



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

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

Tema:

**ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO
DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI –
CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSIONES EN EL MEDIO
AMBIENTE.**

MODALIDAD: PROYECTO INVESTIGATIVO

INTEGRANTES:

**ERICK FRANCISCO BOWEN GRIJALVA
VIVIANA PATRICIA LOOR PACHAY**

PERIODO:

2016

DEDICATORIA

Le doy gracias a Dios por las metas que he conseguido con propósitos y logros, una vez culminado mi Proyecto de Titulación dedico este triunfo con infinito amor a mis seres queridos.

A mis grandes apoyo que son mis Padres Francisco Bowen Vera y Patricia Grijalva Bowen por ser las personas presentes en cada etapa de mi vida.

A mis dos grandes Amores que son mis Hermanas Erika Bowen Grijalva y Katherine Bowen Grijalva gracias por su apoyo.

A todos las personas que me ayudaron en este logro obtenido y que siempre estuvieron dándome ánimos.

Erick Bowen.

DEDICATORIA

Los Logros se consiguen con esfuerzos y dedicación, una vez terminado mi Proyecto de Titulación dedico este triunfo con infinito amor a.

A mis Padres Violeta Pachay Macías y José Loor Intriago por ser mi gran apoyo incondicional en cada momento en mi vida.

A mis dos grandes Tesoros que son mis Hijos Alexander Cedeño Loor y Shannah Mera Loor por tanto tiempo de espera en este logro.

A mis Padres de corazón mis Abuelos y mi Ángel que esta desde el cielo guiándome Elías Pachay Tóala.

A todos las personas que me ayudaron que estuvieron presente en los momentos más difíciles y que siempre me dieron ánimo y nunca me dejaron caer.

Viviana Loor.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios que durante todo este camino de estudio nos ha guiado y cada día nos ha dado fuerzas para seguir adelante y obtener este logro.

A la Universidad Técnica de Manabí la cual nos abrió sus puertas, para acogernos como estudiantes y formarnos como profesionales mediante los conocimientos impartidos por el grupo de docentes que elaboran en esta gran institución.

A la Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, al Ing. Hernán Nieto Castro (Decano de la facultad), Ing. Edgar Menéndez, (Vicedecano de la carrera de Ingeniería Civil), a la tutora del proyecto de titulación Ing. Lenin Mendoza Bowen, fue el timonel en el desarrollo de nuestro proyecto de titulación, a nuestro revisor El Ingeniero Edgar Menéndez por ser quien nos ayudó a corregir las falencias que existieron en nuestro trabajo de titulación.

Así mismo a los señores Miembros del Tribunal, de Revisión, Evaluación y Sustentación.

A cada una de las personas que nos han apoyado incondicionalmente, a nuestros familiares que nos han dado mucho apoyo, y a los amigos que nos han ayudado de alguna u otra manera.

Erick Bowen.

Viviana Loor.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACION DEL TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe la presente Ing. Lenin Mendoza Bowen, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química de la Universidad Técnica de Manabí; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **“ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSIONES EN EL MEDIO AMBIENTE”** desarrollada por los profesionistas: Erick Francisco Bowen Grijalva y Viviana Patricia Loor Pachay; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el **Art. 8** del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes

Ing. Lenin Mendoza Bowen.

TUTOR

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad Proyecto Investigativo y que lleva por tema: **“ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSIONES EN EL MEDIO AMBIENTE”** desarrollado por los señores, Erick Francisco Bowen Grijalva con Cédula N° 131180019-5 y Viviana Patricia Loor Pachay con Cédula N° 131130213-5, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, bajo la tutoría y control de la Sr. Ingeniero Lenin Mendoza Bowen, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Han aplicado correctamente el manual de Titulación de la Universidad Técnica de Manabí.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.

Ing. Edgar Menéndez Menéndez.
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Quienes firmamos la presente, profesionistas; ERICK FRANCISCO BOWEN GRIJALVA, Y VIVIANA PATRICIA LOOR PACHAY, en calidad de autores del trabajo de titulación realizada sobre “ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSIONES EN EL MEDIO AMBIENTE” por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.



Erick Francisco Bowen Grijalva
AUTOR



Viviana Patricia Loor Pachay
AUTOR

Contenido

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. TEMA	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.3.1. ESPACIAL.....	5
2.3.2. TEMPORAL.....	5
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. MARCO TEÓRICO.....	6
DEFINICIONES	6
Acometida	6
Aguas residuales	6
Afluente	6
Caudal de diseño para alcantarillado sanitario.....	6
Colector	6
Contaminación.....	7
Cuerpo receptor.....	7
ALCANTARILLADO.....	7
CARACTERÍSTICAS DEL ALCANTARILLADO.....	8
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	8
➤ Estructuras de captación.....	9
➤ Estructuras de conducción.....	9
➤ Estructura de vertido	9
TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	9
➤ Sistema separado	9
➤ Sistema combinado.....	9
CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERIAS	10
Laterales o iniciales.	10
Colectores secundarios.....	10
Colectores Principales.	10
Interceptor.	10
REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	10
Trazado Perpendicular o Espina de Pez.....	11
Trazado Interceptor.	12

Trazado Paralelo.	12
PRECIPITACIONES O LLUVIAS.	12
TIPOS DE PRECIPITACIONES	13
Precipitaciones conectivas.	13
Precipitaciones orográficas	14
Precipitaciones por convergencia	14
INTENSIDADES DE LLUVIAS	14
PERIODOS DE DISEÑOS	15
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	15
ESCORRENTÍA.	16
INTENSIDADES DE LLUVIAS	17
INTENSIDADES DE LLUVIAS EN PORTOVIEJO	17
ZONIFICACIÓN DE INTENSIDADES.	18
COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	21
Bordillo.	21
Cuneta	21
Sumidero	21
Tubería de conexión	21
Cámara de inspección	21
Colectores secundarios	22
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	22
COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	22
Pozo de Revisión	22
Pozos de Salto	23
Conexiones Domiciliarias.	24
ÁREA CONTRIBUYENTE.	24
ENFERMEDADES HÍDRICAS.	25
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.	25
SALUD AMBIENTAL.	26
DETERIORO AMBIENTAL Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.	26
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	27
3.2. ANTECEDENTES	27
3.3. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.	28
3.3.1. MACRO LOCALIZACIÓN	28
Nivel nacional	28
Nivel regional	28
Nivel local	28

3.3.2. MICRO LOCALIZACION	29
3.4. JUSTIFICACIÓN	29
4. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO	30
4.1. EN LO SOCIAL	30
4.2. EN LO ECONÓMICO.....	30
4.3. EN LO CIENTÍFICO	30
5. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	31
5.1. HIPÓTESIS	31
5.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES	31
5.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	31
5.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	31
5.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	32
6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	34
6.1. OBJETIVOS.....	34
6.1.1. GENERAL.....	34
6.1.2. ESPECÍFICOS.....	34
6.2. CAMPO DE ACCIÓN	34
BENEFICIARIOS.....	35
Directos	35
Indirectos	35
7. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MUESTRA	36
INVESTIGACIÓN DEL CAMPO.....	36
MÉTODO.....	36
TÉCNICA.....	36
POBLACIÓN DE LA MUESTRA.....	36
POBLACIÓN Y MUESTRA:.....	37
8. RECOLECCIÓN DE DATOS	38
NORMA EMPLEADA.....	38
9. ANALISIS DE LOS DATOS (ESTADÍSTICOS VERIFICACIÓN DE OBJETIVOS)..	39
DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	39
UBICACIÓN DE LOS POZOS.....	39
Circuito 1	39
Circuito 2	39
Circuito 3	39
TRAMOS Y LONGITUDES	39
ÁREAS DE APORTACIÓN.....	42
COEFICIENTE DE ESCORRENTIÀ.....	42

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	43
INTENSIDAD DE LLUVIAS	44
CAUDAL	44
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	45
PENDIENTE	45
DIÁMETRO CALCULADO	45
DIÁMETRO COMERCIAL	46
CAUDAL DE DISEÑO	47
VELOCIDAD PRIMARIA	48
RELACIÓN DE CAUDALES	48
RELACIONES HIDRÁULICAS	48
VELOCIDAD REAL	50
ALTURA DE VELOCIDAD	50
RADIO HIDRÁULICO	51
ESFUERZO DE CORTE	51
VELOCIDAD DE ESFUERZO	52
CONDICIÓN DE VELOCIDAD	52
ALTURA DE LÁMINA DE AGUA	53
ENERGÍA ESPECÍFICA	53
PROFUNDIDAD HIDRÁULICA	54
NUMERO DE FROUDE	54
CONDICIÓN DE NÚMERO DE FROUDE	55
RESULTADOS DE CÁLCULO	56
DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO	63
UBICACIÓN DE LOS POZOS	63
Circuito 1	63
Circuito 2	63
TRAMOS Y LONGITUDES	63
ÁREAS DE APORTACIÓN	65
CAUDAL	65
Caudal Institucional	65
Caudal por Infiltración	65
Caudal por Conexiones Erradas	65
Caudal de diseño	65
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	65
PENDIENTE	65
DIÁMETRO CALCULADO	66

DIÁMETRO COMERCIAL	66
CAUDAL CALCULADO	66
VELOCIDAD PRIMARIA	67
RELACIÓN DE CAUDALES	67
RELACIONES HIDRÁULICAS	67
VELOCIDAD REAL	68
ALTURA DE VELOCIDAD	68
RADIO HIDRÁULICO	69
ESFUERZO DE CORTE.....	69
VELOCIDAD DE ESFUERZO.....	70
CONDICIÓN DE VELOCIDAD.....	70
RESULTADOS DE CÁLCULO.....	71
CONSIDERACIONES A LA HORA DE HACER EL DISEÑO:	76
COTAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	77
10. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS (DISCUSIONES	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES)	79
10.1. CONCLUSIONES	79
11. PRESUPUESTO.....	81
12. CRONOGRAMA	82
13. BIBLIOGRAFÍA.....	83
14. ANEXOS.....	84
14.1. ENCUESTA	85
14.1.1. TABULACIÓN DE ENCUESTA	86
14.2. GRAFICOS Y FOTOS.....	89

RESUMEN

En la siguiente investigación denominado “ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUCIONES EN EL MEDIO AMBIENTE” se refiere a la problemática que se crea de la observación en la realidad del funcionamiento del sistema del alcantarillado sanitario y pluvial en la Universidad Técnica de Manabí y como estos repercuten al ambiente de la comunidad universitaria, con un diseño de alcantarillado adecuado, mediante este proyecto se busca conocer la realidad en la que trabajan los sistemas de alcantarillado tanto el Pluvial como el Sanitario, y por medio de los códigos vigentes que rigen el diseño de este tipo de sistemas plantear una alternativa de diseño que pueda ser de utilidad.

SUMMARY

In the following investigation called "STUDIES FOR PERFORMANCE EVALUATION SYSTEMS SANITARY SEWER AND STORM OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF MANABI - CAMPUS PORTOVIEJO AND Repercussions IN THE ENVIRONMENT" refers to the problem that is created from the observation in the reality of the operation of the system of sanitary and storm sewer at the Universidad Técnica de Manabí and how they affect the environment of the university community, with a design of adequate sewerage, by this project seeks to understand the reality in which sewerage systems work both Storm and Sanitary, and through existing codes governing the design of this type of posing an alternative design that can be useful systems.

1. TEMA

“ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSIONES EN EL MEDIO AMBIENTE.”

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo deben permitir longitudes de tuberías desde cada área aportante para evacuar las aguas servidas y lluvias a través de colectores y sumideros hacia los sistemas de alcantarillado externos y públicos siendo más recomendables, que los recorridos cumplan con lo estipulado en las normas de acuerdo a las características hidráulicas de las tuberías y velocidades de auto limpieza recomendadas.

Se propuso un análisis pormenorizado de cada uno de los tramos de tuberías que colectan las aguas en cada área aportante permitiendo la aplicación de las normas de saneamiento ambiental, es importantes mantener las pendientes recomendadas para garantizar velocidades de auto limpieza mínimas y de esta manera no generar costos elevados.

En el análisis propuesto se consideró el crecimiento de las áreas que aportan con el sistema de alcantarillado y se estudiará mediante un cálculo si las tuberías que hoy funcionan como colectores son adecuadas y cuentan con una capacidad de transporte suficiente para los caudales que se generen en cada uno de los tramos estudiados.

Las cajas de registro y los pozos de revisión deberán estar diseñados acordes a estas exigencias de tal manera que no se acumulen aguas servidas en dichos elementos. Es necesario contar con un levantamiento topográfico y la respectiva geo-referenciación de cada pozo de revisión para definir las distintas áreas aportantes y su remuneración de acuerdo a los caudales producidos.

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas que mediante el desarrollo de la investigación, y gracias a la ayuda de documentación revisada en internet y libros consultados en las bibliotecas con las que cuenta la Universidad Técnica de Manabí son los siguientes.

- El incumplimiento de las normas de diseño al momento de diseñar obras de esta índole.
- Los malos procesos constructivos con los que se construyen ciertos sistemas de alcantarillado.
- Taponamientos por desechos arrojados por personas cercanas a la comunidad universitaria.
- Materiales de baja calidad utilizados en la construcción de los sistemas de alcantarillado.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida inciden una adecuada evacuación de las aguas servidas y aguas lluvias para la disminución de riesgos de enfermedades hidráulicas de los estudiantes, empleados y docentes de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo?

2.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. ESPACIAL.

La investigación se desarrolló en los diferentes sistemas de alcantarillados existentes de la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo.

2.3.2. TEMPORAL.

El tiempo de análisis para la presente investigación está comprendido entre el año 2010 al 2015.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO TEÓRICO

DEFINICIONES

Acometida

“Estas unidades sirven para conectar las aguas residuales de la vivienda hacia el colector principalmente, generalmente se debe instalar una por vivienda y debe colocarse en la acera para permitir inspecciones de rutina”¹.

Aguas residuales

Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes y vertidas a un cuerpo receptor.

Afluente

Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal.

Caudal de diseño para alcantarillado sanitario

“Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más los caudales adicionales por conexiones erradas e infiltración, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño”².

Colector

“Es una tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud”³.

¹ Fuente: Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales (Salazar, 2003, pág. 13)

² Diccionario Enciclopédico QUILLET. (Fatone, (s.f.))

³ Diccionario Enciclopédico QUILLET. (Fatone, (s.f.))

Contaminación

La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida como la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo y recursos naturales en general.

Cuerpo receptor

Todo sitio, río, quebrada, lago, laguna, manantial, embalse, mar, estero, manglar, pantano y otros previamente autorizados, donde se vierten aguas residuales, excluyendo el sistema de alcantarillado.

ALCANTARILLADO

La correcta planeación para el desarrollo de asentamientos humanos está estrechamente ligado al planeamiento de servicios básicos adecuados, entre los que aparece como uno de los principales un adecuado sistema de Alcantarillado.

La palabra Alcantarillado proviene del diminutivo Hispano-árabe al-qántara o red de drenaje, este tiene como fin principal el de recoger las aguas residuales y pluviales de una determinada población y transportarlas hasta el lugar dispuestos para su tratamiento adecuado, en ciertas ocasiones a lugares clandestinos o desembocar directamente a un río.

Los sistemas de Alcantarillado también llamado redes de saneamiento aparecieron en el siglo XIX en ciudades de Europa, ocasionado principalmente por la deficiencia que existía al momento de desalojar aguas fecales.

Los sistemas de alcantarillado Sanitario y Pluvial, para la correcta evacuación de sus aguas, deben estar conformados por redes de colectores que a su vez deben estar correctamente conectadas por pozos de inspección, los cuales deben construirse a profundidades determinadas por los códigos de diseño y ubicados en las vías públicas en posiciones y direcciones determinadas por los mismos códigos de diseño.

CARACTERÍSTICAS DEL ALCANTARILLADO

Las redes de Alcantarillado son estructuras hidráulicas que principalmente funcionan a presión atmosférica y en breves casos por gravedad en tramos relativamente parciales, se encuentran constituidos por tuberías circulares que trabajan bajo presión o por vacío.

Aproximadamente a mediados del siglo XX comenzó la utilización y construcción de redes separativas, con la argumentación de que estas poseían las siguientes ventajas.

- Reducción de costos de depuración y simplificación de procesos.
- Reducción de la carga contaminante vertida al medio receptor.

Para el correcto funcionamiento de las redes separadas debe tenerse mucha precaución con los siguientes aspectos.

- El control a los vertederos debe de ser estricto con el fin de evitar la infiltración de caudales residuales a la red pluvial.
- Costos de instalaciones en edificios bastante importantes.
- Contaminación apreciable en aguas pluviales que se vierten a los cauces de ríos, lagos etc.

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

“Los componentes principales de un sistema de alcantarillado se agrupan según la función para la cual son empleados. Así, un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, se integra de las partes siguientes”⁴.

⁴ <ftp://ftp.cna.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Alcantarillado%20Pluvial.pdf>. (Agua, 2007, pág. 10)

➤ **Estructuras de captación**

Su función es recolectar las aguas a transportar, para lo cual se utilizan sumideros como estructuras de captación.

➤ **Estructuras de conducción**

Su función consiste en transportar las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia el vertido o en ciertas ocasiones sitios de tratamiento, y se encuentra formado por conductos cerrados y abiertos que se conocen como tuberías y canales respectivamente.

➤ **Estructura de vertido**

Su función consiste en proteger y mantener libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado.

TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

➤ **Sistema separado**

Sistema compuesto por un alcantarillado de aguas lluvias y un sistema de alcantarillado sanitario los mismos que tienen disposiciones finales diferentes.

➤ **Sistema combinado**

Este sistema compuesto por una red de tuberías que acumula y lleva las aguas residuales y las aguas lluvias.

“la utilización de los sistemas combinados deberá ser plenamente justificado por el proyectista, estará constituido por el caudal de aguas servidas, más el caudal de escorrentía pluvial.”⁵

Para analizar cuál es el sistema conveniente hay que realizar un estudio tomando en cuenta los siguientes pasos que son:

⁵ (MIDUVI, 2011)

- La topografía del terreno
- La validez del procedimiento
- Los recurso económica de la población

CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERIAS

Estos sistemas de alcantarillado se componen de varias líneas de tuberías, estas son:

Laterales o iniciales.

Estará compuesta solo por los caudales que se genera en los sumideros y en redes terciarias.

Colectores secundarios.

Estará compuesto por los caudales generados por dos o más tuberías iniciales.

Colectores Principales.

Estará compuesto por los caudales generados por dos o más tuberías secundarias.

Interceptor.

“Es un colector colocado paralelamente a un rio o a un canal”⁶.

REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Los trazados con los cuales se puede diseñar un sistema de alcantarillado varían dependiendo de ciertas condiciones entre las que se encuentran el lugar, la topografía, la ubicación del emisario final además de otras condiciones que se deben tener en cuenta al asignar un sistema específico de alcantarillado.

⁶ <https://es.scribd.com/doc/89822446/Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2> (Cualla, 1995, pág. 9)

Para el diseño de los sistemas de alcantarillado no necesariamente existe un sistema directo aplicable, es decir se pueden combinar varios sistemas, con el fin de que el sistema gane eficiencia, en lo que se refiere a la conducción del caudal en el emisario final.

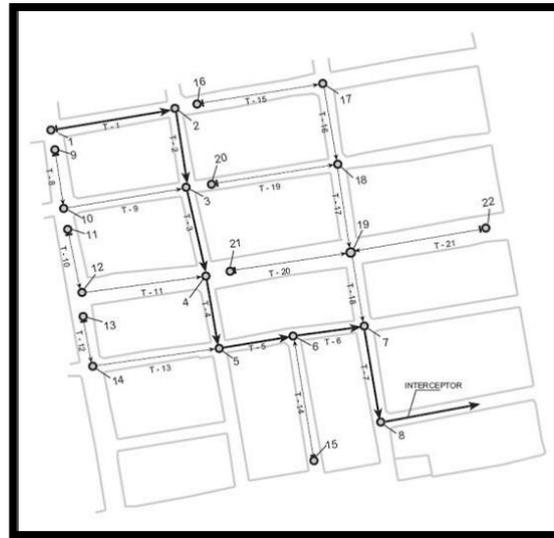


Grafico 1. Esquema de un trazado de alcantarillado.

Trazado Perpendicular o Espina de Pez.

“Se diseña cuando se puede descargar directamente sobre los cursos receptores, son trazados de pequeña longitud y su aplicación está en diseños de alcantarillado pluvial o en diseño de alcantarillados donde no se tiene mucha contaminación, en puntos de descarga”⁷.

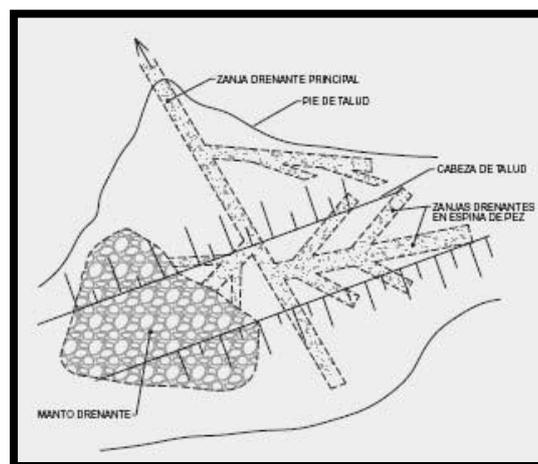


Grafico 2. Esquema de espina de pez

⁷ <https://es.scribd.com/doc/89822446/Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2> (Cualla, 1995)

Trazado Interceptor.

“Los conductores principales tienen un trazado de espina de pez y perpendicular al cuerpo receptor, estos conductos son interceptados por otro conducto principal llamado interceptor, conduciendo las aguas planta de tratamiento o a un punto de tratamiento adecuado”⁸.

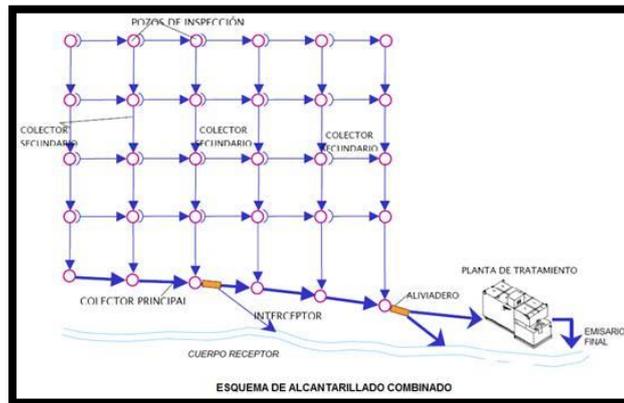


Grafico 3. Esquema del trazado interceptor.

Trazado Paralelo.

“Cuando los conductos principales o interceptores, se diseñan paralelamente evitando recargar el conducto principal más bajo, si por topografía se obligan a bombear las aguas servidas, disminuyendo de ésta manera el caudal de bombeo”⁹.

PRECIPITACIONES O LLUVIAS.

Para poder llevar a cabo el diseño del alcantarillado pluvial es necesario conocer los fenómenos relacionados con las lluvias, ya que estas estructuras se construyen en función a las precipitaciones, las cuales generaran los caudales que deberá de soportar el sistema.

“Las lluvias es un fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.

⁸ <https://es.scribd.com/doc/89822446/Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2> (Cualla, 1995)

⁹ <https://es.scribd.com/doc/89822446/Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2> (Cualla, 1995)

Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia, sino virga, y, si el diámetro es menor, sería llovizna. La lluvia se mide en milímetros.

La lluvia depende de tres factores: la presión atmosférica, la temperatura y, especialmente, la humedad atmosférica”¹⁰

El estudio de las precipitaciones es el punto inicial cuando se empieza a diseñar un sistema de alcantarillado pluvial, dichos estudios se los debe realizar mediante el análisis de datos históricos que son: la frecuencia, la cantidad de líquido precipitado y la duración de las precipitaciones, estos datos son de suma importancia ya que gracias a estos se podrá hacer una estimación de las precipitaciones a futuro, haciendo que sea más sencillo elegir el alcantarillado adecuado.

Para que se formen las precipitaciones es necesario que se encuentren los siguientes elementos:

- Humedad atmosférica
- Radiación solar
- Mecanismos de enfriamiento del aire
- Presencia de núcleos higroscópicos para que haya condensación

TIPOS DE PRECIPITACIONES

Precipitaciones conectivas

“Suelen producirse en zonas llanas o con pequeñas irregularidades topográficas, donde puede presentarse un ascenso de aire húmedo y cálido dando origen a nubes del tipo de cumulonimbos con lluvias intensas. El diámetro del cumulonimbo que produce una lluvia de convección puede variar notablemente, desde un centenar de metros en

¹⁰ OMM, "Atlas Internacional de Nubes", Volumen I: "Manual de observación de nubes y otros meteoros", Publicaciones de la OMM, n.º 407, Ginebra, 1993. (OMM, 1993)

un tornado, hasta unos 1000 km o más en el caso de un huracán, aunque el término cumulonimbo suele limitarse a casos intermedios. La duración e intensidad de las precipitaciones están proporcionalmente relacionadas con el mayor o menor diámetro o tamaño de la tormenta”¹¹.

Precipitaciones orográficas

“La lluvia orográfica es la producida por el ascenso de una columna de aire húmedo al encontrarse con un obstáculo orográfico, como una montaña. En su ascenso el aire se enfría hasta alcanzar el punto de saturación del vapor de agua, y una humedad relativa del 100%, que origina la lluvia.”¹²

Precipitaciones por convergencia

“Son propias de zonas ecuatoriales, donde el aire asciende por el choque de dos masas de aire de temperatura y humedades similares, procedentes de zonas cercanas de los hemisferios norte y sur, que son arrastradas por los vientos alisios. Esta convergencia provoca lluvias muy intensas”.¹³

INTENSIDADES DE LLUVIAS

Este valor se obtiene a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtienen las curvas de intensidad, duración y frecuencia.

“Es importante recordar que, de acuerdo con estas curvas, la intensidad es inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia. Para poder, entonces, obtener un valor de intensidad de la lluvia en la aplicación del método racional, es necesario definir la frecuencia de la lluvia y su duración.”¹⁴.

¹¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvias_de_convecci%C3%B3n

¹² https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_orogr%C3%A1fica (David, 2000)

¹³ <http://www.rinconsolidario.org/meteorologia/webs/precipela.htm>

¹⁴ <https://es.scribd.com/doc/89822446/Alcantarillados-Lopez-Cualla-OCR-2> (Cualla, 1995)

PERIODOS DE DISEÑOS

Los sistemas de alcantarillados se diseñan para diferentes periodos de retorno, estos periodos están definidos por la vida útil para la cual se realizan los análisis y cálculos, de aquí nace la necesidad de conocer la frecuencia de lluvias que van como mínimo desde los 3 años y pueden llegar a 100 años, el periodo de retorno a escoger también dependerá de la importancia relativa de la zona y el área que se drene.

En la tabla a continuación se pueden apreciar diferentes valores de periodos de retorno que sirven como guía al momento de diseñar diferentes tramos de tubería.

Frecuencias de diseño en tuberías de alcantarillado pluvial			
Área de Drenaje	Frecuencia de diseño (años)		
	Mínimo	Aceptable	Recomendable
Tuberías iniciales con áreas de drenaje inferior a 2 He			
Zona Residencial	2	2	3
Zona Industrial o Comercial	2	3	5
Tubería iniciales con áreas de drenaje entre 2 a 10 He ,independientemente del uso independientemente del uso	2	3	5
Tubería iniciales con áreas de drenaje mayor de 10 He	5	5	10

Tabla 1. Periodos de Diseño en tuberías de alcantarillado pluvial

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se conoce como tiempo de concentración al periodo de tiempo que el agua se demora en trasladarse desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector, en otras palabras, es el tiempo requerido desde que empieza la precipitación hasta que toda el área este contribuyendo al colector designado.

El tiempo de concentración estará conformado por dos tiempos, el primero es el tiempo de entrada y el segundo es el tiempo que transcurre mientras el agua recorre el colector

$$TC = Te + Tt$$

Donde:

TC= tiempo de concentración (minutos)

Te= tiempo de entrada (minutos)

Tt= tiempo de recorrido en la tubería (minutos)

El valor para el Tiempo de entrada (Te) para tramos iniciales según las recomendaciones debe estar entre los 10 y los 20 minutos.

El valor para el Tiempo de recorrido en la tubería (Tt) va a estar dado por la siguiente ecuación.

$$Tt = \frac{L}{60 * V}$$

Donde:

L= Longitud del tramo de tuberías, el cual para efectos del cálculo debe estar en metros (m).

V= Velocidad del caudal transportado, el cual para efectos del cálculo debe estar en metros/segundos (m/s).

ESCORRENTÍA

Se define como escorrentía al agua proveniente de las precipitaciones, la cual circula por la superficie hasta concentrarse en los cauces, la escorrentía superficial está en función de las características de la cuenca como lo son la topografía, el clima, las condiciones geológicas y la vegetación presente en la cuenca, además de estar íntimamente ligada a la relación que existe entre aguas superficiales y aguas subterráneas en un cuenca.

El proceso de escorrentía es muy extenso, y empieza cuando comienza a llover, el agua proveniente de las lluvias se deposita en las hojas de la vegetación, pero inevitablemente termina llegando al suelo, una vez llega al suelo empieza a infiltrarse, en su primera etapa la cual se denomina infiltración inicial, una vez terminada la infiltración inicial comienza a escurrir pero continua infiltración.

INTENSIDADES DE LLUVIAS

Los datos sobre intensidad de precipitación de los registros pluviométricos denominados pluviogramas o diagramas de precipitación acumulada a lo del tiempo, correspondiente a 24 horas de registro continuo y a una altura equivalente a 10 mm de precipitaciones.

“De estos gráficos se puede establecer para diversas duraciones, las intensidades máximas ocurridas durante una lluvia dada, sin que necesariamente las duraciones mayores deban incluir a las menores, las duraciones usuales son de: 5, 10, 15, y 30 minutos y 1, 2, 6, 12 y 24h00. Los límites de duración están fijados en 5 minutos y 24 horas, ya que 5 minutos representan el menor intervalo que se pueden leer en los registros pluviográficos, con precisión adecuada y, 24 horas porque para duraciones mayores pueden ser utilizados datos observados en los pluviómetros”¹⁵.

“El número de intervalos de duración citado, provee puntos suficientes para definir curvas de intensidad, duración de precipitación referente a diferentes frecuencias de ocurrencia”¹⁶.

INTENSIDADES DE LLUVIAS EN PORTOVIEJO

Para identificar las intensidades de lluvias correspondientes al lugar del estudio es necesario identificar en las tablas de INAMHI la zonificación.

¹⁵ <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html> (Fiallos, 1999)

¹⁶ <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html> (Fiallos, 1999)

ZONIFICACIÓN DE INTENSIDADES

“La caracterización pluviográfica del país es uno de los aspectos más importantes para el diseño de obras de drenaje, por lo que el INAMHI ha considerado necesario y oportuno actualizar los estudios de intensidades existentes, con la información pluviográfica y pluviométrica disponible se determinó nuevas ecuaciones para las 35 zonas características que se han considerado en el país”¹⁷.

“La metodología seguida para la zonificación de las intensidades de lluvias fue la siguiente: se realizó un estudio comparativo de los datos de intensidades obtenidos de los pluviográficos y pluviométricos de 178 estaciones meteorológicas representativas del país, determinándose una correspondencia entre los valores de intensidades de lluvias extraordinarias y de las precipitaciones máximas en 24 horas, con la finalidad de que si conocemos este último valor en cualquier lugar del país, se obtenga la intensidad correspondiente para el diseño de una obra hidráulica con la ecuación determinada para la zona por lo tanto, con las observaciones diarias de precipitación”¹⁸.

En el siguiente grafico se presentan la zonificación de intensidades de precipitación del INAMHI para 24 horas.

¹⁷ <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html> (Fiallos, 1999)

¹⁸ <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html> (Fiallos, 1999)

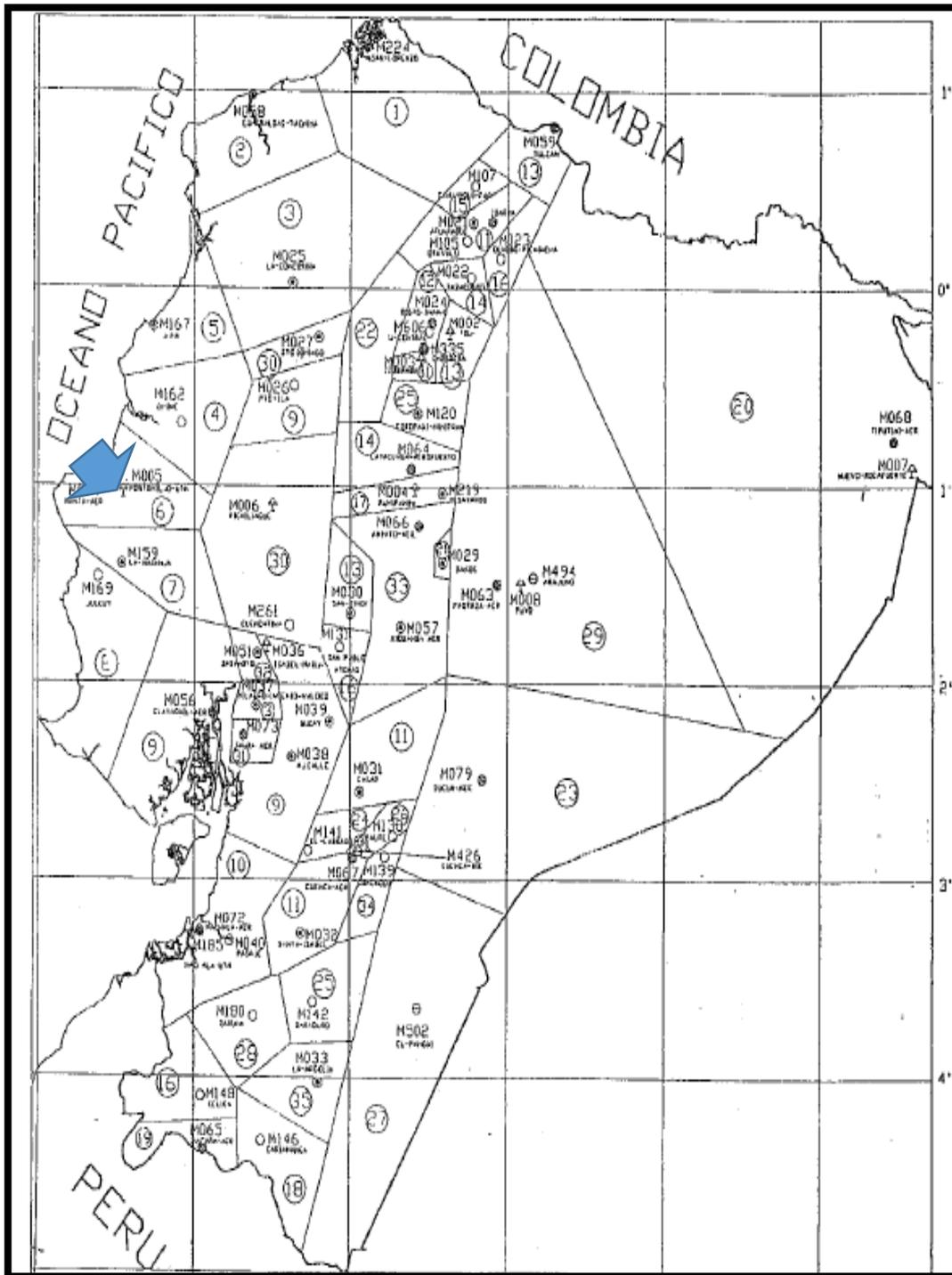


Grafico 4. Zonificación de intensidades de precipitación del INAMHI para 24 horas

Fuente: <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html>

Por medio de la figura 1 se puede observar que Portoviejo está enmarcado en la zona 6 de “intensidades de precipitaciones del INAMHI para 24 horas”.

En la siguiente tabla de la zonificación de intensidades se puede observar las ecuaciones representativas de las zonas.

Zonificaciones de intensidades

Ecuaciones representativas de las zonas

ZONA	DURACION	ECUACION
1	5 min < 130 min	$I_{TR} = 47.926 t^{\wedge} - 0.3387 Id_{TR}$
	130 min < 1440 min	$I_{TR} = 787.57 t^{\wedge} - 0.9154 Id_{TR}$
2	5 min < 30 min	$I_{TR} = 19.305 t^{\wedge} - 0.1332 Id_{TR}$
	30 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.4 t^{\wedge} - 0.6546 Id_{TR}$
3	5 min < 90 min	$I_{TR} = 53.369 t^{\wedge} - 0.3278 Id_{TR}$
	90 min < 1440 min	$I_{TR} = 639.52 t^{\wedge} - 0.8338 Id_{TR}$
4	5 min < 20 min	$I_{TR} = 56.507 t^{\wedge} - 0.2694 Id_{TR}$
	20 min < 1440 min	$I_{TR} = 247.71 t^{\wedge} - 0.7621 Id_{TR}$
5	5 min < 40 min	$I_{TR} = 54.719 t^{\wedge} - 0.3875 Id_{TR}$
	40 min < 1440 min	$I_{TR} = 197.81 t^{\wedge} - 0.7378 Id_{TR}$
6	5 min < 120 min	$I_{TR} = 57.598 t^{\wedge} - 0.4267 Id_{TR}$
	120 min < 1440 min	$I_{TR} = 344.08 t^{\wedge} - 0.7982 Id_{TR}$

Tabla 2. Ecuaciones representativas de las zonas

Fuente: <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html>

En la siguiente tabla se presentan las intensidades máximas para 24 horas, las cuales fueron determinadas con estación pluviográfica.

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-002	La Tola	00° 13' 46" S	78° 22' 00" W	2480	2,30	2,60	3,00	3,20	3,50
M-003	Izobamba	00° 22' 00" S	78° 33' 00" W	3058	2,00	2,20	2,50	2,70	2,90
M-004	Rumipamba	01° 01' 06" S	78° 35' 32" W	2680	1,80	2,10	2,40	2,70	2,90
M-005	Portoviejo	01° 02' 26" S	80° 27' 54" W	0046	2,94	3,53	4,28	4,84	5,40
M-006	Pichilingue	01° 06' 00" S	79° 27' 42" W	0120	5,76	6,33	6,90	7,30	7,71
M-007	Nuevo Rocafuerte	00° 55' 00" S	75° 25' 00" W	0265	4,50	4,80	5,30	5,60	5,90
M-008	Puyo	01° 30' 27" S	77° 56' 38" W	0960	5,50	6,10	6,90	7,50	8,00
M-021	Atuntaqui	00° 19' 39" N	78° 13' 17" W	2200	1,90	2,20	2,50	2,80	3,00
M-022	Tabacundo	00° 03' 11" N	78° 14' 06" W	2955	1,70	1,80	1,90	2,00	2,00
M-023	Olimedo-Pichincha	00° 08' 53" N	78° 02' 52" W	3120	2,00	2,40	3,10	3,70	4,40
M-024	Quito-Inamhi	00° 10' 00" S	78° 29' 00" W	2789	2,20	2,40	2,60	2,70	2,90
M-025	La Concordia	00° 01' 36" N	79° 22' 17" W	0379	6,14	6,56	7,00	7,29	7,55
M-026	Puerto Ila	00° 28' 34" S	79° 20' 20" W	0319	6,19	7,06	8,16	8,97	9,78

Tabla 3. Intensidades máximas en 24 horas

Fuente: <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html>

TR	Id-tr	C	I (mm)
5	2,94	0,75	47,16
10	3,54	0,75	56,79
25	4,26	0,75	68,34
50	4,84	0,75	77,64
100	5,40	0,75	86,63

Tabla 4. Intensidades de lluvias para diversos periodos de retornos

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Bordillo

Pieza de hormigón destinada a separar la calzada de la acera conformando de esta manera la cuneta longitudinalmente.

Cuneta

Canal de sección triangular que se forma entre el cordón y la calzada, destinadas a transportar el agua que se encuentra en la superficie.

Sumidero

Estructura hidráulica destinada a captar las aguas superficiales.

Tubería de conexión

Es la tubería destinada a la conectividad a través de una cámara de inspección.

Cámara de inspección

Cámara de mampostería, de piedra o concreto que une los diferentes tramos de Colectores.

Colectores secundarios

Tuberías que conducen la contribución del curso de agua afluyente y queda ubicada en el fondo de un valle secundario de la cuenca de drenaje.

Colector Principal

Tuberías que conducen la contribución del curso principal de agua y queda ubicada en el fondo de un valle principal de la cuenca de drenaje.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Las aguas residuales son aguas usadas doméstica y urbanas, también llamadas aguas negras estas se encuentran infectadas con heces u orinas.

Se debe de diseñar los sistemas de alcantarillados sanitarios, para que sean capaces de recolectar, transportar y descargar sin ningún problema los caudales generados por las poblaciones futuras que se asienten en el lugar en donde se construya dicho alcantarillado sanitario, así como los caudales generados por conexiones ilícitas, además de los caudales que se generen por infiltración, sin olvidar que si se diseñan sistemas de alcantarillados combinados deben soportar además los caudales ya nombrados, los caudales que se puedan generar por lluvias.

COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los elementos que componen una red de alcantarillado son los siguientes:

Pozo de Revisión

Se conoce como Pozo de revisión a aquellas estructuras cuyo diseño se encuentran destinado a permitir un fácil acceso al interior de las tuberías o colectores con el fin de facilitar trabajos de mantenimiento entre los que se encuentra su limpieza, para de esta manera evitar acumulación de sedimentos logrando evitar que se obstruyan los sistemas de alcantarillados.

“Los pozos de revisión según las normas, establecidos en el código ecuatoriano de la construcción deben ser colocados en los siguientes casos:”¹⁹

- Al inicio de cabecera de la red.
- En todo cambio de pendiente.
- Si existen cambio en la sección de los conductos.
- En intersección de calles o si se definen futuras calles.
- Si la longitud de un tramo sobre pasa los 80 metros.

Para tuberías menor a los 350 mm de diámetro, se ha determinado que 100 metros es la distancia máxima que debe de existir entre pozos de revisión.

Para tubería cuyos diámetros se encuentran entre 400 mm y 800 mm, se ha determinado que la distancia máxima que debe existir entre pozos de revisión debe de ser 150 metros.

Para tuberías cuyo diámetro es mayor a los 800 mm, se ha determinado que la distancia máxima que debe existir entre pozos de revisión debe ser de 200 metros.

El pozo de revisión deberá de tener un diámetro que ira en función del mayor diámetro de las tuberías que estén conectadas.

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro interior del pozo (m)
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

Tabla 5. Diámetros recomendados para pozos de revisión

Fuente: Código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias

Nota: la tapa de cada pozo debe ser de forma circular y de hierro fundido.

Pozos de Salto

Se conoce como pozo de salto a aquellos cuya función es la de contrarrestar, los efectos provocados por la erosión sobre las paredes de los pozos de revisión y a su vez para poder facilitar el ingreso del personal encargado de mantenimiento.

¹⁹ <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/608> (Andrés, 2011, pág. 25)

“Los pasos de salto son estructurales especiales, contruidos debido a una diferencia de altura mayor a los 0,6m entre las tubería de llegada y la tubería de salida, en este caso, se agrandara el diámetro del pozo y se colocara una tubería vertical para que conduzca el flujo hacia el fondo”²⁰.

La tubería de salto no podrá exceder un diámetro de 300mm. Para caudales excesivamente grandes y en casos necesarios, se diseña estructuras especiales de saltos.

Conexiones Domiciliarias.

La finalidad de las conexiones domiciliarias es la de conducir las aguas servidas generadas por la viviendas hasta la red principal de alcantarillado.

Para este fin se utilizan las cajas de revisión cuyas secciones mínimas de acuerdo a la norma ecuatoriana son de 0.60 x 0.60 con una altura mínima de 0,60 m, y se encuentran ubicadas en cada vereda entre las casas y las líneas de servicios.

La tubería de conexión domiciliaria debe cumplir con un diámetro mínimo de 100 mm y debe de ser colocada con una pendiente mínima del 1%.

Para realizar la conexión con la red principal se debe de utilizar un accesorio o codo, para de esta manera lograr garantizar la entrada de las conexiones residuales domiciliarias.

Para empalmar la acometida con la tubería de servicio se debe de mantener un ángulo de 45°.

ÁREA CONTRIBUYENTE.

Trazado de diagonales y bisectrices por las manzanas o planimetriando las respectivas áreas aportantes a cada colector.

²⁰ <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/608> (Andrés, 2011, pág. 27)

En la delimitación de las áreas respectivas hay que tener en cuenta el sistema de drenaje natural, según la topografía de la población. En los casos en que alrededor de la población exista una cuenca que aporte un volumen de agua, se deberán diseñar canales interceptores con el fin de evitar que los colectores iniciales resulten excesivamente grandes.

ENFERMEDADES HÍDRICAS.

Las enfermedades hídricas son aquellas causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca. La mayoría de los microorganismos que provocan estas enfermedades llegan al agua mediante contaminación con excretas humanas.

Las enfermedades de origen hídrico o los efectos adversos del agua sobre la salud humana pueden dividirse en cuatro categorías:

- Enfermedades transmitidas por el agua
- Enfermedades con base u originadas en el agua
- Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua
- Enfermedades vinculadas a la escasez de agua

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

SALUD AMBIENTAL.

La salud y el medio que nos rodea están íntimamente relacionados. El aire que respiramos, el agua que bebemos, el entorno de trabajo o el interior de los edificios tienen una gran implicación en nuestro bienestar y nuestra salud. Por ese motivo, la calidad y la salubridad de nuestro entorno son vitales para una buena salud.

En los últimos años, asistimos a un aumento de la inquietud de los ciudadanos ante las posibles implicaciones sanitarias derivadas de problemas o catástrofes medio ambientales. La preocupación por los materiales potencialmente tóxicos en contacto con el agua o los alimentos, la emisión de antenas y dispositivos de telefonía móvil, etc.

DETERIORO AMBIENTAL Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

Una de las principales fuentes de contraer enfermedades es cuando no se tiene el debido mantenimiento en los alcantarillados ya sea pluvial o sanitario el cual se forman las aguas negras, contribuyen a la expansión de malos olores, bacterias, ratas, moscas, etc.

La cual se presenta algunas enfermedades en los seres humanos tales como pueden ser, el cólera, tifoidea, enfermedades en la piel, enfermedades visual entre otras.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las evaluaciones de impacto ambiental son procesos de análisis que sirven para prever los futuros impactos ambientales tanto negativos como positivos de las acciones humanas. Asimismo permiten elegir de entre diferentes alternativas de un proyecto dado, aquella que cumpliendo con los objetivos propuestos para el proyecto, maximice los beneficios y disminuya los impactos no deseados.

Los proyectos de sistemas de alcantarillado (conducción, tratamiento, y disposición final) son, por naturaleza, diseñados para proteger y eventualmente corregir la calidad del ambiente, mejorar la salud pública y contribuir al bienestar social; ello implica prevenir y/o corregir impactos ambientales actuales.

Sin embargo, diseños inadecuados, escasa planificación o diagnósticos incorrectos pueden provocar impactos no deseados, e incluso irreversibles, sobre los ambientes naturales y la calidad de vida.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Este estudio nos permite conocer la magnitud de los impactos positivos y negativos, como estos actúan sobre los diferentes elementos que conforman el medio ambiente.

3.2. ANTECEDENTES

Los sistemas de drenaje en agua servidas y aguas lluvias deben ser diseñados de tal forma que se produzcan una rápida eliminación de dichas aguas, para este efecto es necesario cumplir con las pendientes adecuadas de manera que se obtengan velocidades que permitan el arrastre de sólidos y no se produzcan sedimentaciones al interior de las tuberías y así, evitar obstrucciones y depósitos de materiales que se pueden descomponer fácilmente y causar malos olores.

En la actualidad, la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo, ha mejorado su infraestructura física lo que refleja que la capacidad de transporte de las tuberías que fueron colocadas hace varios años están siendo insuficiente para la población actual, así mismo, pueden haberse azolvado e inclusive los pozos de revisión pudieran estar fisurados debido al incremento del tráfico vehicular por sus principales acceso.

3.3. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

3.3.1. MACRO LOCALIZACIÓN

Nivel nacional

“Ecuador se localiza en la costa noroccidental de América del Sur, limitada por el sur y por el este con Perú, y con Colombia por el norte. Las famosas Islas Galápagos pertenecen a Ecuador, y están ubicadas a aproximadamente 1 000 kilómetro de la Costa. Ecuador cubre un área de 256 370 Km² de tierra y es el tercer país más pequeño de Sudamérica después de Uruguay y las Guayanas”²¹.

Nivel regional

“Manabí es una de las provincias de la República del Ecuador (América del Sur), ubicada en la Región Litoral, cuyas playas están bañadas por las calidad aguas del Océano Pacífico. Portoviejo, su capital provincial, está localizada a 400 Kilómetros de Quito, la capital del país, y a 200 kilómetros de Guayaquil, capital de la provincia del Guayas y el más importante centro económico del Ecuador”²².

Nivel local

“Portoviejo considerado como "La ciudad de los Reales Tamarindos", está ubicado geográficamente a los 01 grados, 3 minutos, y 8 segundos de latitud sur, y 80 grados, 27 minutos, y 2 segundos de longitud oeste. Limita al norte, con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín y Bolívar; al sur, con el cantón Santa Ana; al oeste con el cantón Montecristi y el Océano Pacífico y al este con los cantones Pichincha y Santa Ana. Siendo Portoviejo una de las ciudades más antiguas de la costa ecuatoriana encierra mucha historia, cultura y tradiciones, pero a la vez se distingue por su actividad comercial y turística, es así que

²¹ <http://www.ecuadorexplorer.com/es/html/ubicacion-geografia-y-clima.html>

²² <http://www.ecuadorexplorer.com/es/html/ubicacion-geografia-y-clima.html>

contamos con recursos naturales, culturales, turísticos que forman parte de un Turismo Cultural, Rural y de Sol y Playa”²³.

3.3.2. MICRO LOCALIZACION

“El presente proyecto, donde se realizara el estudio para la evaluación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, se lo realizara en los predios de la Universidad Técnica de Manabí – Campus Portoviejo, cuyas coordenadas son - 1.042812, -80.455871”²⁴.

3.4. JUSTIFICACIÓN

Dentro del área de saneamiento ambiental (alcantarillado sanitario y pluvial), uno de los temas que más preocupa, es la eliminación de manera correcta de las aguas servidas razón por la cual ha sido necesario realizar un análisis del funcionamiento de los sistemas de evacuación de las aguas servidas, como, de las aguas lluvias en cada una de las áreas aportantes y analizar el conjunto de componentes tales como caja de revisión, red de colectores, pozo de registro, etc.

El funcionamiento adecuado de los sistemas de alcantarillado, garantiza el manejo técnico de las aguas servidas y aguas lluvias para de esta forma mejorar los servicios que brinda un sistema de alcantarillado con el fin de afianzar las buenas costumbres sobre salud ambiental a la comunidad universitaria.

En la actualidad la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo, ha emprendido una campaña para la rehabilitación de las diferentes baterías sanitarias en cada uno de los edificios, lo que genera un mayor número de usuarios y por lo tanto más caudal de aguas servidas.

Como estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, tenemos el deber de promocionar prácticas educativas y generar una cultura que permita determinar que la mala higiene es uno de los principales factores del deterioro de nuestra salud tanto física como mental.

²³ <http://www.ecuadorexplorer.com/es/html/ubicacion-geografia-y-clima.html>

²⁴ <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/53-mapa-cantones-delecuador/mapa-manabi/185-canton-portoviejo>

4. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO

4.1. EN LO SOCIAL

El presente estudio tiene como fin primordial presentar un análisis del comportamiento del sistema de alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario en la Universidad Técnica de Manabí – campus Portoviejo, con lo cual se pueden plantear medidas de remediación para que no existan repercusiones ambientales que perjudiquen a dicho campo universitario.

4.2. EN LO ECONÓMICO

Con el aporte económico de quienes han realizado el presente trabajo de titulación se logró dotar a la universidad un proyecto integral el mismo que cuenta con datos obtenidos mediante observaciones y análisis del funcionamiento del sistema de alcantarillado, con lo cual se puede tomar correctivos y remediar falencias que pueden llegar a causar daños al campus universitario.

4.3. EN LO CIENTÍFICO

Los conocimientos obtenidos en cada una de las aulas a través de todos y cada uno de los docentes que aportaron con sus experiencias para poder cumplir un trabajo de titulación de la modalidad investigativa y ofrecer una herramienta para que la Universidad Técnica de Manabí acometa con los trabajos propuestos y así, que en base de este proyecto se pueden hacer correctivos a las falencias presentes en el sistema de alcantarillado de nuestra Alma Mater.

5. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

El planteamiento de la hipótesis para el trabajo de investigación, “La sensibilización y el adecuado manejo de la higiene a través de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial mitigaran los riesgos para la salud ambiental de los estudiantes que ingresan a la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo”

5.1. HIPÓTESIS

La sensibilización y el adecuado manejo de la higiene a través de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial mitigaran los riesgos para la salud ambiental de los estudiantes que ingresan a la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo.

5.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES

5.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Sistemas de alcantarillado

5.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Medio ambiente

5.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

MANIFESTACION	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMES	TECNICA
<p>SISTEMAS DE ALCANTARILLADO</p> <p>Se denomina al sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación de aguas residuales. Esta agua pueden ser albañales (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se disponen o tratan.</p>	<p>SISTEMAS DE ALCANTARILLADO</p> <p>INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS.</p>	<p>Tipos de sistemas de alcantarillado.</p>	<p>¿Conoce usted las especificaciones técnicas de los sistemas de alcantarillado?</p> <p>¿Tiene referencia usted respecto a los distintos modelos de las instalaciones sanitarias en edificios?</p>	<p>Encuestas a los docentes y empleados y estudiantes que utilizan diferentes baterías sanitarias de la universidad técnica de Manabí-campus Portoviejo.</p>

MANIFESTACION	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMES	TECNICA
<p>SALUD AMBIENTAL.</p> <p>La salud y el medio que nos rodea están íntimamente relacionados. El aire que respiramos, el agua que bebemos, el entorno de trabajo o el interior de los edificios tienen una gran implicación en nuestro bienestar y nuestra salud.</p>	<p>SALUD AMBIENTAL</p> <p>EFFECTOS DEL MEDIO AMBIENTE EN LA SALUD</p>	<p>Criterios técnicos respecto a los ambientes saludables</p> <p>Principales efectos ocasionados en la salud por el medio ambiente</p>	<p>¿Conoce usted los criterios técnicos de la salud ambiental?</p> <p>¿Tiene usted conocimientos respecto a los principales efectos ocasionados en la salud por el medio ambiente?</p>	<p>Encuestas a los estudiantes que utilizan los diferentes baterías sanitarios de la universidad técnica de Manabí-campus Portoviejo.</p>

6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. OBJETIVOS.

6.1.1. GENERAL.

Evaluar el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la Universidad Técnica de Manabí – campus Portoviejo y evitar repercusiones ambientales en la comunidad universitaria.

6.1.2. ESPECÍFICOS.

- Elaborar un plano de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial para la Universidad Técnica de Manabí - Campus Portoviejo.
- Realizar una evaluación de cada área aportante en los sistemas de alcantarillado.
- Realizar una revisión de los pozos de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial y verificar su correcto funcionamiento.

6.2. CAMPO DE ACCIÓN

El campo de acción de nuestra investigación ha sido los predios de la Universidad Técnica de Manabí, campus Portoviejo.

BENEFICIARIOS

El proyecto de titulación “**ESTUDIOS PARA LA EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI – CAMPUS PORTOVIEJO Y SUS REPERCUSSIONES EN EL MEDIO AMBIENTE**” Consta de dos tipos de beneficiarios los cuales son:

Directos

- La Universidad Técnica de Manabí, campus Portoviejo
- Autores del presente trabajo de titulación

Indirectos

- Profesionales de la construcción
- Estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la U.T.M.
- Comunidad universitaria.
- Comunidad en general.

7. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

INVESTIGACIÓN DEL CAMPO.

Se utilizará un tipo de investigación de campo, por cuanto al estudiar y evaluar un diseño que busca ambientes saludables en los sistemas de alcantarillado de la Universidad Técnica de Manabí-campus-Portoviejo, permite obtener conocimientos en el campo de la realidad social en base a normas y técnicas vigentes.

MÉTODO.

La investigación planteada involucra un proceso de análisis y comprensión de una realidad y los problemas que en ella hay; en este contexto, se utilizan ‘métodos científicos y el más habitual y comúnmente utilizado es el método hipotético deductivo, dado a que otorgará validez y fiabilidad a la investigación. Es importante indicar que este estudio tiene diversidad de enfoques: teórica, práctica, aplicada, entre otras y se basará en la investigación de campo, dado a que consiste en analizar una situación en el lugar real donde se desarrollarán los hechos a investigarse, en este sentido, el estilo científico que realizará en esta modalidad de investigación aportará a la solución de problemas.

TÉCNICA.

Encuestas dirigidas a los estudiantes que ingresan a los predios de la Universidad Técnica de Manabí-campos Portoviejo.

POBLACIÓN DE LA MUESTRA.

Encuestas a los estudiantes de la universidad técnica de Manabí-Campus Portoviejo.

POBLACIÓN Y MUESTRA:

N=14200

P=0.5

Q=0.5

E = 0.06

Z=1.96

$$n = \frac{N Z^2 P Q}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

$$n = \frac{14200(1.96)^2(0.5)(0.5)}{14199(0.06)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 262$$

Donde:

N= Población o Universo

P= Población de ocurrencia

Q= Población de no ocurrencia

E = Nivel de significancia

Z= nivel de confianza

n= tamaño y fuente

8. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el estudio del sistema de alcantarillado se debe realizar un análisis de los caudales que aportan a los diversos colectores, con el fin de facilitar el proceso se dividió al sistema en circuitos.

La metodología de análisis con la cual se realizó el siguiente trabajo fue la propuesta por el Ing. López Cualla en su libro titulado “Elementos de diseños para Acueductos y alcantarillados” pero aplicadas a las normas y especificaciones que propone el CÓDIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS.

NORMA EMPLEADA

Código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias.

9. ANALISIS DE LOS DATOS (ESTADÍSTICOS VERIFICACIÓN DE OBJETIVOS)

DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL

UBICACIÓN DE LOS POZOS

La ubicación de los pozos se la llevó a cabo mediante los planos que existen en el departamento de estructuras de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo, al cual se le añadió nuevos pozos que en el plano no se identificaban, en los cuales se puede observar que el sistema de alcantarillado pluvial universitario está compuesto por tres sistemas de redes que trabajan independientes el uno del otro, debido a esto y para un fácil análisis de revisión del sistema se realizó este proyecto en circuitos.

Circuito 1

El circuito 1 consta de 11 pozos de revisión – **ver anexos imagen 1**

Circuito 2

El circuito 2 consta de 9 pozos de revisión – **ver anexos imagen 4**

Circuito 3

El circuito 3 consta de 14 pozos de revisión – **ver anexos imagen 5**

TRAMOS Y LONGITUDES

Para representar los tramos se optó por darles un número a cada pozo, es necesario acotar que el pozo nuevo que se encontró quedo definido con la letra N.

Distancia entre pozos "m"	Diámetro de tubería recomendado
100 – 120	Diámetros menores a 350 mm
150	Entre diámetros 400 a 800 mm
200	Para diámetros mayores a 800 mm

Distancia entre pozos "m"	Descripción del caso
100 – 120	Cuando hay adición de caudales
200	Máximo si es el mismo caso anterior
300	Al emisario y sin añadir más caudales

Tabla 6: Tabla de condiciones de longitud de línea de tubería.

Fuente: Código ecuatoriano de la construcción de obras sanitarias.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)
I	1-2	23
	2-3	30
	3-4	34,5
	4-N	56,46
	N-5	45,54
	6-5	51,41
	8-5	128
	5-9	34
	9-10	39
II	24-25	98
	25-26	80
	26-27	70
	28-27	75
	27-29	10
	30-31	85
	29-31	8
	31-32	112
	33-32	81
III	8-11	100
	11-12	79,22
	12-13	90
	13-14	38
	15-14	67,32
	18-19	19,7
	19-17	55
	16-17	100
	17-14	71
	14-20	63
	20-21	51
	21-22	100
	22-23	100

Tabla 7. Tramos y longitudes del Alcantarillado Pluvial

ÁREAS DE APORTACIÓN

Las áreas de aportación se las toma en hectáreas de acuerdo a las edificaciones que aportan a los pozos, para lo cual fue necesario abrir los pozos para poder orientar las aportaciones, esto se lo hizo teniendo en cuenta las pendientes naturales del terreno.

Es necesario indicar que las áreas fueron calculadas con el programa AUTO CAD.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para el cálculo, la normativa del “Código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias” ha desarrollado tablas donde plasma el valor del coeficiente de escurrimiento que se demuestra por dos tipos de casos, el de zona y el de superficie.

Valores de C para diversos tipos de Zonas

VALORES DE C PARA DIFERENTES TIPOS DE ZONAS	
TIPO DE SUPERFICIE	C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.	0.8 – 0.85
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas.	0.75 – 0.8
Zonas residenciales mediamente pobladas.	0.4 – 0.5
Zonas residenciales con baja densidad.	0.25 – 0.6
Parque, campos de deporte.	0.1 – 0.3

Tabla 8: Coeficiente de escorrentía para diferentes tipos de zonas

Fuente: Código ecuatoriano de la construcción de obras sanitarias.

Valores de C para diversos tipos de superficies

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0.9
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85 a 0.9
Pavimentos de hormigón	0.8 a 0.85
Empedrados (juntas pequeñas)	0.75 a 0.8
Empedrados (juntas ordinarias)	0.4 a 0.5
Pavimentos de macadam	0.25 a 0.6
Superficies no pavimentadas	0.1 a 0.3
Parques y jardines	0.05 a 0.25

Tabla 9: Coeficiente de esorrentía para diferentes tipos de superficies

Fuente: Código ecuatoriano de la construcción de obras sanitarias.

El valor tomado en nuestra investigación como coeficiente de esorrentía, es un valor teórico propuesto por el Ing. Antonio Campos el cual es un valor aceptable para toda la ciudad de Portoviejo.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Es el tiempo que tarda el caudal de pasar de un pozo a otro pozo, si el tiempo de concentración en una línea de tubería es inicial, el pozo donde comienza la línea de tubería tiene un tiempo de concentración de 10 a 20 min.

El tiempo de concentración estará conformado por dos tiempos, el primero es el tiempo de entrada y el segundo es el tiempo que transcurre mientras el agua recorre el colector

$$TC = Te + Tt$$

Donde:

TC= tiempo de concentración (minutos)

Te= tiempo de entrada (minutos)

Tt= tiempo de recorrido en la tubería (minutos)

INTENSIDAD DE LLUVIAS

La intensidad de lluvia se la calcula mediante las ecuaciones propuestas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), esta misma cuenta con diversos estudios hidrológicos efectuados en todo el territorio ecuatoriano, además de formularios y ábacos relacionados a mencionados estudios.

Frecuencia de diseño en tuberías del alcantarillado pluvial			
Áreas de drenaje	Frecuencia de diseño (años)		
	Mínimo	Aceptable	Recomendable
Tuberías iniciales con áreas de drenaje inferior a 2Ha			
• Zona residencial	2	2	3
• Zona industrial o comercial	2	3	5
Tuberías iniciales con áreas de drenaje entre 2 a 10 ha independientemente del uso.	2	3	5
Tuberías iniciales con áreas de drenaje mayor de 10 Ha.	5	5	10

Tabla 1: Frecuencias de diseño en tuberías de alcantarillado pluvial.

Fuente: (López Cualla, Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillados, 2000)

CAUDAL

El Caudal se calcula mediante el uso de la siguiente fórmula.

$$Q = C * I * A$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño a calcular (L/s)

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área tributaria acumulada del tramo (ha)

C = coeficiente de Escorrentía (adimensional)

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad “n”, es un parámetro que determina el grado de fricción que posee las partículas de agua con las paredes del perímetro mojado de un elemento hidráulico con un flujo a transportar.

Mientras más áspera o rugosa sean las paredes del perímetro mojado, más dificultad tendrá el agua para desplazarse.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD RECOMENDADOS	
MATERIAL	n
Hormigón simple con unión de morteros	0,013
Hormigón Simple con uniones de neopreno para nivel freático alto	0,013
Asbesto cemento	0,011
PVC	0,009

Tabla 10: Valores de coeficientes de rugosidad

Fuente: Código ecuatoriano de la construcción de obras sanitarias.

PENDIENTE

La pendiente que presenta un tramo de tubería es directamente proporcional a la velocidad que tendrá el caudal que transporta la tubería desde un pozo a otro, esto quiere decir que mientras mayor sea la pendiente en el tramo de la tubería, la velocidad del caudal será mayor.

DIÁMETRO CALCULADO

Para calcular el diámetro del tramo de tubería es necesario resolver la siguiente ecuación.

$$\varnothing_c = 1,548 * \left(\frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

\varnothing_c = Diámetro de la tubería (metro)

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

Q = Caudal de diseño (L/s)

S = Pendiente

DIÁMETRO COMERCIAL

El diámetro comercial viene dado por los diferentes diámetros de tuberías que podemos encontrar en el mercado.

Para conocer el diámetro comercial de tubería que se debe colocar, es necesario elegir uno que sea mayor al calculado

DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA	LONGITUD UNITARIA ESTÁNDAR
∅	∅	∅	L
Pulg	cm	mm	m
10	25,00	250	6,00
12	30,00	300	6,00
14	35,00	350	6,00
16	40,00	400	10,00
18	45,00	450	10,00
20	50,00	500	10,00
21	52,00	520	10,00
24	60,00	600	10,00
27	67,50	675	10,00
30	75,00	750	10,00
33	82,50	825	10,00
36	90,00	900	10,00
39	100,00	1000	10,00
42	105,00	1050	10,00
45	115,00	1150	10,00
48	120,00	1200	10,00
51	130,00	1300	10,00
54	135,00	1350	10,00
57	145,00	1450	10,00
60	150,00	1500	10,00
66	165,00	1650	10,00
72	180,00	1800	10,00

Tabla 11: Diámetros comerciales

Fuente:http://www.idrd.gov.co/especificaciones/images/stories/imgweb/CAP8hidra/ta_bla8.3.jpg

CAUDAL DE DISEÑO

Este valor se calcula mediante el área del diámetro que se encuentra ubicado en el tramo de la tubería.

$$Q_o = 312 * \frac{Q^{\frac{3}{8}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Dónde:

Qo= Caudal de diseño

Q = Caudal (L/sg)

S = Pendiente

n= Coeficiente de rugosidad (adimensional)

VELOCIDAD PRIMARIA

La velocidad primaria está dada en función del caudal de diseño y el diámetro de la tubería calculada.

$$V_o = \frac{Q_o}{\frac{\pi * \phi^2}{4}}$$

Donde:

Vo = Velocidad primaria (m/sg)

Qo = Caudal de diseño (m³ /sg)

∅ = Diámetro comercial (m)

RELACIÓN DE CAUDALES

Para poder hallar la relación de caudales se debe de dividir el Q para el Qo

Esta relación debe de estar entre 0 a 1, para que dicha relación tenga validez.

RELACIONES HIDRÁULICAS

Los valores de las relaciones Hidráulicas vienen dados en la siguiente tabla, es necesario acotar que estos son valores hallados mediante cálculos, para los diversos estados de la tubería, es decir para diferentes espejos de agua.

Relación hidráulica para conductos circulares (n°/n variable)											
Q/Q°	Rel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V°	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	R/R°	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V°	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R°	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,718
	H/D	0,170	0,179	0,179	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V°	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R°	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,868
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V°	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R°	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V°	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R°	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V°	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R°	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,525
0,6	V/V°	0,900	0,903	0,906	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R°	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	0,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V°	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,754	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R°	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V°	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,796	0,804	0,813	0,820
	R/R°	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V°	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R°	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265

Tabla 12: Relaciones Hidráulica

VELOCIDAD REAL

Es el producto que resulta de multiplicar a la relación extraída de la tabla con la velocidad primaria.

$$V_r = V_o * V/V_o$$

Donde:

V_r = Velocidad Real (m/sg)

V_o = Velocidad primaria (m/sg)

V/V_o = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

ALTURA DE VELOCIDAD

La altura de velocidad se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$a_h = \frac{V_r * \varnothing^2}{2 * g}$$

Donde:

a_h = Altura de Velocidad (m)

V_r = Velocidad Real (m/sg)

\varnothing = Diámetro comercial (m)

g = Gravedad (m/sg²)

RADIO HIDRÁULICO

El radio hidráulico se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$R = \frac{R}{R_0} * \frac{\emptyset}{4}$$

Donde:

R = radio hidráulico (m)

R/R₀ = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

∅ = Diámetro comercial (m)

ESFUERZO DE CORTE

El esfuerzo de corte se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$V \text{ corte} = S * R * \gamma \text{ precipitada}$$

Dónde:

V corte= Esfuerzo de Corte

S = Pendiente

R = Radio Hidráulico (m)

Y (agua precipitada) = (m³/s)

VELOCIDAD DE ESFUERZO

Es el producto de la velocidad de diseño con el parámetro de velocidad extraída de la tabla de la relación de caudales.

$$V_{\text{esf}} = \frac{\left(\frac{1}{S}\right)^{\frac{1}{6}} * \left(\frac{V_{\text{corte}}}{\gamma}\right)^{\frac{2}{3}}}{n}$$

Dónde:

V_{esf} = Velocidad de Esfuerzo

S = Pendiente

V_{corte} = Esfuerzo de corte

γ (agua precipitada) = (m³/s)

n = Coeficiente de Rugosidad

CONDICIÓN DE VELOCIDAD

Esta condición nos pide que la velocidad real (V_r) sea Mayor o igual que la velocidad de esfuerzo (V_{esf})

$$V_r \geq V_{\text{esf}}$$

En caso de cumplirse esta condición se puede decir que la velocidad cumple

ALTURA DE LÁMINA DE AGUA

La altura de lámina de agua se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

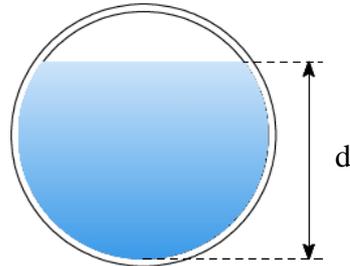


Grafico 5. Altura de lámina de agua en una tubería.

$$d = d/D * \emptyset$$

Donde:

d = altura de lámina de agua (m)

d/D = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

\emptyset = Diámetro comercial (m)

ENERGÍA ESPECÍFICA

La energía específica se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

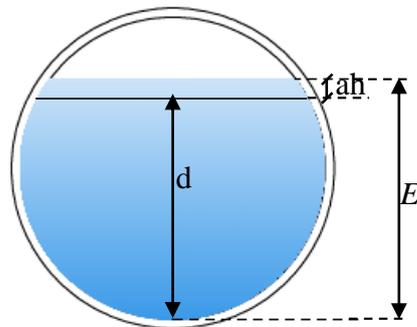


Grafico 6. Energía específica en una tubería.

$$E = ah + d$$

Donde:

E = Energía Especifica (m)

ah = Altura de Velocidad (m)

d = altura de lámina de agua (m)

PROFUNDIDAD HIDRÁULICA

La profundidad hidráulica se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación, es la relación del área mojada con el ancho superior.

$$H = H/D * \emptyset$$

Donde:

H = Profundidad Hidráulica (m)

H/D = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

\emptyset = Diámetro comercial (m)

NUMERO DE FROUDE

El número de Froude se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$Fr = \frac{Vr}{\sqrt{g * H}}$$

Donde:

Fr = Numero de Froude

Vr = Velocidad Real (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/sg²)

H = Profundidad Hidráulica (m)

CONDICIÓN DE NÚMERO DE FROUDE

Se trata del régimen de flujo del caudal que se traslada por la línea de tubería a la cual se le está analizando y diseñando, esta se compone de la siguiente manera.

$Fr > 1$ = El régimen del flujo será supercrítico

$Fr = 1$ = Sea el régimen del flujo será crítico

$Fr < 1$ = Sea el régimen del flujo será subcrítico

RESULTADOS DE CÁLCULO

Circuito 1

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	A PARCIAL (he)	A TOTAL (he)	TIEMPO DE CONCENTRACION		C	I (mm/h)	CAUDAL (Q=c.I.A.)		S (‰)	D (CALC)		D (comercial)		Qo (m ³ /sg)
					(min)	(sg)			(lt/sg)	(m/sg)		(m)	(mm)	(mm)	(m)	
I	1-2	23	1,04	1,04	20	1200,00	0,75	68,34	53,29	0,053	0,055	0,174	174,250	300	0,3	0,227
	2-3	30	0,00	1,04	20,23	1213,74	0,75	68,34	53,29	0,053	0,008	0,250	250,128	300	0,3	0,087
	3-4	34,5	0,39	1,43	20,75	1244,76	0,75	68,34	73,28	0,073	0,002	0,366	365,525	400	0,4	0,093
	4-N	56,46	0,13	1,56	22,04	1322,41	0,75	68,34	79,75	0,080	0,002	0,377	377,324	500	0,5	0,169
	N-5	45,54	0,25	1,81	23,10	1385,84	0,75	68,34	92,75	0,093	0,002	0,399	399,304	500	0,5	0,169
	6-5	51,41	0,22	0,22	24,23	1454,09	0,75	68,34	11,23	0,011	0,001	0,206	206,010	200	0,2	0,010
	8-5	128	0,19	0,19	30,43	1825,80	0,75	68,34	9,69	0,010	0,033	0,101	101,181	200	0,2	0,060
	5-9	34	0,22	2,44	23,85	1430,98	0,75	68,34	124,90	0,125	0,055	0,240	239,823	300	0,3	0,227
	9-10	39	0,08	2,52	24,08	1444,86	0,75	68,34	129,11	0,129	0,018	0,299	299,398	300	0,3	0,130
	Q-sale colector	20		2,52	39,21	2352,60	0,75	68,34	129,11	0,129	0,009	0,341	340,951	350	0,35	0,139

Tabla 13: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 1 del Alcantarillado Pluvial.

CIRCUITO	TRAMO	V_0	Q/Q_0	V/V_0	d/D	R/R_0	H/D	V_{real}	$V^2/2g$	R	PESO	ESFUERZO DE CORTE	$V_{ESFUERZO}$	Condicion 1ra	Condicion 2da
	DE-A	(m/sg)						(m/sg)	(m)	(m)					
I	1-2	3,21	0,23	0,68	0,37	0,81	0,27	2,18	0,24	0,06	9810,00	3,27	0,13	Cumple	Cumple
	2-3	1,22	0,62	0,91	0,64	1,14	0,55	1,11	0,06	0,09	9810,00	0,67	0,29	Cumple	Cumple
	3-4	0,74	0,79	0,98	0,75	1,20	0,73	0,73	0,03	0,12	9810,00	0,24	0,18	Cumple	No Cumple
	4-N	0,86	0,47	0,83	0,54	1,06	0,44	0,72	0,03	0,13	9810,00	0,26	0,19	Cumple	No Cumple
	N-5	0,86	0,55	0,88	0,59	1,11	0,49	0,75	0,03	0,14	9810,00	0,27	0,20	Cumple	No Cumple
	6-5	0,33	1,08	1,04	0,93	1,15	1,58	0,34	0,01	0,06	9811,00	0,06	0,08	Cumple	No Cumple
	8-5	1,90	0,16	0,61	0,31	0,70	0,22	1,16	0,07	0,04	9812,00	1,14	0,32	Cumple	Cumple
	5-9	3,21	0,55	0,88	0,59	1,11	0,49	2,81	0,40	0,08	9810,00	4,50	0,74	Cumple	Cumple
	9-10	1,84	0,99	1,04	0,90	1,19	1,27	1,91	0,19	0,09	9810,00	1,58	0,44	Cumple	Cumple
	Q-sale colector	1,44	0,93	1,03	0,85	1,21	1,00	1,48	0,11	0,11	9810,00	0,93	0,35	Cumple	Cumple

Tabla 14: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 1 del Alcantarillado Pluvial.

Resultados:

Los diámetros de las tuberías que conforman el circuito 1 del sistema de alcantarillado pluvial de la Universidad Técnica de Manabí, cumplen perfectamente para los caudales que se generan en dicho circuito, esto queda evidenciado mediante el cálculo realizado.

Las velocidades que se generan en el circuito 1, deben cumplir las condiciones de velocidades presentadas a continuación.

Primera condición de velocidad	Segundo condición de velocidad
$V_r \geq V_{esf}$	$0,9 \leq V_r \leq 3,5$

Circuito 2

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD	A PARCIAL	A TOTAL	TIEMPO DE CONCENTRACION		C	I	CAUDAL (Q=c.I.A.)		S	D (CALC)		D (comercial)		Qo
	DE-A	(m)	(he)	(he)	(min)	(sg)		(mm/h)	(lt/sg)	(m/sg)	(‰)	(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m ³ /sg)
II	24-25	98	0,407	0,41	20	1200,00	0,75	68,34	20,86	0,021	0,002	0,228	228,193	300	0,3	0,043
	25-26	80	2,51	2,92	22,59	1355,51	0,75	68,34	149,51	0,150	0,002	0,478	477,591	450	0,45	0,128
	26-27	70	0,2521	3,17	23,99	1439,22	0,75	68,34	162,43	0,162	0,002	0,493	492,670	500	0,5	0,169
	28-27	75	0,3973	0,40	25,39	1523,31	0,75	68,34	20,36	0,020	0,023	0,143	143,052	300	0,3	0,147
	27-29	10	0,2451	3,81	25,52	1531,48	0,75	68,34	195,36	0,195	0,001	0,601	601,255	600	0,6	0,194
	30-31	85	0,0704	0,07	27,50	1650,14	0,75	68,34	3,61	0,004	0,021	0,076	76,045	300	0,3	0,140
	29-31	8	0	3,81	27,67	1660,22	0,75	68,34	195,36	0,195	0,002	0,528	527,978	500	0,5	0,169
	31-32	112	0,3115	4,19	29,75	1785,07	0,75	68,34	214,93	0,215	0,002	0,547	547,227	550	0,55	0,218
	33-32	81	1,01	1,01	31,17	1869,97	0,75	68,34	51,77	0,052	0,013	0,226	225,894	300	0,3	0,110
	S-Rio				5,20	31,17	1869,97	0,75	68,34	266,70	0,267	0,01	0,439	438,789	450	0,45

Tabla 15: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 2 del Alcantarillado Pluvial.

CIRCUITO	TRAMO	V_0	Q/Q_0	V/V_0	d/D	R/R_0	H/D	V_{real}	$V^2/2g$	R	PESO	ESFUERZO DE CORTE	V ESFUERZO	Condicion	Condicion
	DE-A	(m/sg)						(m/sg)	(m)	(m)				1ra	2da
II	24-25	0,61	0,48	0,84	0,55	1,07	0,44	0,51	0,01	0,08	9810,00	0,16	0,14	Cumple	No Cumple
	25-26	0,80	1,17	1,04	0,93	1,15	1,58	0,84	0,04	0,13	9810,00	0,25	0,19	Cumple	No Cumple
	26-27	0,86	0,96	1,04	0,88	1,20	1,10	0,89	0,04	0,15	9810,00	0,29	0,21	Cumple	No Cumple
	28-27	2,08	0,14	0,59	0,29	0,67	0,21	1,23	0,08	0,05	9810,00	1,13	0,34	Cumple	Cumple
	27-29	0,69	1,01	1,04	0,92	1,16	1,45	0,72	0,03	0,17	9810,00	0,17	0,16	Cumple	No Cumple
	30-31	1,98	0,03	0,40	0,15	0,37	0,09	0,79	0,03	0,03	9810,00	0,57	0,22	Cumple	No Cumple
	29-31	0,86	1,16	1,04	0,93	1,15	1,58	0,90	0,04	0,14	9810,00	0,28	0,20	Cumple	No Cumple
	31-32	0,92	0,99	1,04	0,90	1,19	1,27	0,95	0,05	0,16	9810,00	0,32	0,22	Cumple	Cumple
	33-32	1,56	0,47	0,83	0,54	1,06	0,44	1,30	0,09	0,08	9810,00	1,01	0,35	Cumple	Cumple
	S-Rio	1,79	0,93	1,03	0,85	1,21	1,00	1,00	1,84	0,17	0,14	9810,00	1,33	0,44	Cumple

Tabla 16: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 2 del Alcantarillado Pluvial.

Resultados:

Los diámetros de las tuberías que conforman el circuito 2 del sistema de alcantarillado pluvial de la Universidad Técnica de Manabí, no cumplen para los caudales que se generan en dicho circuito, esto queda evidenciado mediante el cálculo realizado en el cual se puede observar que los diámetros de tuberías calculados resultan ser muchos mayores a los diámetros que se encuentran en estos momentos ubicados en dicho sistema de alcantarillado pluvial.

Resulta necesario acotar que algunos de los tramos de tubería del circuito 2 no cumplen las condiciones de velocidades, esto queda expuesto en la tabla 16.

Circuito 3

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD	A PARCIAL	A TOTAL	TIEMPO DE CONCENTRACION		C	I	CAUDAL (Q=c.I.A.)		S	D (CALC)		D (comercial)		Qo
	DE-A	(m)	(he)	(he)	(min)	(sg)		(mm/h)	(lt/sg)	(m/sg)	(‰)	(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m ³ /sg)
III	8-11	100	0,048	0,05	20	1200,00	0,75	68,34	2,46	0,002	0,005	0,086	86,210	300	0,3	0,068
	11-12	79,22	0,5	0,55	23,19	1391,60	0,75	68,34	28,09	0,028	0,005	0,215	214,849	300	0,3	0,068
	12-13	90	0,22	0,77	25,12	1507,49	0,75	68,34	39,36	0,039	0,008	0,223	223,269	300	0,3	0,087
	13-14	38	0	0,77	25,75	1545,23	0,75	68,34	39,36	0,039	0,007	0,229	228,930	300	0,3	0,081
	15-14	67,32	0,2728	0,27	26,91	1614,76	0,75	68,34	13,98	0,014	0,007	0,155	155,287	200	0,2	0,027
	18-19	19,7	0,1427	0,14	27,35	1641,12	0,75	68,34	7,31	0,007	0,009	0,116	116,181	300	0,3	0,092
	19-17	55	0	0,14	28,75	1724,95	0,75	68,34	7,31	0,007	0,005	0,130	129,718	300	0,3	0,068
	16-17	100	0,337	0,34	31,86	1911,70	0,75	68,34	17,27	0,017	0,005	0,179	179,041	300	0,3	0,068
	17-14	71	0,5227	1,00	33,62	2017,20	0,75	68,34	51,38	0,051	0,008	0,247	246,723	400	0,4	0,186
	14-20	63	0,4826	2,53	34,61	2076,75	0,75	68,34	129,46	0,129	0,005	0,381	381,058	400	0,4	0,147
	20-21	51	0,536	3,06	35,33	2119,75	0,75	68,34	156,93	0,157	0,02	0,316	315,825	400	0,4	0,295
	21-22	100	0,0258	3,09	36,15	2169,03	0,75	68,34	158,25	0,158	0,001	0,556	555,592	700	0,7	0,293
	22-23	100	0,9775	4,07	38,67	2319,91	0,75	68,34	208,35	0,208	0,001	0,616	615,956	700	0,7	0,293
	S-Collector			4,07	38,67	2319,91	0,75	68,34	208,35	0,208	0,01	0,400	399,991	700	0,7	0,927

Tabla 17: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 3 del Alcantarillado Pluvial.

CIRCUITO	TRAMO	V_0	Q/Q_0	V/V_0	d/D	R/R_0	H/D	V_{real}	$V^2/2g$	R	PESO	ESFUERZO DE CORTE	V ESFUERZO	Condicion	Condicion
	DE-A	(m/sg)						(m/sg)	(m)	(m)				1ra	2da
III	8-11	0,97	0,04	0,43	0,17	0,41	0,10	0,41	0,01	0,03	9810,00	0,15	0,12	Cumple	No Cumple
	11-12	0,97	0,41	0,80	0,50	1,01	0,40	0,78	0,03	0,08	9810,00	0,37	0,21	Cumple	No Cumple
	12-13	1,22	0,45	0,82	0,53	1,04	0,42	1,01	0,05	0,08	9810,00	0,61	0,27	Cumple	Cumple
	13-14	1,15	0,49	0,85	0,56	1,07	0,45	0,97	0,05	0,08	9810,00	0,55	0,26	Cumple	Cumple
	15-14	0,87	0,51	0,86	0,57	1,09	0,47	0,75	0,03	0,05	9810,00	0,37	0,20	Cumple	No Cumple
	18-19	1,30	0,08	0,51	0,22	0,53	0,15	0,66	0,02	0,04	9810,00	0,35	0,18	Cumple	No Cumple
	19-17	0,97	0,11	0,55	0,26	0,61	0,18	0,54	0,01	0,05	9810,00	0,22	0,15	Cumple	No Cumple
	16-17	0,97	0,25	0,70	0,39	0,84	0,29	0,67	0,02	0,06	9810,00	0,31	0,18	Cumple	No Cumple
	17-14	1,48	0,28	0,71	0,41	0,87	0,31	1,06	0,06	0,09	9810,00	0,69	0,29	Cumple	Cumple
	14-20	1,17	0,88	1,01	0,81	1,22	0,87	1,19	0,07	0,12	9810,00	0,60	0,29	Cumple	Cumple
	20-21	2,35	0,53	0,87	0,58	1,10	0,48	2,03	0,21	0,11	9810,00	2,16	0,54	Cumple	Cumple
	21-22	0,76	0,54	0,87	0,59	1,11	0,49	0,66	0,02	0,19	9811,00	0,19	0,18	Cumple	No Cumple
	22-23	0,76	0,71	0,95	0,70	1,18	0,63	0,72	0,03	0,21	9812,00	0,20	0,18	Cumple	No Cumple
	S-Colector	2,41	0,22	0,67	0,36	0,80	0,27	1,62	0,13	0,14	9810,00	1,36	0,44	Cumple	Cumple

Tabla 18: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 3 del Alcantarillado Pluvial.

Resultados:

Los diámetros de las tuberías que conforman el circuito 3 del sistema de alcantarillado pluvial de la Universidad Técnica de Manabí, cumplen perfectamente para los caudales que se generan en dicho circuito, esto queda evidenciado mediante el cálculo realizado.

Resulta necesario acotar que algunos de los tramos de tubería del circuito 3 no cumplen las condiciones de velocidades, esto queda expuesto en la tabla 18.

Circuito 1			Circuito 2			Circuito 3		
Tramos	Diametros		Tramos	Diametros		Tramos	Diametros (mm)	
	Encontrado	Coregido		Encontrado	Coregido		Encontrado	Coregido
1-2	300 mm	300 mm	24-25	300 mm	300 mm	8-11	300 mm	300 mm
1-2	300 mm	300 mm	25-26	300 mm	450 mm	11-12	300 mm	300 mm
1-2	400 mm	400 mm	26-27	400 mm	500 mm	12-13	300 mm	300 mm
4-N	500 mm	500 mm	28-27	300 mm	300 mm	13-14	300 mm	300 mm
N-5	500 mm	500 mm	27-29	300 mm	600 mm	15-14	200 mm	200 mm
6-5	200 mm	200 mm	30-31	300 mm	300 mm	18-19	300 mm	300 mm
8-5	200 mm	200 mm	29-31	300 mm	500 mm	19-17	300 mm	300 mm
5-9	300 mm	300 mm	31-32	300 mm	550 mm	16-17	300 mm	300 mm
9-10	300 mm	300 mm	33-32	300 mm	300 mm	17-14	400 mm	400 mm
						14-20	400 mm	400 mm
						20-21	400 mm	400 mm
						21-22	700 mm	700 mm
						22-23	700 mm	700 mm

Tabla 19: Diámetro de tuberías encontrados y corregidos del sistema estudiado – ver anexos imagen 1, 4 y 5

Es necesario acotar que algunas de los tramos de tubería no cumplen con las condiciones de velocidades máximas y mínimas propuestas por el Código ecuatoriano de la construcción de obras sanitarias, esto principalmente por el tiempo de construidas de las obras.

DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN DE LOS POZOS

La ubicación de los pozos se la llevó a cabo mediante los planos que existen en el departamento de estructuras de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo, al cual se le añadió nuevos pozos que en el plano no constaban, en los cuales se puede observar que el sistema de alcantarillado sanitario universitario está compuesto por dos sistemas de redes que trabajan independientes el uno del otro, debido a esto y para un fácil análisis de revisión del sistema se realizó este proyecto en circuitos.

Circuito 1

El circuito 1 consta de 13 pozos de revisión – **ver anexo imagen 1**

Circuito 2

El circuito 2 consta de 21 pozos de revisión – **ver anexo imagen 4**

TRAMOS Y LONGITUDES

Para representar los tramos se optó por darles un número a cada pozo, es necesario acotar que se encontraron pozos nuevos que no se identificaban en los planos que se facilitaron para este análisis.

La máxima distancia entre pozos de revisión queda especificada en la tabla 7, es necesario acotar que esta tabla es válida para el alcantarillado pluvial y sanitario.

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)
I	1-2	52,0
	2-3	27,0
	3-3A	28,0
	3A-4	33,5
	7-6	30,0
	6-4	52,0
	4-N	63,0
	N-5	39,0
	5-9	34,0
	9-10	42,3
II	8-S	51,70
	S-16	23,00
	16-20	100,00
	20-21	78,22
	21-22	90,00
	22-23	38,00
	25-26	62,00
	26-27	9,50
	27-28	19,50
	28-29	59,55
	29-23	75,76
	23-33	118,00
	33-34	49,20
	34-35	98,00
	35-36	80,00
	36-19	70,00
	17-18	85,00
	18-19	75,00
	19-14	8,60
	11-12	85,00
12-14	8,20	
14-15	120,00	
13-15	81,00	

Tabla 20. Tramos y longitudes del Alcantarillado Sanitario.

ÁREAS DE APORTACIÓN

Las áreas de aportación se las toma en hectáreas de acuerdo a las edificaciones que aportan a los pozos, para lo cual fue necesario abrir los pozos para poder orientar las aportaciones, esto se lo hizo teniendo en cuenta las pendientes naturales del terreno.

Es necesario indicar que las áreas fueron calculadas con el programa AUTO CAD.

CAUDAL

Caudal Institucional

Caudal por Infiltración

Caudal por Conexiones Erradas

Caudal de diseño

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad “n”, es un parámetro que determina el grado de fricción que posee las partículas de agua con las paredes del perímetro mojado de un elemento hidráulico con un flujo a transportar.

El coeficiente de rugosidad está determinado en la tabla 9.

PENDIENTE

La pendiente que presenta un tramo de tubería es directamente proporcional a la velocidad que tendrá el caudal que transporta la tubería desde un pozo a otro, esto quiere decir que mientras mayor sea la pendiente en el tramo de la tubería, la velocidad del caudal será mayor.

DIÁMETRO CALCULADO

Para calcular el diámetro del tramo de tubería es necesario resolver la siguiente ecuación.

$$\varnothing_c = 1,548 * \left(\frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

\varnothing_c = Diámetro de la tubería (m)

n = Coeficiente de rugosidad

Q = Caudal de diseño

S = Pendiente

DIÁMETRO COMERCIAL

El diámetro comercial viene dado por los diferentes diámetros de tuberías que podemos encontrar en el mercado.

Los diámetros comerciales de tuberías quedaron expuestos en la tabla 10.

CAUDAL CALCULADO

Este valor se calcula mediante el área del diámetro que se encuentra ubicado en el tramo de la tubería.

$$Q_o = 312 * \frac{Q^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Dónde:

Q_0 = Caudal Calculado

Q = Caudal de diseño (m^3 /sg)

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

VELOCIDAD PRIMARIA

La velocidad primaria está dada en función del caudal de diseño y el diámetro de la tubería calculada.

$$V_o = \frac{Q_o}{\frac{\pi * \phi^2}{4}}$$

Donde:

V_o = Velocidad primaria (m/sg)

Q_o = Caudal Calculado (m^3 /sg)

ϕ = Diámetro comercial (m)

RELACIÓN DE CAUDALES

Para poder hallar la relación de caudales se debe de dividir el Q para el Q_0

Esta relación debe de estar entre 0 a 0,80, para que dicha relación tenga validez.

RELACIONES HIDRÁULICAS

Los valores de las relaciones Hidráulicas quedaron definidas en la tabla 11.

VELOCIDAD REAL

Es el producto que resulta de multiplicar a la relación extraída de la tabla con la velocidad primaria.

$$Vr = Vo * V/Vo$$

Donde:

Vr = Velocidad Real (m/sg)

Vo = Velocidad primaria (m/sg)

V/Vo = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

ALTURA DE VELOCIDAD

La altura de velocidad se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$ah = \frac{Vr * \varnothing^2}{2 * g}$$

Donde:

ah = Altura de Velocidad (m)

Vr= Velocidad Real (m/sg)

\varnothing = Diámetro comercial (m)

g = Gravedad (m/sg²)

RADIO HIDRÁULICO

El radio hidráulico se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$R = \frac{R}{R_o} * \frac{\emptyset}{4}$$

Donde:

R = radio hidráulico (m)

R/R_o = Relación Hidráulica extraída de la tabla (adimensional)

∅ = Diámetro comercial (m)

ESFUERZO DE CORTE

El esfuerzo de corte se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente ecuación

$$t = S * R * \gamma H_2O$$

Dónde:

t= Esfuerzo de Corte

S = Pendiente

R = Radio Hidráulico (m)

γH₂O = (m³/s)

VELOCIDAD DE ESFUERZO

Es el producto de la velocidad de diseño con el parámetro de velocidad extraída de la tabla de la relación de caudales.

$$V t = \frac{\left(\frac{1}{S}\right)^{\frac{1}{6}} * \left(\frac{t}{\gamma}\right)^{\frac{2}{3}}}{n}$$

Dónde:

V t= Velocidad de Esfuerzo

S = Pendiente

t = Esfuerzo de corte

$\gamma_{H2O} = (m^3/s)$

n = Coeficiente de Rugosidad

CONDICIÓN DE VELOCIDAD

Esta condición nos pide que la velocidad real (V_r) sea Mayor o igual que la velocidad de esfuerzo (V_{esf})

$$V_r \geq V_t$$

En caso de cumplirse esta condición se puede decir que la velocidad cumple

RESULTADOS DE CÁLCULO

Circuito 1

CIRCUITO	TRAMO	AREAS		INSTITUCIONAL		TOTAL	Q. INFILTRACION		Q. CONEX. ERRADAS		Q. DISEÑO			LONGITUD	PENDIENTE	DIAMETRO	
	DE-A	PARCIAL	TOTAL	%A	L/S Ha	Area	L/S Ha	L/S	L/S Ha	L/S	CALCULADO	ADOPTADO	m ³ /S		S	m	mm
I	1-2	0,113	0,113	100	0,500	100,0	0,200	0,023	0,200	0,023	0,102	1,500	0,0015	52,000	0,055	0,046	45,679
	2-3	0,322	0,434	100	0,500	100,0	0,200	0,087	0,200	0,087	0,391	1,500	0,0015	27,000	0,025	0,053	52,957
	3-3A	0,032	0,467	100	0,500	100,0	0,200	0,093	0,200	0,093	0,420	1,500	0,0015	28,000	0,008	0,066	65,570
	3A-4	0,024	0,490	100	0,500	100,0	0,200	0,098	0,200	0,098	0,441	1,500	0,0015	33,500	0,002	0,085	85,034
	7-6	0,319	0,319	100	0,500	100,0	0,200	0,064	0,200	0,064	0,287	1,500	0,0015	30,000	0,008	0,066	65,570
	6-4	0,064	0,382	100	0,500	100,0	0,200	0,076	0,200	0,076	0,344	1,500	0,0015	52,000	0,008	0,066	65,570
	4-N	0,000	0,873	100	0,500	100,0	0,200	0,175	0,200	0,175	0,785	1,500	0,0015	63,000	0,001	0,097	96,835
	N-5	0,360	1,232	100	0,500	100,0	0,200	0,246	0,200	0,246	1,109	1,500	0,0015	39,000	0,010	0,063	62,883
	5-9	0,075	1,307	100	0,500	100,0	0,200	0,261	0,200	0,261	1,177	1,500	0,0015	34,000	0,055	0,046	45,679
	9-10	0,291	1,599	100	0,500	100,0	0,200	0,320	0,200	0,320	1,439	1,500	0,0015	42,300	0,021	0,055	54,716
	10-Colec	0,228	1,827	100	0,500	100,0	0,200	0,365	0,200	0,365	1,644	1,644	0,0016	100,000	0,005	0,074	74,118

Tabla 21: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 1 del Alcantarillado Sanitario.

CIRCUITO	TRAMO	DIAMETRO COMERCIAL		Qo		Vo	Q/Qo	V/Vo	R/Ro	d/D	H/D	Vr	V ² /2g	R	t	Vt	CONDICION 1ra	CONDICION 2da
	DE-A	mm	m	m ³ /s	L/S	m/s												
I	1-2	150	0,150	0,036	35,752	2,023	0,040	0,427	0,410	0,165	0,102	0,864	0,038	0,015	0,830	0,240	Cumple	Cumple
	2-3	150	0,150	0,024	24,104	1,364	0,060	0,473	0,481	0,196	0,128	0,645	0,021	0,018	0,442	0,180	Cumple	Cumple
	3-3A	200	0,200	0,029	29,365	0,935	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,423	0,009	0,022	0,176	0,118	Cumple	No Cumple
	3A-4	200	0,200	0,015	14,683	0,467	0,100	0,540	0,586	0,248	0,170	0,252	0,003	0,029	0,057	0,070	Cumple	No Cumple
	7-6	150	0,150	0,014	13,635	0,772	0,110	0,553	0,606	0,258	0,179	0,427	0,009	0,023	0,178	0,119	Cumple	No Cumple
	6-4	150	0,150	0,014	13,635	0,772	0,110	0,553	0,606	0,258	0,179	0,427	0,009	0,023	0,178	0,119	Cumple	No Cumple
	4-N	300	0,300	0,031	30,610	0,433	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,196	0,002	0,034	0,033	0,055	Cumple	No Cumple
	N-5	300	0,300	0,097	96,798	1,369	0,020	0,362	0,315	0,124	0,067	0,496	0,013	0,024	0,232	0,136	Cumple	Cumple
	5-9	300	0,300	0,227	227,012	3,212	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,938	0,045	0,018	0,967	0,266	Cumple	Cumple
	9-10	300	0,300	0,140	140,274	1,984	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,579	0,017	0,018	0,369	0,164	Cumple	Cumple
	10-Colec	300	0,300	0,068	68,447	0,968	0,020	0,362	0,315	0,124	0,067	0,351	0,006	0,024	0,116	0,096	Cumple	No Cumple

Tabla 22: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 1 del Alcantarillado Sanitario.

Resultados:

Los diámetros de las tuberías que conforman el circuito 1 del sistema de alcantarillado Sanitario de la Universidad Técnica de Manabí, cumplen perfectamente para los caudales que se generan en dicho circuito, esto queda evidenciado mediante el cálculo realizado.

Resulta necesario acotar que algunos de los tramos de tubería del circuito 1 no cumplen las condiciones de velocidades, esto queda expuesto en la tabla 22.

Circuito 2

CIRCUITO	TRAMO	AREAS		INSTITUCIONAL		TOTAL	Q. INFILTRACION		Q. CONEX. ERRADAS		Q. DISEÑO			LONGITUD	PENDIENTE	DIAMETRO	
	DE-A	PARCIAL	TOTAL	%A	L/S Ha	Area	L/S Ha	L/S	L/S Ha	L/S	CALCULADO	ADOPTADO	m3/S		S	m	mm
II	8-S	0,451	0,451	100	0,500	100,0	0,200	0,090	0,200	0,090	0,406	1,500	0,0015	51,700	0,010	0,063	62,883
	S-16	0,263	0,714	100	0,500	100,0	0,200	0,143	0,200	0,143	0,643	1,500	0,0015	23,000	0,010	0,063	62,883
	16-20	0,000	0,714	100	0,500	100,0	0,200	0,143	0,200	0,143	0,643	1,500	0,0015	100,000	0,021	0,055	54,716
	20-21	0,046	0,760	100	0,500	100,0	0,200	0,152	0,200	0,152	0,684	1,500	0,0015	78,220	0,021	0,055	54,716
	21-22	0,215	0,975	100	0,500	100,0	0,200	0,195	0,200	0,195	0,878	1,500	0,0015	90,000	0,028	0,052	51,843
	22-23	0,204	1,180	100	0,500	100,0	0,200	0,236	0,200	0,236	1,062	1,500	0,0015	38,000	0,035	0,050	49,719
	25-26	0,134	0,134	100	0,500	100,0	0,200	0,027	0,200	0,027	0,120	1,500	0,0015	62,000	0,015	0,058	58,280
	26-27	0,000	0,134	100	0,500	100,0	0,200	0,027	0,200	0,027	0,120	1,500	0,0015	9,500	0,002	0,085	85,034
	27-28	0,000	0,134	100	0,500	100,0	0,200	0,027	0,200	0,027	0,120	1,500	0,0015	19,500	0,035	0,050	49,719
	28-29	0,049	0,183	100	0,500	100,0	0,200	0,037	0,200	0,037	0,164	1,500	0,0015	59,550	0,035	0,050	49,719
	29-23	0,000	0,183	100	0,500	100,0	0,200	0,037	0,200	0,037	0,164	1,500	0,0015	75,760	0,015	0,058	58,280
	23-33	0,822	2,185	100	0,500	100,0	0,200	0,437	0,200	0,437	1,966	1,966	0,0020	118,000	0,022	0,060	60,036
	33-34	0,000	2,185	100	0,500	100,0	0,200	0,437	0,200	0,437	1,966	1,966	0,0020	49,200	0,002	0,094	94,117
	34-35	1,288	3,472	100	0,500	100,0	0,200	0,694	0,200	0,694	3,125	3,125	0,0031	98,000	0,002	0,112	111,976
	35-36	1,398	4,870	100	0,500	100,0	0,200	0,974	0,200	0,974	4,383	4,383	0,0044	80,000	0,002	0,127	127,125
	36-19	0,000	4,870	100	0,500	100,0	0,200	0,974	0,200	0,974	4,383	4,383	0,0044	70,000	0,002	0,127	127,125
	17-18	0,075	0,075	100	0,500	100,0	0,200	0,015	0,200	0,015	0,067	1,500	0,0015	85,000	0,005	0,072	71,611
	18-19	0,362	0,437	100	0,500	100,0	0,200	0,087	0,200	0,087	0,394	1,500	0,0015	75,000	0,007	0,067	67,232
	19-14	0,122	5,429	100	0,500	100,0	0,200	1,086	0,200	1,086	4,886	4,886	0,0049	8,600	0,010	0,098	97,920
	11-12	0,043	0,043	100	0,500	100,0	0,200	0,009	0,200	0,009	0,039	1,500	0,0015	85,000	0,011	0,062	61,769
12-14	0,166	0,209	100	0,500	100,0	0,200	0,042	0,200	0,042	0,188	1,500	0,0015	8,200	0,010	0,063	62,883	
14-15	0,000	5,638	100	0,500	100,0	0,200	1,128	0,200	1,128	5,075	5,075	0,0051	120,000	0,002	0,134	134,301	
13-15	0,180	5,818	100	0,500	100,0	0,200	1,164	0,200	1,164	5,236	5,236	0,0052	81,000	0,013	0,096	95,669	
15- colector	0,000	5,818	100	0,500	100,0	0,200	1,164	0,200	1,164	5,236	5,236	0,0052	100,000	0,005	0,114	114,440	

Tabla 23: Valores resultado de los cálculos en los tramos de tubería del circuito 2 del Alcantarillado Sanitario.

CIRCUITO	TRAMO DE-A	DIAMETRO COMERCIAL		Qo		Vo	Q/Qo	V/Vo	R/Ro	d/D	H/D	Vr	V ² /2g	R	t	Vt	CONDICION 1ra	CONDICION 2da
		mm	m	m3/s	L/S	m/s												
II	8-5	300	0,300	0,097	96,798	1,369	0,020	0,362	0,315	0,124	0,067	0,496	0,013	0,024	0,232	0,136	Cumple	Cumple
	S-16	300	0,300	0,097	96,798	1,369	0,020	0,362	0,315	0,124	0,067	0,496	0,013	0,024	0,232	0,136	Cumple	Cumple
	16-20	300	0,300	0,140	140,274	1,984	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,579	0,017	0,018	0,369	0,164	Cumple	Cumple
	20-21	300	0,300	0,140	140,274	1,984	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,579	0,017	0,018	0,369	0,164	Cumple	Cumple
	21-22	300	0,300	0,162	161,975	2,291	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,669	0,023	0,018	0,492	0,190	Cumple	Cumple
	22-23	300	0,300	0,181	181,093	2,562	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,748	0,029	0,018	0,615	0,212	Cumple	Cumple
	25-26	150	0,150	0,019	18,671	1,057	0,080	0,505	0,530	0,220	0,151	0,534	0,015	0,020	0,292	0,149	Cumple	Cumple
	26-27	150	0,150	0,007	6,818	0,386	0,220	0,672	0,795	0,362	0,266	0,259	0,003	0,030	0,058	0,071	Cumple	No Cumple
	27-28	150	0,150	0,029	28,520	1,614	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,731	0,027	0,017	0,578	0,203	Cumple	Cumple
	28-29	150	0,150	0,029	28,520	1,614	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,731	0,027	0,017	0,578	0,203	Cumple	Cumple
	29-23	150	0,150	0,019	18,671	1,057	0,080	0,505	0,530	0,220	0,151	0,534	0,015	0,020	0,292	0,149	Cumple	Cumple
	23-33	150	0,150	0,023	22,612	1,280	0,090	0,520	0,554	0,232	0,161	0,665	0,023	0,021	0,448	0,185	Cumple	Cumple
	33-34	300	0,300	0,043	43,290	0,612	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,277	0,004	0,034	0,066	0,077	Cumple	No Cumple
	34-35	400	0,400	0,093	93,229	0,742	0,030	0,400	0,370	0,148	0,086	0,297	0,004	0,037	0,073	0,082	Cumple	No Cumple
	35-36	400	0,400	0,093	93,229	0,742	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,336	0,006	0,045	0,088	0,093	Cumple	No Cumple
	36-19	400	0,400	0,093	93,229	0,742	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,336	0,006	0,045	0,088	0,093	Cumple	No Cumple
	17-18	400	0,400	0,147	147,409	1,173	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,343	0,006	0,024	0,117	0,097	Cumple	No Cumple
	18-19	400	0,400	0,174	174,416	1,388	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,405	0,008	0,024	0,164	0,115	Cumple	No Cumple
	19-14	300	0,300	0,097	96,798	1,369	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,620	0,020	0,034	0,330	0,172	Cumple	Cumple
	11-12	400	0,400	0,219	218,642	1,740	0,010	0,292	0,239	0,092	0,041	0,508	0,013	0,024	0,258	0,144	Cumple	Cumple
12-14	300	0,300	0,097	96,798	1,369	0,020	0,362	0,315	0,124	0,067	0,496	0,013	0,024	0,232	0,136	Cumple	Cumple	
14-15	300	0,300	0,043	43,290	0,612	0,120	0,570	0,630	0,270	0,188	0,349	0,006	0,047	0,093	0,097	Cumple	No Cumple	
13-15	300	0,300	0,110	110,367	1,561	0,050	0,453	0,449	0,182	1,116	0,707	0,025	0,034	0,429	0,197	Cumple	Cumple	
15- colector	300	0,300	0,068	68,447	0,968	0,08	0,505	0,53	0,22	0,151	0,489	0,012	0,040	0,195	0,136	Cumple	Cumple	

Tabla 24: Valores provenientes del rediseño en los tramos de tubería del circuito 2

Resultados:

Los diámetros de las tuberías que conforman el circuito 2 del sistema de alcantarillado Sanitario de la Universidad Técnica de Manabí, cumplen perfectamente para los caudales que se generan en dicho circuito, esto queda evidenciado mediante el cálculo realizado.

Resulta necesario acotar que algunos de los tramos de tubería del circuito 2 no cumplen las condiciones de velocidades, esto queda expuesto en la tabla 24.

Diámetros de las Tuberías Encontrados y corregidos

TRAMOS	CIRCUITO I		TRAMOS	CIRCUITO II	
	DIAMETROS			DIAMETROS	
	ENCONTRADOS	CORREGIDOS		ENCONTRADOS	CORREGIDOS
1-2	150 mm	150 mm	8-S	150 mm	300 mm
2-3	150 mm	150 mm	S-16	150 mm	300 mm
3-3A	150 mm	200 mm	16-20	300 mm	300 mm
3A-4	150 mm	200 mm	20-21	300 mm	300 mm
7-6	150 mm	150 mm	21-22	300 mm	300 mm
6-4	150 mm	150 mm	22-23	300 mm	300 mm
4-N	150 mm	300 mm	25-26	150 mm	150 mm
N-5	150 mm	300 mm	26-27	150 mm	150 mm
5-9	150 mm	300 mm	27-28	150 mm	150 mm
9-10	150 mm	300 mm	28-29	150 mm	150 mm
			29-23	150 mm	150 mm
			23-33	150 mm	150 mm
			33-34	300 mm	300 mm
			34-35	400 mm	400 mm
			35-36	400 mm	400 mm
			36-19	400 mm	400 mm
			17-18	300 mm	400 mm
			18-19	400 mm	400 mm
			19-14	300 mm	300 mm
			11-12	400 mm	400 mm
			12-14	300 mm	300 mm
			14-15	300 mm	300 mm
			13-15	300 mm	300 mm

Tabla 25: Diámetros de tuberías encontrados y corregidos del sistema estudiado

CONSIDERACIONES A LA HORA DE HACER EL DISEÑO:

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario hay dos formas de realizarlo:

1. Por el método poblacional sacando una proyección poblacional en base a métodos de cálculo y estadísticas poblacionales para así obtener un caudal a futuro.
2. El otro método consiste en trabajar en base a las normativas implementando un caudal institucional, debiéndose a que el sistema de alcantarillado en cuestión es para una institución como lo es la Universidad Técnica de Manabí, esto se lo hizo en base al criterio implementado por los autores de la Tesis.

COTAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Circuito	Tramo	Cota Rasante		Cota clave	
		De	a	De	a
I	1-2	46,65	45,4	45,45	44,19
	2-3	45,4	45,15	44,2	43,96
	3-4	45,15	45,34	42,92	42,85
	4-N	45,34	45,34	44,14	44,03
	N-5	45,34	46,43	44,14	44,05
	6-5	51,41	46,43	46,21	46,16
	8-5	50,55	46,43	49,35	45,13
	5-9	46,43	41,05	42,85	40,98
	9-10	41,05	39,6	39,85	39,15
II	24-25	37,51	37,17	36,31	36,11
	25-26	37,17	36,93	35,97	35,81
	26-27	36,93	37,01	35,81	35,67
	28-27	38,99	37,01	37,79	36,07
	27-29	37,01	37	35,81	35,80
	30-31	38,99	37	35,67	33,89
	29-31	37	37	35,8	35,78
	31-32	37	36,8	35,8	35,58
	33-32	38,06	36,8	33,89	32,83
III	8-11	50,55	48,55	48,96	48,46
	11-12	48,55	46,25	46,57	46,17
	12-13	46,25	46	44,92	43,50
	13-14	46	42,05	41,8	41,53
	15-14	44,39	42,05	42,49	42,02
	18-19	44,29	43,42	43,50	43,33
	19-17	43,42	42,05	42,22	41,95
	16-17	41,45	42,05	40,25	39,75
	17-14	42,05	42,05	41,83	40,46
	14-20	42,05	39,85	40,85	39,74
	20-21	39,85	38,85	38,65	37,63
	21-22	38,85	38,54	37,65	37,55
22-23	38,54	38,36	37,34	37,24	

Tabla 26. Tramos y cotas del Alcantarillado Pluvial

COTAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Circuito	Tramo	Cota Rasante		Cota Clave	
		De	a	De	a
I	1-2	46,650	45,400	45,450	42,590
	2-3	45,400	45,150	44,200	43,525
	3-3A	45,150	44,800	42,590	42,366
	3A-4	44,800	45,340	43,600	43,533
	7-6	49,460	45,850	46,070	45,830
	6-4	45,850	45,340	43,334	42,918
	4-N	45,340	45,340	44,140	44,077
	N-5	45,340	46,430	44,140	43,750
	5-9	46,430	41,050	42,918	41,048
	9-10	41,050	39,600	39,850	38,962
II	8-S	41,710	41,610	40,510	39,993
	S-16	41,610	41,450	40,410	40,180
	16-20	41,450	39,850	39,993	37,893
	20-21	39,850	38,850	38,650	37,007
	21-22	38,850	38,540	37,650	35,130
	22-23	38,540	38,360	37,007	35,677
	25-26	37,170	36,930	35,970	35,040
	26-27	36,930	37,010	35,730	35,711
	27-28	37,010	38,990	35,677	34,995
	28-29	38,990	37,300	37,790	35,706
	29-23	37,300	38,360	36,100	34,964
	23-33	38,360	38,060	37,160	34,564
	33-34	38,060	37,510	34,964	34,865
	34-35	37,510	37,170	36,310	36,114
	35-36	37,170	36,930	35,970	35,810
	36-19	36,930	37,010	36,114	35,974
	17-18	37,010	37,000	35,810	35,385
	18-19	37,000	37,010	35,800	35,275
	19-14	35,010	36,200	35,974	35,888
	11-12	38,250	39,250	38,500	37,565
12-14	39,250	38,500	38,050	37,968	
14-15	35,010	38,050	37,450	37,210	
13-15	39,420	38,050	37,968	36,915	

Tabla 27. Tramos y cotas del Alcantarillado sanitario

10. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS (DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES)

10.1. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos en el análisis de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial del campus Portoviejo de la universidad técnica de Manabí se pudo realizar una guía grafica basada en el levantamiento topográfico que para el presente trabajo de titulación se efectuó.

Para efectuar el análisis de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario del campus Portoviejo de la Universidad Técnica de Manabí se fueron evaluando las áreas aportantes de acuerdo al número de estudiantes que tiene cada una de las facultades, así como, el número de docentes y empleados que laboran en las distintas oficinas de este campus universitario.

El presente trabajo de titulación se ha realizado con el fin de mostrar las condiciones actuales de funcionamiento y cumplimiento de las normas vigentes de cada uno de los sistemas de alcantarillado y sus respectivos componentes del campus Portoviejo de la Universidad Técnica Manabí de los cuales y de acuerdo al análisis y calculo hidráulico, ciertos tramos no cumplen con los diámetros de las tuberías ni las velocidades de los caudales de acuerdo a la norma.

De acuerdo con el presente trabajo de titulación se puede demostrar que los pozos de revisión sus diámetros internos no cumplen con la normativa vigente en lo que se refiere al diámetro mínimo, para la realización del mantenimiento de los colectores.

10.2. RECOMENDACIONES

Es necesario que cada vez que se realice alguna ampliación en cualquiera de los sistemas de alcantarillado del campus Portoviejo de la Universidad Técnica Manabí se actualice la guía grafica para de esta manera tener una fuente de información permanente y confiable.

Se recomienda que las áreas aportantes consideradas para el presente análisis se las mantenga y de ser posible se realicen nuevos estudios para nuevos sistemas de alcantarillados teniendo en cuenta que nuestra alma mater está en pleno crecimiento.

Es conveniente que se realicen mantenimientos periódicos a cada uno de los sistemas de alcantarillado y así mitigar en parte las deficiencias de funcionamiento que presentan en la actualidad, también es necesario que la comunidad universitaria tome conciencia de la importancia de cuidar estos sistemas de alcantarillado ya que su mal funcionamiento repercute directamente en la salud de la comunidad universitaria.

Se recomienda hacer una revisión más frecuente de los sistemas de alcantarillados a través de los pozos de registro, para que puedan cumplir mejor con su función ya que por motivo de azolve y escombros estos no trabajan al cien por ciento de su capacidad.

11. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	VALOR
Impresiones de Planos	\$ 100,00
Viáticos	\$ 100,00
Copias e impresiones	\$ 80,00
Mano de obra	\$ 500,00
TOTAL	\$ 780,00

12. CRONOGRAMA

TIEMPOS ACTIVIDADES	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de información	X									
Aplicación de las técnicas		X								
Encuestas tabulación y análisis de datos			X							
Tema y planteamiento de problema				X						
Desarrollo del marco teórico					X					
Visualización del alcance de estudio						X				
Elaboración de hipótesis y definiciones de variables							X			
Desarrollo y diseño de la investigación								X		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos									X	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)										X

13. BIBLIOGRAFÍA

- (NIOSH), I. N. (15 de Diciembre de 2015). *CDC - Centros para el control y prevención de las enfermedades*. Obtenido de <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/ergonomia.html>
- Agua, C. N. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Mexico D.F.: Tlapan.
- Alfaro, K. (S.f.). *Mantenimiento Mundial*. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/ergonomia.pdf>
- Andrés, M. F. (2011). *Diseño del alcantarillado sanitario, pluvial y tratamiento de aguas servidas de la Urbanización San Emilio*. Quito: USFQ, 2011.
- Cualla, L. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Santafe de Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- David, W. C. (2000). *Meteorología de Montaña: Fundamentos y Aplicaciones*. Oxford: Oxford University Press.
- ergonautas.com. (S.f.). *ergonautas.com*. Obtenido de http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/tme/tme_factores.htm
- Fachal, C., & Motti, V. (15 de Junio de 2008). *La ergonomía y el ámbito laboral*. Obtenido de <http://laergonomiayelambitolaboral.blogspot.com/>
- Fatone, V. ((s.f.)). *Diccionario Enciclopédico Quillet*. Buenos Aires: Edit. Argentina Arístides Quillet.
- Fiallos, I. L. (1999). *DOC Slide*. Obtenido de DOC Slide: <http://documents.tips/documents/estudio-de-lluvias-intensas-del-inamhi-1999.html>
- Luttmann, A., & Jäger, M. &. (2004). *S.r*. Obtenido de http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf
- MIDUVI. (2011). *Código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias*. Quito.
- OMM. (1993). *Manual de observación de nubes y otros meteoros*. Ginebra: Atlas Internacional de Nubes.
- S.r. (S.f.). *paritarios.cl*. Obtenido de http://www.paritarios.cl/especial_transtornos_musculoesqueleticos.htm
- Salazar, D. (2003). *Guía para el manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales*. PROARCA/SIGMA.

14. ANEXOS

14.1. ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE MANABÍ

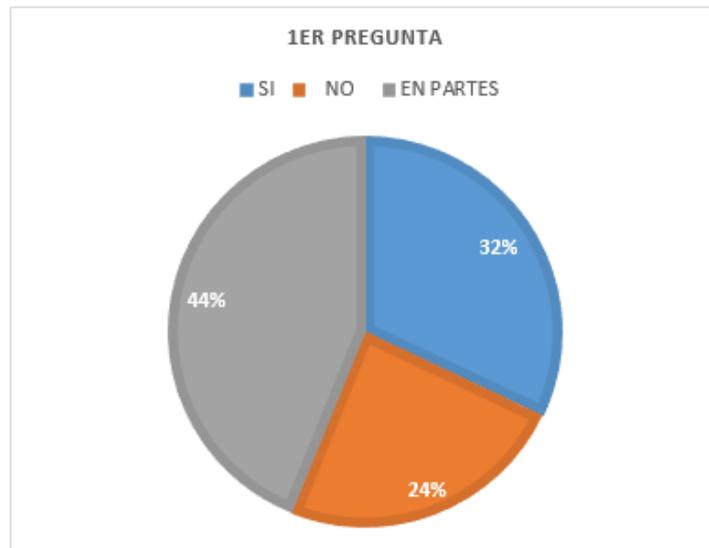
La presente encuesta busca conocer los criterios que tienen los estudiantes respecto al saneamiento ambiental a través de los sistemas de alcantarillado en la Universidad Técnica de Manabí-campus Portoviejo.

- 1. Conoce usted el funcionamiento adecuado de un alcantarillado.**
Si () No () en partes ()
- 2. Ha utilizado usted las unidades sanitarias de algún edificio de la Universidad Técnica de Manabí.**
Si () No ()
- 3. Considera usted que las baterías sanitarias de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo funcionan de manera eficiente**
Si () No ()
- 4. Considera usted que los ambientes de la Universidad Técnica de Manabí, donde se incluyen los sistemas de alcantarillado son adecuados.**
Si () No ()
- 5. Ha percibido usted malos olores provenientes de los pozos de revisión presentes en los predios de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo.**
Si () No ()
- 6. Ha podido presenciar usted si un pozo de revisión funciona de manera inadecuada**
Si () No ()

14.1.1. TABULACIÓN DE ENCUESTA

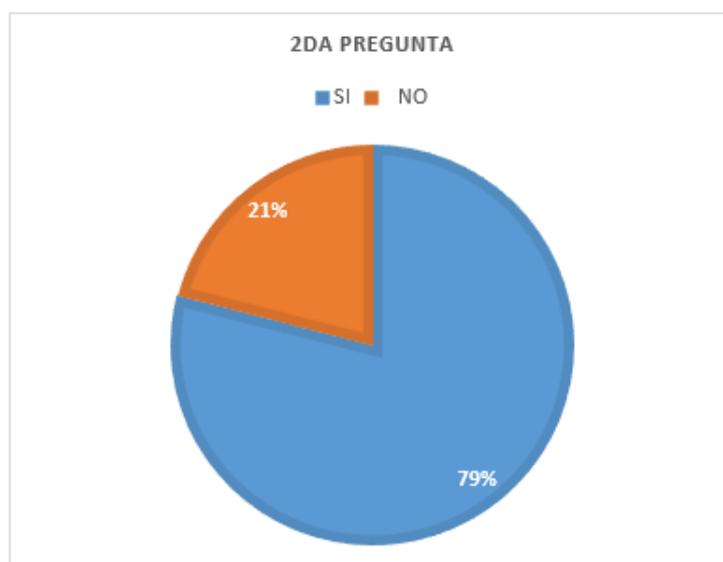
1. Conoce usted el funcionamiento adecuado de un Alcantarillado.

SI	84
NO	63
EN PARTES	115



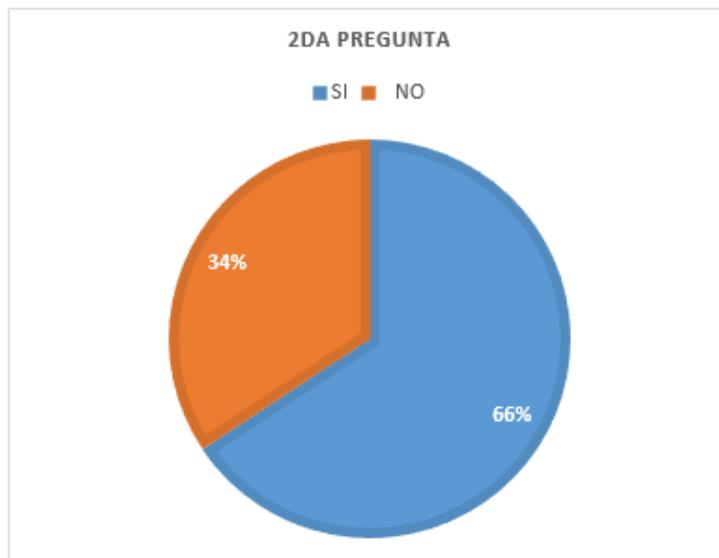
2. Ha utilizado usted las unidades sanitarias de algún edificio de la Universidad Técnica de Manabí.

SI	207
NO	55



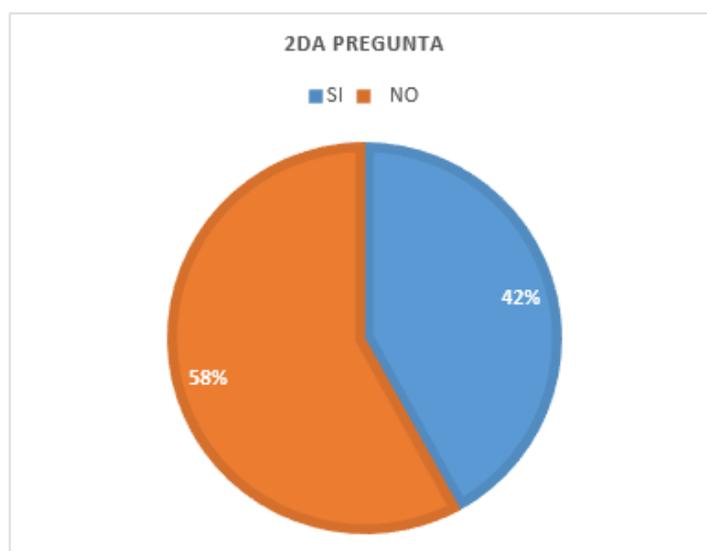
3. Considera usted que las baterías sanitarias de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo funcionan de manera eficiente

SI	172
NO	90



4. Considera usted que los ambientes de la Universidad Técnica de Manabí, donde se incluyen los sistemas de alcantarillado son adecuados.

SI	110
NO	152



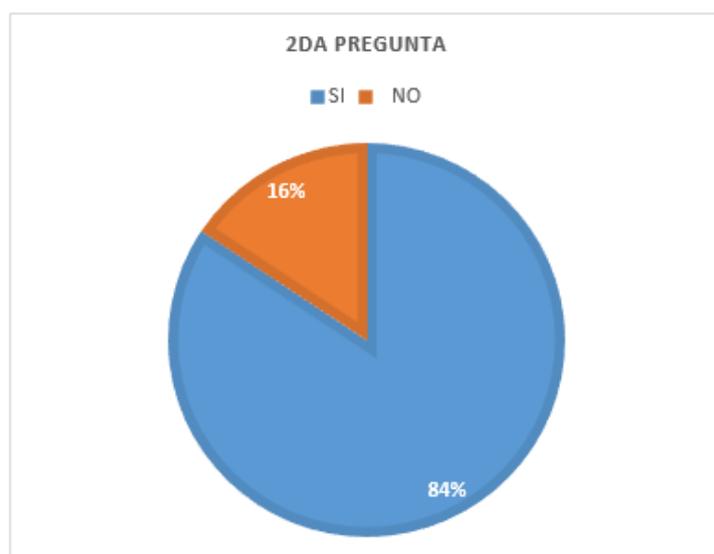
5. Ha percibido usted malos olores provenientes de los pozos de revisión presentes en los predios de la Universidad Técnica de Manabí campus Portoviejo.

SI	181
NO	81



6. Ha podido presenciar usted si un pozo de revisión funciona de manera inadecuada

SI	221
NO	41



14.2. GRAFICOS Y FOTOS

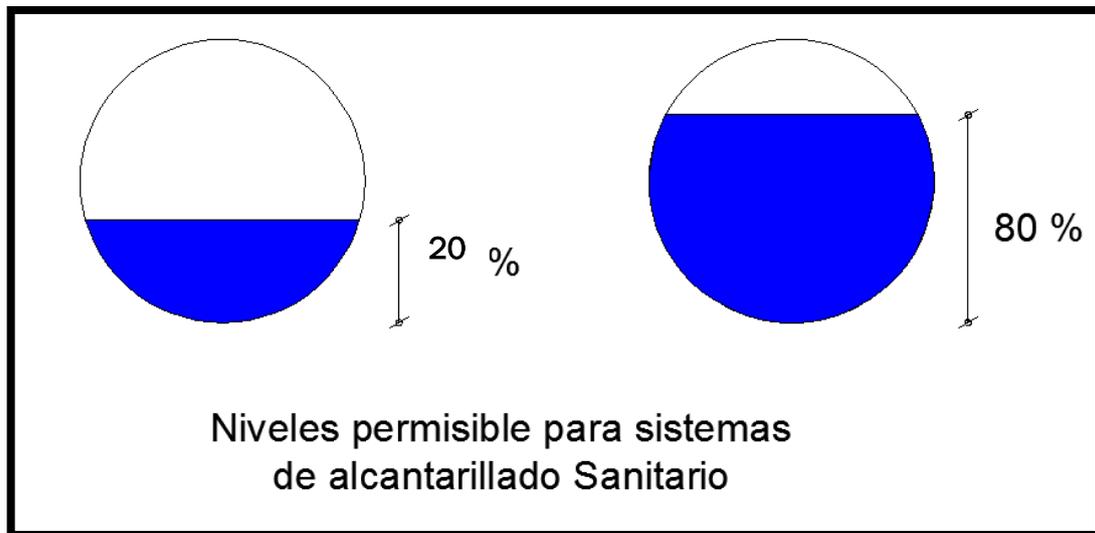


Grafico 7. Niveles permisibles para sistemas de alcantarillado sanitario

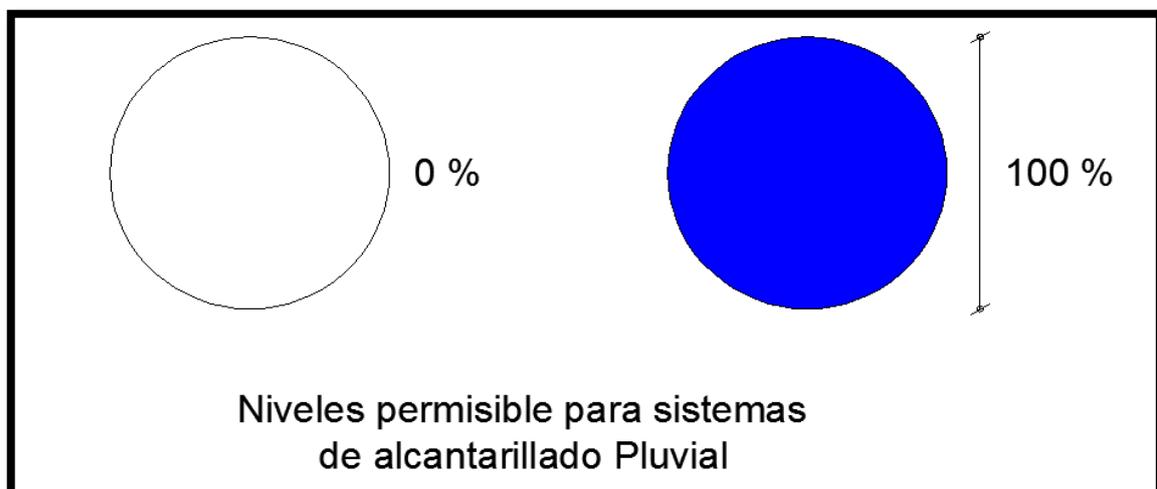


Grafico 8. Niveles permisibles para sistemas de alcantarillado pluvial.

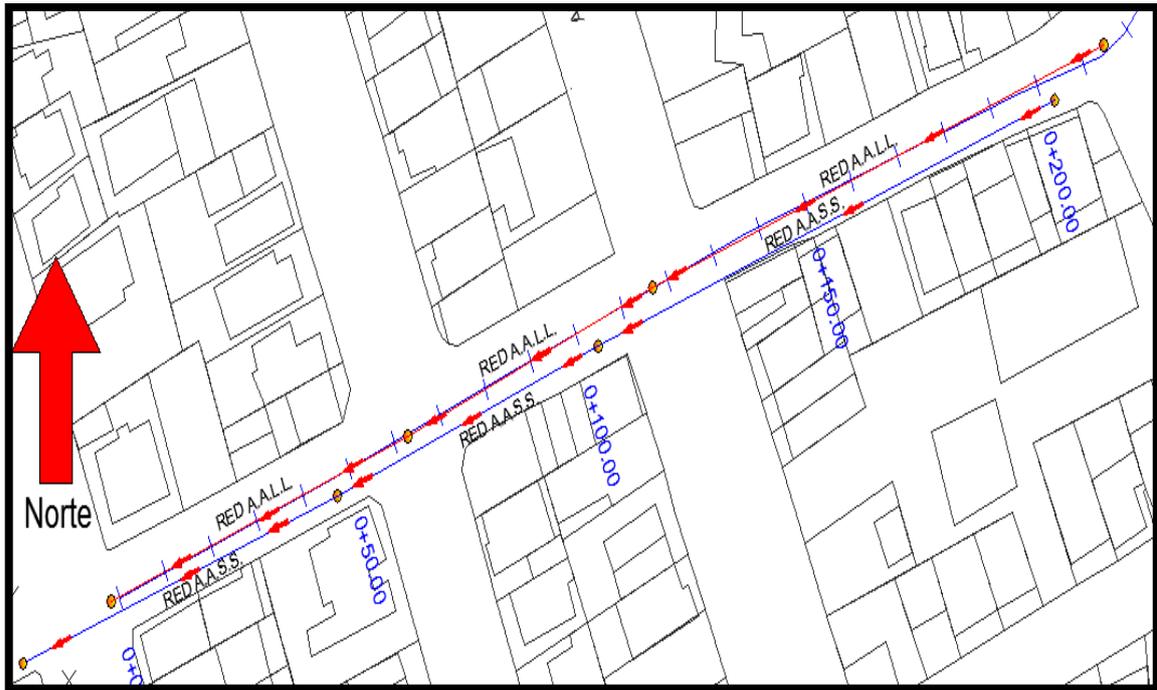


Grafico 9. Esquema de ubicación y dirección de los pozos.

La colocación de los pozos de los sistemas de alcantarillado es para los pozos de aguas lluvias se colocan en el centro de la vía y los pozos de sistemas de aguas servidas se colocan en dirección sur-oeste de los pozos de aguas lluvias.

PLUVIAL
CIRCUITO 1



Imagen del plano en Auto Cad del **circuito 1** – imagen 1



Apertura del pozo numero 3 **circuito 1** – imagen 2



Apertura del pozo numero 4 **circuito 1 – imagen 3**

CIRCUITO 2



Imagen del plano en Auto Cad del **circuito 2** – imagen 4

CIRCUITO 3

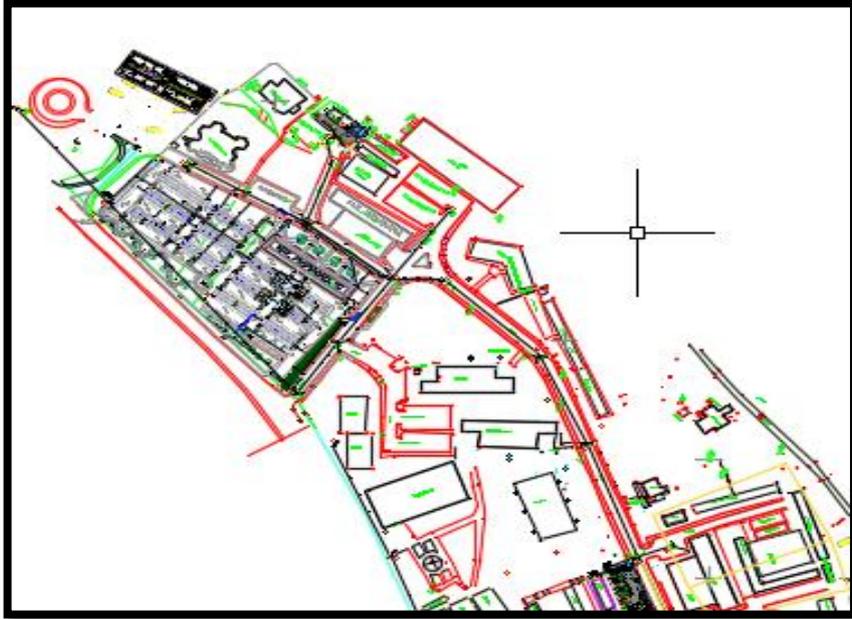


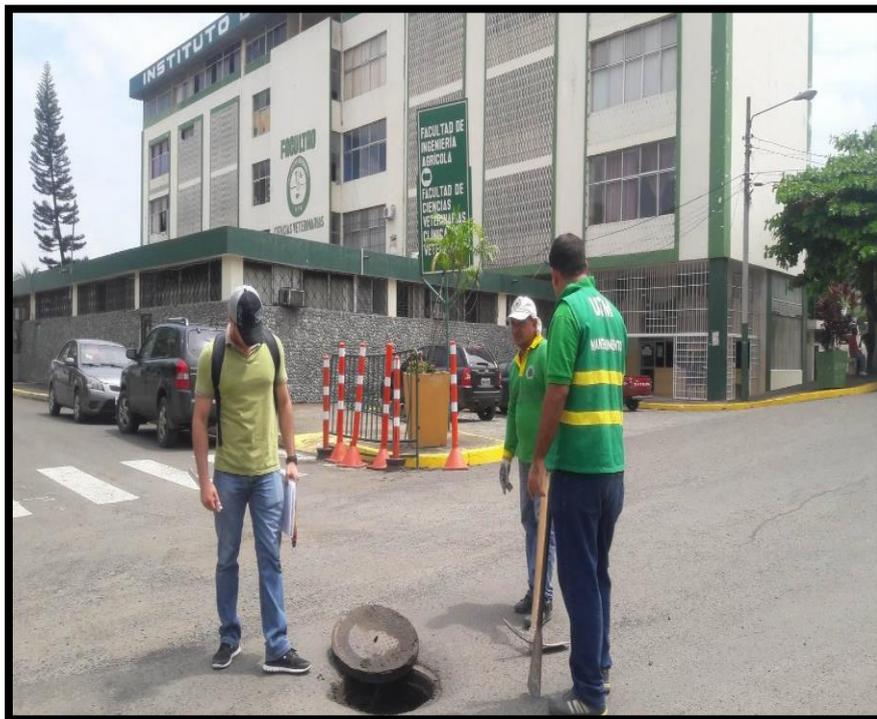
Imagen del plano en Auto Cad del **circuito** – **imagen 5**



Apertura del pozo numero 8 **circuito 3** – **imagen 6**



Apertura del pozo numero 15 **circuito 3 – imagen 7**



Apertura del pozo numero 14 **circuito 3 – imagen 8**



Revision de los pozos con el Arq. Francisco Alvares – **imagen 9**



Asesoría de la ubicación de pozos con el personal de la universidad. – **imagen 10**



Apertura del pozo número 4 el cual está ubicado en el circuito I – **imagen 11**



Apertura del pozo número 3 – **imagen 12**



Apertura del pozo número 6 de alcantarillado sanitario – **imagen 13**



Apertura del pozo número 16 de alcantarillado sanitario – **imagen 14**



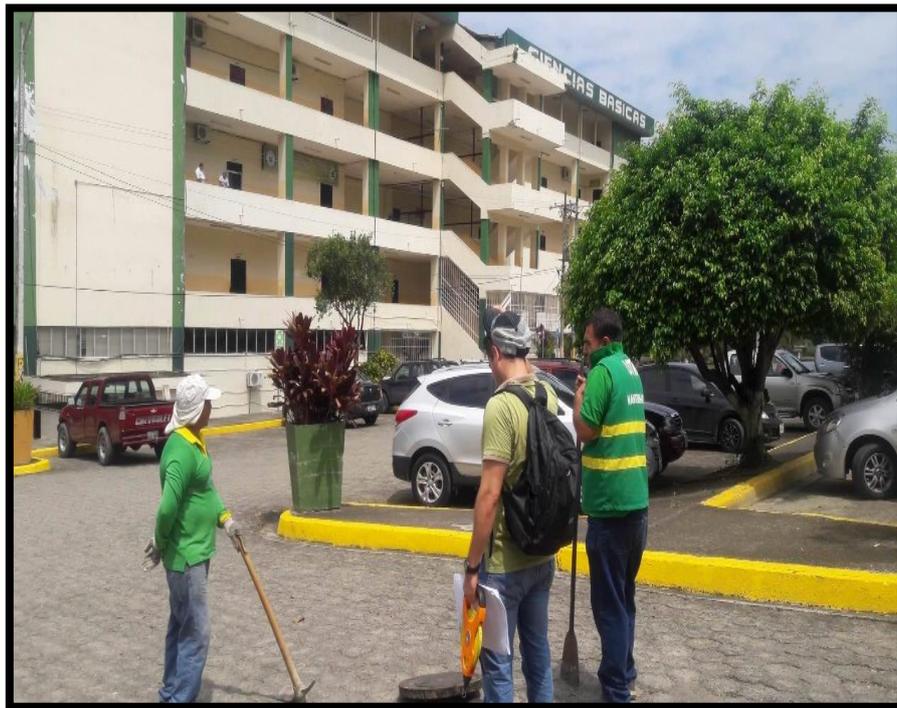
Apertura del pozo número 8 del alcantarillado sanitario – **imagen 15**



Apertura del pozo número 8 del alcantarillado sanitario – **imagen 16**



Apertura del pozo número 8 del alcantarillado sanitario – **imagen 17**



Apertura del pozo número 15 de alcantarillado pluvial – **imagen 18**



Apertura del pozo número 23 de alcantarillado sanitario – **imagen 19**



Apertura del pozo número 29 de alcantarillado sanitario – **imagen 20**



Apertura del pozo número 29 de alcantarillado sanitario – **imagen 21**



Este pozo se lo nombro como A actualmente no está funcionando – **imagen 22**



Pozo de transición el cual lleva al 17 del alcantarillado sanitario – **imagen 23**



Pozo de transición el cual lleva al 17 del alcantarillado sanitario – **imagen 24**