERENCIAL	6
2.1. MARCO TEORICO	6
2.1.1. Análisis demográfico y dotación	6
2.1.1.1. Análisis del Territorio	6
2.1.1.2. Topografía y Sistema hídrico	6
2.1.1.3 Alcantarillado Sanitario Cantón Montalvo	7
2.1.2. Agua	8
2.1.2.1. Importancia del agua	10
2.1.2.2. Agua potable.....	10
2.1.2.3. Aguas residuales.....	11
2.1.3. Alcantarillado Sanitario	11
2.1.3.1. Componentes del Alcantarillado Sanitario	12
2.1.3.2. Alcantarillado pluvial	14
2.1.3.3. Alcantarillado combinado.....	14
2.1.4. Criterios de selección de tubería.....	14
2.1.4.1. Selección de materiales y accesorios en redes de alcantarillado sanitario	15
2.1.4.2. Pozos de revisión y cámaras de inspección.....	16
2.1.5. Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado:	17

2.1.5.1. Periodo de diseño	17
2.1.5.2. Parámetros periodo de diseño	18
2.1.5.3. Dotación de agua	18
2.1.5.4. Niveles de servicio	18
2.1.5.5 Dotaciones recomendadas.....	20
2.1.5.6. Áreas tributarias.....	21
2.1.5.7. Contribuciones de aguas residuales.....	21
2.1.5.8. Caudal domestico (Qd)	22
2.1.5.9. Estimación del consumo medio diario por habitante	22
2.1.5.10. Estimación de Pf	22
2.1.5.11. Estimación de r.....	23
2.1.5.12 Caudal industrial (Qi)	23
2.1.5.13 Caudal comercial (Qc)	24
2.1.5.14. Caudal medio diario de aguas residuales (QMD)	24
2.1.5.15. Caudal de infiltración (Qinf)	24
2.1.5.16. Caudal por conexiones erradas-ilícitas (Qce).....	25
2.1.5.17. Relaciones Hidráulicas	26
2.1.6 SewerCad	26
2.2. MARCO LEGAL.....	27
2.2.1. Pirámide de Kelsen	27
2.2.2. Constitución de la República del Ecuador.....	28
2.2.3. Tratados y convenios internacionales	28
2.2.4. Leyes orgánicas y códigos.....	28
2.2.5. Reglamentos y normativas técnicas	29
2.2.6. Ordenanzas municipales	30
CAPÍTULO III.....	31
MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 Enfoque de la investigación.....	31
3.2 Alcance de la investigación	32
3.3 Métodos de investigación	33
3.3.1 Metodo documental	33

3.3.2 Método empírico.....	33
3.4 Tecnicas e instrumentos	34
3.4.1 Observación directa.....	34
3.4.2 Encuestas Estructuradas	34
3.4.3 Levantamiento Topográfico	34
3.4.4 Revisión Documental.....	35
3.4.5 Procesamiento y Análisis.....	36
3.5 Población y muestra	36
CAPITULO IV	38
PROPUESTA O INFORME.....	38
4.1 Presentación y Análisis de resultados	38
4.2 Topografía del Sector	50
4.3 Estudio Poblacional.	52
4.3.1. Población.	52
4.3.2 Dotación.....	53
4.4. Áreas de Aportación	54
4.5. Cálculo de Caudales	55
4.5.1 Caudal Medio Diario (AP)	55
4.5.2 Caudal Medio Diario (AS)	56
4.5.3 Caudal Máximo	57
4.5.4. Caudal de infiltración.....	58
4.5.5. Caudal de Conexiones Ilícitas.....	58
4.5.6. Caudal de Diseño	59
4.6 Trazado de la Red.....	60
4.6.1. Pendiente	61
4.6.2. Tubería	62
4.6.3. Cámaras de revisión	62
4.7. Ficha Hidráulica.....	63
4.8 Diseño de la Red	65
4.8.1 Parámetros Principales de Diseño	66
4.8.2 Análisis de Resultados de SewerCad.....	69

4.8.3 Perfiles de modeado de la red en Sewercd.....	76
4.8.4 Resultados del Diseño de la red	90
4.8.5 Análisis de viabilidad de conexión por gravedad al colector troncal.....	93
4.8.5.1 Condiciones iniciales del sistema proyectado	93
4.8.5.2 Análisis hidráulico en SewerCAD	94
4.8.6 Viabilidad de conexión por gravedad.....	94
4.8.7 Justificación de la construcción de cámaras de inspección	95
4.8.8 Conclusiones del resultado.....	95
4.9 Presupuesto Referencial	96
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: RED HÍDRICA URBANA	7
Tabla 2: CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN ORIGEN Y USO	9
Tabla 3: RELACIÓN ENTRE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y CAUDALES RESIDUALES GENERADOS.....	10
Tabla 4: CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SEGÚN SU ORIGEN	11
Tabla 5: ESPECIFICACIONES NORMADAS PARA TUBERÍAS DE PVC-U SEGÚN INEN 2059:2015	16
Tabla 6: CRITERIOS NORMADOS PARA CÁMARAS DE INSPECCIÓN SEGÚN RAS 2000	17
Tabla 7: NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS	19
Tabla 8: Parámetros básicos de diseño de alcantarillado sanitario según RAS (2000)	20
Tabla 9: DOTACIONES RECOMENDADAS	20
Tabla 10: COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS	23
Tabla 11: CONTRIBUCIÓN INDUSTRIAL	23
Tabla 12: CONTRIBUCIÓN COMERCIAL	24
Tabla 13: APORTES POR INFILTRACIÓN EN REDES DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	25
Tabla 14: APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS CON SISTEMA PLUVIAL	25
Tabla 15: APORTES MÁXIMOS POR DRENAJE DOMICILIARIO DE AGUAS LLUVIAS SIN SISTEMA PLUVIAL.....	26
Tabla 16: HABITANTES VIVIENDA	38
Tabla 17: TIPO DE VIVIENDA	40
Tabla 18: NIVEL EDUCATIVO	41
Tabla 19: CONEXIÓN AGUA POTABLE.....	42
Tabla 20: SISTEMA DESCARGA AGUA RESIDUALES.....	43
Tabla 21: PROBLEMAS SANITARIOS	44

Tabla 22:PROBLEMAS SANITARIOS	45
Tabla 23:CASO AFIRMATIVO	47
Tabla 24:CASO AFIRMATIVO	47
Tabla 25:NECESIDAD SISTEMA ALCANTARILLADO.....	48
Tabla 26:MEJORAS EN SISTEMA ALCANTARILLADO.....	49
Tabla 27:DOTACIONES RECOMENDADAS	53
Tabla 28:ÁREAS DE APORTACIÓN.....	54
Tabla 29:COEFICIENTE DE RETORNO	56
Tabla 30:APORTES POR INFILTRACIÓN EN REDES DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	58
Tabla 31:APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS CON SISTEMA PLUVIAL	59
Tabla 32:DIÁMETROS DE TUBERÍA, DISTANCIA ENTRE POZOS.....	60
Tabla 33:CÁMARAS DE REVISIÓN DIÁMETROS	63
Tabla 34:FICHA HIDRÁULICA.....	64
Tabla 35:PARÁMETROS PRINCIPALES DE DISEÑO	66
Tabla 36: CÁMARAS.....	73
Tabla 37:RESUMEN DE RESULTADOS	91
Tabla 38:Conexión de Descarga.....	94
Tabla 39:PRESUPUESTO REFERENCIAL	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Red De Alcantarillado Sanitario	8
Figura 2: ESQUEMA DE COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	13
Figura 3: CATASTRO MUNICIPAL CANTÓN MONTALVO	35
Figura 4: VIVIENDA	39
Figura 5: TIPO DE VIVIENDA	40
Figura 6: NIVEL EDUCATIVO	41
Figura 7: CONEXIÓN AGUA POTABLE	42
Figura 8: SISTEMA DESCARGA AGUA RESIDUALES	44
Figura 9: PROBLEMAS SANITARIOS	44
Figura 10: CASO AFIRMATIVO	45
Figura 11: Enfermedades	47
Figura 12: LISTADO DE ENFERMEDADES	48
Figura 13: NECESIDAD SISTEMA ALCANTARILLADO	49
Figura 14: MEJORAS SISTEMA ALCANTARILLADO	49
Figura 15: ORTOFOTO	51
Figura 16: CURVAS DE NIVEL	52
Figura 17: ÁREAS DE APORTACIÓN	54
Figura 18: TRAZADO DE LA RED	61
Figura 19: Parámetro de Velocidad	67
Figura 20: Parámetro de Recubrimiento	67
Figura 21: PARÁMETRO DE PENDIENTE	67
Figura 22: PARÁMETRO DE TRACTIVE STRESS	68
Figura 23: TABLA DE TUBERÍAS	70
Figura 24: DISEÑO DE LA RED EN SEWERCAD	75
Figura 25: TRAMO AC1-AC9	76
Figura 26: TRAMO BC1-BC6	76
Figura 27: TRAMO BC1-BC2	77

Figura 28:TRAMO BC2-BC3	79
Figura 29:TRAMO BC3-BC4	80
Figura 30:TRAMO BC4-BC5	80
Figura 31:TRAMO BC5-BC6	81
Figura 32:TRAMO AC1-AC2	83
Figura 33:TRAMO AC2-AC3	83
Figura 34:TRAMO AC3-AC4	84
Figura 35:TRAMO AC4-AC5	85
Figura 36:TRAMO AC5-AC6	86
Figura 37:TRAMO AC6-AC7	87
Figura 38:TRAMO AC7-AC8	88
Figura 39:TRAMO AC8-AC9	90
Figura 40:Tramo de Conexion.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1: ENCUESTAS	104
ANEXOS 2: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS 107	
ANEXOS 3: FOTOGRAFÍAS.....	132

INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento poblacional exige un proceso de urbanización y expansión territorial, lo que significa desarrollar una nueva infraestructura civil y, por lo tanto, garantizarle servicios básicos como agua y saneamiento.

En concreto, el cantón Montalvo, en la provincia de Los Ríos, carece en su mayoría de sistemas elementales de agua potable y alcantarillado. Esta ausencia genera que sus habitantes enfrenten problemas de salud pública, sociales y frena el desarrollo comunitario.

Ante esta situación, se necesita de estudios técnicos y diseños de redes de alcantarillado que en un futuro se puedan ejecutar y que resuelvan esta problemática, mejorando las condiciones de vida de la población. En ese sentido, el siguiente proyecto de investigación se estructura en capítulos.

El Capítulo I trata de la introducción, problemática, plantea los objetivos e hipótesis, enmarcando la investigación en la línea institucional. El Capítulo II trata del marco teórico-normativo, histórico, conceptual y la revisión documental de catastros. En el Capítulo III se especifica el enfoque metodológico, el tipo de alcance exploratorio, las técnicas de recolección de datos, la población y la muestra. Luego, en el Capítulo IV, se muestra el análisis socioeconómico mediante encuestas, el diseño del sistema de alcantarillado con softwares, se adjunta un presupuesto referencial para una posible ejecución del proyecto y finalmente se realiza una discusión general a través de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Estudio y diseño de sistema de alcantarillado sanitario en la ciudadela Pisagua Bajo del cantón Montalvo.

1.2 Planteamiento del problema:

La ciudadela Pisagua Bajo, perteneciente al cantón Montalvo, enfrenta una problemática crítica relacionada con la cobertura insuficiente del sistema de alcantarillado sanitario. Esta deficiencia genera repercusiones ambientales, económicas y de salud pública, afectando de manera directa las condiciones de vida de la población e incidiendo en la pérdida de competitividad turística de la zona.

En el contexto jurídico, el cantón Montalvo, al igual que los demás cantones del Ecuador, se encuentra bajo la administración de un Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GAD) de conformidad con lo dispuesto en los artículos 253 y 264 de la Constitución de la República del Ecuador, así como en los artículos 1 y 16 de la Ley de Régimen Municipal. Este marco normativo establece que los gobiernos municipales poseen la competencia exclusiva para planificar, regular y ejecutar proyectos de infraestructura básica, entre ellos los sistemas de alcantarillado, con el propósito de promover el desarrollo sostenible y la preservación de los recursos naturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La falta de un sistema integral de alcantarillado en la ciudadela ha ocasionado que las aguas residuales sean vertidas de manera inadecuada en el suelo y en cuerpos hídricos cercanos. Esta práctica ha generado la contaminación de ríos de gran relevancia ecológica y turística, como el Changuil, Cristal, Las Juntas y La Mona. Dichos recursos hídricos, además de constituir elementos esenciales para el mantenimiento del ecosistema, representan atractivos turísticos estratégicos para el cantón. En este sentido, la literatura sostiene que la gestión deficiente de las aguas residuales produce

efectos negativos en la salud pública, genera deterioro ambiental y limita el potencial económico de las comunidades (Cepal, 2020).

Asimismo, la contaminación de los recursos hídricos impacta en la reducción de la actividad turística, lo que repercute en la disminución del flujo de visitantes y, en consecuencia, en la pérdida de ingresos económicos para la población local. De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2021) el turismo sostenible depende en gran medida de la conservación ambiental, ya que la degradación de los ecosistemas limita la capacidad de los territorios para atraer visitantes y sostener actividades productivas asociadas.

En este marco, la problemática de Pisagua Bajo no solo evidencia una deficiencia en la infraestructura básica, sino también una vulneración al derecho constitucional de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Ello pone de manifiesto la urgencia de que el GAD municipal priorice la ejecución de proyectos de alcantarillado, en concordancia con los principios de sostenibilidad y desarrollo humano integral.

Además, el deterioro de la calidad del agua genera riesgos significativos para la salud pública, al propiciar la propagación de enfermedades de origen hídrico y comprometer el acceso a agua limpia para actividades humanas y agrícolas. Adicionalmente, la falta de capacidad un sistema de drenaje contribuye a frecuentes inundaciones durante lluvias intensas, lo que agrava los daños materiales y sociales.

Dada la importancia estratégica de los recursos hídricos para el desarrollo turístico y la economía local, se vuelve imperativo que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montalvo fortalezca su rol en la gestión ambiental y sanitaria mediante la implementación de un sistema de alcantarillado eficiente. Una intervención de esta naturaleza no solo permitirá la protección de los ríos de la región y el adecuado manejo de las aguas residuales, sino que también contribuirá a la salvaguarda del bienestar de la población y al impulso del desarrollo turístico sostenible del cantón. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) el acceso a sistemas de saneamiento

adecuados es un factor determinante en la reducción de enfermedades y en la mejora de la calidad de vida, mientras que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020) enfatiza que la gestión del agua y el saneamiento constituye un pilar fundamental para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En este marco, la presente investigación tiene como propósito central mejorar las condiciones de saneamiento ambiental en la ciudadela Pisagua Bajo. Para ello, se plantea la realización de un estudio de campo exhaustivo que permita diagnosticar el estado actual de la infraestructura sanitaria, así como las principales problemáticas derivadas de la inadecuada disposición de las aguas residuales. Dicho proceso incluirá una evaluación hidráulica preliminar, concebida como insumo técnico esencial para el diseño de una red de alcantarillado sanitario. Posteriormente, se elaborará una propuesta de diseño específica para los sectores que carecen de este servicio, procurando que la solución planteada cumpla con criterios de eficiencia, viabilidad técnica y sostenibilidad económica.

Este enfoque coincide con lo señalado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2018) que sostiene que los proyectos de saneamiento básico deben integrar criterios de sostenibilidad ambiental y factibilidad financiera, a fin de garantizar su permanencia en el tiempo. Asimismo, la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2021) destaca que la conservación de los recursos hídricos constituye un factor clave para mantener la competitividad turística de los territorios, siendo necesario articular las políticas de saneamiento con los objetivos de desarrollo local.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera influye el estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante parámetros y normativas técnicas nacionales e internacionales para la mejora de las condiciones sanitarias y ambientales de la ciudadela Pisagua Bajo?

1.4 Objetivo general:

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la ciudadela Pisagua Bajo del cantón Montalvo, mediante normativas técnicas nacionales e internacionales, para el

mejoramiento las condiciones ambientales y sanitarias de la comunidad de forma sostenible.

1.4.1 Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico técnico y socioeconómico de la ciudadela Pisagua Bajo, incluyendo la recolección de datos sobre el terreno, población y necesidades específicas de saneamiento.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario utilizando software especializado, cumpliendo con las normativas ecuatorianas e internacionales pertinentes.
- Elaborar el presupuesto referencial y especificaciones técnicas, mediante el análisis de precios unitarios y precios constructivos.

1.5 Hipótesis:

La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario con un diseño técnico adecuado en la ciudadela Estrada, del cantón Montalvo, permitirá optimizar las condiciones de saneamiento y del entorno ambiental, favoreciendo el desarrollo sostenible de la comunidad y la protección de los recursos hídricos de la zona.

1.6 Línea de la investigación:

La línea de investigación se enmarca en el Territorio en Desarrollo Urbano Sostenible, con especial atención en la infraestructura sanitaria y su incidencia tanto en la calidad de vida de la población como en la conservación del medio ambiente.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Análisis demográfico y dotación

El 85,9% de la población ecuatoriana usa un servicio de saneamiento básico, esto implica que tienen un suministro adecuado y exclusividad en el uso de este. La población no pobre registra un mayor porcentaje en el uso de servicios de saneamiento básico (88,3%) a diferencia de la población pobre (77,1%). Al analizar por tipo de suministro, del total de personas que acceden a servicios de saneamiento básico, el 56,3% tiene excusado y alcantarillado (EDEMU, 2016).

2.1.1.1. Análisis del Territorio. El cantón Montalvo tiene una extensión territorial de 362 km², está ubicado en la parte sureste de la provincia de Los Ríos, se encuentra a 35 kilómetros de la ciudad de Babahoyo como su principal centralidad de referencia (GAD Canton Montalvo, 2021).

En base a las divisiones y subdivisiones territoriales, nuestro caso de estudio se encuentra en la zona 1, sector 10, con un numero de 75 manzanas y un total de 1201 predios registrados (GAD Canton Montalvo, 2021).

2.1.1.2. Topografía y Sistema hídrico. La topografía de la cabecera cantonal posee un rango altitudinal que va desde los 40 m.s.n.m. hasta los 160 m.s.n.m. en un desarrollo aproximado de 5 kilómetros, generando un gradiente de altura constante con una pendiente natural del 3% en sentido Suroeste, esto genera una red hídrica natural que atraviesa la ciudad, los cuales son aprovechados para la canalización de las aguas lluvias. Esta red se encuentra distribuida de la siguiente manera:

TABLA 1: RED HÍDRICA URBANA

RED HÍDRICA URBANA		
CUERPO DE AGUA	EXTENSIÓN (KM)	CATEGORIA DE CUERPO DE AGUA
RÍO CRISTAL	4,799	RÍO ANCHO
ESTERO CUMBE	8,477	ESTERO
ESTERO RIO VIEJO	2,456	ESTERO
ESTERO LA CHORRERA	3,405	ESTERO
TOTAL DE RED HÍDRICA URBANA	13,137 km	

Fuente: GAD Montalvo (2021)

Elaborado por: Mora & Rodríguez 2025

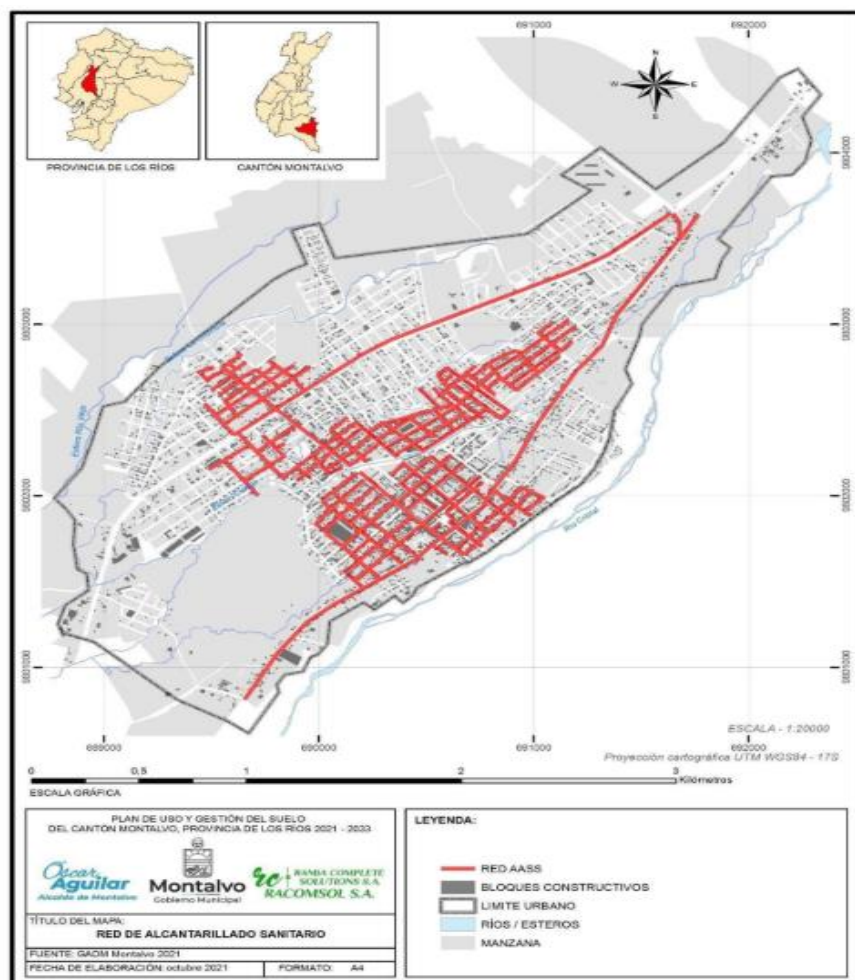
2.1.1.3 Alcantarillado Sanitario Cantón Montalvo. La red de alcantarillado sanitario tiene una cobertura actual de 41,24% del territorio urbano, la red inicialmente se construyó aproximadamente hace 20 años, debido al crecimiento progresivo de la ciudad la redes actualmente se encuentran al límite de su capacidad (GAD Canton Montalvo, 2021).

El servicio actualmente abastece a 3877 edificaciones, se encuentra mayormente en las zonas de influencia de las vías principales (Av. 25 de abril y en la Av. Antonio de la Bastida) donde se ubican los colectores con sus cámaras donde convergen las redes provenientes de las cajas domiciliarias. El recorrido final del sistema está localizado hacia el sur del territorio, donde existen 3 lagunas de oxidación (100x60x3m. cada una). (GAD Canton Montalvo, 2021).

Las redes han sido ampliadas progresivamente sin la prevención de un estudio técnico lo que genera problemáticas en la eficiencia del servicio. Se identifica gran parte el territorio sin la dotación del servicio, ya que el mismo se concentra en las zonas céntricas y comerciales de la ciudad, el resto de la población hace uso de métodos tradicionales de disposición final de aguas servidas como la implementación de cámaras sépticas en el interior de los terrenos, sin embargo al igual que con el sistema de agua potable según lo estableció en el PDOT vigente (2020 – 2035) la planificación plurianual estima la implementación progresiva del plan maestro de agua potable y alcantarillado

entre los años 2025 a 2030, dando solución a estas problemáticas de alta prioridad. (GAD Canton Montalvo, 2021) a continuación, se identifica las redes y cobertura actual de alcantarillado sanitario:

FIGURA 1: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO



Fuente: GAD Montalvo (2025)

2.1.2. Agua

El agua es uno de los elementos naturales esenciales que, junto con el aire, la tierra y la energía, conforman los cuatro recursos básicos en los que se basa la vida en todas sus formas. No obstante, el reconocimiento de la importancia de la calidad del agua ha sido un proceso lento, ya que no fue sino hasta finales del siglo XIX que se identificó como causante de diversas enfermedades infecciosas. Actualmente, su relevancia es incuestionable (Castañeda Villanueva & Flores López, 2013).

El agua es esencial tanto para la existencia como para la preservación de los ecosistemas. Su presencia influye en el crecimiento urbano, la salud pública y la organización de infraestructuras de saneamiento (ONU , 2021).

En el campo de la ingeniería civil, no se analiza como H₂O, sino como un elemento técnico que establece la población y los flujos de diseño. Esta relación convierte al agua en un componente crucial para los proyectos de drenaje (CEPAL, 2025).

El movimiento es responsable del ciclo hidrológico. Las actividades de evaporación, condensación, precipitación e infiltración regeneran las fuentes superficiales y subterráneas. Estos son los suministros urbanos y los sistemas de salud (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2019).

TABLA 2: CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN ORIGEN Y USO

Tipo de agua	Definición
Superficial	Se encuentra en ríos, lagos y embalses, principales fuentes para consumo humano.
Subterránea	Almacenada en acuíferos, se capta a través de pozos o galerías filtrantes.
Potable	Apta para consumo tras procesos de potabilización.
Residual	Agua descargada tras uso doméstico, agrícola o industrial.

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2017)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Sin acceso seguro al agua, la salud está en riesgo. El Ministerio de la Salud Pública del Ecuador (2019) estima que el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo se relacionan con el agua no segura. Esto hace notar la importancia de alcantarillado a la par de abastecimiento.

2.1.2.1. Importancia del agua. El agua es un constituyente vital para los seres vivos. Todos los organismos vivos se componen en mayor o menor medida, de agua, siendo entre 65-70% el porcentaje medio en agua de la masa total de un organismo (Martos Lopez, 2015).

2.1.2.2. Agua potable. Es el agua que reúne los requisitos que la hacen apta para el consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, y debe cumplir con los requisitos que definen las Normas de Agua Potable. (EMAAP-Q, 2009).

El agua potable no solo satisface necesidades básicas, sino que abre la puerta a desarrollar sistemas de drenaje sanitario. La asignación que la ley ecuatoriana otorga permite estimar los caudales de descarga que correrán por las redes, para dimensionar según la demanda real (INEN, 2020).

TABLA 3:RELACIÓN ENTRE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y CAUDALES RESIDUALES GENERADOS

Dotación de agua potable (L/hab/día)	Factor de retorno (%)	Caudal de aguas residuales (L/hab/día)
100 – 120	70 – 80	70 – 96
120 – 160	75 – 85	90 – 136
160 – 200	75 – 90	120 – 180

Fuente: RAS (2000)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.2.3. Aguas residuales. Se denominan aguas servidas a aquéllas que resultan del uso doméstico o industrial, otras denominaciones son: aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales, en general por haber sido utilizadas en procesos de transformación y/o limpieza, estas aguas constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo, en muchas ocasiones están formadas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces las aguas de lluvia y las infiltraciones del terreno, estas aguas residuales presentan composiciones muy variadas y son generadas principalmente por las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Castañeda Villanueva & Flores López, 2013).

TABLA 4: CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SEGÚN SU ORIGEN

Tipo de agua servida	Descripción
Domésticas	Procedentes de viviendas, comercios y servicios; contienen materia orgánica, detergentes y grasas.
Industriales	Originadas en procesos productivos; su composición varía según la actividad e incluye químicos y metales pesados.
Pluviales contaminadas	Generadas por escorrentía urbana; arrastran hidrocarburos, sólidos y metales desde calles y superficies.

Fuente: RAS (2000).

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.3. Alcantarillado Sanitario

Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas de lluvia (EMAAP-Q, 2009).

El alcantarillado sanitario es una de las infraestructuras más vitales en la planificación urbana, ya que recoge y transporta las aguas residuales domésticas hasta un punto de tratamiento o descarga segura. Este sistema es vital para salvaguardar la salud pública y el medio ambiente, previniendo que los vertidos se realicen directamente al suelo o a cuerpos de agua próximos (INEN, 2020).

2.1.3.1. Componentes del Alcantarillado Sanitario. El sistema sanitario de alcantarillado es el conjunto vinculado de tubos que recogen y llevan las aguas residuales desde los edificios hasta los lugares de descarga o tratamiento. La adecuada disposición de cada elemento asegura un sistema eficaz, sustentable y apto para cumplir con el crecimiento poblacional previsto (INEN, 1997).

Las conexiones domiciliarias son el vínculo entre la red pública y la red interna de cada hogar. Estas conexiones se proyectarán de forma que aseguren un desagüe seguro de las aguas residuales y eviten el regreso de gases a las viviendas. Su cálculo se basa en la provisión de agua potable y la futura población por unidad de vivienda, de manera que el flujo de agua se distribuya de manera regulada en el sistema de colectores (RAS, 2000).

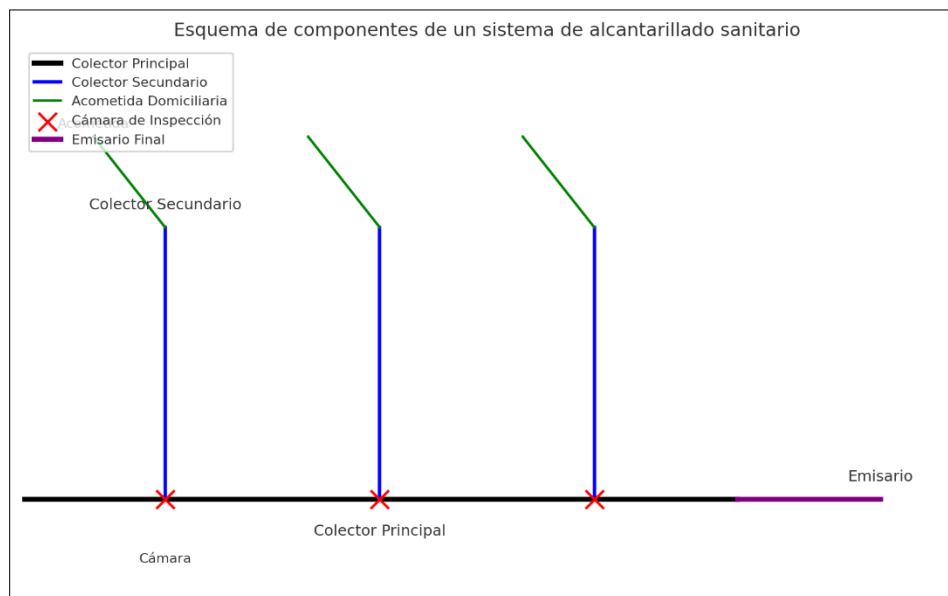
Las acometidas domiciliarias descargan sus efluentes hacia los colectores secundarios, los cuales los conducen posteriormente a conducciones de mayor diámetro dentro del sistema. Para asegurar su funcionamiento hidráulico óptimo, estas tuberías requieren una pendiente mínima que garantice la velocidad de arrastre necesaria para el proceso de autolimpieza, evitando la acumulación de sedimentos y la generación de obstrucciones. En áreas urbanas de alta densidad poblacional, la correcta estabilidad y diseño de estos tramos resulta determinante para preservar la capacidad operativa, la eficiencia hidráulica y la continuidad del servicio en toda la red de alcantarillado (Montes et al., 2019).

Los colectores principales recolectan las corrientes de los colectores secundarios y las llevan a los lugares de descarga o tratamiento. Usualmente se sitúan en cauces principales y en terrenos inclinados; su dimensionamiento se realiza para garantizar la capacidad de agua y evitar la sedimentación. Normalmente, se proyecta a futuro el dimensionamiento de estos segmentos, teniendo en cuenta el crecimiento urbano para asegurar una larga durabilidad de la infraestructura y mantener altos estándares de servicio (Bustamante Rodríguez, 2024).

Las cámaras de inspección funcionan como registradores para la limpieza o el mantenimiento de la red, la ventilación o la modificación de su dirección o inclinación. La reglamentación define las distancias límite entre las cámaras y su localización en sitios estratégicos, garantizando el control constante de la red y reduciendo los gastos operativos a largo plazo (Murrieta García, 2024).

Los emisarios constituyen la fase final del viaje, liberando el flujo acumulado en una instalación de tratamiento o en un lugar autorizado. Es necesario dimensionarlo para cubrir las demandas hidráulicas de la red y acorde con la legislación ambiental en vigor, con el objetivo de no afectar ríos, esteros o acuíferos (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

FIGURA 2: ESQUEMA DE COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO



Fuente: RAS (2000)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.3.2. Alcantarillado pluvial. Recolecta y conduce exclusivamente aguas de lluvia o escorrentías superficiales, evitando inundaciones en áreas urbanas. Este sistema no transporta aguas residuales (Montoya López et al., 2013).

2.1.3.3. Alcantarillado combinado. Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final tanto de las aguas residuales como de las aguas de lluvia en conjunto (EMAAP-Q, 2009).

2.1.4. Criterios de selección de tubería

La elección del material en un sistema de alcantarillado no debe basarse solamente en su disponibilidad o costo inicial. Es una elección técnica que depende de la resistencia a la carga estructural, la estabilidad química del medio, la facilidad constructiva y las condiciones hidráulicas del sistema. En Ecuador, un estudio realizado en un sistema de alcantarillado sanitario en la ciudad de Jipijapa determinó que la elección de materiales se debe basar en la resistencia mecánica, la durabilidad, la factibilidad logística y la compatibilidad con el sistema de mantenimiento planificado (Pérez Puga, 2022).

Un segundo caso en la parroquia de Aloag demostró que el tipo de suelo, napa freática y las especificaciones técnicas de las empresas proveedoras influyen directamente en la selección del material. En ese lugar se optó por tuberías de PVC por su buena reacción estructural ante fuerzas laterales y por su resistencia en ambientes húmedos, evitando su deterioro prematuro (Flores Quinchimbla, 2022).

Estudios realizados en el ambiente urbano de Chimbote, Perú, señalan también la importancia de la hermeticidad y la resistencia al aplastamiento, en particular en áreas donde las redes discurren bajo calles de alto tránsito. El estudio planteó usar tuberías de concreto simple para colectores principales y PVC para ramales secundarios, justificando la elección por su comportamiento estructural y facilidad de acceso para mantenimiento (Madero Pingo, 2019).

La Comisión Nacional del Agua de México también indica que los criterios técnicos deben de estar acordes a las características físicas, sociales y ambientales de la zona.

En su guía de diseño se indica que los materiales y procesos constructivos deben ser adaptados al lugar (riesgos geotécnicos y condiciones climáticas), reforzando la contextualización como principal rector de la toma de decisiones (CONAGUA, s.f.).

2.1.4.1. Selección de materiales y accesorios en redes de alcantarillado sanitario. Es fundamental la adecuada selección de materiales para garantizar la longevidad y eficacia de un sistema de drenaje de agua. No solo es una cuestión económica, sino también de asegurar resistencia ante cargas externas, compatibilidad con el sistema hidráulico y sencillez en su gestión. Dentro del marco ecuatoriano, las resoluciones deben fundamentarse en leyes como las INEN y en las pautas técnicas del MTOP, que definen los estándares mínimos de calidad (INEN, 1997).

El PVC-U (cloruro de polivinilo sin adhesivo) se ha convertido en el material más utilizado en las redes secundarias y en colectores de diámetro pequeño y mediano. Su ligereza, resistencia a la corrosión y facilidad de instalación lo convierten en una buena opción en zonas urbanas. La norma INEN 2059:2015 establece los diámetros, espesores y presiones laborales de estas tuberías, homogeneizando de esta manera la calidad a escala nacional. Estas propiedades han propiciado que el PVC se emplee ampliamente en los sistemas de salud, tanto en construcciones nuevas como en la restauración de redes ya existentes (INEN, 2015).

En zonas que requieren mayores requerimientos estructurales, como los principales colectores o las carreteras con gran tráfico, a menudo se utilizan tuberías de hormigón armado. Pese a que necesitan de técnicas de edificación más sofisticadas, su resistencia mecánica y durabilidad respaldan su utilización. El Manual de Suministro y Alcantarillado del MTOP sugiere este tipo de material con diámetros más grandes, pues proporciona una mayor protección contra cargas dinámicas y asentamientos diferenciales (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

Sin las adiciones, el sistema no está completo. Las uniones flexibles, los anillos de estanqueidad y las tapas para los pozos de registro aseguran la estanqueidad y el acceso necesarios para la conservación de la red. Para los conductos de PVC, las uniones deben permitir un movimiento específico sin poner en riesgo la estanqueidad,

en contraposición a los sellos de neopreno en tuberías de concreto para evitar filtraciones (INEN, 2015).

En la Tabla 2 se presentan las especificaciones normadas para tuberías de PVC según la INEN (2015) que constituye el principal referente técnico en el país para este material

TABLA 5:ESPECIFICACIONES NORMADAS PARA TUBERÍAS DE PVC-U SEGÚN INEN 2059:2015

Diámetro nominal (mm)	Clase de presión (kg/cm²)	Espesor mínimo (mm)	Aplicación
110	4	3,2	Redes secundarias domiciliarias
160	4	4,7	Colectores de menor caudal
200	6	6,2	Colectores principales
250	6	7,7	Redes en zonas de mayor carga vehicular

Fuente: INEN (2015)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.4.2. Pozos de revisión y cámaras de inspección. Las cámaras de control son un componente esencial de una red de drenaje sanitario, dado que facilitan el acceso a las tuberías para tareas de limpieza, ventilación y supervisión. Su presencia garantiza la continuidad de la red y la disminución de los gastos de operación a lo largo del tiempo (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

Dentro del contexto de las regulaciones internacionales, la RAS (2000) dicta que estas estructuras deben situarse en áreas estratégicas: cambios de dirección, cambios de pendiente y en la conexión de ramales. De acuerdo con este informe, las cámaras no son una alternativa, sino una exigencia constructiva que asegura accesibilidad y seguridad.

De acuerdo con la RAS (2000) el diámetro interno de una cámara de inspección no debe ser menor a 1,00 m, lo cual permite el ingreso seguro del personal de

mantenimiento. En los cruces de ramales, esta altura se eleva a 1,20 m para facilitar la limpieza.

En la Tabla 3 se resumen estos criterios de espaciamiento y dimensiones, extraídos directamente de la RAS 2000, una de las mayores referencias para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario en Latinoamérica.

TABLA 6: CRITERIOS NORMADOS PARA CÁMARAS DE INSPECCIÓN SEGÚN RAS 2000

Condición de instalación	Distancia máxima (m)	Diámetro interior mínimo (m)
Tramos rectos	120	1,00
Cambio de dirección	Obligatoria	1,00
Cambio de pendiente	Obligatoria	1,00
Intersección de ramales	Obligatoria	1,20

Fuente: RAS (2000)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5. Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado

2.1.5.1. Periodo de diseño. El periodo de diseño hace referencia al tiempo estimado durante el cual una obra o estructura es planificada y construida para operar sin necesidad de modificaciones y o mejoras significativas en el sistema (Carmona & Pozo, 2023).

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos se diseñarán para un período de 20 años. Los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes. Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente (SENAGUA, 2014).

2.1.5.2. Parámetros periodo de diseño. Según INEN (1992) algunos parámetros que podemos considerar son los siguientes:

La determinación del período óptimo de diseño en una obra de ingeniería depende del equilibrio entre la economía de escala y la tasa de actualización, que representa el costo de oportunidad del capital.

En el caso de los sistemas de alcantarillado, los distintos componentes pueden presentar variaciones en sus factores de economía de escala, por lo que, si es justificable, pueden dimensionarse para diferentes períodos de diseño intermedios.

Como principio general, las estructuras con una economía de escala considerable se proyectarán para su capacidad final, mientras que aquellas con menor impacto en la economía de escala podrán diseñarse para períodos más cortos, idealmente múltiplos del período final. (p.184)

2.1.5.3. Dotación de agua. La dotación de agua se refiere a la cantidad de agua requerida por cada persona o unidad de consumo dentro de un área o sector específico. Este valor varía según factores como el tipo de usuario, las condiciones climáticas, el desarrollo urbano y las actividades que se realicen en la zona (SENAGUA, 2014).

2.1.5.4. Niveles de servicio. En la norma (INEN, 1997, p.18) encontramos la siguiente tabla que presenta los niveles de servicio, los cuales establecen estándares de desempeño para evaluar la calidad y eficiencia de un sistema.

TABLA 7: NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS

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

Fuente: INEN (1997)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Los criterios técnicos para un sistema de alcantarillado sanitario están orientados a asegurar la eficiencia hidráulica y la seguridad en la operación. Según la RAS (2000), el diámetro mínimo de tuberías será 200 mm, la velocidad mínima de autolimpieza 0,6 m/s y la pendiente mínima 0,5 %.

TABLA 8: PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN RAS (2000)

Parámetro	Valor recomendado
Diámetro mínimo de tubería	200 mm
Velocidad mínima de autolimpieza	0,6 m/s
Pendiente mínima	0,5 %
Profundidad mínima de instalación	1,20 m

Fuente: RAS (2000)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.5 Dotaciones recomendadas.

TABLA 9: DOTACIONES RECOMENDADAS

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (L/hab/día)
Hasta 5000	Frío Templado Cálido	120 – 150 130 – 160 170 – 200
5000 a 50000	Frío Templado Cálido	180 – 200 190 – 220 200 – 230
Más de 50000	Frío Templado Cálido	> 200 >220 >230

Fuente: INEN (1992)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.6. Áreas tributarias. La norma SENAGUA (2014) explica que la ciudad será dividida en áreas tributarias considerando prioritariamente la topografía del terreno, conforme a los lineamientos y directrices establecidos en el plan regulador urbano. Durante esta zonificación se incorporarán los distintos usos del suelo (residencial, comercial, industrial, institucional y público), así como las áreas destinadas a futuros desarrollos urbanos. Esta segmentación permitirá planificar de manera eficiente la captación y conducción de aguas residuales, optimizando el diseño hidráulico de la red de alcantarillado y asegurando su operatividad y capacidad de adaptación a la expansión urbana futura.

Si no se cuenta con un plan de desarrollo urbano, la zonificación de la ciudad y sus áreas de expansión se realizará tomando en consideración la situación actual, las proyecciones de crecimiento poblacional y las tendencias de desarrollo industrial y comercial, abarcando todo el horizonte de diseño (SENAGUA, 2014).

2.1.5.7. Contribuciones de aguas residuales. El volumen de aguas residuales que ingresa a un sistema de recolección y evacuación se encuentra constituido por las aportaciones procedentes de fuentes domésticas, industriales, comerciales e institucionales (RAS, 2000). Para fines de diseño hidráulico, estos caudales deben ser cuantificados considerando factores como la población servida, el tipo de actividad productiva, los coeficientes de uso del agua y los patrones horarios de consumo. La caracterización precisa de cada tipo de aporte permite dimensionar adecuadamente los colectores, establecer pendientes óptimas y garantizar la capacidad de autolimpieza del sistema, evitando sedimentación y obstrucciones, así como asegurando un funcionamiento eficiente y sostenible de la red de alcantarillado.

Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares (RAS, 2000).

2.1.5.8. Caudal doméstico (Qd). El caudal medio diario de aguas residuales domésticas se calculará para el principio y final del período de diseño. Este caudal será el producto de la población aportante y de las dotaciones de agua potable correspondientes al inicio y final del período de diseño, afectado por el coeficiente de retorno. (Arévalo & Vilema, 2024).

La norma EMAAP-Q (2009) Indica que el aporte doméstico (Qd) está dado por la expresión:

$$Qd = \frac{dneta * Pf * r}{86400}$$

Donde:

dneta: dotación neta por habitante (L/ha-día)

Pf: población futura (hab)

r: Coeficiente de retorno (adimensional)

2.1.5.9. Estimación del consumo medio diario por habitante. Se refiere a la cantidad real de agua que recibe el usuario para cubrir sus necesidades. Este valor está influenciado por la complejidad del sistema de abastecimiento, las condiciones climáticas de la zona y el número de habitantes en la localidad (EMAAP-Q, 2009).

2.1.5.10. Estimación de Pf. La variable P se puede calcular multiplicando la cantidad de viviendas planificadas en la zona de drenaje por el promedio de habitantes por vivienda. Es importante verificar que la densidad bruta del proyecto no supere la capacidad del sistema de alcantarillado existente, en caso de que este sea utilizado para el desarrollo del proyecto (RAS, 2000).

2.1.5.11. Estimación de r. El coeficiente de retorno representa la proporción del agua utilizada en los hogares (dotación neta) que se descarga como aguas residuales en el sistema de alcantarillado. Su cálculo debe basarse en el análisis de datos disponibles de la localidad o en mediciones realizadas directamente en el sitio (EMAAP-Q, 2009).

TABLA 10: COEFICIENTE DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS

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

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.12 Caudal industrial (Qi). Independientemente del grado de complejidad del sistema de alcantarillado, resulta fundamental realizar análisis detallados de los aportes de aguas residuales industriales, especialmente en áreas de concentración industrial y en industrias medianas y grandes localizadas dentro de zonas residenciales o comerciales (EMAAP-Q, 2009).

TABLA 11: CONTRIBUCIÓN INDUSTRIAL

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s-ha ind)
Bajo	0.4
Medio	0.6
Medio alto	0.8
Alto	1.0 – 1.5

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.13 Caudal comercial (Qc). En áreas predominantemente comerciales, el caudal de aguas residuales (QCQ_CQC) debe ser determinado mediante un estudio detallado que considere los consumos diarios por persona, la densidad de ocupación de la zona y coeficientes de retorno superiores a los aplicados en el consumo doméstico (EMAAP-Q, 2009).

TABLA 12: CONTRIBUCIÓN COMERCIAL

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s-ha com)
Cualquier	0.4 – 0.5

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.14. Caudal medio diario de aguas residuales (QMD). El caudal medio diario de aguas residuales (QMD) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales (EMAAP-Q, 2009).

$$QMD = Qd + Qi + Qc$$

2.1.5.15. Caudal de infiltración (Qinf). Este caudal tiene en cuenta el caudal de agua que se infiltra desde el nivel freático, en caso de encontrarse está a las profundidades de instalación de la tubería, hacia la tubería. Este caudal se evalúa multiplicando el coeficiente de infiltración por el área tributaria (INTERAGUA, 2019).

Según las normas (RAS, 2000) se presenta la siguiente tabla, en la cual el extremo inferior del rango indicado corresponde a condiciones constructivas más favorables, mayor estanqueidad de los colectores y estructuras complementarias, así como un menor riesgo sísmico.

TABLA 13: APORTES POR INFILTRACIÓN EN REDES DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

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

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.16. Caudal por conexiones erradas-ilícitas (Qce). Es necesario considerar los aportes de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, originados por conexiones inadecuadas de bajantes de techos y patios, denominados QCE. La magnitud de estos aportes depende de la eficacia de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias, así como de la existencia y disponibilidad de sistemas adecuados de recolección y evacuación de aguas lluvias (EMAAP-Q, 2009).

TABLA 14: APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS CON SISTEMA PLUVIAL

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L/ s-ha)
Bajo y medio	0.2
Medio alto y alto	0.1

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

TABLA 15: APORTES MÁXIMOS POR DRENAJE DOMICILIARIO DE AGUAS LLUVIAS SIN SISTEMA PLUVIAL

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L/ s-ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto	2

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

2.1.5.17. Relaciones Hidráulicas. Las relaciones Q/Q_{full} , d/D y V/V_{full} resultan fundamentales para el cálculo hidráulico de tuberías circulares parcialmente llenas. El cociente de caudales (Q/Q_{full}) indica la proporción entre el flujo actual y la capacidad máxima de la tubería, mientras que d/D representa la relación entre la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería. Por su parte, V/V_{full} expresa la velocidad relativa respecto a la velocidad en condición de sección completa. Estos parámetros permiten evaluar la eficiencia hidráulica del sistema, asegurar la autolimpieza de las tuberías y reducir el riesgo de sedimentación en la red.

Las mediciones experimentales han demostrado que la velocidad máxima no se produce en la superficie libre, sino por debajo de ella, y que el perfil de velocidades depende de la profundidad del flujo. La utilidad de estas relaciones adimensionales para definir los diámetros y pendientes que garanticen la estabilidad de la red de alcantarillado se justifica con este descubrimiento (Jiang et al., 2016).

2.1.6 SewerCad

SewerCAD es ampliamente utilizado en el diseño de sistemas de saneamiento, debido a su habilidad para modelar redes de gravedad y presión. El software integra los patrones climáticos de tiempo seco y pluvial con la finalidad de perfeccionar la predicción de problemas tales como desbordamientos o sobrecargas de la red. Además, posibilita la elaboración de perfiles hidráulicos y la elaboración de informes detallados para apoyar

las decisiones concernientes a la dimensionarían y operación de sistemas urbanos (Bentley Systems, s.f.).

Una característica sobresaliente del software es su interoperabilidad. Aunque puede operar de manera independiente, también permite su integración con programas de diseño asistido por computadora (CAD) y sistemas de información geográfica (GIS), posibilitando el trabajo simultáneo sobre planos digitales y bases de datos geoespaciales. Esta capacidad contribuye a mantener la coherencia entre los distintos componentes de un proyecto y disminuye los tiempos requeridos para la transferencia de información (Bentley Systems, s.f.).

Una característica sobresaliente es el dimensionamiento automático basado en restricciones, que permite al software realizar ajustes automáticos de los diámetros y las cotas de fondo de las tuberías. Esta metodología garantiza que el sistema cumpla con los criterios de autolimpieza, al tiempo que promueve la disminución de costos a través de la prevención de excavaciones de dimensiones desmesuradas. En proyectos con topografía irregular, se posiciona como un instrumento esencial para conciliar las condiciones hidráulicas con la viabilidad constructiva (Bentley Systems, s.f.).

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. Pirámide de Kelsen

La pirámide de Kelsen constituye una representación gráfica de la jerarquía normativa dentro de un Estado, donde cada norma de nivel inferior obtiene su validez a partir de una norma de rango superior. Este esquema garantiza la coherencia y el control dentro del sistema jurídico. En la cúspide de la pirámide se encuentra la Constitución, seguida por los tratados y convenios internacionales, posteriormente las leyes orgánicas, los códigos, los reglamentos técnicos y, finalmente, las normativas locales. Este modelo asegura la uniformidad legal y permite declarar la inconstitucionalidad de cualquier disposición de menor jerarquía que contradiga la Constitución (Kelsen, 1967).

2.2.2. Constitución de la República del Ecuador

La norma de mayor jerarquía en el Ecuador es la Constitución de la República, promulgada en 2008. Según lo dispuesto en el artículo 12, el acceso al agua potable y al saneamiento se reconoce como un derecho humano fundamental e irrenunciable, estableciendo que la provisión de estos servicios constituye una responsabilidad esencial del Estado (Asamblea Nacional, 2008).

De igual manera, el artículo 318 establece que la gestión del agua será pública o comunitaria y no se permitirá que sea privatizada. "Este artículo reitera que el Estado tiene la obligación de asegurar que los servicios de alcantarillado y agua potable estén disponibles, sean sostenibles y tengan una buena calidad". Por último, el Art. 264 asigna a los GAD municipales la responsabilidad única de proveer estos servicios, vinculando así la gestión local con las políticas nacionales de desarrollo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

2.2.3. Tratados y convenios internacionales

El Ecuador ha aceptado acuerdos internacionales destinados a fortalecer el marco jurídico en el ámbito del agua y saneamiento. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, define objetivos y metas a nivel mundial para el desarrollo sostenible. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 busca garantizar el acceso universal y la gestión sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento. Adicionalmente, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 aspira a construir ciudades sostenibles, en las que el saneamiento fundamental, como el sistema de alcantarillado, es esencial. Estos convenios internacionales ejercen una influencia significativa en las políticas nacionales, orientándolas hacia la justicia, la sostenibilidad y la resiliencia (Naciones Unidas, 2015).

2.2.4. Leyes orgánicas y códigos

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) desempeña un papel fundamental en la normativa que regula las competencias municipales. En su artículo 55, asigna a los municipios la obligación

exclusiva de planificar, ejecutar y mantener proyectos de alcantarillado, consolidando de esta manera el papel de los Gobiernos Autónomos Descentralizados en la administración de la infraestructura sanitaria (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, publicada en el Registro Oficial Suplemento 305 de 2014, establece los lineamientos para la gestión integral de los recursos hídricos. Su alcance incluye la distribución, los distintos usos y la disposición final de las aguas residuales, con el propósito de asegurar una administración sostenible y equitativa del agua (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Además, el Código Orgánico del Ambiente (COA) fortalece este marco normativo, regulando la administración ambiental y estableciendo criterios para el control de calidad de las aguas residuales vertidas en cuerpos receptores. Adicionalmente, establece la obligatoriedad de llevar a cabo estudios de impacto ambiental previos a la implementación de proyectos que puedan comprometer los recursos hídricos, fortaleciendo de este modo la dimensión ambiental de los sistemas de alcantarillado (Ministerio del Ambiente, 2017).

2.2.5. Reglamentos y normativas técnicas

Desde un enfoque técnico, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece requisitos para el diseño de los sistemas de saneamiento. La norma NEC-SE-HM establece las reglas para las estructuras de hormigón armado en pozos de revisión y cámaras de inspección, mientras que la norma NEC-SE-DS define los estándares para diseñar estructuras que sean resistentes a los terremotos (NEC, 2015).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) establece guías técnicas generales para la construcción de obras sanitarias, asegurando que los procesos constructivos se realicen de manera uniforme y cumpliendo con altos estándares de calidad (MTOP, 2018).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) regula los materiales empleados en los sistemas de saneamiento. La norma NTE INEN 2059 se aplica a tuberías de PVC estructurado, la NTE INEN 2360 se refiere a tuberías de polietileno, y la NTE INEN 1374

establece los lineamientos para sistemas de drenaje en PVC rígido. Estas normativas INEN (2020) garantizan la confiabilidad, durabilidad y resistencia de los materiales utilizados en la construcción de redes de alcantarillado.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) establece los límites permisibles para los desechos vertidos en sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua, con el propósito de proteger tanto la salud pública como el medio ambiente (TULSMA, 2015).

2.2.6. Ordenanzas municipales

Las ordenanzas municipales, responsables de cumplir con las obligaciones que la Constitución y las leyes nacionales asignan a las municipalidades, representan el núcleo de la estructura normativa. El Plan director de Ordenamiento del Transporte 2020-2035 para el cantón Montalvo establece directrices estratégicas para ampliar la cobertura de los sistemas de alcantarillado y optimizar la infraestructura sanitaria (GAD Canton Montalvo, 2021).

La Ordenanza Municipal de Gestión Integral de Residuos y Saneamiento establece directrices operativas relacionadas con las tarifas, las conexiones domiciliarias y la gestión de las aguas residuales. Estas regulaciones permiten que la administración local se alinee con la legislación nacional e internacional, al mismo tiempo que fortalecen la integración entre la planificación urbana y la mejora del bienestar social (GAD Canton Montalvo, 2021).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo en investigación es un método sistemático que se centra en la recolección y análisis de datos cuantificables, es decir, información expresada en términos numéricos. Este enfoque busca medir variables específicas y examinar relaciones causales entre ellas. Utiliza técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados y generalizar los resultados a una población más amplia. A menudo, implica la aplicación de encuestas, experimentos controlados o análisis de datos existentes (Arias González & Covinos Gallardo, 2021).

El enfoque cualitativo constituye un método de investigación que se centra en la recopilación y el análisis de información relacionada con un grupo social o un fenómeno específico, sin recurrir a mediciones numéricas ni a procedimientos estadísticos (Gayubas, 2025).

La investigación se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, que combina el análisis cuantitativo y cualitativo con el fin de abordar de manera integral el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudadela Pisagua Bajo, del cantón Montalvo. Esta integración de enfoques facilita la obtención de una comprensión más completa y profunda del contexto técnico y social asociado al proyecto.

Desde la perspectiva cuantitativa, se lleva a cabo una recopilación sistemática y análisis de datos numéricos esenciales para el diseño hidráulico y sanitario, tales como los caudales de diseño, pendientes del terreno, dimensiones y capacidades de las tuberías, así como las proyecciones poblacionales a corto, mediano y largo plazo. Esta información técnica es fundamental para asegurar que el sistema proyectado funcione de manera eficiente, cumpla con sus objetivos operativos y pueda satisfacer tanto las necesidades presentes como futuras de la población.

Paralelamente, el enfoque cualitativo permite complementar el análisis técnico mediante la exploración de factores sociales, económicos y sanitarios que inciden directamente en la viabilidad y aceptación del proyecto. A través de técnicas como las encuestas estructuradas, las entrevistas semidirigidas y la observación directa en campo, se recopila información valiosa sobre las condiciones de vida de los habitantes, su percepción frente a los problemas de saneamiento, el nivel de conocimiento sobre el uso adecuado del sistema, y las posibles barreras sociales o culturales para su implementación.

En conjunto, la adopción de esta estrategia metodológica mixta no solo incrementa la precisión técnica del diseño, sino que también favorece una planificación participativa y contextualizada, orientada a mejorar la calidad de vida de los habitantes y a garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema de alcantarillado propuesto.

3.2 Alcance de la investigación

La investigación descriptiva es un enfoque sistemático utilizado por los investigadores para recopilar, analizar y presentar datos sobre fenómenos de la vida real con el fin de describirlos en su contexto natural. Su objetivo principal es describir lo que existe, basándose en observaciones empíricas (Stewart, 2025).

El presente estudio tiene un alcance descriptivo, centrando su atención en la observación, análisis y caracterización detallada de las condiciones actuales del entorno físico y social de la ciudadela Pisagua Bajo, ubicada en el cantón Montalvo. Este enfoque permite elaborar un diagnóstico preciso y fundamentado, sin manipulación de variables, describiendo de manera fiel el estado real del contexto investigado.

Dentro de este marco, se examinan aspectos fundamentales como las características físicas del terreno, incluyendo la topografía, el tipo de suelo, las condiciones geotécnicas y el drenaje natural, los cuales inciden directamente en la viabilidad técnica del sistema de alcantarillado. Paralelamente, se realiza un levantamiento de información sobre el estado actual del saneamiento básico, evaluando la existencia, deficiencias o ausencia de infraestructura sanitaria, las prácticas de disposición de aguas residuales y los niveles de cobertura del servicio.

Se analiza la situación socioeconómica de la población, lo que permite conocer los niveles de ingresos, ocupación, educación y acceso a servicios básicos, factores que inciden tanto en la necesidad del proyecto como en su aceptación y sostenibilidad a largo plazo. Este análisis contextual contribuye a dimensionar la problemática desde una perspectiva integral, considerando tanto los factores técnicos como humanos.

A partir de esta caracterización, el objetivo principal de la investigación es desarrollar una propuesta técnica viable para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario adaptado a las condiciones particulares del sector. La propuesta pretende ser eficiente, sostenible y socialmente pertinente, contribuyendo de manera significativa a la mejora de la calidad de vida de los residentes y al cumplimiento de la normativa vigente en materia ambiental y de salud pública.

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Método documental

Se revisaron normativas nacionales como la NEC y normas INEN, además de planos catastrales, documentación técnica por el GAD de Montalvo, bibliografía especializada y estudios de casos similares, lo cual permitió establecer criterios y parámetros para el diseño del sistema.

3.3.2 Método empírico

Se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Estimación de caudales de descarga
- Trazado de la red
- Levantamiento topográfico
- Comprobación hidráulica
- Delimitación del área de estudio
- Inspección visual
- Encuestas socioeconómicas
- Clasificación de solares habitados y deshabitados

- Identificación de puntos de descarga

3.4 Técnicas e instrumentos

3.4.1 Observación directa

En la investigación se usó el método observación directa, la cual permitió realizar una inspección visual detallada del área de estudio para identificar y registrar gráficamente las condiciones físicas del terreno y del entorno urbano. Esta técnica facilitó la recopilación de información esencial sobre el estado actual del sector, incluyendo aspectos visibles relacionados con el saneamiento básico, la infraestructura existente y posibles limitaciones físicas del sitio.

3.4.2 Encuestas Estructuradas

La investigación incluyó la aplicación de encuestas estructuradas de carácter socioeconómico, con el propósito de recopilar información sistemática y precisa sobre las condiciones de vida de los habitantes del sector. A través de estas encuestas, se identificaron variables clave como el nivel de ingresos, el acceso a servicios básicos, el número de miembros por vivienda, las condiciones sanitarias y la percepción comunitaria sobre la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario. La información obtenida resultó esencial para dimensionar la problemática desde una perspectiva social, priorizar las necesidades de la población y garantizar que la propuesta técnica se ajuste a las condiciones reales, capacidades y expectativas de los beneficiarios del proyecto.

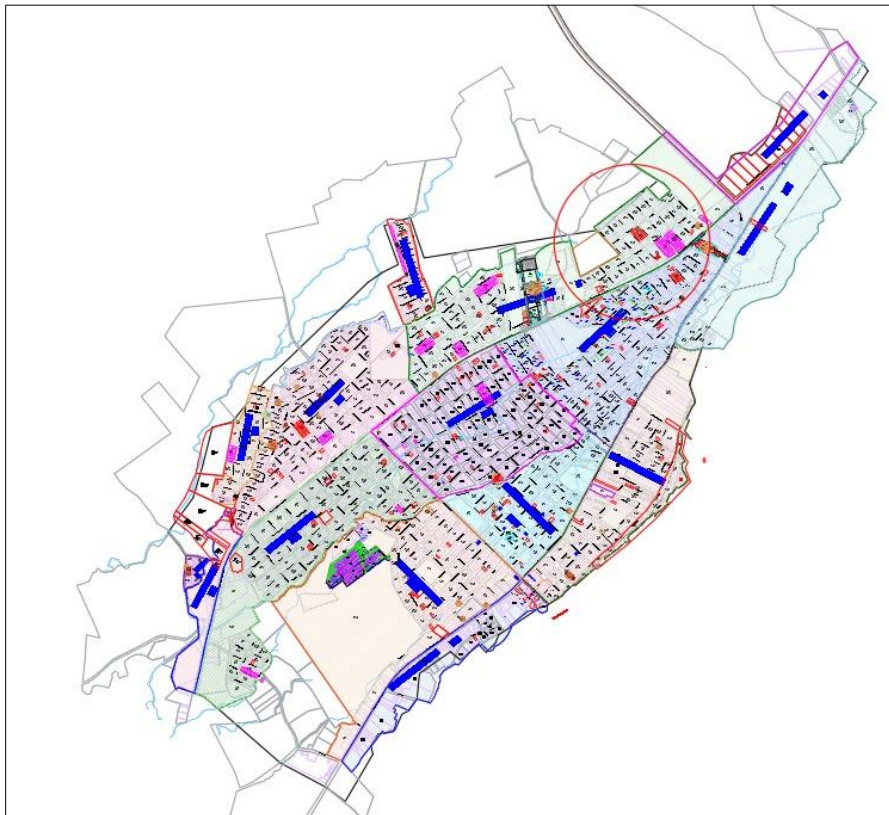
3.4.3 Levantamiento Topográfico

Se llevó a cabo un levantamiento topográfico mediante el uso de un dron, lo que permitió obtener datos precisos sobre distancias, ángulos y altitudes del terreno a través de técnicas de fotogrametría aérea. Esta metodología se ha consolidado como una herramienta fundamental para la elaboración de mapas topográficos detallados, la identificación de las pendientes naturales y la determinación de las cotas de referencia necesarias para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

3.4.4 Revisión Documental

Se llevó a cabo una revisión documental exhaustiva que incluyó el análisis de normativas vigentes, estudios técnicos previos, planos y antecedentes, también se solicitó el catastro actualizado al GAD Municipal del cantón Montalvo. Esta revisión permitió comprender el marco legal y técnico necesario para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, además de identificar estándares y criterios que deben cumplirse para asegurar la correcta ejecución del proyecto.

FIGURA 3: CATASTRO MUNICIPAL CANTÓN MONTALVO



Fuente: GAD Municipal del cantón Montalvo

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

3.4.5 Procesamiento y Análisis.

Para el procesamiento y análisis de la información técnica se empleó una variedad de software especializado. Entre ellos destacan AutoCAD y Civil 3D, utilizados para el modelado topográfico y el diseño geométrico; Excel, aplicado en la organización, gestión y análisis de datos cuantitativos y proyecciones; y SewerCAD, herramienta clave para el diseño hidráulico y la simulación del sistema de alcantarillado. La utilización de estas aplicaciones tecnológicas permitió mejorar la precisión de los cálculos, elaborar planos detallados y optimizar el proceso de diseño, garantizando así la viabilidad técnica y funcional del sistema propuesto.

3.5 Población y muestra

El área de estudio abarca un total de 510 solares, de los cuales 88 están habitados según el catastro actualizado proporcionado por el GAD Municipal de Montalvo.

Para la aplicación de encuestas socioeconómicas, se consideraron únicamente las viviendas habitadas 88 mediante un muestreo aleatorio simple para poblaciones finitas, utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n= Tamaño de muestra
- N=88 Población
- Z=1.96 Nivel de confianza del (95%)
- p= 0.5 Probabilidad de éxito (50%)
- q=0.5 Probabilidad de fracaso (50%)
- e=0.1 Precision (error del 10%)

$$n = \frac{88 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (273 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 44.30 = 45$$

Se requiere una muestra de 45 viviendas para aplicar las encuestas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%.

CAPITULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Presentación y Análisis de resultados

De acuerdo con la encuesta realizada a los habitantes del sector de Pisagua Bajo, en el cantón Montalvo, se presentan a continuación los resultados obtenidos, los cuales serán de gran relevancia para la planificación y el diseño definitivo del sistema de alcantarillado.

Sección A: Información General del Hogar

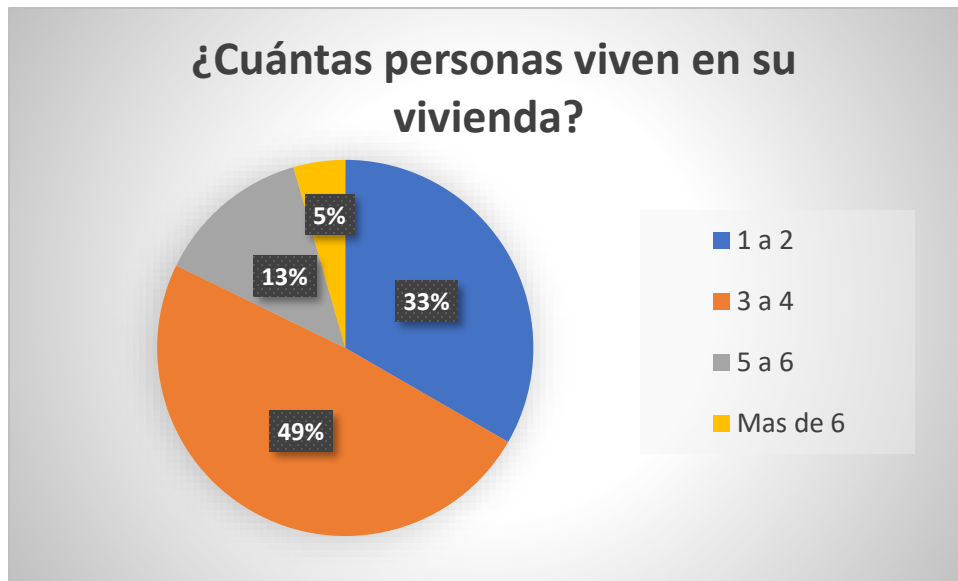
¿Cuántas personas viven en su vivienda?

TABLA 16:HABITANTES VIVIENDA

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
1 a 2	15	33%
3 a 4	22	49%
5 a 6	6	13%
Mas de 6	2	4%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 4:VIVIENDA



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

En Pisagua Bajo, cantón Montalvo, la mayoría de las viviendas (49 %) alberga de 3 a 4 personas, seguido por un 33 % con 1 a 2 integrantes. Los hogares numerosos, con más de 5 personas, representan solo el 18 % del total. Estos datos indican que predominan familias de tamaño medio, lo que orienta el diseño del sistema de alcantarillado hacia este rango, considerando también la capacidad para cubrir las demandas de los hogares más grandes.

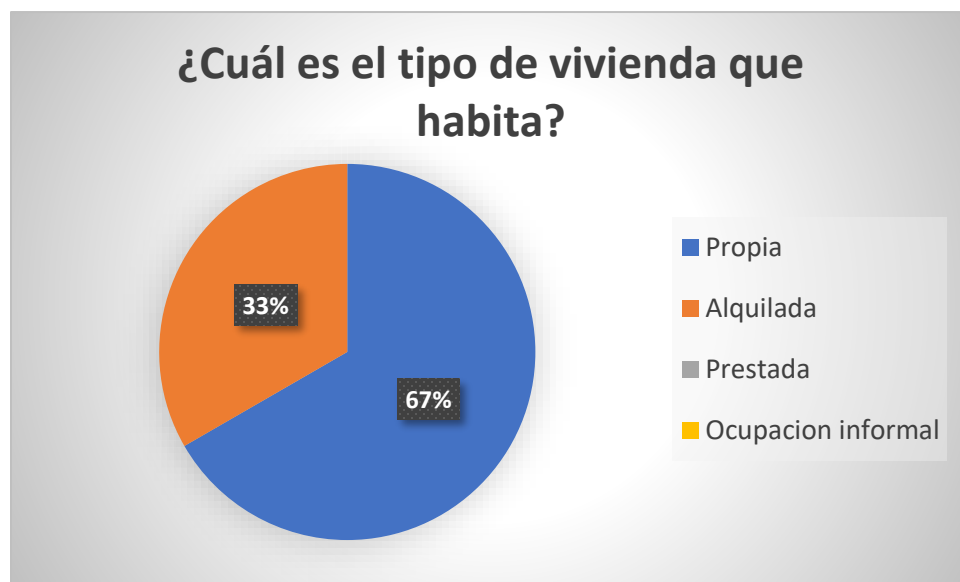
¿Cuál es el tipo de vivienda que habita?

TABLA 17: TIPO DE VIVIENDA

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Propia	30	67%
Alquilada	15	33%
Prestada	0	0%
Ocupación informal	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 5: TIPO DE VIVIENDA



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

La encuesta revela que el 67% de los habitantes del sector Pisagua Bajo en el Cantón Montalvo posee vivienda propia, mientras que el 33% reside en viviendas alquiladas. Este dato indica una alta estabilidad residencial y un fuerte arraigo de la población en la zona, lo cual es relevante para la propuesta de diseño de alcantarillado, ya que la mayoría de los beneficiarios son propietarios y probablemente estén interesados en invertir en mejoras de infraestructura.

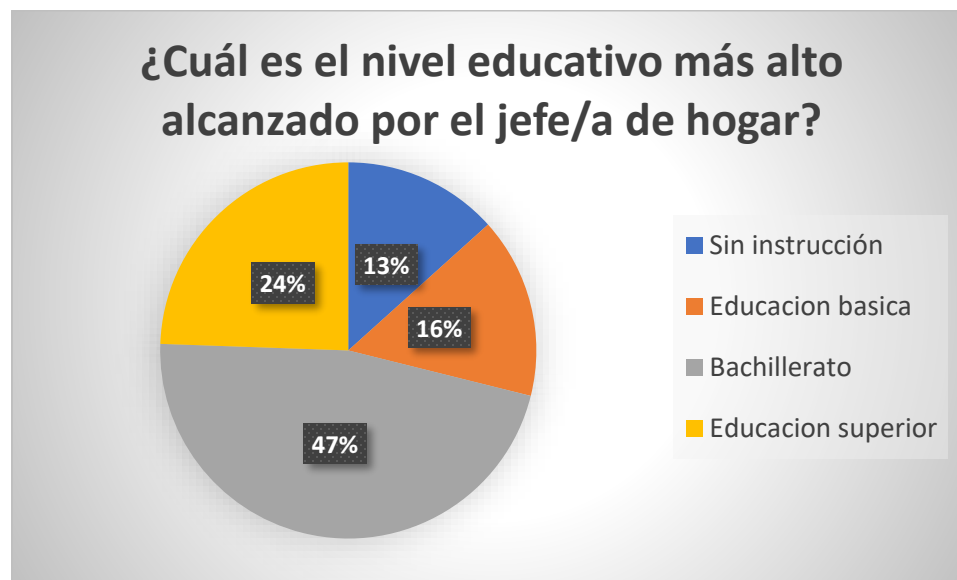
¿Cuál es el nivel educativo más alto alcanzado por el jefe/a de hogar?

TABLA 18: NIVEL EDUCATIVO

Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Sin instrucción	6	13%
Educación básica	7	16%
Bachillerato	21	47%
Educación superior	11	24%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 6: NIVEL EDUCATIVO



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El 47% de los jefes de hogar en el sector ha alcanzado el nivel de bachillerato, mientras que el 13 % no tiene instrucción formal. Un 16 % cuenta con educación básica y 24 % con educación superior. Estos resultados muestran que, aunque existe una proporción significativa de personas con estudios secundarios y superiores, todavía hay un porcentaje considerable sin instrucción, lo que puede influir en la comprensión y apropiación de proyectos de infraestructura como el alcantarillado. Por consiguiente,

resulta fundamental implementar estrategias de comunicación y capacitación accesibles, con el fin de garantizar la participación activa de la comunidad y el éxito del proyecto.

Sección B: Acceso a servicios básicos

¿Cuenta con conexión formal de agua potable?

TABLA 19: CONEXIÓN AGUA POTABLE

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	45	100%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 7:CONEXÓN AGUA POTABLE



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El 100% de los encuestados no cuenta con conexión formal de agua potable, lo que evidencia una necesidad urgente de mejorar los servicios básicos en el sector y refuerza la importancia de implementar proyectos de infraestructura como el alcantarillado. Por este motivo para estimar la dotación se consideró la Tabla 5 Dotaciones recomendadas (INEN, 1992).

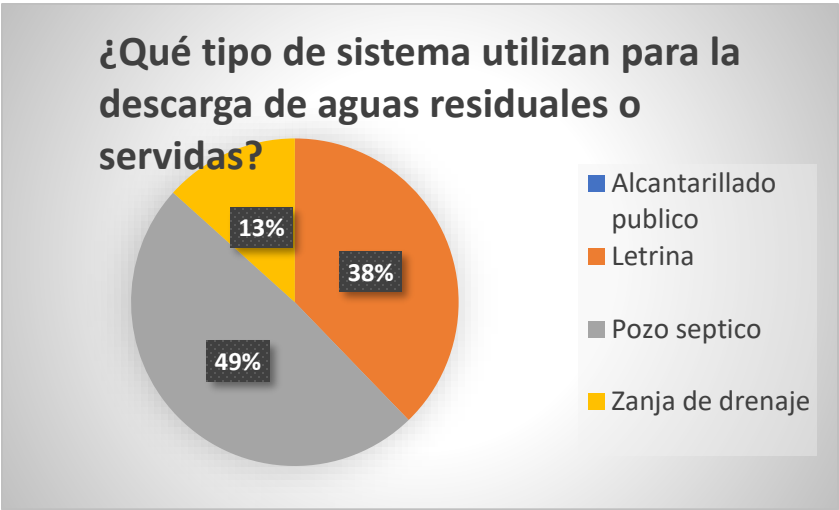
¿Qué tipo de sistema utilizan para la descarga de aguas residuales o servidas?

TABLA 20:SISTEMA DESCARGA AGUA RESIDUALES

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Alcantarillado publico	0	0%
Letrina	17	38%
Pozo séptico	22	49%
Zanja de drenaje	6	13%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 8:SISTEMA DESCARGA AGUA RESIDUALES



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El 49 % de los encuestados utiliza pozo séptico para la descarga de aguas residuales, el 13% emplea zanja de drenaje y el 38 % letrina, mientras que ninguno cuenta con alcantarillado público. Esto evidencia la ausencia de un sistema formal de saneamiento, lo que justifica la necesidad de implementar un proyecto de alcantarillado en el sector.

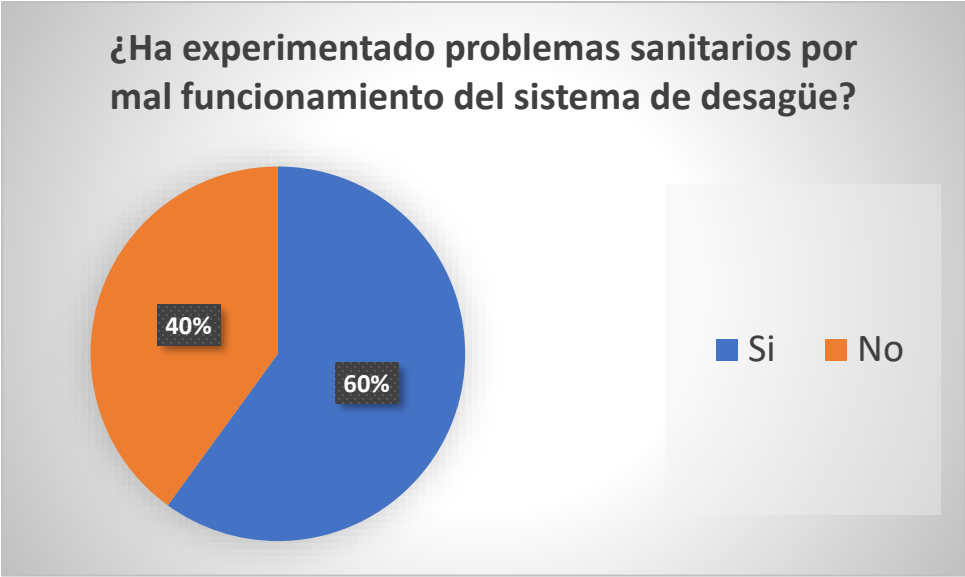
¿Ha experimentado problemas sanitarios por mal funcionamiento del sistema de desagüe?

TABLA 21:PROBLEMAS SANITARIOS

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	27	60%
No	18	40%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 9:PROBLEMAS SANITARIOS



Elaborado por: Mora, A & Rodríguez, E (2025)

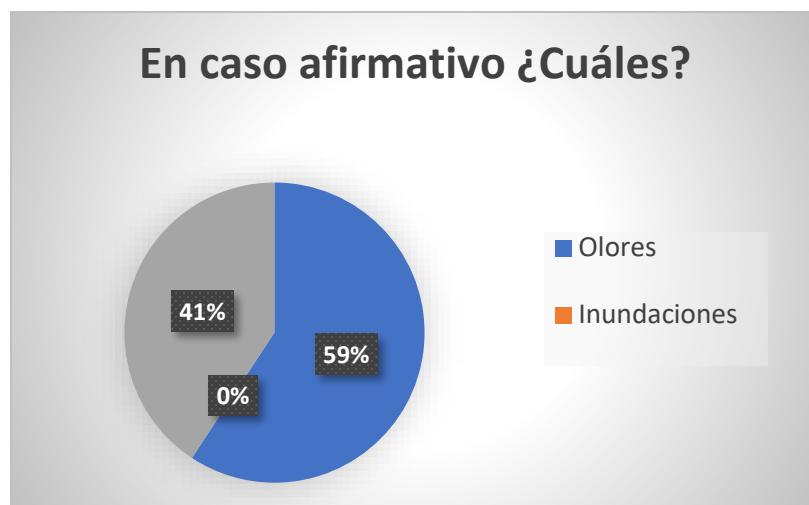
En caso Afirmativo ¿Cuáles?

TABLA 22:PROBLEMAS SANITARIOS

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Olores	16	36%
Inundaciones	0	0%
Insectos/roedores	11	24%
Total	27	60%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 10: CASO AFIRMATIVO



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Entre los encuestados que han experimentado problemas sanitarios por el mal funcionamiento del sistema de desagüe, el 36% menciona la presencia de olores desagradables, el 24 % ha tenido problemas con insectos o roedores. Estos resultados reflejan que las deficiencias en el sistema de desagüe no solo generan incomodidad por los malos olores, sino que también favorecen la proliferación de plagas, afectando directamente la salud y el bienestar de la comunidad.

Sección C: Salud y percepción ambiental

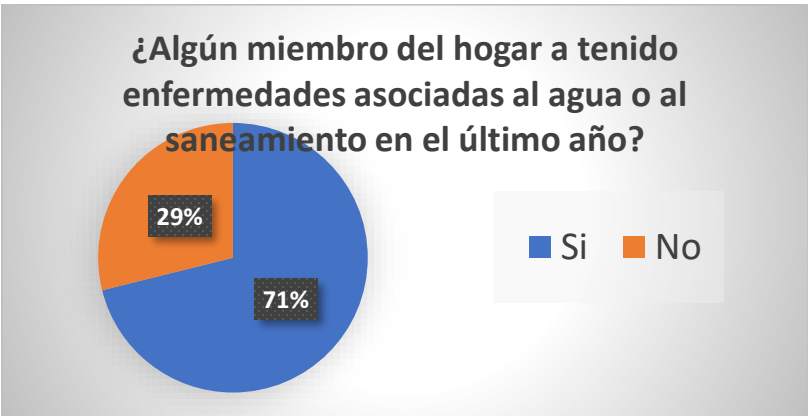
¿Algún miembro del hogar ha tenido enfermedades asociadas al agua o al saneamiento en el último año?

TABLA 23: CASO AFIRMATIVO

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	32	71%
No	13	29%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 11: ENFERMEDADES



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

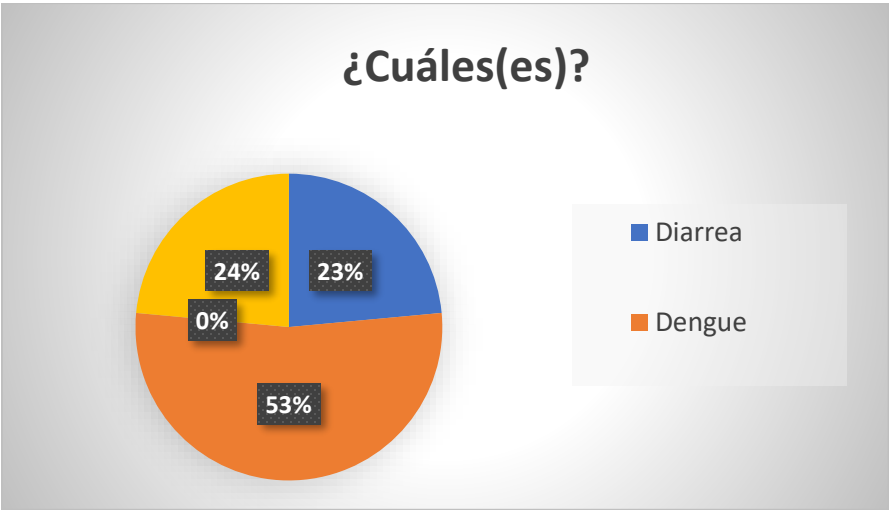
En caso afirmativo, ¿Cuáles(es)?

TABLA 24: CASO AFIRMATIVO

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Diarrea	8	18%
Dengue	18	40%
Alergias	0	0%
Infecciones cutáneas	8	18%
Total	34	76%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 12:LISTADO DE ENFERMEDADES



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El gráfico revela que las afecciones más frecuentes relacionadas con el deficiente sistema de desagüe en la zona es el dengue con (53%) y las alergias (24%), seguido de (23%) de casos de diarrea. La presencia de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y de trastornos gastrointestinales como la diarrea, pone en evidencia el impacto negativo que tiene la carencia de infraestructura sanitaria sobre la salud pública local, subrayando la importancia de intervenir con soluciones efectivas en el sector.

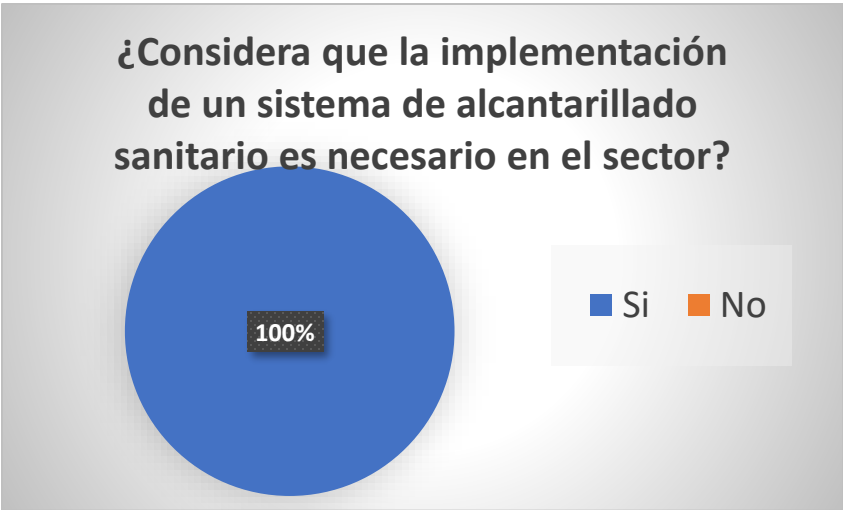
¿Considera que la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario es necesario en el sector?

TABLA 25:NECESIDAD SISTEMA ALCALTARILLADO

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	45	100%
No	0	0%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 13:NECESIDAD SISTEMA ALCANTARILLADO



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El 100% de los encuestados considera necesario contar con un sistema de alcantarillado sanitario en el sector. Este resultado muestra un respaldo unánime de la comunidad hacia la elaboración de un diseño para dicho sistema, lo que evidencia la percepción generalizada de la importancia de planificar soluciones que mejoren las condiciones sanitarias.

¿Qué mejoras espera que traiga un nuevo sistema de alcantarillado a su comunidad?

TABLA 26:MEJORAS EN SISTEMA ALCANTARILLADO

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mejorar la salud publica	8	18%
Reducir inundaciones	0	0%
Eliminar olores desagradables	24	53%
Aumentar la calidad de vida	13	29%
Total	45	100%

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Figura 14:MEJORAS SISTEMA ALCANTARILLADO



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Según el gráfico, la comunidad espera que el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado aporte principalmente a elevar su calidad de vida (51 %). También consideran importante la eliminación de olores desagradables (33%), y la mejora de la salud pública (16%). Esto evidencia que las expectativas van más allá de la salud, abarcando aspectos de confort, ambiente y seguridad en el entorno donde viven.

4.2 Topografía del Sector

Para el levantamiento topográfico del sector Pisagua Bajo, se empleó un vuelo programado mediante un dron DJI, lo que permitió obtener una fotogrametría aérea de manera rápida y eficiente. Durante el proceso, se realizaron todas las configuraciones pertinentes, incluyendo la planificación de la trayectoria de vuelo, la altura de captura, el solapamiento de imágenes y la calibración del sensor, asegurando la correcta adquisición de los datos.

A partir de las imágenes obtenidas mediante fotogrametría, se generaron ortofotos de alta precisión del terreno, constituyendo una representación georreferenciada de la superficie que facilita el análisis espacial y el posterior diseño de infraestructura. Posteriormente, la nube de puntos derivada de la fotogrametría fue importada al software Autodesk Civil 3D, donde los datos fueron procesados y filtrados para construir un

modelo tridimensional del terreno. Mediante la herramienta de superficies de Civil 3D se elaboraron curvas de nivel detalladas, lo que permitió visualizar la topografía del sector y proporcionó una base sólida para el diseño del sistema de alcantarillado.

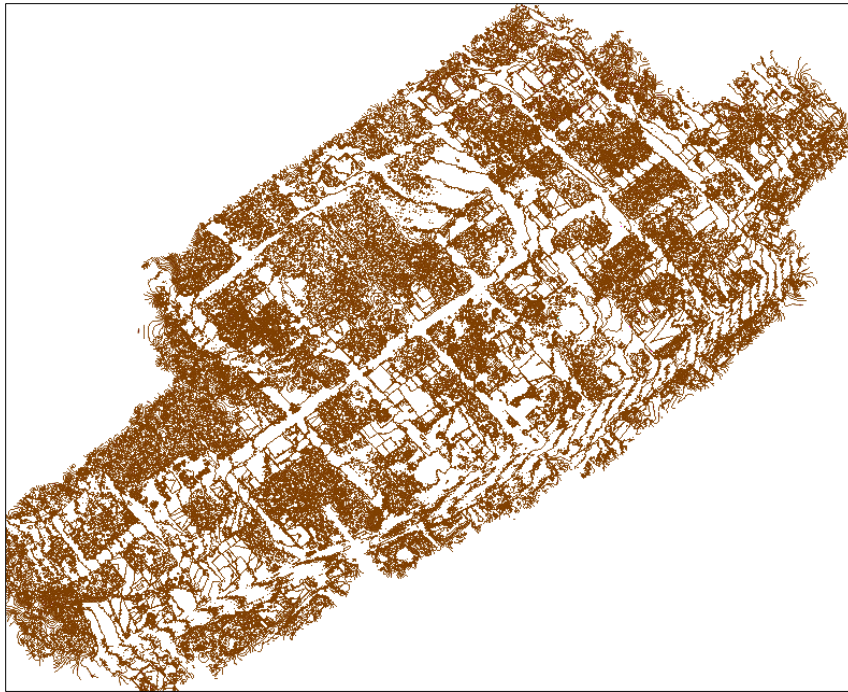
Este procedimiento, que integra la tecnología de drones con software especializado, permitió realizar un levantamiento topográfico eficiente, preciso y actualizado, optimizando el tiempo de trabajo en campo y proporcionando información confiable para la planificación y ejecución de proyectos urbanos en la ciudadela Pisagua Bajo.

FIGURA 15:ORTOFOTO



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 16:CURVAS DE NIVEL



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

4.3 Estudio Poblacional.

4.3.1. Población.

En el marco de esta investigación, la determinación de la población se realizó a partir de la información catastral suministrada por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal del cantón, la cual registra un total de 510 solares debidamente registrados. Tomando como referencia un promedio de cinco habitantes por solar, se estima una población aproximada de 2.550 personas en el área de estudio. Esta proyección constituye un insumo fundamental para el análisis posterior, ya que permite dimensionar con mayor precisión las necesidades y características del sector en relación con los objetivos planteados en la investigación.

4.3.2 Dotación

Considerando que el sector Pisagua Bajo se caracteriza por un clima templado y su población no supera los 5000 habitantes, se ha determinado que la dotación será igual a 160 litros por persona diarios.

TABLA 27:DOTACIONES RECOMENDADAS

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (L/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: INEN (1992)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Para el dimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el sector de Pisagua Bajo del cantón Montalvo, se consideró como punto de partida la estimación poblacional de 2.550 habitantes, obtenida mediante la información catastral

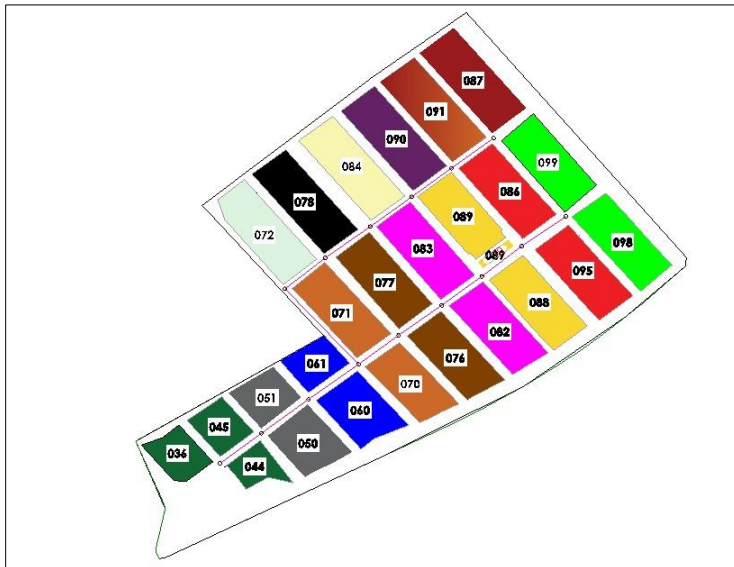
proporcionada por el GAD Municipal y los criterios de proyección establecidos en el presente estudio.

Según la Norma INEN 1108:2014 – Abastecimiento de Agua Potable. Requisitos, la dotación de agua se entiende como el volumen de agua asignado para el consumo de una persona durante un período de 24 horas, expresado en litros por habitante por día (l/hab·día). Esta normativa establece valores de dotación diferenciados, considerando tanto las características socioeconómicas como el tamaño de la población de la zona en estudio.

4.4 Áreas de Aportación

Con base en la tabla de áreas de aportación, se evidencia que el sistema de alcantarillado proyectado incorpora un total de 15 cámaras de inspección, las cuales abarcan diversas manzanas del sector, con áreas unitarias que oscilan entre 0,52 ha y 1,00 ha, alcanzando una superficie total de 10,93 ha. Esta disposición permite un control adecuado del caudal proveniente de cada manzana, garantizando una planificación hidráulica y estructural correcta de la red.

FIGURA 17: ÁREAS DE APORTACIÓN



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

TABLA 28:ÁREAS DE APORTACIÓN

Areas de Aportacion		
Camara	Nº Manzana	Area (Ha)
BC1	87	0.52
BC2	91	0.52
BC3	90	0.52
BC4	84	0.52
BC5	78	0.52
BC6	72	0.52
AC1	99-98	0.99
AC2	86-95	1
AC3	89-88	0.98
AC4	83-82	0.9
AC5	77-76	0.95
AC6	71-70	0.91
AC7	61-60	0.71
AC8	51-50	0.66
AC9	45-44-36	0.71
Total		10.93

Elaborado por: Mora, A & Rodríguez, E (2025)

4.5. Cálculo de Caudales

4.5.1 Caudal Medio Diario (AP)

El caudal medio diario representa la cantidad promedio de agua requerida por la población en un día completo. Se calcula multiplicando la población proyectada por la dotación de agua unitaria y dividiendo entre el número de segundos de un día.

$$Q_{med} (AP) = \frac{P * q}{86400}$$

Donde:

- P = 2550 habitantes
- q = 160 l/hab.dia

- 86400 = numero de segundos en un día

$$Q_{med} = \frac{2550 * 160}{86400} = 4.722 \text{ l/s}$$

4.5.2 Caudal Medio Diario (AS)

Para el cálculo del caudal medio diario del sistema de alcantarillado. Se considera el nivel de complejidad del sistema entre Bajo y Medio por lo cual se utiliza un coeficiente de retorno del 80%. Este porcentaje refleja la proporción de agua consumida que efectivamente se convierte en aguas residuales, considerando pérdidas por evaporación, consumo en riego, fugas y otros usos que no retornan al sistema de drenaje.

TABLA 29:COEFICIENTE DE RETORNO

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

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

$$Q_{med} (AS) = Q_{med} (AP) * Cr$$

Donde:

- $Q_{med} (AP) = 4.722 \text{ l/s}$
- $Cr = 0.8$ Coeficiente de retorno

$$Q_{med} (AS) = 4.722 * 0.8 = 3.777 \text{ l/s}$$

4.5.3 Caudal Máximo

El factor de mayoración (FM) se emplea para transformar el caudal medio en el caudal máximo horario, considerando las variaciones propias del consumo y descarga en la población. En este proyecto se adoptó la fórmula de Harmon modificada, que relaciona el número de habitantes con el FM y entrega valores típicos entre 2,0 y 4,5. Su uso está respaldado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000 y en manuales aplicados por empresas prestadoras de servicio en Ecuador, como la EPMAPS, por lo que constituye un criterio técnico aceptado para el diseño de alcantarillado sanitario.

$$Q_{max} = Q_{med} (AS) * FM$$

Donde:

- $Q_{med} (AS) = 3.777$ l/s caudal medio diario de alcantarillado (l/s)
- FM = Factor de mayoración

En Donde:

$$FM = \frac{\left[18 + \left(\frac{P}{1000} \right)^{0.5} \right]}{\left[4 + \left(\frac{P}{1000} \right)^{0.5} \right]}$$

- $P = 2550$ habitantes

$$FM = \frac{\left[18 + \left(\frac{2550}{1000} \right)^{0.5} \right]}{\left[4 + \left(\frac{2550}{1000} \right)^{0.5} \right]} = 3.501$$

$$Q_{max} = 3.777 * 3.501 = 13.223 \text{ l/s}$$

4.5.4. Caudal de infiltración

Para considerar los aportes por infiltración en el sistema sanitario se adoptó una tasa unitaria de 0,15 L/s·ha, valor representativo de infiltración media para sistemas de complejidad baja–media según criterios operativos de EMAAP-Q (2009). El caudal de infiltración se utilizó como el producto entre el área de servicio y la tasa unitaria.

TABLA 30: APORTES POR INFILTRACIÓN EN REDES DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

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

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

$$Qi = AserT * Fi$$

Donde:

- AserT = 10.93 ha Área de servicio total
- Fi= 0.15 Tasa unitaria de infiltración

$$Qi = 10.93 * 0.15 = 1.639 \text{ l/s}$$

4.5.5. Caudal de Conexiones Ilícitas

Para el caudal por conexiones ilícitas se adoptó un valor de 0,15 L/s·ha, correspondiente al rango máximo recomendado por EMAAP-Q (2009) para sistemas de

complejidad baja–media. Este caudal se incorpora como un aporte adicional al diseño con el fin de representar las descargas erradas de aguas pluviales hacia la red sanitaria.

TABLA 31: APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS CON SISTEMA PLUVIAL

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L/ s-ha)
Bajo y medio	0.15 - 0.20
Medio alto y alto	0.1

Fuente: EMAAP-Q (2009)

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

$$Q_{ilicitas} = A_{serT} * F_i$$

Donde:

- A_{serT} = 10.93 ha Área de servicio total
- F_i = 0.15 Tasa unitaria de conexiones ilícitas

$$Q_{ilicitas} = 10.93 * 0.15 = 1.639 \text{ l/s}$$

4.5.6. Caudal de Diseño

El caudal de diseño del sistema de alcantarillado se determina como la sumatoria del caudal máximo horario, el caudal de infiltración y el caudal derivado de conexiones ilícitas. Los valores correspondientes a infiltración y conexiones ilícitas se obtienen a partir Tabla 9 y Tabla 10, la cual considera las características específicas del sector y el nivel de complejidad del sistema. Para la cual se estimó un valor de 0.10 tanto para caudal de infiltración como para caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{max}} + Q_i + Q_{\text{ilicito}}$$

Donde:

- $Q_{\text{max}} = 13.223 \text{ l/s}$ Caudal Máximo
- $Q_i = 1.639 \text{ l/s}$ Caudal de infiltración
- $Q_{\text{ilicito}} = 1.639 \text{ l/s}$ Caudal de Conexiones Ilícitas

$$Q_{\text{diseño}} = 13.233 + 1.639 + 1.639 = 16.501 \text{ l/s}$$

4.6 Trazado de la Red

De acuerdo con lo establecido en la norma INEN 1108 y considerando el plano catastral del sector Pisagua Bajo del cantón Montalvo, se determinó que los tramos entre cámaras de inspección e intersecciones no superan los 100 m de longitud. En este contexto, y con el fin de garantizar la adecuada capacidad hidráulica y el cumplimiento de la normativa vigente, se adoptó un diámetro mínimo de tubería de 200 mm para el sistema de alcantarillado sanitario.

TABLA 32: DIÁMETROS DE TUBERÍA, DISTANCIA ENTRE POZOS

Diámetro de la tubería (mm)	Distancia máxima entre pozos (m)
Menor a 350	100
400 – 800	150

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Con base en estos lineamientos de diseño, se definieron dos colectores principales (denominados Colector A y Colector B), los cuales se interconectan en el

tramo comprendido entre las cámaras BC6 y AC6. El trazado de la red de alcantarillado concluye en la cámara terminal AC9, conformando un total de 15 cámaras de inspección distribuidas estratégicamente para optimizar la operación hidráulica, así como para facilitar las labores de mantenimiento y control de la red.

FIGURA 18:TRAZADO DE LA RED



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

4.6.1. Pendiente

Los parámetros de longitud, cotas y pendientes del terreno fueron obtenidos mediante el uso del software CivilCAD, herramienta que permitió procesar y digitalizar la información topográfica levantada en campo. Con el fin de garantizar la confiabilidad de los datos, se procedió a su verificación mediante la fórmula de cálculo de pendiente, expresada de la siguiente manera:

$$S = \frac{Cota A - Cota B}{L}$$

Donde:

- S = Pendiente
- L= 55.74 m Longitud de tramo
- Cota A= 85.95 m
- Cota B = 85.22 m

$$S_{A-B} = \frac{85.95 - 85.22}{55.74} = 0.013 \text{ m/m}$$

4.6.2. Tubería

Las tuberías del sistema siguen el terreno y aprovechan la energía de la diferencia de cotas. Para los colectores de pequeño diámetro elegimos PVC (PVC-U) por ser ligero, resistente a impactos, duradero frente a la corrosión y lo suficientemente flexible como para asegurar una solución eficiente y de larga duración para las redes sanitarias de menor escala.

4.6.3. Cámaras de revisión

Las cámaras de revisión se colocarán en todas las intersecciones y cambios de dirección. En el caso de cualquier diámetro de colectores, la ubicación de los pozos de revisión podrá extenderse a distancias superiores, siempre que las condiciones topográficas y urbanísticas del proyecto lo permitan. No obstante, se debe garantizar que la separación máxima entre pozos no sobrepase el límite que pueden cubrir los equipos de limpieza disponibles.

TABLA 33:CÁMARAS DE REVISIÓN DIÁMETROS

DIÁMETROS DE TUBERÍA (mm)	DIÁMETROS DE POZO (m)
Menor o igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

4.7 Ficha Hidráulica

El prediseño de la red se realizó en Autodesk Civil 3D a partir del levantamiento topográfico. Se modeló la superficie, se definieron colectores y cámaras y se obtuvieron longitudes, pendientes iniciales y cotas de terreno e invert por tramo. Esta geometría se pasó a Excel, donde se codificaron las ecuaciones de dimensionamiento para generar la ficha hidráulica.

En la hoja de cálculo se calcularon caudales medios y de diseño, infiltración y capacidad hidráulica con Manning para tubería circular parcialmente llena. Se verificaron los criterios de diseño: Como $Q_{cap} \geq Q_{dis}$, relación d/D , velocidad y fuerza tractiva, pendientes mínimas, recubrimientos y profundidad de zanja, compatibilidad con el material seleccionado (PVC). Cuando un tramo no cumplía, se cambiaban pendientes, diámetros o cotas en Civil 3D y se recalculaba en Excel hasta cumplir.

ULVR			CÁLCULO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO																																	
			SECTOR: PISAGUA BAJO CANTON: MONTALVO																																	
TRAMO			BZ	L	HAB	DOT	q med. Ap	FR	q med As	FM	Area	q ilic.	q Inf.	q dis	q max.	q dis.	MAT TUB	D	S	Q	V	q/Q	d/D	v/V	d	v	DES.	TERRENO		INVERT		Dint+e	RELLENO		CORTE	
De	a	UNI	m	TOTAL	Lt/Hab-dia	Lt/s	%	Lt/s	-	Has	Lt/s	Lt/s	L/S	Lt/s	Lt/s	PVC	mm	‰	Lt/s	m/s	-	-	-	mm	m/s	m	INICIO	RNAL	INICIO	RNAL	m	INICIO	RNAL	INICIO	RNAL	
BC1	BC2	BC1	55.74	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	0.97	PVC	200	13.00	44.24	1.41	0.02	0.10	0.40	20	0.57	0.72	87.15	86.64	85.95	85.22	0.20	1.00	1.22	1.20	1.40	
BC2	BC3	BC2	53.09	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	1.93	PVC	200	5.00	30.18	0.96	0.06	0.17	0.56	34	0.53	0.27	86.64	86.39	85.22	84.94	0.20	1.22	1.25	1.42	1.40	
BC3	BC4	BC3	55.17	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	2.90	PVC	200	39.00	84.29	2.68	0.03	0.13	0.46	25	1.24	2.15	86.39	84.07	84.94	82.78	0.20	1.25	1.09	1.45	1.20	
BC4	BC5	BC4	59.02	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	3.87	PVC	200	13.00	44.24	1.41	0.09	0.20	0.61	40	0.86	0.77	86.39	84.07	82.78	82.00	0.20	3.41	1.87	3.61	2.00	
BC5	BC6	BC5	54.70	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	4.83	PVC	200	3.00	21.25	0.68	0.23	0.32	0.80	64	0.54	0.16	84.07	83.19	82.00	81.83	0.20	1.87	1.16	2.07	1.30	
BC6	AC6	BC6	114.98	130	160.00	0.24	0.80	0.19	4.21	0.52	0.08	0.08	0.97	0.81	5.80	PVC	200	5.00	27.44	0.87	0.21	0.31	0.79	62	0.69	0.57	83.19	82.67	81.83	81.24	0.20	1.16	1.23	1.36	1.40	
AC1	AC2	AC1	57.58	260	160.00	0.48	0.80	0.39	4.10	0.99	0.15	0.15	1.88	1.58	1.88	PVC	200	17.00	50.59	1.61	0.04	0.13	0.48	26	0.77	0.98	90.02	91.49	88.97	87.98	0.20	0.85	3.31	1.05	3.50	
AC2	AC3	AC2	54.05	260</																																

64

4.8 Diseño de la Red

Los datos de la tabla hidráulica se introdujeron en SewerCAD línea por línea. Se importaron cotas de terreno e invert, longitudes, pendientes preliminares y caudales de diseño. El análisis se diseñó para flujo por gravedad usando el método de Manning.

Se asignó el catálogo de tuberías y secciones del software. "Seleccionamos PVC de diámetros comerciales y rugosidad apropiada". Todo se asoció a su línea y a las cámaras.

El modelo siguió las restricciones de diseño: rangos de velocidad, pendientes mínimas y máximas, cobertura y relleno de zanja, d/D y fuerza tractiva. SewerCAD determinó la capacidad de cada tramo, localizó la línea hidráulica y detectó cualquier anomalía. Graduamos pendientes, cotas o diámetros y repetimos la corrida hasta ajustarnos a los parámetros, conservando continuidad topográfica y condiciones de autolimpieza.

4.8.1 Parámetros Principales de Diseño

TABLA 35: PARÁMETROS PRINCIPALES DE DISEÑO

CONDICIÓN	PARÁMETROS DE DISEÑO SEWERCAD
Material de diseño	PVC-U (consistente en toda la red).
Velocidad (V)	Entre 0,60 y 3,00 m/s en todos los tramos.
Porcentaje de llenado (d/D)	75 % (control de Part Full Design activado).
Recubrimiento (Cover)	Entre 1,00 y 7,00 m, medido al intradós (Pipe Soffit).
Considerar cover a lo largo	No (no se evalúa variación de cover a lo largo de la tubería).
Modelo de terreno activo	Ninguno (sin MDT para el cálculo de cover).
Pendiente (S)	Entre 0,200 % y 10,000 %.
Esfuerzo tractivo (τ)	$\geq 1,000$ Pa (diseño por esfuerzo tractivo activado).
Tipo de restricción	Simple para Velocidad, Cover, Pendiente y d/D.
Catálogo de conduits	Considerar todas las clases de la misma forma y material (no limitar a una clase).

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

Con la red digitalizada y los caudales asignados, se dimensionó el diseño por gravedad en SewerCAD: material PVC-U, velocidades objetivo 0.60–3.00 m/s, d/D controlado al 75 %, recubrimiento 1.00–7.00 m (al intradós), pendientes permisibles 0.2–10 % y verificación por esfuerzo tractivo. También activamos Set Rim to Ground para que las tapas de cámara queden a nivel de la rasante final.

FIGURA 19: PARÁMETRO DE VELOCIDAD

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Velocity Constraints Type: Simple

Velocity (Minimum): 0.60 m/s

Velocity (Maximum): 3.00 m/s

Conduit Catalog Design Behavior

☒ Consider all classes of the same shape and material

☐ Only consider sizes in the specified class

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

☒ Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 20: PARÁMETRO DE RECUBRIMIENTO

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

☐ Consider Cover Along Pipe Length?

Active Terrain Model: <none>

Measure Cover To: Pipe Soffit

Cover Constraints Type: Simple

Cover (Minimum): 1.00 m

Cover (Maximum): 7.00 m

Conduit Catalog Design Behavior

☒ Consider all classes of the same shape and material

☐ Only consider sizes in the specified class

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

☒ Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 21: PARÁMETRO DE PENDIENTE

The screenshot shows the 'Default Design Constraints' dialog box with the 'Slope' tab selected. The 'Default Constraints' section on the left includes a 'Slope Constraints Type' dropdown set to 'Simple', a 'Slope (Minimum)' input field with '0.200', and a 'Slope (Maximum)' input field with '10.000'. The 'Extended Design' section on the right has a checked 'Is Part Full Design?' checkbox, a 'Percent Full Constraint Type' dropdown set to 'Simple', and a 'Percentage Full' input field with '75.0'. At the bottom, the 'Conduit Catalog Design Behavior' section has two radio buttons: 'Consider all classes of the same shape and material' (selected) and 'Only consider sizes in the specified class'. The dialog box has 'Close', 'Search', and 'Help' buttons at the bottom right.

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 22: PARÁMETRO DE TRACTIVE STRESS

The screenshot shows the 'Default Design Constraints' dialog box with the 'Tractive Stress' tab selected. The 'Default Constraints' section on the left has a checked 'Include Tractive Stress Design?' checkbox and a 'Tractive Stress (Design Minimum)' input field with '1.000' Pascals. The 'Extended Design' section on the right has a checked 'Is Part Full Design?' checkbox, a 'Percent Full Constraint Type' dropdown set to 'Simple', and a 'Percentage Full' input field with '75.0'. The 'Conduit Catalog Design Behavior' section at the bottom has the same two radio buttons as in Figure 21. The dialog box has 'Close', 'Search', and 'Help' buttons at the bottom right.

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

4.8.2 Análisis de Resultados de SewerCad

Cuando cargamos las cotas, sólo introducimos la cota de terreno (Elevation Ground). No amarramos los invert: dejamos que el motor de Design sugiera automáticamente el mejor perfil en función de la topografía existente.

Al correr el diseño, el programa itera ajustando invertidos y pendientes, escogiendo diámetros de catálogo de PVC y verificando que recubrimientos, velocidades y porcentaje de llenado estén dentro de rangos aceptables. Pero Design no es el fin: suele dar avisos (velocidad por debajo del mínimo, d/D fuera de rango, cover fuera de rango, HGL próximo o sobre la corona, profundidades elevadas). Es parte del proceso. Luego debemos de corregir en sitio: pendientes localizadas, diámetro, cámara intermedia, salto interno (en donde la diferencia de cotas lo exija), alineación (para recuperar recubrimiento). Volvemos a calcular y revisamos hasta que todas las advertencias se eliminen y el ruteo sea consistente y construible.

El resultado son las FlexTables de tuberías y cámaras: diámetros finales, pendientes, invert proyectados, velocidades, d/D, coberturas y cumplimiento. Con eso cerramos la memoria y los perfiles longitudinales modelizados.

FIGURA 23: TABLA DE TUBERÍAS

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Flow (System Sanitary) (L/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Invert (Stop) (m)
65	T1	BC1	85.95	BC2	0.97	47.23	2.3	85.27
46	T2	BC2	85.27	BC3	1.92	35.27	6.0	84.90
60	T3	BC3	84.90	BC4	2.85	29.90	10.5	84.63
70	T4	BC4	84.63	BC5	3.77	73.66	5.6	82.87
57	T5	BC5	82.87	BC6	4.68	54.08	9.5	81.99
74	T6	BC6	81.99	AC6	5.59	32.27	19.0	81.33
68	T7	AC1	88.82	AC2	1.88	35.59	5.8	88.42
55	T8	AC2	88.42	AC3	3.71	68.31	6.0	87.03
49	T9	AC3	87.03	AC4	5.47	105.99	5.7	83.73
67	T10	AC4	83.73	AC5	7.22	85.13	9.3	81.47
52	T11	AC5	81.47	AC6	8.50	21.72	42.9	81.33
73	T12	AC6	81.33	AC7	15.68	19.07	90.2	81.20
71	T13	AC7	81.20	AC8	16.65	19.07	95.8	81.07
62	T14	AC8	81.07	AC9	17.55	34.57	55.7	80.96
77	T15	AC9	80.96	O-1	18.57	34.57	58.9	80.80

Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (%)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)
True	55.7	55.9	1.227	Circle	200.0	0.010	0.60	0.03
True	53.1	52.8	0.684	Circle	200.0	0.010	0.60	0.04
True	55.2	55.1	0.492	Circle	200.0	0.010	0.60	0.05
True	59.0	59.0	2.985	Circle	200.0	0.010	1.23	0.05
True	54.7	54.7	1.609	Circle	200.0	0.010	1.06	0.06
True	115.0	113.7	0.573	Circle	200.0	0.010	0.77	0.10
True	57.6	57.6	0.697	Circle	200.0	0.010	0.60	0.04
True	54.1	54.0	2.567	Circle	200.0	0.010	1.16	0.06
True	53.4	53.3	6.180	Circle	200.0	0.010	1.77	0.07
True	56.7	56.7	3.986	Circle	200.0	0.010	1.65	0.08
True	53.4	53.4	0.259	Circle	200.0	0.010	0.65	0.11
True	65.7	65.7	0.200	Circle	200.0	0.010	0.68	0.14
True	62.9	62.9	0.200	Circle	200.0	0.010	0.68	0.14
True	55.3	55.3	0.200	Circle	250.0	0.010	0.71	0.13
True	82.3	90.4	0.200	Circle	250.0	0.010	0.72	0.12

Depth/Rise (%)	Conduit Type	Catalog Class	Material	Size
15.4	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
20.1	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
23.8	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
27.0	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
29.9	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
50.2	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
21.6	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
28.1	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
33.3	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
39.6	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
56.3	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
70.7	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
67.7	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	200 mm
51.3	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	250 mm
47.9	Catalog Conduit	Circle - PVC	PVC	250 mm

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

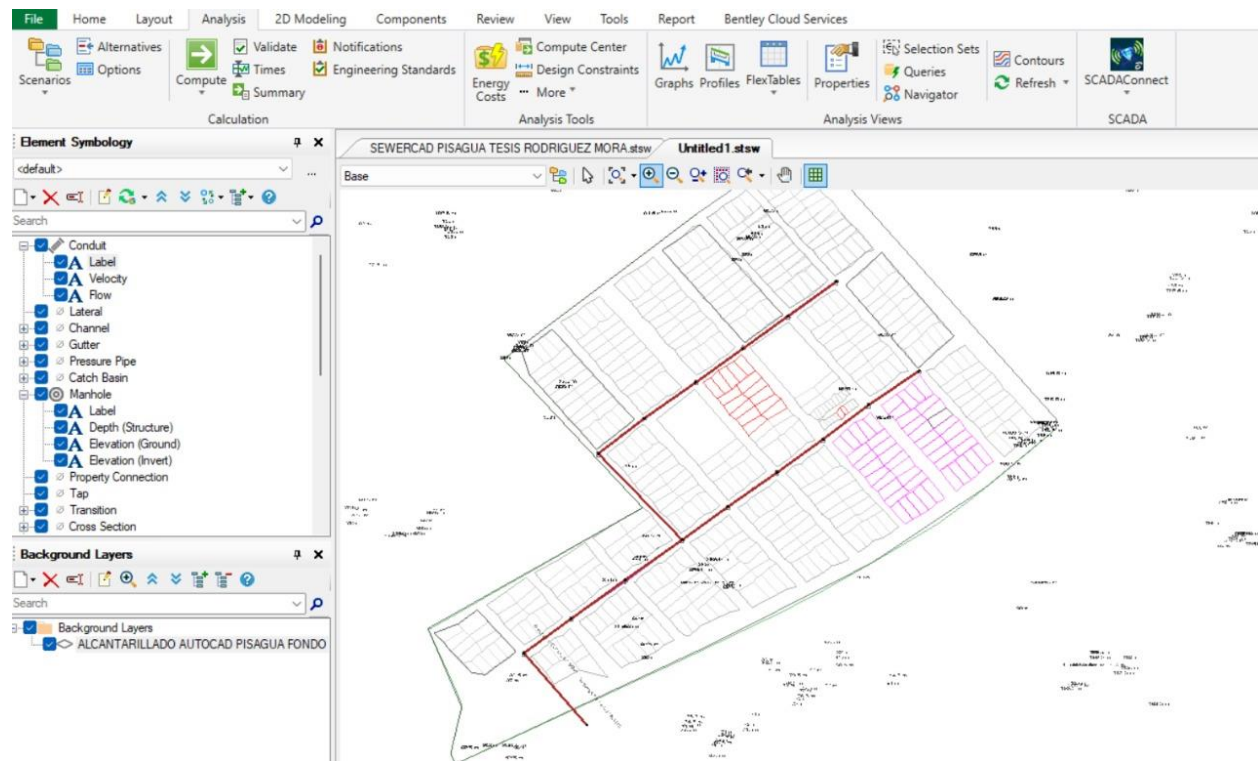
TABLA 36: CÁMARAS

ID	Label	Depth (Structure) (m)	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Diameter (mm)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total In) (L/s)
69	AC1	1.20	90.02	True	90.02	1,200.0	88.82	0.00
56	AC2	3.07	91.49	True	91.49	1,200.0	88.42	1.88
50	AC3	1.20	88.23	True	88.23	1,200.0	87.03	3.71
51	AC4	1.20	84.93	True	84.93	1,200.0	83.73	5.47
53	AC5	1.20	82.67	True	82.67	1,200.0	81.47	7.22
54	AC6	5.26	86.59	True	86.59	1,200.0	81.33	14.09
72	AC7	5.63	86.83	True	86.83	1,200.0	81.20	15.68
63	AC8	1.49	82.56	True	82.56	1,200.0	81.07	16.65
64	AC9	2.42	83.38	True	83.38	1,200.0	80.96	17.55
66	BC1	1.20	87.15	True	87.15	1,200.0	85.95	0.00
47	BC2	1.37	86.64	True	86.64	1,200.0	85.27	0.97
48	BC3	1.49	86.39	True	86.39	1,200.0	84.90	1.92
61	BC4	1.76	86.39	True	86.39	1,200.0	84.63	2.85
58	BC5	1.20	84.07	True	84.07	1,200.0	82.87	3.77
59	BC6	1.20	83.19	True	83.19	1,200.0	81.99	4.68

Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)	Base Load (Local Sanitary) (L/s)
1.88	0.04	88.86	Absolute	88.86	1.88
3.71	0.05	88.47	Absolute	88.47	3.71
5.47	0.06	87.09	Absolute	87.09	5.47
7.22	0.07	83.80	Absolute	83.80	7.22
8.50	0.09	81.56	Absolute	81.56	8.50
15.68	0.14	81.47	Absolute	81.47	15.68
16.65	0.14	81.34	Absolute	81.34	16.65
17.55	0.13	81.20	Absolute	81.20	17.55
18.57	0.13	81.09	Absolute	81.09	18.57
0.97	0.03	85.98	Absolute	85.98	0.97
1.92	0.04	85.30	Absolute	85.30	1.92
2.85	0.04	84.95	Absolute	84.95	2.85
3.77	0.05	84.68	Absolute	84.68	3.77
4.68	0.06	82.93	Absolute	82.93	4.68
5.59	0.06	82.05	Absolute	82.05	5.59

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 24: DISEÑO DE LA RED EN SEWERCAD



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 26:TRAMO BC1-BC6

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL BC1 - BC6 (SEWERCAD
TESIS PISAGUA RODRIGUEZ - MORA.stsw)

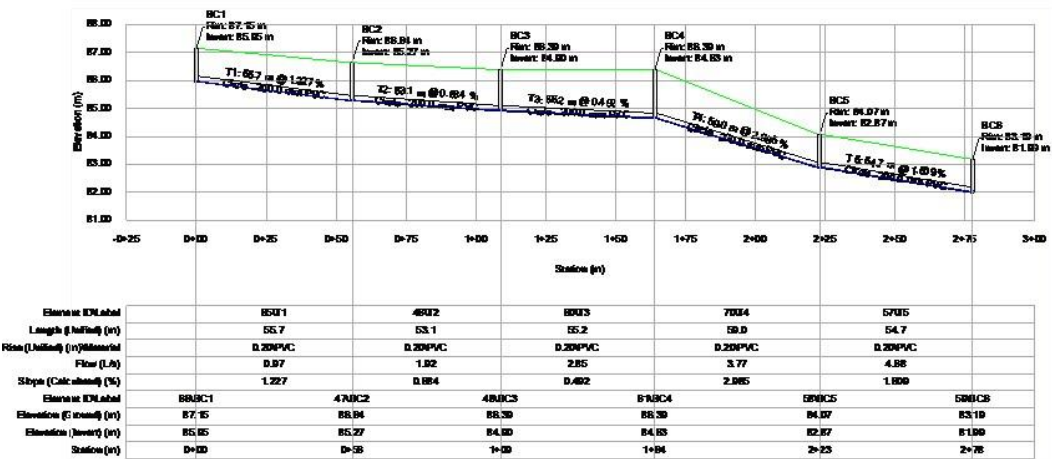


FIGURA 27:TRAMO BC1-BC2

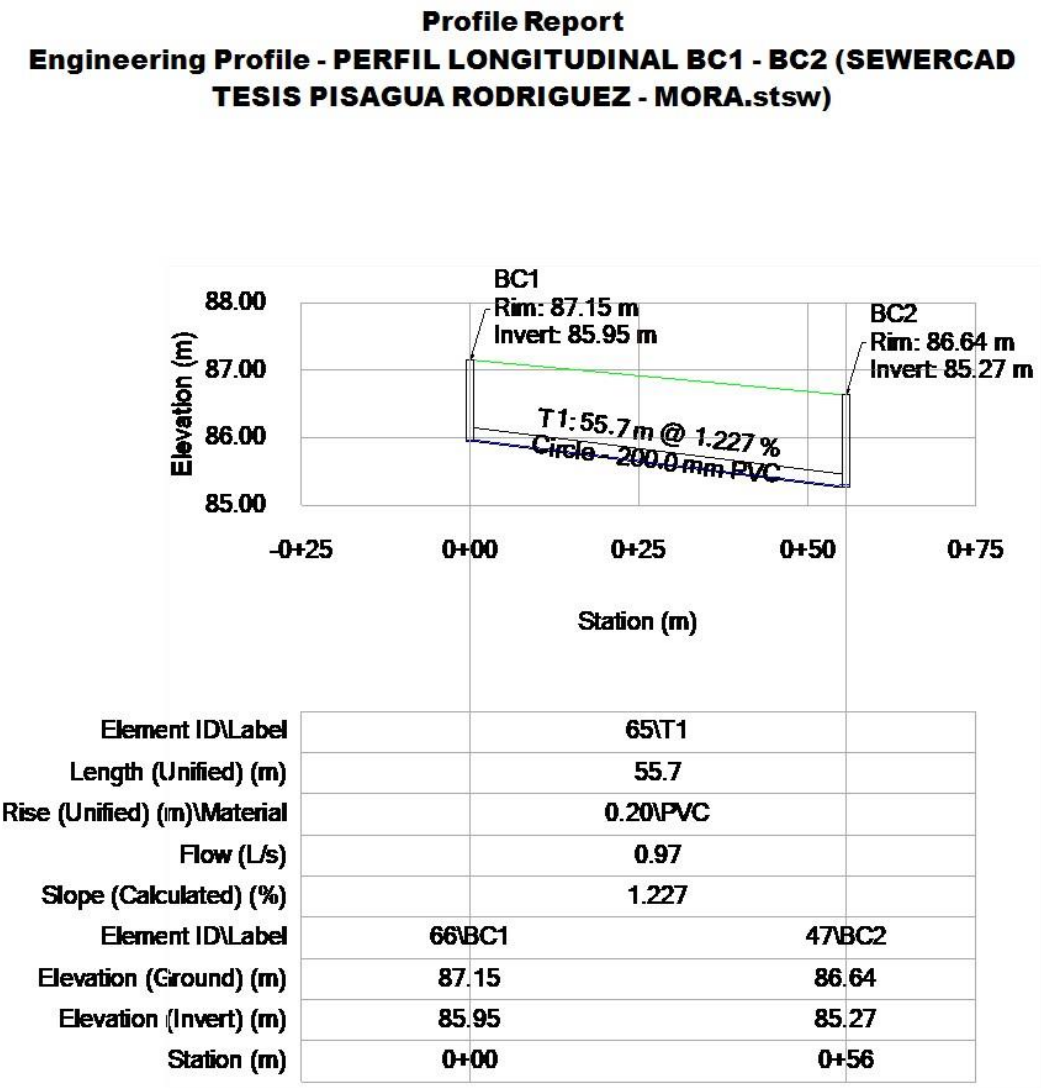


FIGURA 28:TRAMO BC2-BC3

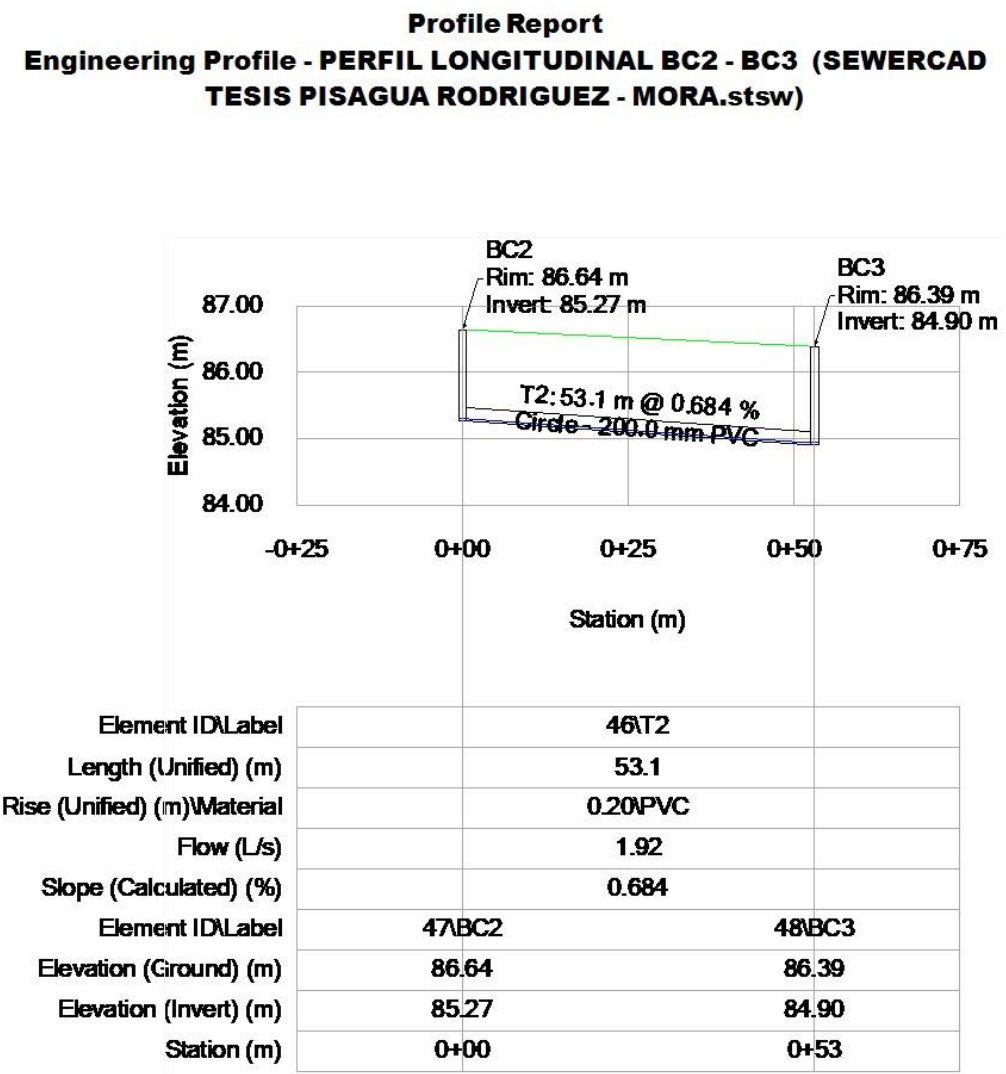
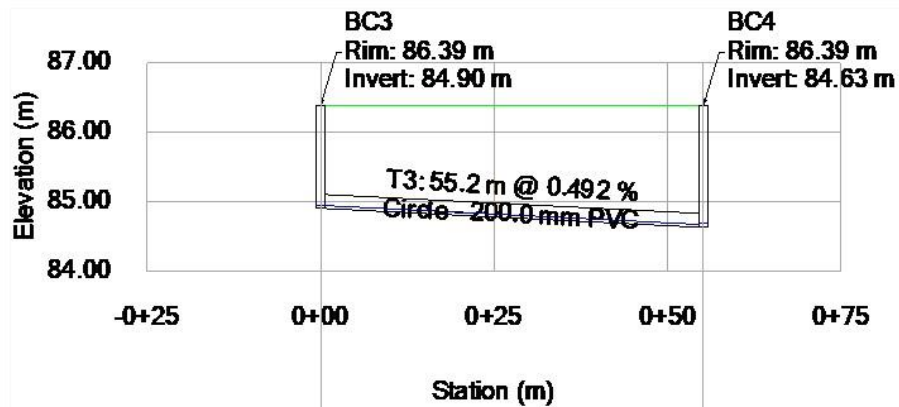


FIGURA 29: TRAMO BC3-BC4

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL BC3 - BC4 (SEWERCAD
TESIS PISAGUA RODRIGUEZ - MORA.stsw)



Element ID\Label	60\T3	
Length (Unified) (m)	55.2	
Rise (Unified) (m)\Material	0.20\PVC	
Flow (L/s)	2.85	
Slope (Calculated) (%)	0.492	
Element ID\Label	48\BC3	61\BC4
Elevation (Ground) (m)	86.39	86.39
Elevation (Invert) (m)	84.90	84.63
Station (m)	0+00	0+55

FIGURA 30:TRAMO BC4-BC5

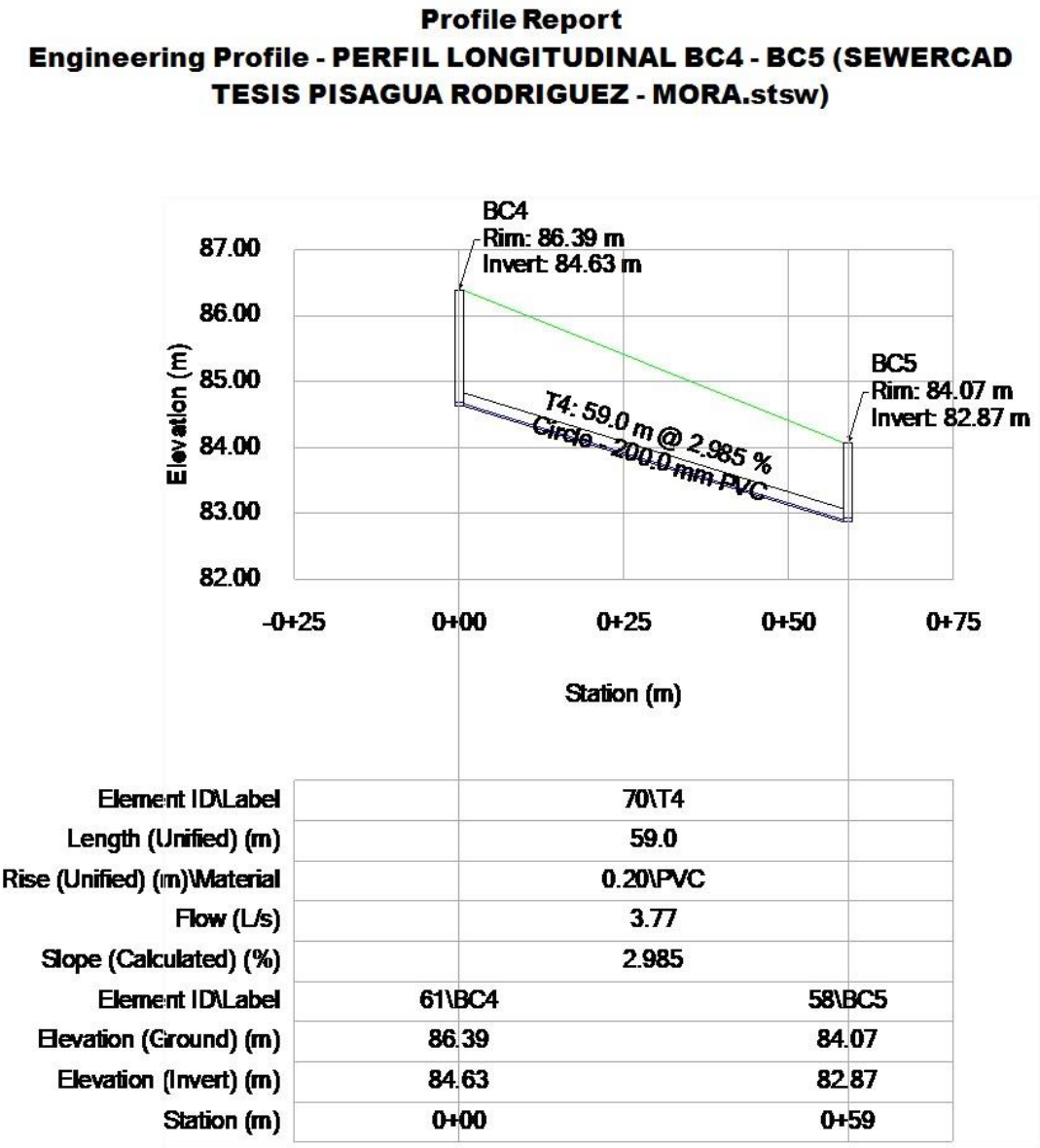


FIGURA 31:TRAMO BC5-BC6

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL BC5 - BC6 (SEWERCAD
TESIS PISAGUA RODRIGUEZ - MORA.stsw)

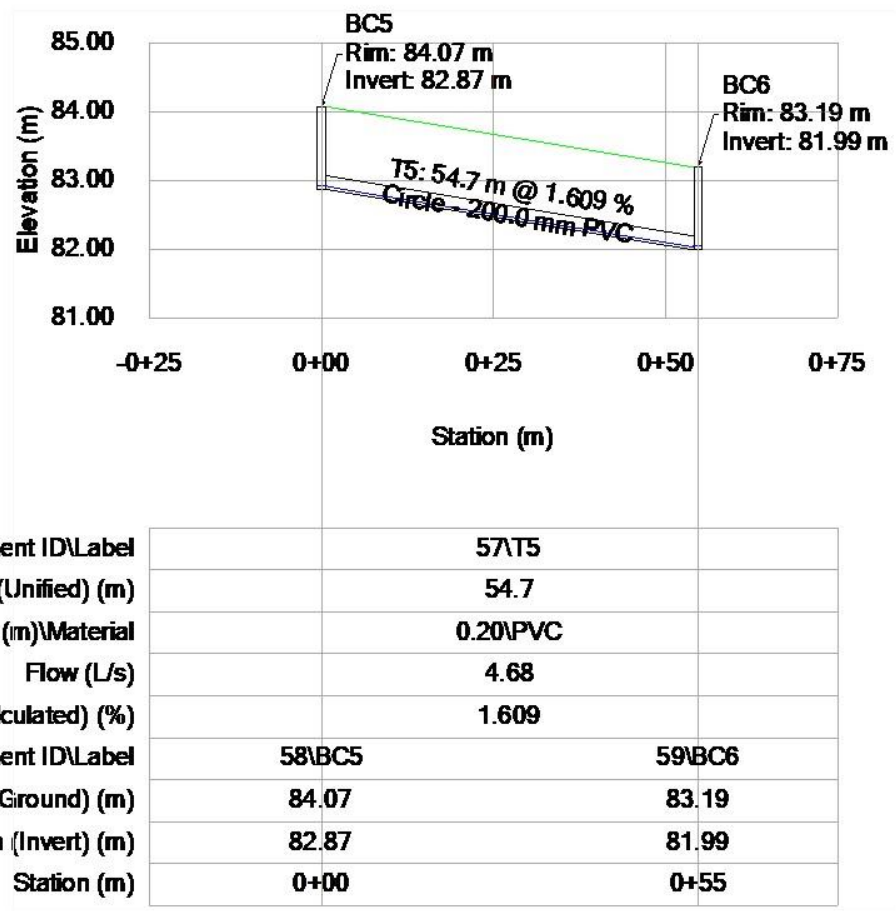


FIGURA 32:TRAMO AC1-AC2

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL AC1 - AC2 (SEWERCAD
TESIS PISAGUA RODRIGUEZ - MORA.stsw)

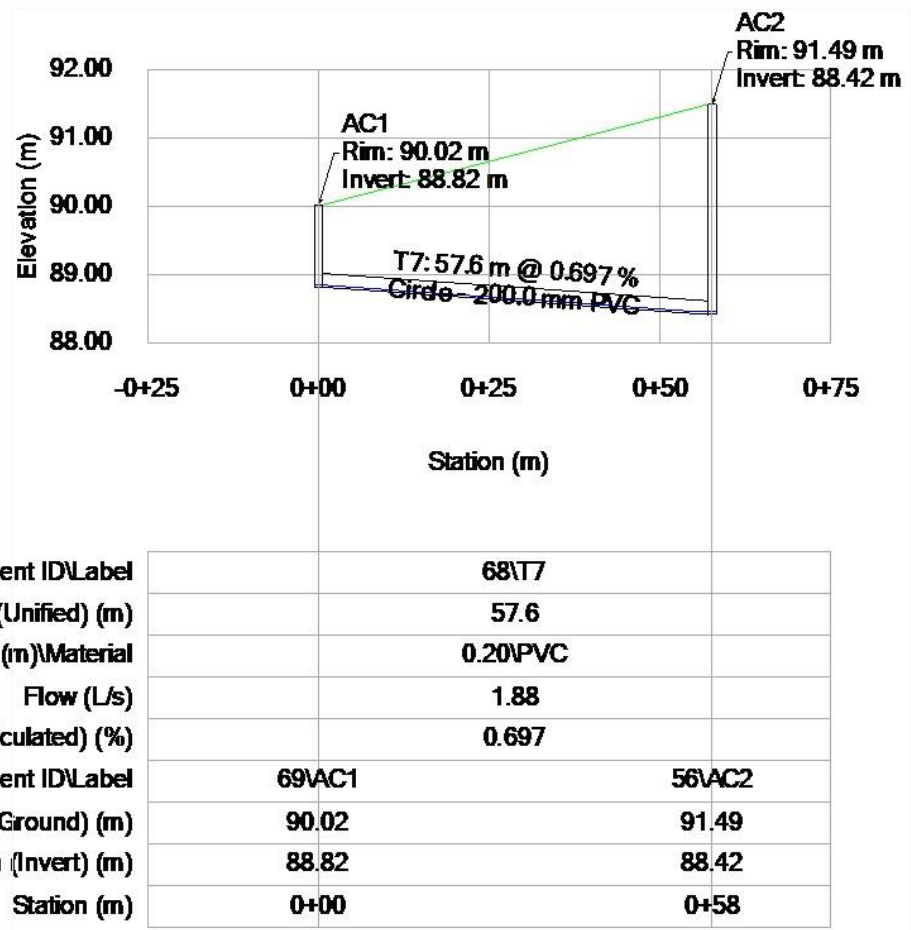


FIGURA 33:TRAMO AC2-AC3

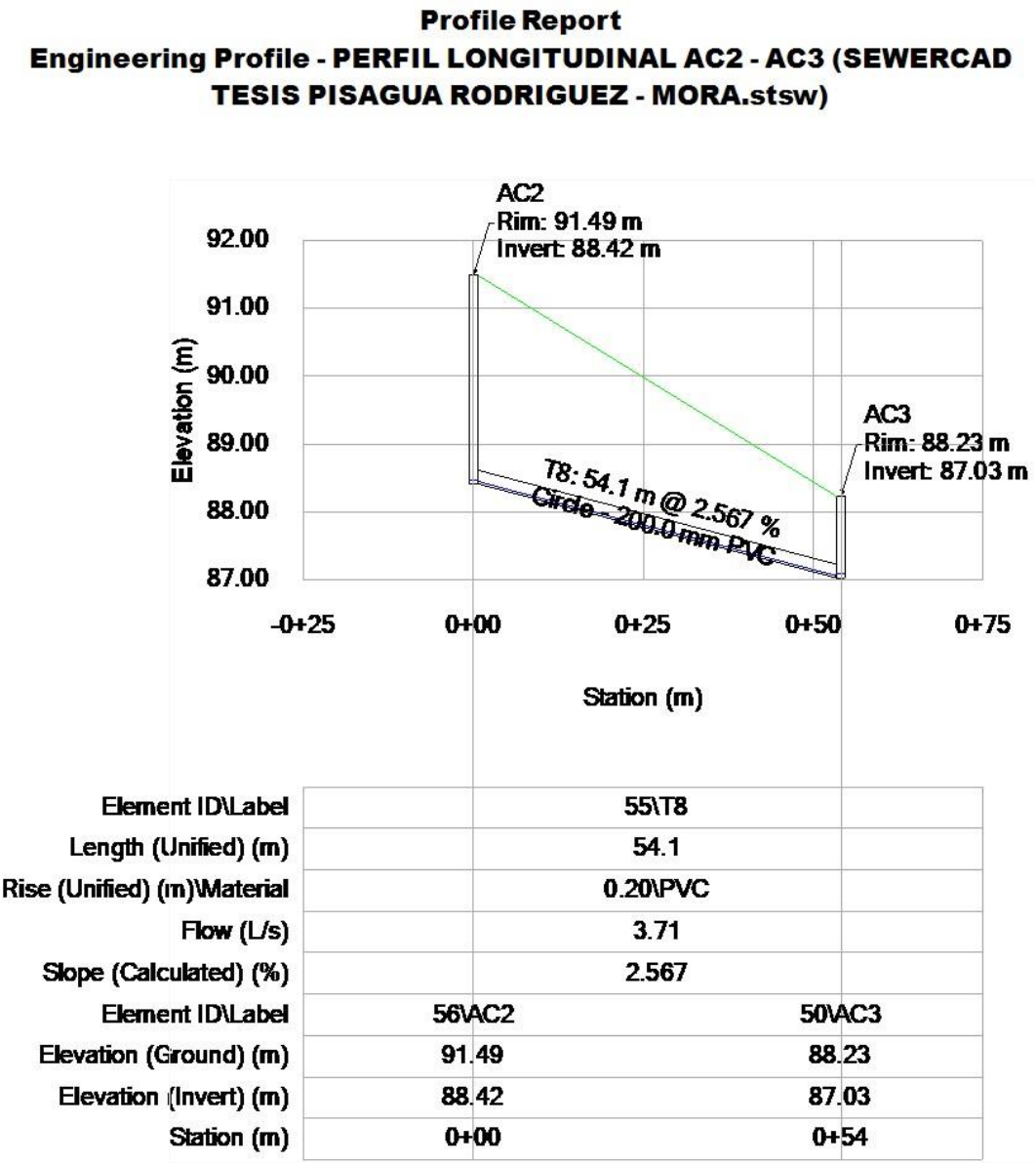


FIGURA 34:TRAMO AC3-AC4

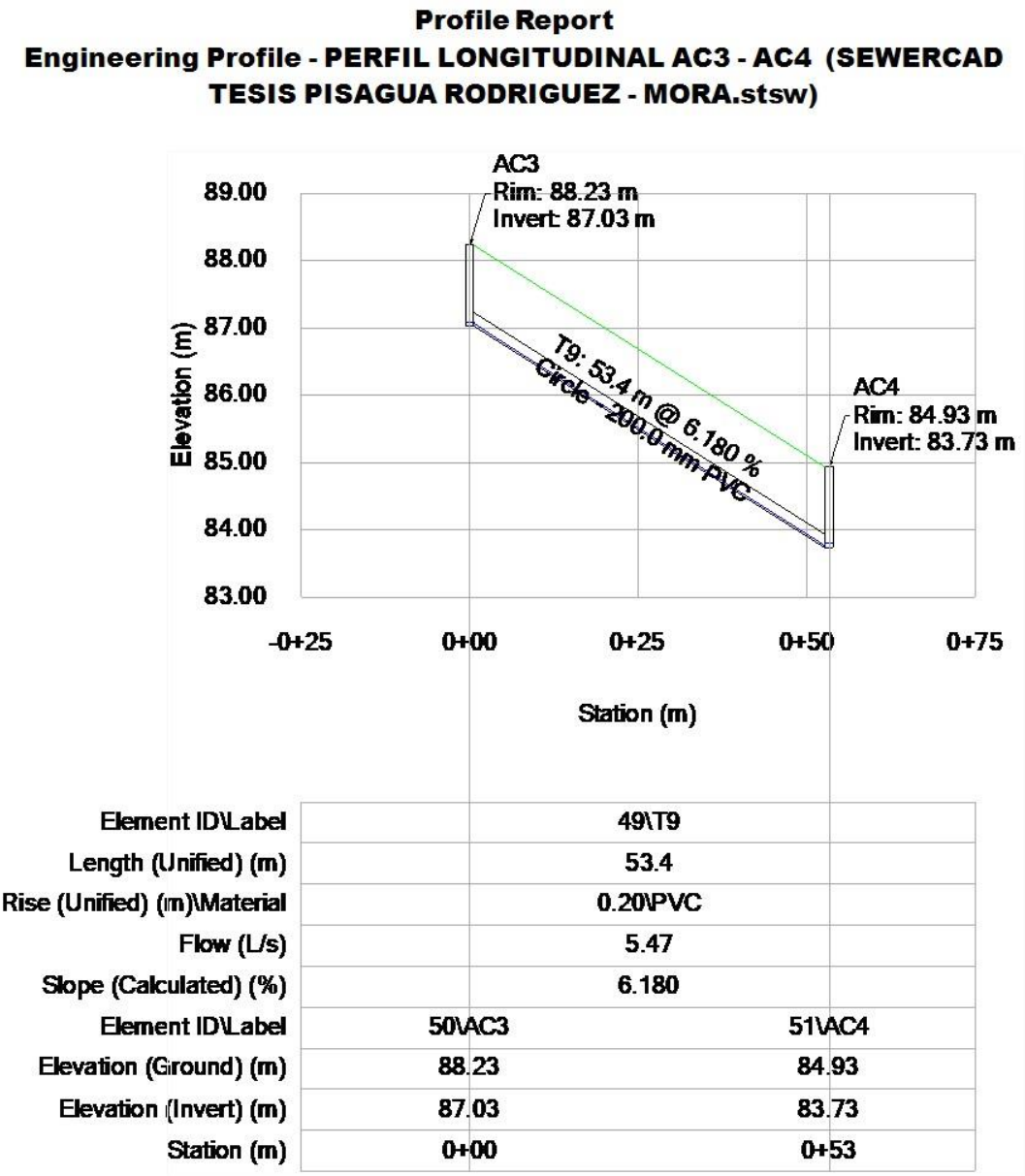
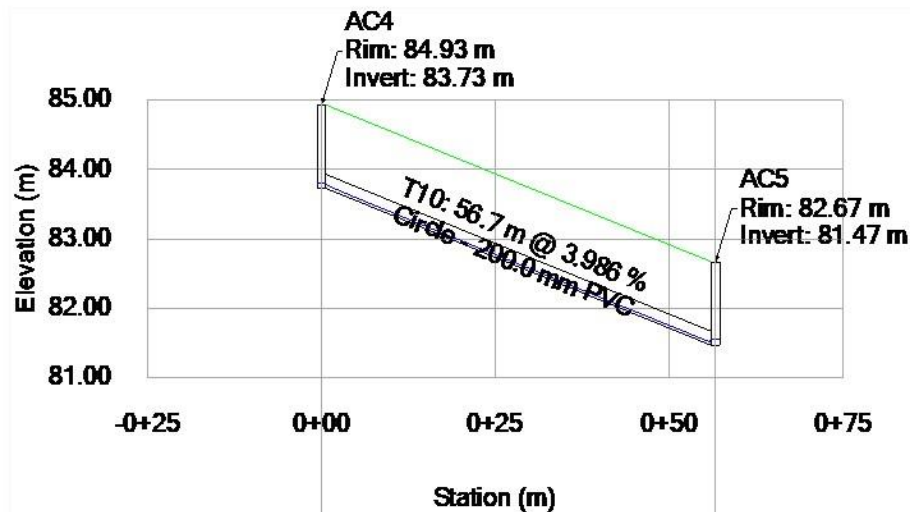


FIGURA 35:TRAMO AC4-AC5

Profile Report
Engineering Profile - PERFIL LONGITUDINAL AC4 - AC5 (SEWERCAD
TESIS PISAGUA RODRIGUEZ - MORA.stsw)



Element ID\Label	67\T10	
Length (Unified) (m)	56.7	
Rise (Unified) (m)\Material	0.20\PVC	
Flow (L/s)	7.22	
Slope (Calculated) (%)	3.986	
Element ID\Label	51\AC4	53\AC5
Elevation (Ground) (m)	84.93	82.67
Elevation (Invert) (m)	83.73	81.47
Station (m)	0+00	0+57

FIGURA 36:TRAMO AC5-AC6

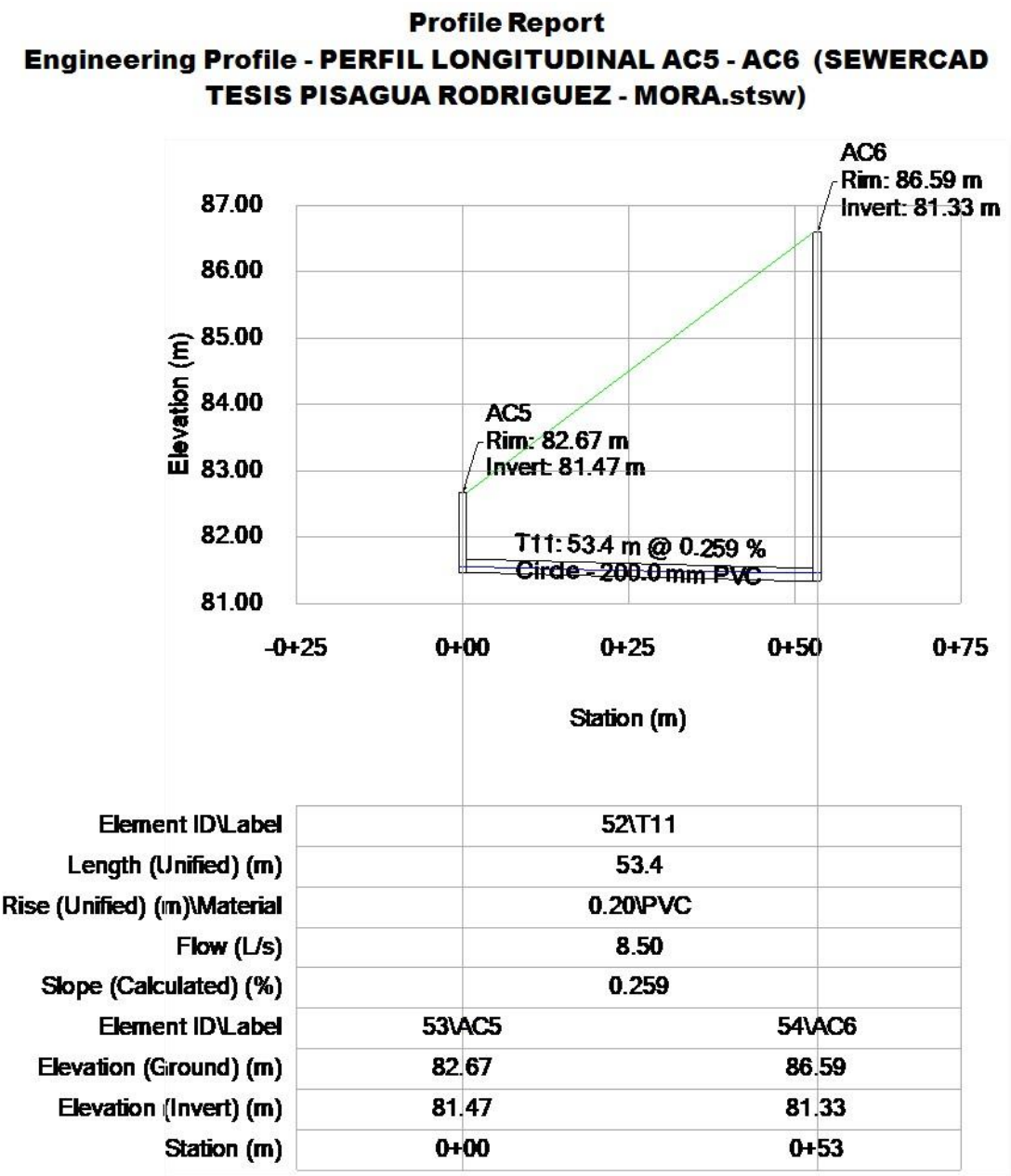
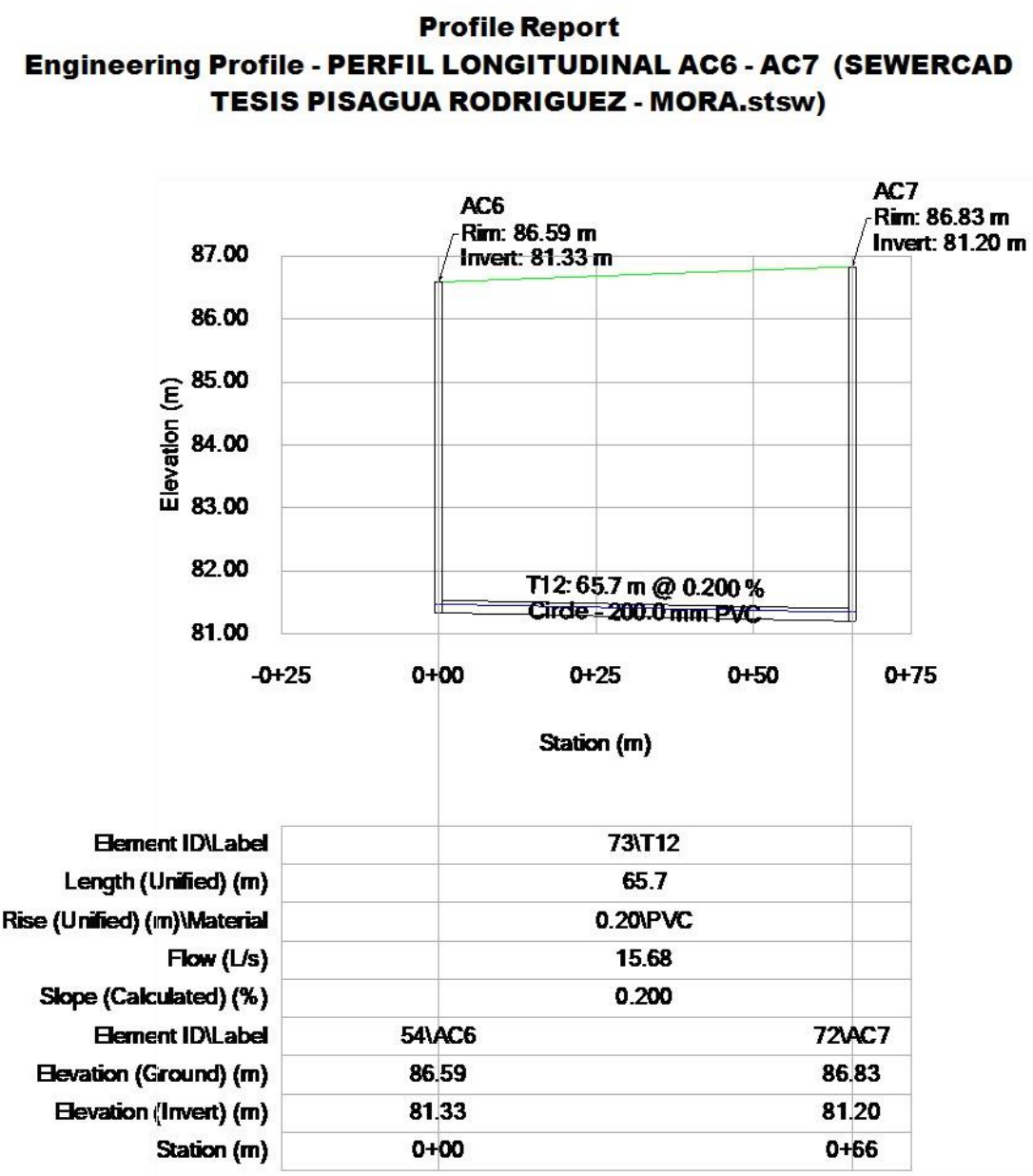


FIGURA 37:TRAMO AC6-AC7



Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

FIGURA 38:TRAMO AC7-AC8

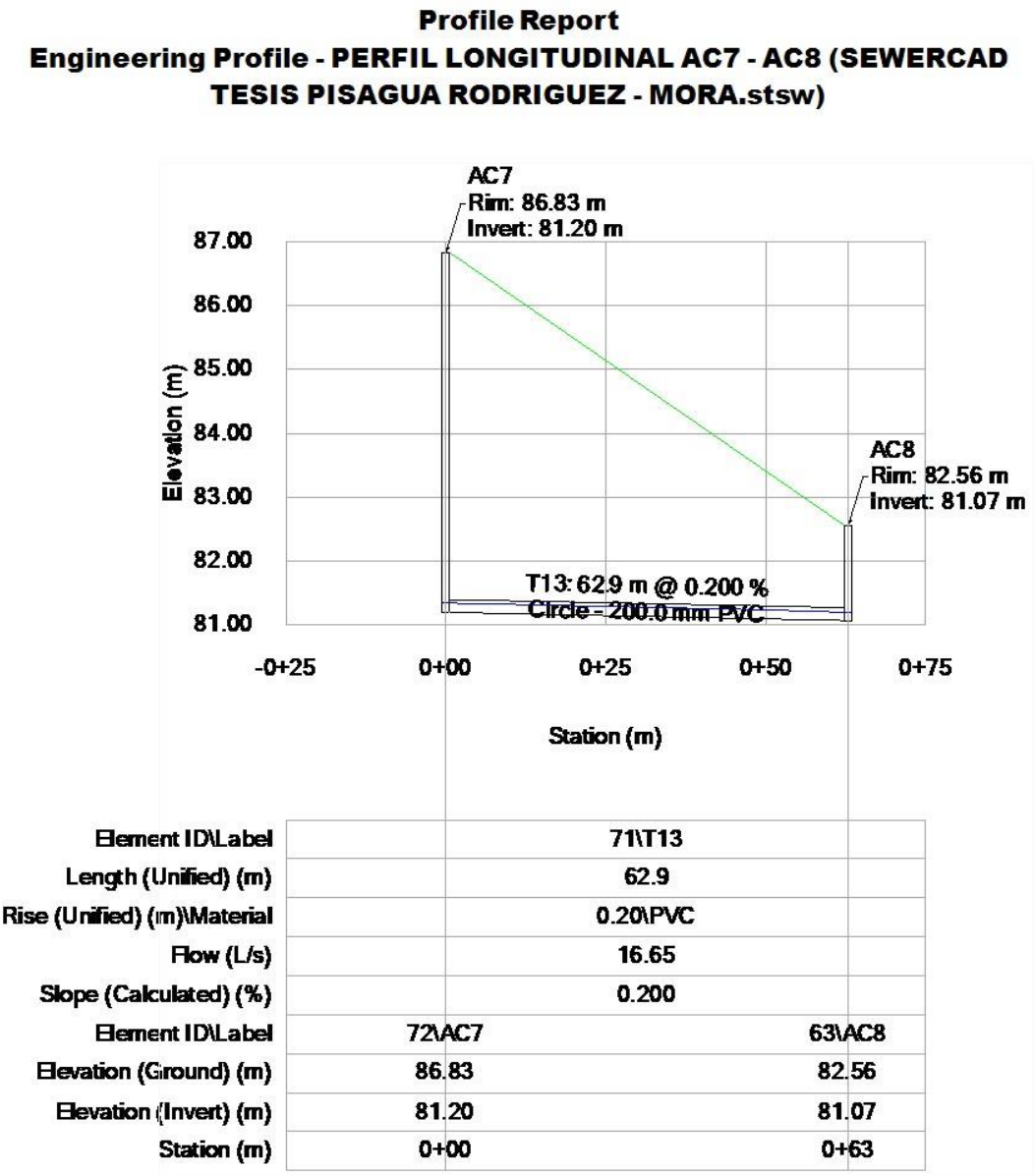
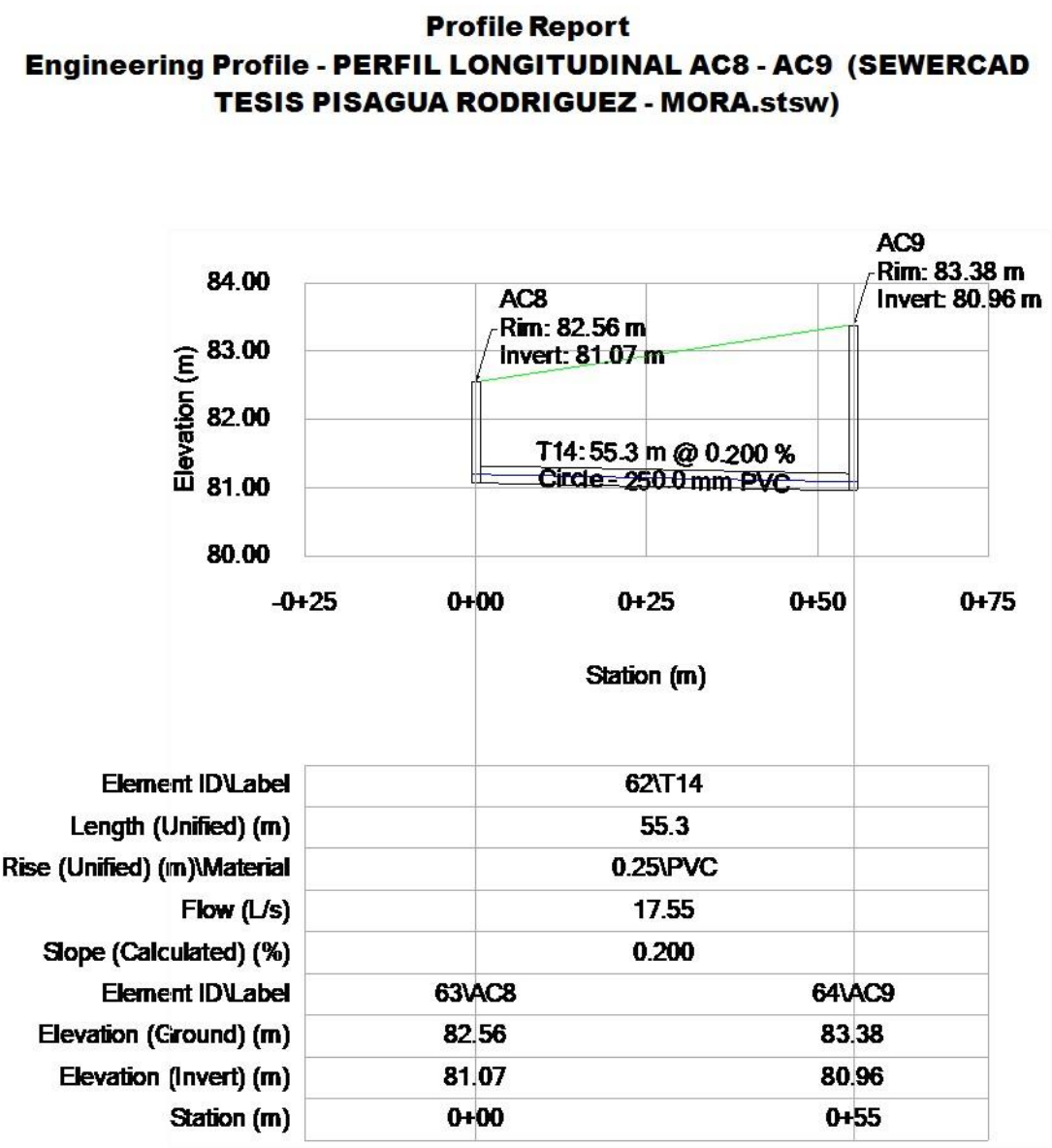


FIGURA 39:TRAMO AC8-AC9



4.8.4 Resultados del Diseño de la red

TABLA 37:RESUMEN DE RESULTADOS

Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Flow (System Sanitary) (L/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)
T1	BC1	85.95	BC2	0.97	47.23
T2	BC2	85.27	BC3	1.92	35.27
T3	BC3	84.90	BC4	2.85	29.90
T4	BC4	84.63	BC5	3.77	73.66
T5	BC5	82.87	BC6	4.68	54.08
T6	BC6	81.99	AC6	5.59	32.27
T7	AC1	88.82	AC2	1.88	35.59
T8	AC2	88.42	AC3	3.71	68.31
T9	AC3	87.03	AC4	5.47	105.99
T10	AC4	83.73	AC5	7.22	85.13
T11	AC5	81.47	AC6	8.50	21.72
T12	AC6	81.33	AC7	15.68	19.07
T13	AC7	81.20	AC8	16.65	19.07
T14	AC8	81.07	AC9	17.55	34.57
T15	AC9	80.96	O-1	18.57	34.57

Flow / Capacity (Design) (%)	Invert (Stop) (m)	Slope (Calculated) (%)	Velocity (m/s)
2.3	85.27	1.227	0.60
6.0	84.90	0.684	0.60
10.5	84.63	0.492	0.60
5.6	82.87	2.985	1.23
9.5	81.99	1.609	1.06
19.0	81.33	0.573	0.77
5.8	88.42	0.697	0.60
6.0	87.03	2.567	1.16
5.7	83.73	6.180	1.77
9.3	81.47	3.986	1.65
42.9	81.33	0.259	0.65
90.2	81.20	0.200	0.68
95.8	81.07	0.200	0.68
55.7	80.96	0.200	0.71
58.9	80.80	0.200	0.72

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

El dato importante es el caudal total de la red: 18,57 L/s. Este valor se toma en el punto T15, que descarga al O-1 y es el que se va a enlazar a la red matriz AASS que se encuentra en la E 491 vía colectora Babahoyo Ambato. En ese punto, la capacidad del tramo es 30,15 L/s y la ocupación es 67,5 %, por lo que tenemos un 32,5 % de holgura para fluctuaciones de demanda, horas pico y crecimiento futuro sin necesidad de sustituciones inmediatas.

Analizando la tabla, en la línea BC (T1–T6) los caudales individuales varían entre 0,97 y 5,59 L/s y la relación flujo/capacidad es baja (2,3 % a 17,4 %). Es una práctica común en cabeceras: diámetros mínimos estandarizados y pendientes controladas que garanticen la circulación y autolimpieza, así como capacidad para futuras conexiones sin afectar el servicio.

En la rama AC (T7–T10) se observa una transición gradual, donde los caudales fluctúan entre 1,88 y 7,22 L/s, mientras que las capacidades alcanzan valores elevados

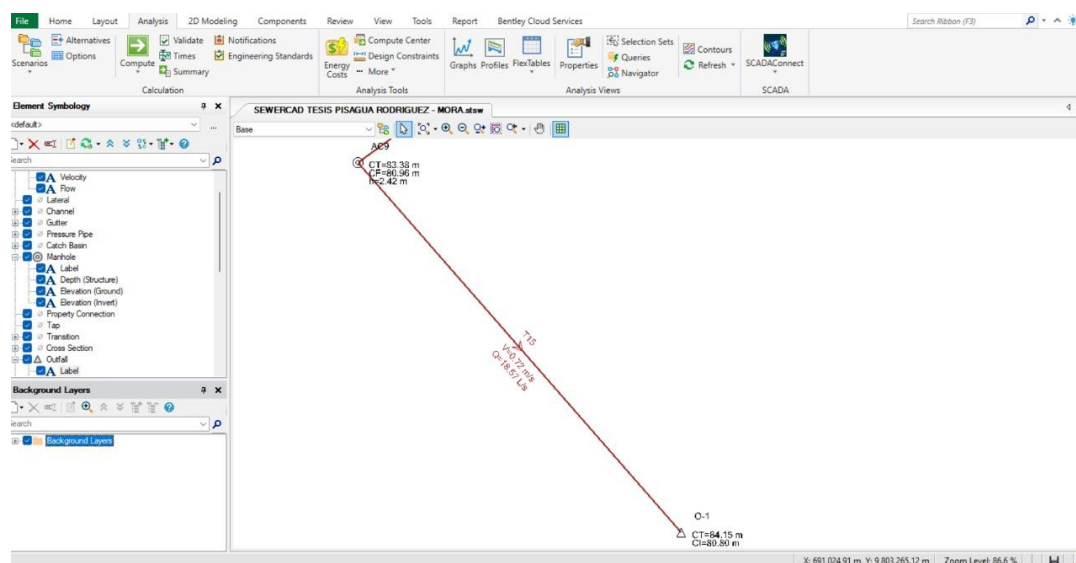
en determinados puntos (hasta 105,99 L/s), resultando en ocupaciones que oscilan entre 5,7 % y 9,3 %. Este sobredimensionamiento localizado no representa un inconveniente, sino que confiere mayor robustez frente a variaciones operativas y reduce la sensibilidad del sistema ante cambios geométricos menores.

El troncal (T11–T15) reúne la contribución de la red. Allí los caudales aumentan de 8,50 a 18,57 L/s y la capacidad es constante (30,15 L/s en todos los tramos). La ocupación se incrementa linealmente (30,9 % → 67,5 %) sin llegar a saturación. Esta estandarización del troncal hace más sencilla la operación y el mantenimiento y asegura que el sistema no sufra en la zona crítica, cerca del punto de entrega.

4.8.5. Análisis de viabilidad de conexión por gravedad al colector troncal

4.8.5.1 Condiciones iniciales del sistema proyectado. La red de alcantarillado sanitario diseñada culmina en una cámara final con las siguientes características:

FIGURA 40: TRAMO DE CONEXIÓN



Nota: Cota de terreno (CT): 83,38 m

Cota de invert (CI): 80,96 m

Profundidad (h): 2,42 m

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

En el punto de cruce con la vía principal (interprovincial), donde se localiza la red troncal de alcantarillado existente, la cota de terreno es de 84,15 m. Este valor se

determinó mediante la información de catastro urbano y se corroboró con el levantamiento topográfico en sitio, en el cual se generaron curvas de nivel que evidencian la diferencia altimétrica entre la cámara final proyectada y el eje de la vía.

No obstante, en este sector no existen cámaras de inspección, por lo que no se dispone de la cota de invert del colector troncal.

4.8.5.2 Análisis hidráulico en SewerCAD. Con los datos de topografía y las pendientes derivadas de las curvas de nivel, se ingresaron parámetros en SewerCAD para verificar la condición hidráulica de conexión. El programa determinó que, para mantener la pendiente mínima reglamentaria de 0,20 %, la cámara de empalme debe tener una cota de invert de 80,80 m.

Con este valor, la velocidad de escurrimiento resultante es de 0,72 m/s, lo cual se encuentra dentro del rango exigido por la normativa para asegurar condiciones de autolimpieza ($\geq 0,60$ m/s según RAS-2000, INEN 0059).

TABLA 38: CONEXIÓN DE DESCARGA

ID	Label	Depth (Structure) (m)	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total Out) (L/s)
78	O-1	3.35	84.15	True	80.80	18.57

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

4.8.6 Viabilidad de conexión por gravedad

La última cámara proyectada presenta un invert de 80,96 m. Dado que SewerCAD establece la condición hidráulica en 80,80 m, es posible materializar una caída de 0,30 m en el empalme, cumpliendo con el criterio técnico de conexión por gravedad.

Además, los colectores troncales bajo vías principales suelen emplazarse con profundidades de recubrimiento de 3,0 a 5,0 m (MTOP, 2015; AASHTO LRFD, 2017), lo

que sitúa su invert entre 79,9 y 81,0 m para la cota de terreno de 84,15 m. Este rango es compatible con el valor calculado, reforzando la factibilidad de la conexión.

4.8.7 Justificación de la construcción de cámaras de inspección

En el tramo de la vía no existen cámaras de inspección, lo que impide comprobar directamente la cota de invert del colector troncal. Por ello, es indispensable construir una cámara de empalme, la cual permitirá:

- Verificar y registrar la cota real de solera del colector troncal.
- Materializar la caída de 0,30 m recomendada en el empalme.
- Facilitar inspección, limpieza y aforos, cumpliendo con el RAS-2000 (Sección D.3.2) e INEN 0059.
- Garantizar la estanqueidad estructural y la resistencia a cargas de tráfico (HS-20/HS-25).

4.8.8 Conclusiones del resultado

La condición hidráulica establecida en SewerCAD con CI = 80,80 m permite cumplir con la pendiente mínima de 0,20 % y mantener velocidades adecuadas (0,72 m/s), en conformidad con RAS-2000 e INEN 0059.

La conexión por gravedad es técnicamente viable, ya que los valores recomendados se encuentran en el rango típico de profundidades de colectores bajo vías principales (79,9 – 81,0 m).

La ausencia de cámaras de inspección en el punto de cruce obliga a construir una cámara de empalme, requisito normativo y operativo indispensable

El análisis se respalda en el CAD urbano, la información de catastro y planeamiento urbano y las curvas de nivel tomadas en sitio, que confirman la presencia del colector troncal y la factibilidad de la conexión.

4.9 Presupuesto Referencial

El gráfico de los precios unitarios presenta el Presupuesto Referencial para el Estudio y Diseño del Sistema de Drenaje Sanitario. Se desarrolló siguiendo las APU's y las Especificaciones Técnicas de los anexos. Cada componente incorpora materiales, trabajo y equipos de alta eficiencia; el Pu aplicado a las cantidades establece subtotales por capítulo y la suma total. El presupuesto incluye los preliminares, el traslado de terrenos, las tuberías y los pozos de inspección, además de incluir el transporte y la disposición cuando sea necesario. Los valores se presentan con el subtotal sin IVA, el IVA del 15 % y el total, y son indicativos sujetos a la actualización del mercado durante la contratación.

TABLA 39: PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Proyecto	Estudio y Diseño de Sistema Alcantarillado Sanitario				
Dirección	Pisagua Bajo, Canton Montalvo, Provincia de los Rios				
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	Precio T
1.00	Obras Preliminares				
1.01	REPLANTEO Y NIVELACION PARA ALCANTARILLADO	KM	0.936	\$313.06	\$293.02
2.00	Movimiento de tierras				
2.01	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO NORMAL H= 2.00M	m3	58.70	\$1.77	\$103.90
2.02	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO NORMAL H= 2.01M Y H= 4.00M	m3	1081.11	\$2.34	\$2,529.80
2.03	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO NORMAL H= 4.01M Y H= 6.00M	m3	660.15	\$3.76	\$2,482.16
2.04	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO NORMAL H> 6.01M	m3	1956.20	\$5.50	\$10,759.10
2.05	RASANTEO DE ZANJA MANUAL	m2	749.56	\$1.04	\$779.54
2.06	CAMA DE ARENA e= 10CM	ml	936.95	\$1.37	\$1,283.62
2.07	RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EXCAVACION (COMPACTADOR)	m3	3651.77	\$3.08	\$11,247.45
2.08	DESALOJO DE TIERRA HASTA D=1 KM	m3	104.39	\$1.86	\$194.17
3.00	Tuberías				
3.01	SUM. E INST TUBERIA PVC ALCANTARILLADO Dint = 200 mm NTE INEN 2059 INCLUYE UNION	m	936.95	\$14.79	\$13,857.49
4.00	Pozos de Revision				
4.01	POZOS REV fc=210 kg/cm2 H=0-2.00M d=1.30 M (CUERPO TIPO 1)	U	11.00	\$251.01	\$2,761.11
4.02	POZOS REV fc=210 kg/cm2 H=2.01-4.00M d=1.30 M (CUERPO TIPO 1)	U	2.00	\$326.90	\$653.80
4.03	POZOS REV fc=210 kg/cm2 H=4.01-6.00 M d=1.30 M (CUERPO TIPO 1)	U	2.00	\$463.43	\$926.86
4.04	TAPA H.A PARA POZOS (CAMARAS) D= 0.80 e= 0.12 M	U	15.00	\$75.55	\$1,133.25
5.00	Obras adicionales				
5.01	ENTIBADO DE PROTECCIÓN DE ZANJA (APUNTALAMIENTO)	m2	4695.20	\$6.65	\$31,223.08
5.02	ACOMETIDA DOMICILIARIA ALCANTARILLADO INCLUYE CAJAS.	U	510.00	\$162.29	\$82,767.90
SUBTOTAL DE PRESUPUESTO					\$162,996.25
SUBTOTAL (SIN IVA)					\$162,996.25
IVA 15%					\$ 24,449.44
TOTAL					\$187,445.69

Elaborado por: Mora & Rodríguez (2025)

CONCLUSIONES

Se concluye que los objetivos de la investigación fueron alcanzados. El proceso integró de manera coherente el diagnóstico del entorno, el diseño técnico y la estructuración económico-constructiva del proyecto, siempre en concordancia con la normativa nacional e internacional de alcantarillado sanitario.

El levantamiento de información permitió conocer en detalle la realidad de Pisagua Bajo. Las encuestas estructuradas revelaron condiciones de salubridad que ameritan ser intervenidas y caracterizaron el contexto socioeconómico de los hogares. Paralelamente, el trabajo con dron produjo una ortofoto y curvas de nivel que permitieron verificar el catastro del GAD y guiar un trazado que aprovecha la pendiente natural, condición indispensable para un sistema por gravedad confiable.

El diseño se desarrolló en un ambiente de modelación hidráulica, utilizando SewerCAD en modo diseño para ajustar pendientes y caudales dentro de los límites que exige la normativa. Los perfiles longitudinales representan continuidad hidráulica en cada tramo y estabilidad en la red. Resalta el caudal de salida del sistema, 18.57 L/s, dimensionado para su conexión a la red matriz de AASS que discurre por la E491, vía colectora Babahoyo – Ambato, con holguras operativas que soportan la conexión y el crecimiento progresivo de la demanda.

En lo económico-técnico, el presupuesto base y las especificaciones se generaron a partir de APU's y procedimientos constructivos acordes con las cantidades de obra del diseño, proporcionando trazabilidad de costos y una base realista para la programación y contratación.

En resumen, el estudio proporciona una solución técnicamente viable, regulada y sostenible. Una vez confirmado el diagnóstico, logrado un diseño ajustado a especificaciones y presupuesto y un pliego técnico acorde, se habrá logrado el objetivo general de diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la ciudadela Pisagua Bajo, mejorando de manera sustentable las condiciones ambientales y sanitarias de la comunidad y listo para ser integrado operativamente a la infraestructura existente sobre la E491.

RECOMENDACIONES

Previo a la vinculación del caudal final con la red matriz AASS en la vía colectora Babahoyo - Ambato (E491), es necesario coordinar con el operador la comprobación de la capacidad disponible, las cotas/invert y posibles impactos por represamiento o presión. Esta aprobación incluirá el aval técnico y las autorizaciones para la afección a calzada y las servidumbres.

Organizar un periodo de comisión: limpieza hidráulica de tuberías, revisión por cámara de vigilancia de líneas y pozos, ensayos esporádicos de estanqueidad y comprobación de pendientes en el terreno. Es necesario registrar los resultados en actas y planos georreferenciados "as built" para concluir el diseño con datos reales de desempeño.

Establecer un programa anual de O&M que incluya limpiezas programadas en áreas críticas, manejo de grasas y sólidos, y protocolos de reacción frente a las precipitaciones. Es crucial señalar pozos, registrar y formar a cuadrillas y usuarios en conceptos fundamentales para minimizar al mínimo las conexiones cruzadas y descargas que disminuyan la durabilidad del sistema.

Vigilar los flujos y niveles en los puntos de control durante el primer año de operación con el fin de calibrar el modelo hidráulico y modificarlo si se requiere. Con estos datos, es posible planificar incrementos graduales y darles prioridad a las nuevas acometidas, preservando la flexibilidad y previniendo sobrecargas en el troncal y en el punto de entrega E491.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, J. E., & Vilema, D. R. (2024). *Diseño y análisis de alternativas no convencionales de Alcantarillado Sanitario para la isla de Isabela en las Galápagos, Ecuador. [Proyecto de graduación].* ESPOL.FICT. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/63209>
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL. Recuperado el 07 de Agosto de 2025, de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Registro Oficial N.º 449.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. Quito: Registro Oficial Suplemento N.º 303.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito: Registro Oficial Suplemento N.º 305.
- Bentley Systems. (s.f.). *SewerCAD: design and analysis application for sanitary sewer systems*. Bentley Systems. Obtenido de <https://docs.bentley.com/LiveContent/web/Bentley%20SewerCAD%20SS5-v1/en/GUID-9773AEB6F4344522ADEB7066991B39E7.html>
- Bustamante Rodríguez, T. V. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RECINTO CAJAPE, UBICADO EN EL CANTÓN PALESTINA*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28701/1/UPS-GT005587.pdf>
- Carmona, E. D., & Pozo, A. E. (2023). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de dos lunares comerciales del sector Vergeles de la ciudad Guayaquil. [Proyecto*

- integrador*]. ESPOL.FICT. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/60743>
- Castañeda Villanueva, A. A., & Flores López, H. E. (09 de Sep de 2013). *Paakat*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5815442>
- CEPAL. (2025). *Recursos hídricos | Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/temas/recursos-hidricos>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Registro Oficial del Ecuador. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/CODIGO-ORGANICO-AMBIENTE.pdf>
- CONAGUA. (s.f.). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Mexico D.F.: CONAGUA. Obtenido de <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro20.pdf>
- EDEMU. (2016). *Indicadores ODS de agua, saneamiento e higiene en Ecuador*. Recuperado el 13 de Feb de 2025, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Diagnostico_ASH_pobreza_INEC_BM.pdf
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de Diseño de Sistema de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. Obtenido de https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/A NEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf
- Flores Quinchimbla, E. G. (2022). *DISEÑO DEL ALCANTARILLADO COMBINADO PARA LOS 6 BARRIOS QUE CONFORMAN LA PARTE CENTRAL DE LA PARROQUIA DE ALOAG, UBICADO EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23002/1/UPS%20-%20TTS854.pdf>

- GAD Canton Montalvo. (2021). *PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO DEL CANTÓN*.
Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1jtRf6QaelLzPTENY1-OEUCSPvda0eg9S/view?usp=sharing>
- Gayubas, A. (20 de mayo de 2025). *Enciclopedia Concepto*. Recuperado el 2025 de 08 de 07, de Método cualitativo: <https://concepto.de/metodo-cualitativo/>
- INEN. (1997). *Tuberías de hormigón para alcantarillado. Requisitos*. Quito: INEN.
- INEN. (2020). *Normas Técnicas Ecuatorianas – NTE INEN 2059, NTE INEN 2360, NTE INEN 1374*. Quito: INEN.
- INTERAGUA. (2019). *NORMAS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL* .
- Iza, A., & Prieto, B. (2021). *Estudio y diseño para la construcción del sistema de alcantarillado pluvial, sanitario y planta de tratamiento de la parroquia San Lorenzo*. ESPOL, Guaranda. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52200>
- Jiang, Y., Li, B., & Chen, J. (2016). Analysis of the velocity distribution in partially-filled circular pipe employing the principle of maximum entropy. *PLoS ONE*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151578>
- Kelsen, H. (1967). *Pure Theory of Law*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Lliguin Naranjo, J. G., & Tinoco Cuenca, J. E. (2022). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario, para el barrio El Rosario, parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha*. UPS, Sangolquí. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23004>
- Madero Pingo, L. C. (2019). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO JESÚS MARÍA, SECTOR RURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ARENA-PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2019*. ULADECH, Chimbote . Obtenido de https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/19018/DISEÑO_DE_ALCANTARILLADO_MADERO_PINGO_LESSLIE_CAROLL.pdf

- Marcillo Lino, R. S. (2023). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la ciudadela San Antonio de la ciudad de Jipijapa [Jipijapa-Unesum]*. Facultad de ciencias tecnicas. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4852>
- Martos Lopez, A. (Octubre de 2015). *LA IMPORTANCIA DEL AGUA EN NUESTRO PLANETA*. Obtenido de <https://crea.ujaen.es/bitstreams/0a07ed3d-d87e-45ad-ad2e-22fc84ef4536/download>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2019). *Guía Agua Segura*. Quito: MSP. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Montes, C., Kapelan, Z., & Saldarriaga, J. (2019). Impact of self-cleansing criteria choice on the optimal design of sewer networks in South America. *Water*, 11(6). doi:<https://doi.org/10.3390/w11061148>
- Montoya López, N., Garcia Hernandez, C., & Rodriguez Hernandez, D. (Ene de 2013). *Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/5008/1/94342.pdf>
- MTOP. (2018). *Especificaciones técnicas generales para construcción de obras sanitarias*. Quito: MTOP.
- Murrieta García, M. A. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RECINTO YUMES DEL CANTON PALESTINA, PROVINCIA DEL GUAYAS*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27662/1/UPS-GT005131.pdf>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

- ONU - Water. (2021). *Water is at the core of sustainable development*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- Pérez Puga, D. V. (2022). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudadela Los Vergeles del cantón Huaquillas provincia de El Oro*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Portoviejo. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3620/1/PEREZ%20PUGA%20DARWIN%20VINICIO.pdf>
- RAS. (2000). *SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES*.
- SENAGUA. (2014). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable*.
- Simbaña Maila, A. D. (2022). *DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DEL BARRIO SAN JUAN DE CHUSPIYACU, SECTORES TOLITA ALCANTARILLA Y OLALLA, UBICADA EN LA PARROQUIA DE TUMBACO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA*. UPS, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22724/1/UPS%20-%20TTS819.pdf>
- Stewart, L. (07 de Agosto de 2025). *ATLAS.ti*. Obtenido de <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva#cuales-son-las-caracteristicas-de-la-investigacion-descriptiva>
- TULSMA. (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Libro VI, Anexo 1 del TULSMA, Acuerdo 097-A)*. Quito: MAE.
- Valencia Escobar, W. D. (2024). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA EL RECINTO SABANA GRANDE UBICADO EN EL CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS*. UPS, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28720/1/UPS-GT005595.pdf>

ANEXOS

ANEXOS 1:

ENCUESTA



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Encuesta de conocimiento de opinión publica dirigida a los habitantes del sector, con respecto a la propuesta de diseño de un sistema de Alcantarillado sanitario para la ciudadela Pisagua Bajo del Cantón Montalvo.

Sección A: Información General del Hogar

1) ¿Cuántas personas viven en su vivienda?

- ☐ 1 a 2
- ☐ 3 a 4
- ☐ 5 a 6
- ☐ Mas de 6

2) ¿Cuál es el tipo de vivienda que habita?

- ☐ Propia
- ☐ Alquilada
- ☐ Prestada
- ☐ Ocupación informal

3) ¿Cuál es el nivel educativo más alto alcanzado por el jefe/a de hogar?

- ☐ Sin instrucción
- ☐ Educación básica
- ☐ Bachillerato
- ☐ Educación superior

Sección B: Acceso a servicios básicos

4) ¿Cuenta con conexión formal de agua potable?

- ☐ Si
- ☐ No

5) ¿Qué tipo de sistema utilizan para la descarga de aguas residuales o servidas?

- ☐ Alcantarillado Publico
- ☐ Letrina
- ☐ Pozo séptico
- ☐ Zanja de drenaje

6) ¿Ha experimentado problemas sanitarios por mal funcionamiento del sistema de desagüe?

- ☐ Si
- ☐ No

En caso Afirmativo ¿Cuáles?

- ☐ Olores
- ☐ Inundaciones
- ☐ Insectos/roedores

Sección C: Salud y percepción ambiental

7) ¿Algún miembro del hogar a tenido enfermedades asociadas al agua o al saneamiento en el último año?

- ☐ Si
- ☐ No

¿Cuáles(es)?

- ☐ Diarrea
- ☐ Dengue
- ☐ Alergias
- ☐ Infecciones cutáneas

8) ¿Considera que la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario es necesario en el sector?

- ☐ Si
- ☐ No

9) ¿Qué mejoras espera que traiga un nuevo sistema de alcantarillado a su comunidad?

- ☐ Mejorar la salud publica
- ☐ Reducir inundaciones
- ☐ Eliminar olores desagradables
- ☐ Aumentar la calidad de vida

ANEXO 2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 1.0.1

UNIDAD: KM

DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACION PARA ALCANTARILLADO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					8.56
ESTACION TOTAL	1.00	3.57	3.57	8.000	28.56
NIVEL	1.00	3.06	3.06	8.000	24.48
SUBTOTAL M					61.60

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CADENERO EO D2	4.00	4.19	16.76	8.000	134.08
TOPOGRAFO EO C1	1.00	4.65	4.65	8.000	37.20
SUBTOTAL N					171.28

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ESTACAS	U	50.000	0.40	20.00
MOJONES DE HS	U	4.000	2.00	8.00
SUBTOTAL O				28.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	260.88
INDIRECTOS (%) 16.00%	41.74
UTILIDAD (%) 4.00%	10.44
COSTO TOTAL DEL RUBRO	313.06
VALOR UNITARIO	313.06

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.1

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO NORMAL H=0-2 m

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
RETROEXCAVADORA	1.00	25.00	25.00	0.042	1.05
SUBTOTAL M					1.07

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	0.10	4.14	0.41	0.042	0.02
AYUDANTE DE MAQUI EO D2	1.00	4.26	4.26	0.042	0.18
OPERADOR EQUIPO P OP C1	1.00	4.65	4.65	0.042	0.20
SUBTOTAL N					0.40

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.47
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.24
UTILIDAD (%) 4.00%	0.06
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.77
VALOR UNITARIO	1.77

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.2

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO NORMAL H=2.01- 4.00 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
RETROEXCAVADORA	1.00	25.00	25.00	0.056	1.40
SUBTOTAL M					1.43

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO P OP C1	1.00	4.65	4.65	0.056	0.26
PEON EO E2	0.10	4.14	0.41	0.056	0.02
AYUDANTE DE MAQUII EO E2	1.00	4.26	4.26	0.056	0.24
SUBTOTAL N					0.52

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.95
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.31
UTILIDAD (%) 4.00%	0.08
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.34
VALOR UNITARIO	2.34

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.3

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO NORMAL H=4.01-6.00 m

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
EXCAVADORA DE ORUGA	1.00	47.00	47.00	0.055	2.59
SUBTOTAL M					2.62

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	0.10	4.14	0.41	0.055	0.02
AYUDANTE DE MAQUI EO D2	1.00	4.26	4.26	0.055	0.23
OPERADOR EQUIPO P OP C1	1.00	4.65	4.65	0.055	0.26
SUBTOTAL N					0.51

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.13
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.50
UTILIDAD (%) 4.00%	0.13
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.76
VALOR UNITARIO	3.76

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.4

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO NORMAL H>6.01M

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
EXCAVADORA DE ORUGA	1.00	70.00	70.00	0.055	4.13
SUBTOTAL M					4.16

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	0.10	4.14	0.41	0.055	0.02
AYUDANTE DE MAQUI EO D2	1.00	4.26	4.26	0.055	0.23
OPERADOR EQUIPO P OP C1	1.00	4.65	4.65	0.055	0.48
SUBTOTAL N					0.71

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.87
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.50
UTILIDAD (%) 4.00%	0.13
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.50
VALOR UNITARIO	5.50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.5

UNIDAD: M2

DETALLE : RASANTEO DE ZANJA MANUAL

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	1.00	4.14	4.14	0.200	0.83
SUBTOTAL N					0.83

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.87
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.14
UTILIDAD (%) 4.00%	0.03
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.04
VALOR UNITARIO	1.04

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.6

UNIDAD: ML

DETALLE : CAMA ARENA e=10CM

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	4.14	8.28	0.080	0.66
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.50	4.65	2.33	0.080	0.19
SUBTOTAL N					0.85

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ARENA	M3	0.070	3.50	0.25
SUBTOTAL O				0.25

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.14
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.18
UTILIDAD (%) 4.00%	0.05
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.37
VALOR UNITARIO	1.37

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.7

UNIDAD: M3

DETALLE : RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO DE EXCAVACION

ESPECIFICACIONES: **BASURA, ARENA, SUB-BASE, TIERRA**

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.09
COMPACTADOR (SAPO)	1.00	5.00	5.00	0.133	0.67
SUBTOTAL M					0.76

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	2.00	4.14	8.28	0.133	1.10
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.19	4.19	0.133	0.56
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.25	4.65	1.16	0.133	0.15
SUBTOTAL N					1.81

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.57
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.41
UTILIDAD (%) 4.00%	0.10
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.08
VALOR UNITARIO	3.08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2.0.8

UNIDAD: m3

DETALLE : DESALOJO DE TIERRA HASTA D=1km

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
VOLQUETA	1.00	20.00	20.00	0.020	0.40
CARGADORA FRONTAL	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
SUBTOTAL M					1.22

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFER C1 CH C1	1.20	6.08	7.30	0.020	0.15
OPERADOR EQUIPO P OP C1	1.00	4.65	4.65	0.020	0.09
AYUDANTE DE MAQUIII EO D2	1.00	4.26	4.26	0.020	0.09
SUBTOTAL N					0.33

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.55
INDIRECTOS (%) 16.00%	0.25
UTILIDAD (%) 4.00%	0.06
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.86
VALOR UNITARIO	1.86

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 3.0.1

UNIDAD: ML

DETALLE : SUM. E INST TUBERIA PVC ALCANTARILLADO Dint =200mm NTE INEN 2059 INCLUYE

ESPECIFICACIONES: **INCLUYE PEGAMENTO**

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
BOMBA DE AGUA	0.10	5.00	0.50	0.150	0.08
TAPONES	0.10	2.00	0.20	0.150	0.03
SUBTOTAL M					0.18

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	0.05	4.14	0.21	0.150	0.03
AYUDANTE DE PLOME EO E2	1.00	4.14	4.14	0.150	0.62
PLOMERO EO D2	1.00	4.19	4.19	0.150	0.63
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.10	4.65	0.47	0.150	0.07
SUBTOTAL N					1.35

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUB. PVC 200mm INEN:2059	ML	1.000	10.43	10.43
UNION CAUCHO	U	0.150	2.00	0.30
PEGA PARA TUBO	CC	7.000	0.01	0.07
SUBTOTAL O				10.80

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.33
INDIRECTOS (%) 16.00%	1.97
UTILIDAD (%) 4.00%	0.49
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14.79
VALOR UNITARIO	14.79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4.0.1

UNIDAD: U

DETALLE : POZOS REV. $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ $H=0-2.00\text{m}$ $d=1.30 \text{ m}$ (CUERPO-TIPO1)

ESPECIFICACIONES: DIAM.EXT.=1.60 m DIAM.INT.=1.20 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.55
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	2.000	10.00
VIBRADOR PARA HORMIGONES	0.60	5.00	3.00	2.000	6.00
SUBTOTAL M					18.55

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	4.14	12.42	2.000	24.84
ALBAÑIL EO D2	2.00	4.19	8.38	2.000	16.76
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	1.00	4.65	4.65	2.000	9.30
SUBTOTAL N					50.90

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	550.000	0.17	93.50
ARENA	M3	1.030	3.50	3.61
RIPIO TRITURADO	M3	1.500	9.64	14.46
AGUA	M3	0.390	0.42	0.16
ACERO DE REFUERZO FY = 4200KG/CM2	KG	3.000	1.22	3.66
ENCOFRADO METALICO PARA POZOS HORMIGON	U	2.000	7.30	14.60
PELDAÑOS D=16MM SEGÚN PLANOS Y ESPECIFICACIONES	U	5.000	1.85	9.25
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	0.200	2.40	0.48
SUBTOTAL O				139.72

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	209.17
INDIRECTOS (%) 16.00%	33.47
UTILIDAD (%) 4.00%	8.37
COSTO TOTAL DEL RUBRO	251.01
VALOR UNITARIO	251.01

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4.0.2

UNIDAD: U

DETALLE : POZOS REV. f'c=210 kg/cm² H=2.01-4.00m d=1.30 m (CUERPO TIPO 1)

ESPECIFICACIONES: DIAM.EXT.=1.60 m DIAM.INT.=1.20 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.82
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	2.220	11.10
VIBRADOR PARA HORMIGONES	0.80	5.00	4.00	2.220	8.88
SUBTOTAL M					22.80

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	4.14	12.42	2.220	27.57
ALBAÑIL EO D2	2.00	4.19	8.38	2.220	18.60
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	1.00	4.65	4.65	2.220	10.32
SUBTOTAL N					56.49

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	800.000	0.17	136.00
ARENA	M3	1.510	3.50	5.29
RIPIO TRITURADO	M3	2.200	9.64	21.21
AGUA	M3	0.720	0.42	0.30
ACERO DE REFUERZO FY = 4200KG/CM2	KG	3.000	1.22	3.66
ENCOFRADO METALICO PARA POZOS HORMIGON	U	2.000	7.30	14.60
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	0.400	2.40	0.96
PELDAÑOS D=16MM SEGÚN PLANOS Y ESPECIFICACIONES	U	6.000	1.85	11.10
SUBTOTAL O				193.12

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	272.41
INDIRECTOS (%) 16.00%	43.59
UTILIDAD (%) 4.00%	10.90
COSTO TOTAL DEL RUBRO	326.90
VALOR UNITARIO	326.90

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4.0.3

UNIDAD: U

DETALLE : POZOS REV. f'c=210 kg/cm² H=4.01-6.00m d=1.30 m (CUERPO TIPO 1)

ESPECIFICACIONES: DIAM.EXT.=1.60 m DIAM.INT.=1.20 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					3.69
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	2.900	14.50
VIBRADOR PARA HORMIGONES	0.60	5.00	3.00	2.900	8.70
SUBTOTAL M					26.89

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	4.14	12.42	2.900	36.02
ALBAÑIL EO D2	2.00	4.19	8.38	2.900	24.30
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	1.00	4.65	4.65	2.900	13.49
SUBTOTAL N					73.81

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	KG	1,150.000	0.17	195.50
ARENA	M3	1.980	3.50	6.93
RIPIO TRITURADO	M3	2.900	9.64	27.96
AGUA	M3	0.800	0.42	0.34
ACERO DE REFUERZO FY = 4200KG/CM2	KG	20.000	1.22	24.40
ENCOFRADO METALICO PARA POZOS HORMIGON	U	2.000	7.30	14.60
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	0.400	2.40	0.96
PELDAÑOS D=16MM SEGÚN PLANOS Y ESPECIFICACIONES	U	8.000	1.85	14.80
SUBTOTAL O				285.49

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	386.19
INDIRECTOS (%) 16.00%	61.79
UTILIDAD (%) 4.00%	15.45
COSTO TOTAL DEL RUBRO	463.43
VALOR UNITARIO	463.43

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4.0.4

UNIDAD: U

DETALLE : TAPA H.A. PARA POZOS (CAMARAS) D=0.80 e=0.12m

ESPECIFICACIONES: HORMIGON 210 KG/CM2 VAR. 12mm c/10c

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.07
SOLDADORA ELECTRICA 240 A	0.10	5.00	0.50	1.600	0.80
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	1.600	8.00
VIBRADOR PARA HORMIGONES	0.75	5.00	3.75	1.600	6.00
SUBTOTAL M					15.87

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	4.14	8.28	1.600	13.25
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.19	4.19	1.600	6.70
FIERRERO EO D2	0.10	4.19	0.42	1.600	0.67
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.10	4.65	0.47	1.600	0.75
SUBTOTAL N					21.37

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO FY = 4200KG/CM2	KG	4.930	1.22	6.01
CEMENTO PORTLAND	KG	17.500	0.17	2.98
ARENA	M3	0.033	3.50	0.12
RIPIO TRITURADO	M3	0.048	9.64	0.46
AGUA	M3	0.014	0.42	0.01
ANILLO METALICO A-36 PARA TAPA	U	1.000	15.58	15.58
ELECTRODOS 6011	KG	0.250	2.25	0.56
SUBTOTAL O				25.72

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	62.96
INDIRECTOS (%) 16.00%	10.07
UTILIDAD (%) 4.00%	2.52
COSTO TOTAL DEL RUBRO	75.55
VALOR UNITARIO	75.55

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 5.0.1

UNIDAD: M2

DETALLE : ENTIBADO DE ZANJAS (APUNTALAMIENTO)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.12
SUBTOTAL M					0.12

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	1.00	4.14	4.14	0.250	1.04
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.19	4.19	0.250	1.05
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.20	4.65	0.93	0.250	0.23
SUBTOTAL N					2.32

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TABLON MAD. SEMIDURA ENCOFRADO 0.23*0.05	U	0.500	5.25	2.63
ALFAJIAS 5*5*240CM	ML	2.000	1.20	2.40
PUNTALES 7*7*240 cm	ML	3.000	1.22	3.66
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.150	0.60	0.09
SUBTOTAL O				8.78

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.22
INDIRECTOS (%) 16.00%	1.80
UTILIDAD (%) 4.00%	0.45
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.47
VALOR UNITARIO	13.47

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 5.0.2

UNIDAD: U

DETALLE : ACOMETIDA DOMICILIARIA ALCANTARILLADO S.INCLUYE CAJA S. TUBERÍA,

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.58
COMPACTADOR 5.5 HP	1.00	6.00	6.00	1.500	9.00
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	1.500	7.50
SUBTOTAL M					18.08

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	4.14	12.42	1.500	18.63
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.19	4.19	1.500	6.29
PLOMERO EO D2	0.50	4.19	2.10	1.500	3.15
MAESTRO MAYOR EJE EO C1	0.50	4.65	2.33	1.500	3.50
SUBTOTAL N					31.57

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
AGUA	M3	0.050	0.42	0.02
SUM. E INST. TUBERIA PVC D =110MM	ML	6.000	4.20	25.20
SILLA YEE PVC DIAMETRO VARIABLE A110MM	U	1.000	15.95	15.95
CODO PVC -S 110MM*90 DESAGUE	U	1.000	4.00	4.00
ARENA	M3	0.011	3.50	0.04
CEMENTO PORTLAND	KG	80.000	0.17	13.60
RIPIO TRITURADO	M3	0.160	9.64	1.54
TABLERO PARA ENCOFRADO E=12MM	M2	2.000	9.01	18.02
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	0.200	2.40	0.48
CLAVOS 2 1/2"	KG	0.050	0.60	0.03
ACERO DE REFUERZO FY = 4200KG/CM2	KG	5.500	1.22	6.71
SUBTOTAL O				85.59

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	135.24
INDIRECTOS (%) 16.00%	21.64
UTILIDAD (%) 4.00%	5.41
COSTO TOTAL DEL RUBRO	162.29
VALOR UNITARIO	162.29

ESPECIFICACIONES TECNICAS

RUBRO 1.0.1

REPLANTEO Y NIVELACIÓN:

DEFINICIÓN. - El replanteo y la nivelación consisten en la ubicación precisa de un proyecto sobre el terreno, basándose en la información contenida en los planos correspondientes y/o en las indicaciones del fiscalizador, constituyendo un paso preliminar esencial antes del inicio de la construcción.

ESPECIFICACIONES. - Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo con la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del Fiscalizador.

La Entidad dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

La ubicación de las obras se realizará con las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción, salvo modificaciones que sean receptadas por la Fiscalización y el Contratista. Para la buena ejecución de las obras, antes de iniciar los trabajos en el terreno, el Contratista estará obligado a realizar la verificación de todos los datos topográficos indicados en los planos y corregirlos en el caso de que encuentre divergencias entre las condiciones reales en el terreno y los datos de los planos, de conformidad con la Fiscalización.

La operación de replanteo considera entre otras las siguientes actividades:

- Replanteo de las redes principales, secundarias y emisarios de alcantarillado sanitario.

- Replanteo de estructuras o instalaciones especiales y/o puntuales (Pozos especiales, Planta

de Tratamiento).

FORMA DE PAGO. - El replanteo se medirá en kilómetros lineales en el caso de instalaciones de tubería de alcantarillado sanitario, colectores, plantas de tratamiento o descargas en metros cuadrados en el caso de área de construcción, con aproximación a dos decimales. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el Fiscalizador.

RUBROS 2.0.1, 2.02, 2.0.3, 2.0.4

EXCAVACIONES:

DEFINICIÓN. - Se entiende por excavaciones, en términos generales, la remoción de tierra u otros materiales con el objetivo de conformar espacios destinados a mamposterías, canales, drenes, elementos estructurales y la instalación de tuberías y colectores. Esto incluye operaciones necesarias como la limpieza y compactación del replanteo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones y la conservación de estas hasta la finalización satisfactoria de la actividad planificada.

El contratista deberá proveer toda la mano de obra, equipos y materiales, así como ejecutar todas las operaciones requeridas para completar el trabajo conforme a las cotas, alineaciones, pendientes y dimensiones indicadas en los planos o según lo disponga la fiscalización, asegurando, en la medida de lo posible, superficies lisas, uniformes y estables. Además, deberá remover la capa vegetal del suelo dentro de los límites de excavación o relleno, evitando su mezcla con materiales que puedan ser utilizados para rellenos, y depositarla en zonas aprobadas por la fiscalización. Las líneas de excavación indicadas en los planos no deberán considerarse definitivas.

ESPECIFICACIONES. – La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Fiscalizador.

Excavación en zanja. - El fondo de la zanja deberá tener un ancho suficiente para permitir el trabajo de los obreros y garantizar un correcto relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0,50 m cuando no se utilicen entibados; si se emplea entibamiento, el ancho no deberá superar el diámetro exterior del tubo más 0,80 m. La profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será de 1,20 m más el diámetro exterior del tubo. No se permitirá excavar hasta un punto que afloje o remueva la base de los tubos. Las excavaciones deberán ajustarse de manera que cualquier punto de las paredes no presente una desviación superior a 5 cm respecto a la sección proyectada, evitando que dichas variaciones se presenten de forma sistemática.

Excavación a máquina en tierra. - Se define como excavación a máquina de zanjas aquella realizada de acuerdo con el proyecto, con el fin de construir elementos estructurales o alojar tuberías y colectores. Esta incluye las operaciones necesarias para la compactación y limpieza del replanteo y los taludes, así como la remoción del material resultante de la excavación y la conservación de las zanjas durante el tiempo requerido hasta la correcta instalación de la tubería. Por su parte, la excavación a máquina en tierra abarca la remoción de todo tipo de material no clasificado, excluyendo las categorías de roca, conglomerado y fango.

Excavaciones mayores a una altura de 4 metros. - En los tramos que se realicen excavaciones mayores a cuatro metros, dada la profundidad y el alcance del brazo de la máquina, necesariamente se deberá utilizar una excavadora de orugas; se tendrá una base de excavación de 25 cm a cada lado del ancho del colector y los taludes que la conforman serán 1:3 hasta una altura máxima de 4m donde se cortará por una berma de 1m de ancho.

FORMA DE PAGO. - La medición de la excavación, ya sea realizada a mano o a máquina, se efectuará en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinando los volúmenes directamente en obra de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones efectuadas fuera del alcance del proyecto sin la autorización correspondiente, ni la remoción de derrumbes ocasionados por causas atribuibles al contratista. El pago se efectuará sobre el volumen

efectivamente excavado, calculado por franjas según los rangos establecidos en esta especificación, y no en función de la altura total excavada. Se incluirán las sobre excavaciones únicamente cuando cuenten con la aprobación del fiscalizador.

RUBRO 2.0.5 – RASANTEO DE ZANJA MANUAL

Definición: El rasanteo de zanja manual consiste en la excavación del fondo de la zanja de manera manual, con el fin de adecuar la base y asegurar que la estructura repose sobre una superficie firme y estable.

Especificaciones: La preparación del fondo de la zanja se realizará manualmente, al menos en una profundidad de 10 cm, garantizando que la estructura quede correctamente asentada para resistir los esfuerzos externos, considerando la clase de suelo conforme a lo especificado en el proyecto. Esta actividad se ejecutará de acuerdo con los planos de construcción proporcionados por la entidad contratante. Forma de pago: Se medirá en metros cuadrados (m²) con aproximación a dos decimales, pagándose conforme al precio unitario establecido en el contrato.

RUBRO 2.0.6 – CAMA DE ARENA

Definición:

Se entiende por cama de arena la capa pétreo que se coloca en el fondo de la zanja cuando el material del sitio no es adecuado para apoyar la tubería. Esta capa estará libre de piedras y tendrá un espesor de 10 cm.

Especificaciones: Incluye la colocación de arena en toda el área de la zanja, incluso en zonas ensanchadas. El material deberá ser no cohesivo o ligeramente cohesivo, de granulometría fina, libre de materia orgánica, escombros o piedras mayores a 10 mm. La cama se instalará tras la aprobación del fondo de la zanja por la fiscalización, distribuyéndose uniformemente y compactándose hasta alcanzar el espesor uniforme mínimo de 0,10 m y los límites de compactación aprobados.

Forma de pago:

Se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a dos decimales, y el pago se realizará conforme a la cantidad efectivamente ejecutada y aprobada por el fiscalizador.

RUBRO 2.0.7 – RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO DE EXCAVACIÓN

Definición: El relleno consiste en las operaciones necesarias para restituir las excavaciones realizadas para instalar tuberías o estructuras auxiliares, devolviendo el terreno a su nivel original o a los niveles definidos en el proyecto, incluyendo los terraplenes necesarios.

Especificaciones:

- **Relleno:** No se permitirá rellenar sin aprobación del fiscalizador; de lo contrario, se podrá ordenar la extracción del material sin derecho a pago. El fiscalizador verificará pendientes y alineaciones.
- **Compactación:** El grado de compactación dependerá de la ubicación de la zanja; calles importantes o pavimentadas requieren alta compactación, mientras que zonas sin calles o sin posibilidad de expansión poblacional no requieren alta densidad.
- **Material:** Se usará preferentemente el material excavado; si no es adecuado, se seleccionará material de préstamo aprobado por el fiscalizador. Ningún material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³ y podrá ser cohesivo siempre que cumpla los requisitos establecidos.

Forma de pago: Se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a dos decimales, considerando únicamente el material efectivamente colocado. No se pagará el material de sobre excavación o derrumbes atribuibles al constructor.

RUBRO 2.0.8 – DESALOJO DE TIERRA HASTA 1 KM

Acarreo: Operación de carga y transporte del material producto de excavaciones hacia zonas de depósito autorizadas por el proyecto o fiscalizador.

Transporte: Incluye todas las acciones para trasladar materiales necesarios al sitio de obra y remover materiales excavados no reutilizables, hacia los lugares establecidos en planos o por el fiscalizador.

Especificaciones:

- **Acarreo:** Debe realizarse con equipo mecánico adecuado, sin interrumpir el tráfico ni generar molestias a los residentes, incluyendo carga, transporte y descarga.
- **Transporte:** Se realizará por rutas y hacia destinos aprobados; cualquier desviación será ajustada por el fiscalizador para fines de pago.

Forma de pago:

- **Acarreo:** Se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a dos decimales, considerando la distancia dentro de la zona de libre colocación (hasta 1 km del área de obra).
- **Transporte:** Se calculará multiplicando el volumen transportado (m³) por la distancia efectiva desde el centro de gravedad de la excavación hasta el sitio de descarga aprobado, según lo determine el fiscalizador.

RUBRO 3.0.1 – SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA PARA ALCANTARILLADO

Definición: Instalación de tuberías estructuradas de PVC en redes nuevas de alcantarillado sanitario, incluyendo suministro, herramientas, equipo y mano de obra, exceptuando accesorios varios. Los diámetros indicados corresponden al diámetro interior.

Especificaciones:

- **Materiales:** Las tuberías cumplirán la norma ISO 9971-1-2 o la NTE INEN 2059-2004 (superficie exterior perfilada e interior lisa), bajo control de calidad y con marcas impresas en cada unidad.

- **Procedimiento de instalación y prueba:** Se instalarán conforme a las alineaciones y pendientes indicadas en planos; cualquier modificación requiere aprobación del fiscalizador. Las pendientes se marcarán con estacas laterales o caballetes de madera perpendiculares al eje de la zanja. Forma de pago: Se medirá en metros lineales (m) de tubería instalada, directamente en obra, pagándose según los precios unitarios del contrato.
- **Materiales mínimos:** Tubería PVC 200 mm INEN 2059, adhesivo para PVC, solvente líquido, prueba hidrostática, uniones de PVC.

RUBRO 4.0.1 – POZOS DE REVISIÓN PARA ALCANTARILLADO $F'c=210$ kg/cm², D=1,30 m

Definición: Estructuras que permiten el acceso al interior de tuberías o colectores para limpieza, incluyendo material, transporte e instalación. Especificaciones: Se construirán en los puntos señalados en planos o indicados por el fiscalizador durante la instalación de tuberías o colectores, asegurando que no existan más de 100 m de tubería sin su respectivo pozo de revisión.

FORMA DE PAGO. - Los pozos y todos los rubros se pagarán por unidad.

RUBRO N°	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD
18	Pozos Rev. $F'c=210$ Kg/cm ² H=0.00 – 2.00m. D=1.30 m (Cuerpo Tipo 1)	U
19	Pozos Rev. $F'c=210$ Kg/cm ² H=2.01 – 4.00m. D=1.30 m (Cuerpo Tipo 1)	U
20	Pozos Rev. $F'c=210$ Kg/cm ² H=4.01 – 6.00m. D=1.30 m (Cuerpo Tipo 1)	U
135	Pozos Rev. $F'c=210$ Kg/cm ² H=0.00 – 2.00m. D=1.20 m (Cuerpo)	U

RUBRO 4.0.4

TAPAS PARA POZOS (CAMARA):

DEFINICIÓN. - Se entiende por colocación de cercos y tapas el conjunto de operaciones necesarias para instalar en obra las piezas especiales que rematan los pozos de revisión, ubicadas a nivel de calzada.

ESPECIFICACIONES. - Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido o de hormigón armado, y su ubicación y tipo se indicarán en los planos correspondientes. Los cercos y tapas de hierro fundido deben cumplir con la norma ASTM-A48 y contar con la aprobación de la Municipalidad a través de la DAPA. La fundición de hierro gris debe ser de alta calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades ni defectos que afecten su uso, y cubrirse con una capa uniforme de pintura bitumástica que le otorgue consistencia tenaz y elástica (no vidriosa). Cada pieza debe llevar las marcas correspondientes y tener un peso mínimo de 210 libras.

FORMA DE PAGO. - Se medirá en unidades, contabilizando la cantidad instalada en obra de acuerdo con el proyecto y las órdenes del fiscalizador.

RUBRO 5.0.1

ENTIBADO DE PROTECCION DE ZANJA (APUNTALAMIENTO)

DEFINICIÓN. - La protección y el entibado consisten en trabajos destinados a evitar el socavamiento o derrumbe de las paredes de la excavación, garantizando la estabilidad del terreno y la seguridad de los trabajadores y estructuras adyacentes

ESPECIFICACIONES. - El constructor deberá realizar entibados y soportes provisionales en zonas con estratos aluviales sueltos, permeables o inestables que comprometan la seguridad del trabajo. En áreas cercanas a viviendas, se deben implementar medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras colindantes

FORMA DE PAGO. - La colocación de entibados se medirá en metros cuadrados (m²) del área cubierta directamente sobre el terreno, y se pagará conforme a los precios unitarios establecidos en el contrato.

RUBRO 5.0.2

CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO

DEFINICIÓN. - Se entiende por conexiones domiciliarias las acometidas que enlazan las viviendas o predios con la red de alcantarillado para la evacuación de aguas residuales.

ESPECIFICACIONES. - Este rubro incluye las siguientes actividades:

- Excavación manual.
- Suministro e instalación de la caja de revisión de hormigón simple $F'c=180$ kg/cm², dimensiones 0,6 × 0,6 m y altura 0,5 m, construida in situ con su respectivo empate.
- Suministro e instalación de tapa de caja domiciliaria de hormigón armado.
- Suministro e instalación de tubería de PVC de desagüe de 110 mm, desde la caja de revisión hasta la tubería matriz.
- Relleno compactado con material del sitio.

FORMA DE PAGO. - Se medirá y pagará por unidad de conexión domiciliaria instalada, incluyendo el empate con la tubería matriz.

ANEXO 3

FOTOGRAFÍAS







