



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR
DE RACAR "SAN MATEO"**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTOR: MARTÍN NICOLÁS TOLA MERINO

TUTOR: ING. RUBÉN FERNANDO JERVES COBO, PHD.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Martín Nicolás Tola Merino con documento de identificación N° 0150264612, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 9 de enero del 2024

Atentamente,



Martín Nicolás Tola Merino

0150264612

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

Yo, Martín Nicolás Tola Merino con documento de identificación N° 0150264612, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Diseño del sistema de alcantarillado combinado para el sector de Racar “San Mateo””, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 9 de enero del 2024

Atentamente,



Martín Nicolás Tola Merino

0150264612

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rubén Fernando Jerves Cobo con documento de identificación N° 0102017027, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL SECTOR DE RACAR “ SAN MATEO”, realizado por Martín Nicolás Tola Merino con documento de identificación N° 0150264612, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 9 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Rubén Fernando Jerves Cobo, PhD.
0102017027

DEDICATORIA

Dedico esta tesis antes que nada a mi Dios, quien me ha brindado la capacidad para poder llegar a culminar mi carrera y nunca dejarla de lado.

A mis padres y hermanas quienes me brindaron esta oportunidad para poder superarme académicamente, y quienes todo el tiempo me daban ánimos y fuerzas para seguir adelante en mi carrera.

A mis amigos quienes fueron como hermanos dándome aliento en las buenas y las malas y nunca dejándome de lado.

A mi tutor de tesis quien me brindo su conocimiento a lo largo de la realización de la tesis y estuvo presente cada momento en que se presentó un inconveniente.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Glosario	3
Introducción	5
Antecedentes del proyecto	7
Área de Influencia	11
Objetivo general y objetivos específicos	13
Objetivo general	13
Objetivo específico.....	13
Alcance	14
Metodología.....	14
Marco Teórico.....	15
Sistema de alcantarillado separado	15
Sistema de alcantarillado combinado	17
Sistema de alcantarillado parcialmente separado.....	20
Aguas pluviales	21
Bases de diseño para el cálculo de las redes de alcantarillado	24
Caudales de Diseño	25

Área de Aporte	26
Área de Diseño	29
Periodo de Diseño	31
Hidráulica de conductos	35
Velocidades mínimas y máximas	37
Hidráulica de tubo lleno	39
Hidráulica de tubo parcialmente lleno	40
Pendiente	42
Pozos de revisión	45
Cajas de revisión	48
Conexiones domiciliarias	49
Sumideros	50
Sumidero de ventana o acera	50
Sumidero de rejilla en calzada	52
Densidad poblacional y proyección poblacional	52
Dotación	54
Caudales de diseño sanitario	55
Caudal medio inicial	55
Caudal medio final	56

Caudal máximo instantáneo final.....	58
Caudal de infiltración	58
Caudal de aguas ilícitas.....	60
Caudal sanitario total	60
Caudal de diseño de aguas lluvias	61
Coefficiente c de escurrimiento.....	62
Presupuesto referencial.....	64
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	65
Bibliografías	66
Anexos	69
Anexo 1: Precios unitarios para el presupuesto del proyecto	69
Anexo 2: Tablas utilizadas para las curvas IDF del Cebollar.....	96
Anexo 3: Cálculos de la red de alcantarillado combinado con planos en plantas y longitudinales	106

Resumen

El presente proyecto contiene los Diseños de los Sistemas de Alcantarillado Combinado del sector de Racar “San Mateo”. Al contar con estos diseños se pretende recolectar todas las aguas servidas y aguas lluvias del sector o barrio, empleando un nuevo diseño, con lo cual se evitará contaminación ambiental y se combatirá la insalubridad.

Cabe mencionar, que en este proyecto se hizo un análisis del impacto ambiental en la zona, para evitar graves daños en la naturaleza existente y tratar de contrarrestar los posibles efectos negativos que se causara en un futuro, prevaleciendo la salud de los moradores del sector.

Finalmente, usando una hoja de Excel ajustada a la normativa de diseño de alcantarillado combinado se determinó las tuberías aptas para poder cumplir con todos los parámetros.

Adicionalmente, se creó un presupuesto referencial de la obra. Palabras clave: alcantarillado combinado, aguas servidas, insalubridad.

Abstract

This project contains the Designs of the Combined Sewer Systems of the Racar “San Mateo” sector. By having these designs, it is intended to collect all sewage and rainwater from the sector or neighborhood, using a new design, which will prevent environmental contamination and combat unhealthiness.

It is worth mentioning that in this project an analysis of the environmental impact in the area was carried out, to avoid serious damage to the existing nature and try to counteract the possible negative effects that may be caused in the future, with the health of the residents of the sector prevailing.

Finally, using an Excel sheet adjusted to the combined sewer design regulations, the suitable pipes were determined to comply with all the parameters.

Additionally, a reference budget for the work was created.

Key words: combined sewage, sewage, unhealthiness.

Glosario

Aguas negras

El término aguas negras hace relato a las aguas residuales que quedan después de la intervención humana, lo que altera la composición natural del vital recurso con desechos orgánicos o químicos. Conocidos también con el calificativo de aguas cloacales, o residuales, son desechos y deben recibir tratamiento adecuado antes de devolverse al medio ambiente para evitar inconvenientes relacionados a la contaminación, como enfermedades gastrointestinales y alteraciones destructivas para el ecosistema.

Alcantarillado sanitario

Es una red de tuberías por la cual transitan las aguas servidas de una ciudad, por lo general hacia una planta de tratamiento para que luego de ser tratadas vuelvan al cauce de un río.

Bases de diseño

Son datos que serán utilizados para el diseño de la red en todo su transcurso y que permitirán tomar las medidas para el dimensionamiento de la red a diseñar, entre los parámetros que se tratan están: sólidos en suspensión y heces fecales.

Caudal

Es un cuerpo de agua que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo el cual su destino final será una planta de tratamiento de aguas residuales.

Caudal doméstico

Es el caudal de aguas servidas que son depositadas de cada vivienda hacia el colector.

Caudal de infiltración

El caudal que proviene de las aguas subterráneas y se infiltra en la tubería del alcantarillado se conoce como "caudal de infiltración". Este fenómeno ocurre cuando hay grietas, juntas defectuosas o porosidades en las tuberías que permiten que el agua subterránea se filtre y se una al flujo del sistema de alcantarillado.

La infiltración puede contribuir significativamente al caudal total en el sistema de alcantarillado y puede tener varios impactos, como el aumento del volumen de agua transportado, la sobrecarga del sistema, y en algunos casos, la disminución de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales. El control y la minimización de la infiltración son aspectos importantes en el diseño y la gestión de sistemas de alcantarillado para garantizar su funcionamiento eficiente y sostenible. Medidas como la inspección regular, el mantenimiento de las tuberías y la reparación de posibles fugas son prácticas comunes para reducir la infiltración en los sistemas de alcantarillado.

Pendiente

La pendiente requerida con relación a la línea horizontal diseñada de tal manera que el agua transportada por las tuberías pase libremente por ella por gravedad, lo que en el alcantarillado cumple con los requisitos según la normativa.

Introducción

La presente tesis tiene como propósito el contribuir al saneamiento básico del sector de Racar “San Mateo”, ubicada en la parroquia de Sinincay, provincia del Azuay. Este proyecto incluye el estudio, diseño, cálculos, presupuesto general y planos donde se detalla la obra civil.

El programa de Saneamiento Básico posibilita la determinación de opciones para abordar de manera eficiente los problemas de higiene en las comunidades, fomentando una gestión adecuada del agua y una disposición apropiada de los desechos sólidos. Debido a las preocupaciones derivadas de la carencia de un sistema de alcantarillado eficaz, se sugiere la creación de un sistema de alcantarillado combinado en esa área. Dado que las regulaciones actuales desaconsejan la construcción de sistemas de alcantarillado combinado, se propone recurrir a la normativa interna de ETAPA-EP, la cual indica que la construcción de dicho sistema solo debería llevarse a cabo si se respaldara con estudios previos, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida en dicha localidad.

Aprovechando su eficiencia en términos de costos en comparación con los sistemas segregados, y al mismo tiempo reduciendo significativamente el riesgo de inundaciones en las vías, el sistema de alcantarillado combinado se presenta como una ventajosa alternativa. Es importante señalar que, tanto en nuestro país como en varios lugares de América Latina, se ha determinado que la separación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial resulta impracticable debido a consideraciones de costos y operatividad.

La afirmación destaca la importancia de la responsabilidad profesional en la elaboración del estudio y diseño de un sistema de alcantarillado combinado. Aquí se desglosa el significado de algunos puntos clave:

1. Responsabilidad Profesional:

- La responsabilidad profesional implica que aquellos a cargo del diseño del sistema de alcantarillado combinado deben cumplir con estándares éticos y técnicos. Esto incluye considerar la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad del proyecto.

2. Alta Calidad y Seguridad:

- Garantizar la alta calidad y seguridad de las obras civiles es esencial para la durabilidad y el rendimiento efectivo del sistema de alcantarillado. Esto implica la adopción de mejores prácticas y el cumplimiento de normativas y regulaciones.

3. Evitar Inconvenientes a lo Largo de la Vida Útil:

- El diseño debe ser pensado a largo plazo, anticipando y evitando problemas potenciales a lo largo de la vida útil del sistema. La planificación cuidadosa puede reducir la necesidad de reparaciones frecuentes y prolongar la eficiencia del sistema.

4. Minimizar Costos y Maximizar Beneficios:

- La eficiencia financiera es clave. Se busca minimizar los costos asociados con la construcción y mantenimiento del sistema, al mismo tiempo que se busca maximizar los beneficios para los habitantes de la comunidad, como una mejora en la calidad de vida.

5. Enfoque en el Barrio San Mateo:

- El diseño se centra específicamente en las necesidades y características del barrio San Mateo, reconociendo que las soluciones deben adaptarse a las condiciones locales y proporcionar beneficios significativos a la comunidad.

En resumen, la responsabilidad profesional, la búsqueda de alta calidad y seguridad, y el enfoque en la eficiencia y el bienestar de la comunidad son principios clave en la elaboración de proyectos de alcantarillado combinado. Estos aspectos aseguran la viabilidad y el éxito a largo plazo del sistema.

Antecedentes del proyecto

La importancia crítica de contar con instalaciones de saneamiento básico para mejorar la calidad de vida y abordar problemas de salud en diversas partes del mundo. Aquí se resumen algunos puntos clave:

1. Problema Global de Saneamiento:

- La evacuación insalubre de excrementos y aguas negras se señala como un problema de salud significativo, especialmente en grandes zonas del mundo. Este problema a menudo está relacionado con la falta de instalaciones adecuadas de saneamiento.

2. Disponibilidad Universal del Agua Potable vs. Saneamiento Básico:

- Se destaca que, aunque la disponibilidad universal de agua potable básica parece posible, lograr la disponibilidad universal de instalaciones de saneamiento básico requiere esfuerzos adicionales. Esto resalta la brecha persistente en el acceso a servicios de saneamiento.

3. Impacto en la Salud:

- La conexión entre la falta de instalaciones de saneamiento y diversas enfermedades, incluyendo enfermedades de la piel, respiratorias e incluso el riesgo de cáncer, resalta la urgencia de abordar este problema para proteger la salud de las comunidades.

4. Esfuerzos Necesarios:

- Se menciona la necesidad de esfuerzos adicionales para garantizar la disponibilidad de estructuras de higiene básica. Este llamado destaca la importancia de la planificación y la implementación de políticas y programas efectivos para abordar las deficiencias en el saneamiento.

5. Mejora de la Calidad de Vida:

- La presencia de instalaciones de saneamiento básico se considera crucial para mejorar la calidad de vida de las personas, sugiriendo que el acceso a un drenaje adecuado está directamente vinculado al bienestar general.

En resumen, el texto subraya la necesidad crítica de abordar las deficiencias en el saneamiento básico como una medida esencial para proteger la salud y mejorar la calidad de vida en comunidades afectadas por estos problemas. (Vargas Palomino, E. C. 2019).

Aunque aún no se disponga de datos fiables al respecto, las estimaciones indican que aproximadamente el 90 % de las aguas residuales en los países en desarrollo se liberan parcialmente tratadas o sin tratamiento directamente en ríos, lagos u océanos, generando así una elevada contaminación. (Toapanta Rodríguez, G. D. 2016).

La falta de sistemas de alcantarillado integrales, la gestión inadecuada de la recolección y eliminación de desechos sólidos, así como la contaminación, contribuyen a la creación de entornos urbanos inestables. Esto resulta en la contaminación del suelo y del agua, con niveles significativos de insalubridad, como se mencionó anteriormente.

A nivel global, la infraestructura de saneamiento básico sigue siendo insuficiente, dejando a las personas sin acceso al vital líquido seguro y careciendo de servicios de alcantarillado sanitario esenciales para el adecuado tratamiento de las aguas residuales.

Se destaca los desafíos sociales y de salud que enfrenta América Latina, particularmente relacionados con la falta de acceso a servicios básicos, como el saneamiento. Aquí se resumen algunos puntos clave:

1. Desafío de Equilibrio Social:

- Se plantea que América Latina enfrenta un desafío de equilibrio social, lo cual se traduce en consecuencias peligrosas para la salud y las condiciones de vida de la comunidad. Este desafío probablemente esté relacionado con la falta de acceso a servicios esenciales.

2. Riesgos de Epidemias y Degradación Ambiental:

- La falta de acceso al saneamiento se identifica como un riesgo significativo que podría llevar a la propagación de epidemias y la degradación del entorno ambiental en las comunidades afectadas.

3. Alta Proporción de Habitantes Urbanos:

- Se destaca que más del 75% de la población en América Latina vive en áreas urbanas. Este dato resalta la importancia de abordar los problemas de saneamiento en entornos urbanos donde la densidad poblacional puede exacerbar los riesgos para la salud.

4. Pobreza y Vulnerabilidad Social:

- La conexión entre la falta de acceso al saneamiento y la pobreza se resalta al mencionar que cerca del 40% de la población urbana experimenta condiciones de pobreza. La falta de recursos agrava la vulnerabilidad social y dificulta enfrentar los desafíos de salud y medio ambiente de manera efectiva.

5. Necesidad de Recursos Adecuados:

- La falta de acceso a servicios básicos se vincula directamente con la insuficiencia de recursos para afrontar adecuadamente los desafíos. Esta observación resalta la necesidad de inversiones y políticas efectivas para mejorar las condiciones de vida y la salud en la región.

En resumen, el texto pone de relieve los desafíos sociales, de salud y medioambientales en América Latina, resaltando la urgencia de abordar la falta de acceso al saneamiento como un componente esencial para mejorar la calidad de vida de las comunidades afectadas. (Pérez Correa, E. 2005)

La gestión de aguas residuales que enfrentan actualmente los municipios demanda la exploración de diversas alternativas para mejorar e implementar eficientemente este servicio. El objetivo es controlar la contaminación de suelos y aguas subterráneas.

La mayoría de los sistemas de tratamiento de agua han sido históricamente complejos en términos de construcción, operación y mantenimiento. Por lo tanto, es crucial desarrollar tecnologías adecuadas que sean económicamente eficientes y confiables. Estas tecnologías deben estar disponibles en los lugares donde se implementaría el servicio correspondiente, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de las personas.

Área de Influencia



Imagen 1 Ubicación del proyecto “San Mateo”

Fuente: Autor

El proyecto de saneamiento que se desea implementar se encuentra ubicado en la Parroquia Sinincay, sector San Mateo de Racar al noroeste del territorio, en la Provincia del Azuay, al sur del Ecuador; al estar cerca de la ciudad de Cuenca, este se puede considerar altamente como un “área de expansión urbana”.

Clima

El clima es mayormente templado con un ambiente húmedo debido a su entorno montañoso. La información referente a este aspecto tiene fundamento en la ‘Actualización del Diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial’ del GADPR Sinincay. Así, acorde al ‘Atlas Geográfico del Ecuador’ (2013), hay dos climas presentes en la parroquia: ecuatorial meso térmico semihúmedo y ecuatorial de alta montaña. Con relación a los pisos climáticos presentes en Sinincay existen: Frío Andino y Templado Interandino, tal como se muestra en la imagen #2.

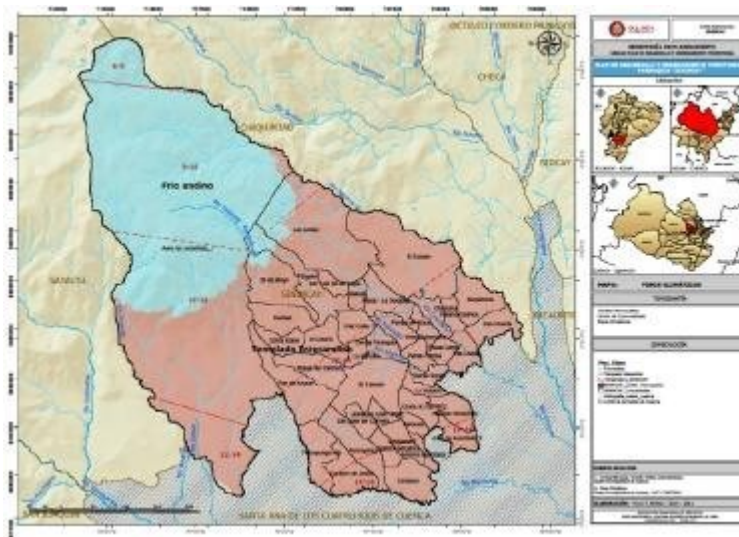


Imagen 2 Pisos climáticos en la parroquia de Sinincay

Fuente: Actualización del Diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (GADPR Sinincay, 2015)

El número de habitantes en la parroquia de Sinincay según las estadísticas de INEC en 2010 es de alrededor de 16,000 habitantes y muchos de ellos por años no han contado con el servicio de alcantarillado que les permita tener una mejor calidad de vida y un mejor manejo de las aguas servidas, razón por la cual esta tesis será con el propósito de que a un futuro sea ejecutado para un beneficio de un sector de Racar, siendo este el sector de San Mateo.

Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general

Llevar a cabo un estudio del diseño de la red de alcantarillado combinado para una población de San Mateo de Racar que necesita dicho servicio. Con esto se espera que el diseño de la red de alcantarillado pueda ser tomado en cuenta, para obtener una mejor calidad de vida de la comunidad.

Objetivo específico

- Establecer la topografía del área beneficiada con el fin de obtener curvas de nivel para mediante ellas obtener su posible ruta de descarga hacia una red existente.
- Realizar el análisis hidráulico y diseño de la red de alcantarillado en base a la topografía del terreno.
- Analizar y diseñar la descarga de la red.
- Obtener planos y presupuesto de dicho proyecto.

Alcance

Para este anteproyecto de tesis se planea desarrollar los siguientes temas:

- Cálculo y diseño del alcantarillado combinado, tomando en cuenta las normas técnicas del país y ajustándose a las condiciones topográficas del terreno.
- Presupuesto referencial.

Metodología

Existen una variedad de soluciones disponibles para el tratamiento de aguas residuales, que incluyen diferentes diámetros y dimensiones de tuberías, subcolectores y tipos de colectores. Estas elecciones se realizan considerando la topografía y el trazado específico de una red de alcantarillado. En algunas situaciones, es necesario realizar rebombeo de agua dentro de la red debido a cambios en la topografía, mientras que en otros casos se requieren caídas en el punto de conexión de tuberías y arquetas.

Es crucial que las tuberías del sistema de alcantarillado estén enterradas con un colchón mínimo para protegerlas contra el tráfico vehicular en las calles y así prevenir posibles fracturas en su estructura, evitando fallos en el sistema.

Los estándares de diseño establecen la velocidad del flujo en las tuberías, la cual debe encontrarse dentro de un rango específico. El diseño de una red implica considerar las dimensiones de los conductos individuales, las alturas de caída y, en caso necesario, las técnicas de bombeo. Esto se hace para asegurar condiciones de pendiente y velocidades mínimas o máximas adecuadas en cada tubería, al mismo tiempo que se busca mantener una amortiguación mínima en cada una.

Este problema representa un desafío matemático que implica una optimización a gran escala y que tiene ciertas limitaciones.

Un enfoque para abordar este problema consiste en crear una plantilla o hoja de Excel que permita optimizar el diseño y los tamaños de las tuberías, teniendo en cuenta las elevaciones de las calles existentes en la zona. Esto tiene como objetivo minimizar la necesidad de corte y relleno del terreno. (Peña Escobar, R. Diseño del sistema de alcantarillado del Centro Poblado El Papayo, distrito de Castilla, provincia de Piura-Piura-noviembre 2019.)

Marco Teórico

El marco teórico tiene como objetivo inicial especificar las bases teóricas estandarizadas que servirán como referencia para el diseño estructural de la red de alcantarillado combinado en la zona de San Mateo de Racar. El documento principal que regirá este diseño será la normativa vigente en el país.

Sistema de alcantarillado separado

Un sistema de alcantarillado separado es aquel en el cual las aguas residuales y pluviales se recopilan en sistemas distintos. Las aguas residuales del alcantarillado municipal se dirigen hacia la planta de tratamiento de residuos, mientras que las alcantarillas pluviales se descargan directamente en cuerpos de agua o embalses sin tratamiento previo.

Esta separación tiene como resultado la reducción del volumen de aguas residuales que fluyen hacia las instalaciones de tratamiento y disminuye la carga total en las unidades de tratamiento o plantas de tratamiento residual. Las tuberías destinadas a las aguas pluviales generalmente se instalan de manera que permitan el flujo gravitacional cuesta abajo hacia un arroyo cercano o un estanque de detención, que luego se descargará en el cauce de un río.

Los sistemas de alcantarillado separados presentan ventajas en términos de bajos costos de capital, instalación y operación. Además, al contar con partes más pequeñas, permiten una mejor ventilación de los desagües. Sin embargo, la reducción en el tamaño también los hace propensos a obstrucciones, lo cual representa un desafío en términos de limpieza. La tarea de limpiar este tipo de sistema puede ser difícil debido a la susceptibilidad a obstrucciones.

Cuando se instala una pendiente baja, es necesario realizar enjuagues periódicos para asegurar una limpieza eficaz, ya que el sistema no puede garantizar una tasa de auto-limpieza. (RUIZ, D. C. 2021).

La importancia del mantenimiento regular en el contexto de un sistema de drenaje independiente. Aquí se resumen los puntos clave:

1. Necesidad de Mantenimiento Regular:

- Se enfatiza la importancia de llevar a cabo un mantenimiento regular en el sistema de drenaje independiente. Este mantenimiento es esencial para garantizar el funcionamiento efectivo de la infraestructura.

2. Impacto del Mantenimiento en el Tráfico:

- Se menciona que las actividades de mantenimiento, como la reparación de desagües dañados, pueden tener repercusiones en el tráfico vehicular. Esto destaca la necesidad de planificación y ejecución cuidadosa para minimizar las interrupciones en las vías o carreteras.

3. Prevención de Congestionamientos:

- La congestión del tráfico es señalada como una posible consecuencia de las actividades de mantenimiento. La gestión eficiente de estas actividades es crucial para mitigar cualquier impacto negativo en la movilidad.

4. Cuidado en la Estación Seca:

- Se advierte sobre la importancia de evitar que las personas conviertan las aguas pluviales en desechos sólidos durante la estación seca. Esto resalta la necesidad de concientización y medidas preventivas para mantener la calidad del sistema de drenaje.

En conjunto, el mantenimiento regular y las consideraciones sobre posibles impactos en el tráfico y el medio ambiente son aspectos fundamentales en la gestión efectiva de un sistema de drenaje independiente.

Sistema de alcantarillado combinado

Considerando la proporción muy pequeña de los flujos de aguas residuales en comparación con las corrientes de aguas pluviales, la capacidad del colector en un sistema combinado es esencialmente la misma que la capacidad del dispositivo de recolección en un sistema de aguas pluviales. Por lo tanto, la implementación del sistema combinado resulta más económica que la instalación de un sistema más complejo, como el sistema de alcantarillado separado.

El alcantarillado combinado integra la recolección y transferencia de aguas residuales, combinando flujos de aguas residuales domésticas y pluviales.

Esto implica que todas las aguas que fluyen por alcantarillas, desagües y pozos se recopilan en la misma red y se transportan conjuntamente hacia la planta de tratamiento. Una de las principales ventajas de este sistema es su eficiencia económica en comparación con los sistemas de alcantarillado separado. Además, reduce significativamente el riesgo de inundaciones en las calles, ya que las aguas pluviales se transportan y tratan junto con las aguas residuales.

Una clara explicación de dicho sistema lo tenemos en la Imagen #3 que se muestra a continuación.

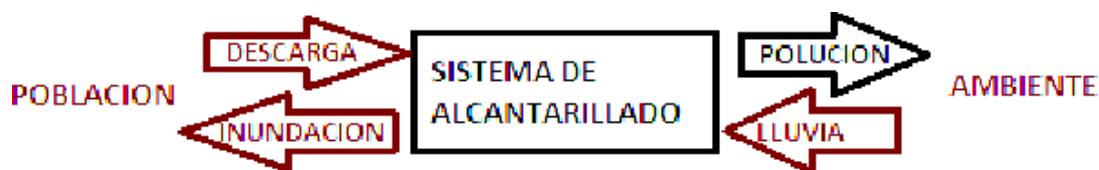


Imagen 3 Función del Alcantarillado Combinado

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Las ventajas del sistema combinado son:

El sistema de alcantarillado combinado presenta varias ventajas, incluyendo:

1. Menores costos de construcción: Al tener una única tubería para el transporte de aguas residuales y pluviales, se reduce la complejidad de la infraestructura y, por ende, los costos asociados con la construcción.

2. Drenajes de residencias más simples y económicos: La simplicidad del sistema facilita la instalación y mantenimiento de los drenajes en las residencias, lo que se traduce en una opción más simple y económica para los hogares.

3. Limpieza automática durante tormentas: La presencia de agua pluvial durante una tormenta ayuda a lavar cualquier residuo sólido acumulado en la tubería, contribuyendo a mantener el sistema más limpio y funcionando eficientemente.

4. Recomendado en gradientes altas y sin necesidad de bombeo: Este tipo de sistema es recomendado especialmente en áreas con gradientes pronunciadas y cuando no es necesario utilizar sistemas de bombeo, lo que puede simplificar aún más la infraestructura.

En resumen, el alcantarillado combinado se destaca por su eficiencia económica, simplicidad en la instalación de drenajes residenciales y la capacidad de auto limpieza durante lluvias intensas, lo que lo convierte en una opción viable en diversas condiciones.

Las desventajas del sistema combinado son:

El sistema de alcantarillado combinado, a pesar de sus beneficios, presenta algunos desafíos y consideraciones importantes:

1. Riesgo de fugas: Las fugas en el sistema pueden plantear un riesgo de ex filtración de aguas residuales, lo que significa que estas aguas contaminadas podrían filtrarse y penetrar en los acuíferos. Identificar estas fugas puede ser difícil y, una vez detectadas, su reparación puede resultar complicada.

2.Desbordamiento en épocas de lluvia intensa: Durante períodos de lluvia intensa, el sistema combinado puede sobrepasarse, llevando a desbordamientos. Este riesgo de desbordamiento puede resultar en la liberación de aguas contaminadas en áreas circundantes, lo que podría tener impactos ambientales y de salud pública.

3.Requiere diseño y construcción por parte de expertos: El diseño y la construcción de un sistema de alcantarillado combinado requieren la experiencia de profesionales especializados. La correcta planificación es esencial para mitigar los riesgos asociados con fugas, desbordamientos y otros problemas potenciales.

En resumen, mientras que el sistema de alcantarillado combinado tiene ventajas económicas y operativas, es esencial abordar cuidadosamente los desafíos inherentes, como las fugas y los desbordamientos, para garantizar su funcionamiento eficiente y seguro. La intervención de expertos en el diseño y construcción es crucial para mitigar estos riesgos.

Sistema de alcantarillado parcialmente separado

Lo que estás describiendo son dos tipos comunes de sistemas de alcantarillado:

1. Sistema de Alcantarillado Combinado:

- En este sistema, tanto las aguas residuales de hogares e industrias como las aguas pluviales del patio trasero de las casas se recogen en la misma red de alcantarillado y se transportan hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales. Este sistema combina ambas corrientes de agua en un solo conducto para su tratamiento conjunto.

2. Sistema de Alcantarillado Separado:

- En este sistema, las aguas residuales de hogares e industrias son recogidas por una red de alcantarillado diferente de la que recoge las aguas pluviales de patios delanteros, calles y caminos. Las aguas pluviales, luego, se descargan en desagües separados que finalmente llevan el agua directamente a cuerpos de agua naturales como ríos, arroyos, entre otros. Las aguas residuales son dirigidas a plantas de tratamiento para su procesamiento.

Ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas, y la elección entre uno u otro depende de factores como el costo, la topografía, la infraestructura existente y los requisitos medioambientales. (Martínez Royuela, A. 2011).

Aguas pluviales

Las aguas pluviales son aquellas que provienen de las precipitaciones atmosféricas que caen en determinadas áreas y que ejercen influencia en los sistemas de alcantarillado.

Aunque estas aguas son generalmente inofensivas a nivel químico, su acumulación puede desencadenar inundaciones o arrastrar material que resulte en bloqueos y afectaciones en las calles.

En el diseño del sistema de alcantarillado combinado, se ha considerado cuidadosamente la presencia de precipitaciones en la zona. Este enfoque permite obtener proyecciones futuras basadas en las condiciones pluviales, lo cual resulta crucial para el desarrollo del proyecto de la red.

Al anticipar y planificar en función de las precipitaciones presentes y futuras, se busca optimizar la capacidad del sistema para gestionar eficientemente tanto las aguas residuales como las pluviales, reduciendo así el riesgo de inundaciones y mejorando la resiliencia del sistema frente a condiciones climáticas cambiantes. Como se muestra en la Tabla #1 y #2 de intensidades y tiempo de duración y en la Imagen Cuervas IDF de la Cuenca del Cebollar.

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{128.86834 * T^{0.133285}}{t^{0.619259}} \quad (1)$$

Donde,

I= Intensidad de precipitación (mm/hr)

T= Periodo de retorno (años)

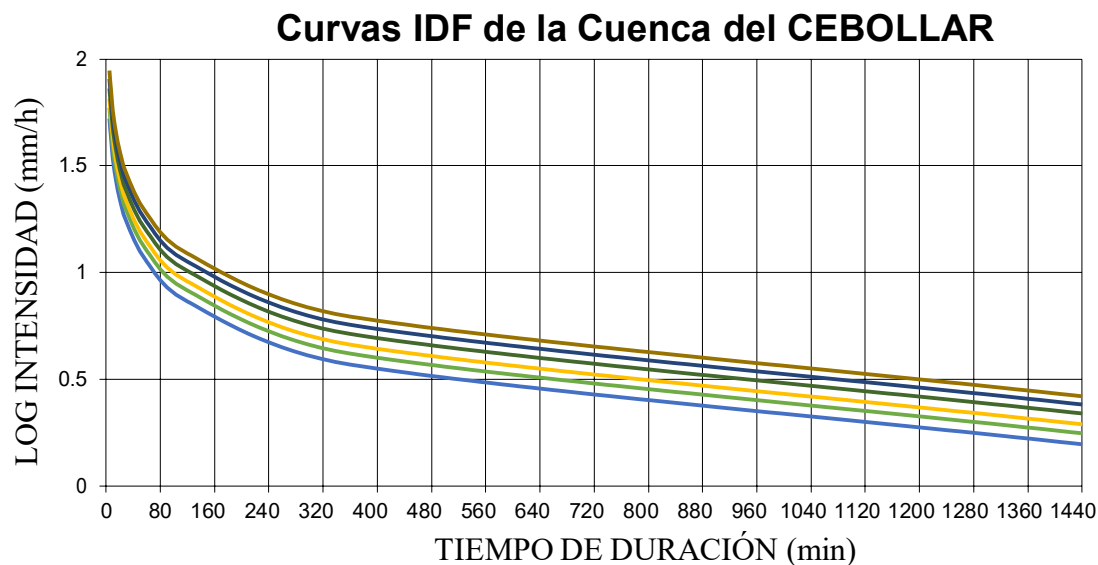
t= Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla #1 de intensidades -
Tiempo de duración

Frecuencia					Duración en minutos				
años	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	52.170 545	33.9632 9133	26.421 87484	22.11 0276	17.2 0077 5	11.19 7793	7.289 8201	3.691 9437	1.564 6739 5
5	58.947 42	38.3750 7104	29.854 03606	24.98 2367 1	19.4 3513	12.65 2369	8.236 7566	4.171 5215	1.767 9227 1
10	64.652 835	42.0893 2553	32.743 55482	27.40 0365 7	21.3 1622 1	13.87 6969	9.033 9776	4.575 2756	1.939 0367 9
25	73.051 14	47.5566 6469	36.996 89262	30.95 9631 4	24.0 8516 6	15.67 9566	10.20 7477	5.169 5969	2.190 9147
50	80.121 629	52.1595 8921	40.577 75569	33.95 6158 8	26.4 1632 6	17.19 7163	11.19 5441	5.669 953	2.402 9694 2
100	87.876 458	57.2080 2256	44.505 20408	37.24 2714 7	28.9 7311 5	18.86 1646	12.27 9028	6.218 7376	2.635 5485 3

Tabla #2 de intensidades - Tiempo de
duración (Escala logarítmica)

Frecuen cia	Duración en minutos								
años	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	1.7174 254	1.531009 77	1.421963 631	1.3445 9416	1.235 548	1.049 1324	0.862 7168	0.567 2551	0.1944 2385
5	1.7704 648	1.584049 192	1.475003 053	1.3976 3359	1.288 5874	1.102 1718	0.915 7562	0.620 2945	0.2474 6327
10	1.8105 876	1.624171 966	1.515125 827	1.4377 5636	1.328 7102	1.142 2946	0.955 879	0.660 4173	0.2875 8605
25	1.8636 27	1.677211 388	1.568165 249	1.4907 9578	1.381 7496	1.195 334	1.008 9184	0.713 4567	0.3406 2547
50	1.9037 498	1.717334 162	1.608288 023	1.5309 1856	1.421 8724	1.235 4568	1.049 0412	0.753 5795	0.3807 4824
100	1.9438 725	1.757456 936	1.648410 797	1.5710 4133	1.461 9952	1.275 5796	1.089 164	0.793 7022	0.4208 7102



Curvas IDF

Fuente: Autor

Bases de diseño para el cálculo de las redes de alcantarillado

El propósito fundamental de todo sistema de alcantarillado combinado es la recolección, transporte y descarga adecuada de las aguas negras domésticas, así como del agua que no se infiltra en el suelo debido a las precipitaciones. Además, se debe anticipar la posibilidad de infiltraciones subterráneas causadas por uniones defectuosas.

En el caso específico de la zona de San Mateo de Racar, se espera que el sistema de alcantarillado combinado transporte principalmente desechos provenientes de baños, cocinas y lavanderías. Las tuberías del sistema dirigirán estas aguas hacia una planta de tratamiento donde recibirán el tratamiento necesario para ser descargadas nuevamente en el medio ambiente con un grado de contaminación reducido.

En el diseño se seguirán los lineamientos establecidos en las "Normas Tentativas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado Urbano y Rural" elaboradas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). En términos generales, se considerarán los siguientes parámetros de diseño para garantizar un sistema eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Caudales de Diseño

En el diseño de un sistema de alcantarillado combinado, es esencial tener en cuenta dos caudales fundamentales: el caudal sanitario (Q_s) y el caudal pluvial (Q_p).

1. Caudal Sanitario (Q_s):

- Este caudal se refiere a todas las descargas provenientes de actividades domésticas, como baños, cocinas y lavanderías. Incluye también el caudal de infiltración de las tuberías y pozos. Asimismo, se considera un caudal adicional relacionado con aguas ilícitas.

2. Caudal Pluvial (Q_p):

- Este caudal está asociado con las precipitaciones atmosféricas y abarca el agua que se acumula durante las lluvias en calles, patios y áreas permeables. Se espera que este caudal aumente en períodos de lluvias intensas.

El análisis de ambos caudales es crucial para dimensionar adecuadamente el sistema y garantizar que pueda manejar tanto las aguas residuales como las pluviales de manera eficiente. La estimación precisa de estos caudales es esencial para el diseño correcto de la infraestructura y para asegurar un sistema de alcantarillado combinado funcional y sostenible.

Por otro lado, para el caudal pluvial se toman en cuenta la intensidad de lluvia que podría caer en el período de retorno seleccionado.

La suma de todos estos caudales da el caudal total de diseño QT.

Área de Aporte



Imagen 4 Área de aporte

Fuente: Autor

Para el diseño de alcantarillado que se va a realizar tenemos un área de aproximadamente 35 hectáreas que serán beneficiadas con este servicio esencial para la gente que vive en el sector de San Mateo y que nunca conto con dicho servicio, tal como se muestra en la Imagen #4.

La obtención de las áreas de aportación en el diseño de un sistema de alcantarillado combinado implica subdividir la superficie original del terreno. El propósito es distribuir los caudales sanitarios y pluviales de manera equitativa a cada tramo de tubería. Al trazar estas áreas de aportación, se deben seguir los siguientes lineamientos:

1. Equitativa Distribución de Caudales:

- Asegurar que cada tramo de tubería reciba un caudal proporcional a su capacidad y función en el sistema, de manera que no se generen desequilibrios hidráulicos.

2. Consideración de Usos del Suelo:

- Tomar en cuenta los diferentes usos del suelo en cada área de aportación, ya que las características del terreno y las actividades humanas pueden influir en los caudales de aguas pluviales y sanitarias.

3. Topografía del Terreno:

- Considerar la topografía del terreno al subdividir las áreas de aportación. La pendiente y las características geográficas impactan en la dirección del flujo de agua y en la velocidad de las precipitaciones.

4. Infiltración y Escorrentía:

- Evaluar la capacidad de infiltración del suelo y la propensión a la escorrentía, ya que esto afectará la cantidad de agua que contribuye a los caudales pluviales.

5. Normativas Locales:

- Cumplir con las normativas y regulaciones locales que guíen el diseño del sistema de alcantarillado combinado, incluyendo las relacionadas con el uso del suelo y la gestión de aguas pluviales y residuales.

Los lineamientos aseguran una distribución efectiva y equitativa de los caudales en el diseño del sistema de alcantarillado combinado. Aquí se resumen los procedimientos descritos:

1. Zona Relativamente Plana y Cuadrada:

- Cuando la zona es relativamente plana y con manzanas sensiblemente cuadradas, la superficie de drenaje para cada tubería se obtiene delineando diagonales entre pozos de revisión. Este enfoque considera la disposición cuadrada de las manzanas y busca una distribución eficiente del drenaje.

2. Zona Relativamente Plana con Bloques Rectangulares:

- Si el área es relativamente plana con bloques en su mayoría rectangulares, se utiliza un enfoque que divide el rectángulo en dos mitades usando los lados más pequeños.

Luego, se dibujan líneas diagonales a 45 grados desde los lados más pequeños de las esquinas para formar triángulos y trapecios en las áreas de drenaje. Este método se adapta a la configuración rectangular de los bloques.

3. Formación Superficial Irregular:

- En caso de que la formación superficial sea irregular, se requiere un análisis detallado de las áreas donde no es aplicable el procedimiento de división mencionado anteriormente. Se emplearán curvas de nivel para determinar las áreas de drenaje en estas zonas irregulares.

Estos procedimientos indican una adaptación del diseño del sistema de alcantarillado combinado según las características específicas de la topografía y la disposición de la zona. El enfoque detallado y la consideración de la irregularidad del terreno reflejan un diseño personalizado para optimizar la eficiencia de la distribución del agua en el sistema de alcantarillado.

Área de Diseño

En proyectos, especialmente en áreas urbanas, es común contemplar un área de expansión futura al diseñar infraestructuras como el sistema de alcantarillado. Esto implica prever el crecimiento poblacional y la posible expansión del área de servicio en el futuro. Sin embargo, en el caso de una zona con un área ya determinada y donde no se anticipa un crecimiento significativo, se excluye la consideración de un área de expansión futura.

En este contexto, el diseño se centra exclusivamente en las necesidades y características actuales de la población y la infraestructura existente, sin contemplar la posibilidad de aumentar el área de

servicio en el futuro. Esta decisión puede basarse en factores como la estabilidad demográfica, limitaciones geográficas, o políticas y regulaciones locales que no permitan un crecimiento considerable en la zona.

Es esencial adaptar el diseño del sistema de alcantarillado a las condiciones y requerimientos específicos de cada área, considerando tanto las circunstancias actuales como las proyecciones futuras, si es que son relevantes para el caso particular. Este enfoque personalizado garantiza la eficiencia y sostenibilidad del sistema, alineado con las características particulares de la comunidad y su entorno.



Figure 5 Área de San Mateo

Fuente: Autor

Periodo de Diseño

La definición del periodo de diseño para la construcción de una obra civil es un proceso crucial que implica la consideración de varios parámetros importantes. Estos parámetros influyen en la duración que se espera que la obra o sistema funcione satisfactoriamente. Los factores clave para determinar el periodo de diseño incluyen:

1. Vida útil de Equipos y Materiales:

- La durabilidad y vida útil de los equipos y materiales utilizados en el proyecto son determinantes. El periodo de diseño debe ser compatible con la vida útil esperada de los componentes principales.

2. Facilidad de Expansión o Aumento:

- La capacidad de expandir o aumentar elementos del proyecto en el futuro influye en la duración del periodo de diseño. Un diseño flexible permite adaptarse a cambios y expansión según las necesidades futuras.

3. Accesibilidad del Sitio:

- La facilidad de acceso al sitio de construcción puede afectar la duración del periodo de diseño. Si el sitio es fácilmente accesible, los periodos de diseño pueden ser más cortos.

4. Crecimiento Poblacional:

- La tasa de crecimiento de la población es un factor importante. Si la tasa de crecimiento es baja, se pueden considerar períodos de diseño más largos, mientras que, en áreas con tasas de crecimiento elevadas, se pueden optar por periodos de diseño más cortos.

5. Capacidad de Pago de la Población:

- Un estudio socioeconómico de la población local es esencial para evaluar la capacidad de pago de la comunidad. Esto influye en la viabilidad financiera del proyecto y puede afectar la duración del periodo de diseño.

En resumen, la definición del periodo de diseño es un proceso integral que considera la durabilidad de los materiales, la flexibilidad del diseño, la accesibilidad del sitio, el crecimiento poblacional y la capacidad financiera de la población. El equilibrio entre estos factores contribuye a determinar un periodo de diseño adecuado para la obra civil.

En el caso del sector San Mateo, se tomaron en cuenta materiales que son los más utilizados en el medio ecuatoriano, PVC y Hormigón. A continuación, se enlistan las características de cada uno:

Hormigón:

- La tubería en hormigón provee gran resistencia mecánica.
- Muy económico
- Rugoso
- Mano de obra costosa

- Niveles altos de infiltración
- Momento de la instalación se debe tener el máximo de los cuidados
- Vida útil de 10 años
- Por lo general es atacado por aguas residuales, aceites y sulfatos

PVC

- Son más ligeras
- Vida útil de hasta 50 años
- Más costoso
- Momento de instalar más rápido y fácil
- Buena resistencia a aguas agresivas y a la corrosión del ácido

La elección del material para las tuberías en un sistema de alcantarillado es un aspecto crítico que impacta en la eficiencia y durabilidad del sistema. Aquí se destacan algunas consideraciones importantes:

1. Costo Inicial vs. Costo a Largo Plazo:

- Aunque las tuberías de cemento pueden tener un costo inicial más bajo, los problemas durante la instalación y su vida útil limitada (10 años en comparación con hasta 50 años para el PVC) pueden hacer que sean menos rentables a largo plazo.

2. Propiedades Hidráulicas:

- Las tuberías de PVC, al tener un coeficiente de rugosidad más bajo, mejoran las propiedades hidráulicas de la sección, reduciendo las pérdidas de carga y mejorando el flujo de fluidos a lo largo de las tuberías.

3. Vida Útil:

- La vida útil más extensa del PVC (hasta 50 años) en comparación con el hormigón (10 años) significa una mayor durabilidad y menor necesidad de reemplazo o mantenimiento, lo que puede resultar en ahorros a largo plazo.

4. Problemas durante la Instalación:

- Las tuberías de PVC suelen ser más ligeras y fáciles de manejar, lo que puede facilitar la instalación y reducir los problemas asociados con la manipulación de tuberías más pesadas de cemento.

En resumen, a pesar de que las tuberías de cemento pueden ser menos costosas inicialmente, las tuberías de PVC ofrecen ventajas significativas en términos de propiedades hidráulicas mejoradas, mayor vida útil y facilidad de instalación. La elección del material debe basarse en una evaluación completa de los costos a lo largo de la vida útil y los beneficios asociados con cada opción.

No se planea que exista ninguna expansión en el sistema de alcantarillado, ya que cada red individual sirve a una etapa específica. De igual manera, se espera una población máxima limitada por la cantidad de lotes por lo que no se toma en cuenta un factor de crecimiento poblacional.

En conclusión, se elige como periodo de diseño 30 años que es lo frecuente para obras de alcantarillado en el Ecuador. Como se muestra en la tabla #3.

Periodo de Diseño	
Elementos del sistema	Periodo de diseño en años
Sumideros de calzada	5-10
Tuberías de H.S	5-10
Tuberías PVC-perfilada	25-30
Colectores de H.A	25-30
Planta de tratamiento AS	25-30

Tabla #3 Periodo de Diseño

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Hidráulica de conductos

1. Flujo Libre:

- Las tuberías de alcantarillado generalmente operan a flujo libre, lo que significa que el agua fluye por gravedad y no bajo presión de tubo lleno. Este tipo de flujo es típico en sistemas de alcantarillado pluvial y combinado.

2. Flujo Inestable y No Uniforme:

- El flujo en los sistemas de alcantarillado suele ser inestable y no uniforme, lo que significa que la velocidad y la distribución del flujo pueden variar a lo largo de la red, especialmente durante eventos de lluvia o crecidas.

3. Transporte de Sólidos:

- Los sistemas de alcantarillado transportan una cantidad significativa de sólidos suspendidos y flotantes. Es esencial tener en cuenta la velocidad mínima necesaria para arrastrar estos sólidos y evitar la acumulación.

4. Velocidad Mínima de Arrastre:

- La velocidad mínima de arrastre es crucial para garantizar que los sólidos presentes en el agua no se depositen en la tubería, lo que podría llevar a obstrucciones y reducción de la capacidad de flujo.

5. Erosión y Desgaste:

- Velocidades excesivas del agua pueden provocar erosión y desgaste en las tuberías. Por lo tanto, es necesario establecer una velocidad máxima para evitar daños y garantizar la durabilidad del sistema.

Estos puntos subrayan la importancia de considerar cuidadosamente las condiciones específicas del flujo y las características del sistema al diseñar un sistema de alcantarillado, con el objetivo de lograr un rendimiento eficiente y sostenible a lo largo del tiempo.

Velocidades mínimas y máximas

Es de suma importancia considerar la velocidad del agua residual que fluirá por la tubería diseñada para prevenir posibles obstrucciones en el futuro. Se establece como límite inferior de la velocidad mínima aquella que evite la sedimentación de partículas sólidas y la acumulación de gases de azufre. En todos los casos, la velocidad mínima se fija en 0.60 m/s cuando el tubo esté lleno y 0.30 m/s cuando el tubo esté parcialmente lleno.

En situaciones donde no sea factible seguir esta normativa, se deberá incrementar la pendiente de la tubería para cumplir con los rangos establecidos. Este enfoque garantiza que la velocidad del flujo sea suficiente para transportar eficientemente los desechos y prevenir la sedimentación.

Cuando la solución de reemplazo no es aplicable para tramos afectados en un sistema de alcantarillado, es crucial implementar un programa de limpieza y mantenimiento especializado. Este programa debe diseñarse de manera cuidadosa y regular para abordar problemas específicos, como obstrucciones, acumulación de sedimentos u otros deterioros. Mantener la funcionalidad de estos tramos mediante un enfoque proactivo de limpieza y mantenimiento es esencial para garantizar el rendimiento continuo del sistema de alcantarillado.

En cuanto a la velocidad máxima en las tuberías, es correcto que el fabricante proporciona datos de diseño, ya que la velocidad depende de las propiedades del material para soportar la erosión. El fabricante especifica las limitaciones y capacidades del material, así como la velocidad máxima segura que garantiza un funcionamiento óptimo y duradero de las tuberías.

En la implementación de programas de limpieza y mantenimiento, es esencial seguir las recomendaciones del fabricante y realizar inspecciones regulares para identificar cualquier problema potencial. La planificación y ejecución adecuadas de estas actividades contribuyen a mantener la eficiencia y la integridad del sistema de alcantarillado a lo largo del tiempo.

En general, se recomienda usar los valores de la siguiente tabla #4 en función al material de la tubería.

MATERIAL	V. MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:		
Uniones con mortero	4	0.013
Uniones de neopreno para nivel freático alto	3.5-4	0.013
Asbesto Cemento	4.5-5	0.011
PVC Plastigama	7.5	0.01
Plástico	5	0.011

Tabla #4 Velocidad máxima y coeficiente de rugosidad

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Hidráulica de tubo lleno

Para las alcantarillas que funcionan a tubo lleno se puede usar la fórmula de Manning para calcular la velocidad y el caudal.

$$V = \frac{k}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$Q = \frac{k}{n} A R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Donde:

V = Velocidad del fluido (m/s)

k = 1.0 Coeficiente de unidades métricas o 1.4 para unidades imperiales.

n = coeficiente de rugosidad del material.

J = Pendiente del conducto (m/m).

R= Radio hidráulico, es igual a la relación entre el área del fluido y el perímetro que el tubo tiene contacto con el fluido. (m² /m).

Q = Caudal ($\frac{m^3}{s}$)

$A = \text{Área del fluido en la sección transversal } \left(\frac{m^2}{s}\right)$

Hidráulica de tubo parcialmente lleno

Es correcto señalar que, en la mayoría de los casos, las tuberías de alcantarillado operan con un tubo parcialmente lleno. Este escenario plantea la necesidad de establecer relaciones hidráulicas que faciliten el cálculo de variables importantes como la velocidad y el caudal del flujo en dichas condiciones. Estas relaciones hidráulicas son esenciales para diseñar sistemas de alcantarillado eficientes y prever su comportamiento bajo diversas condiciones de operación, contribuyendo así a un manejo adecuado de las aguas residuales y la prevención de posibles problemas en la red. Para esto es inevitable definir la siguiente sección transversal como se muestra en la Imagen #6 a continuación.

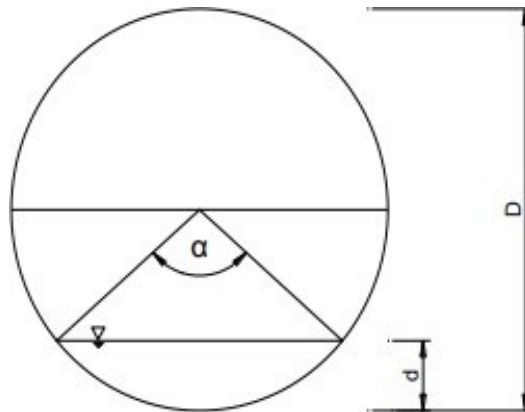


Imagen 6 Sección transversal tubería

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Las relaciones que se presentan a continuación son posibles de encontrar por medio de relaciones geométricas y ponen todos los elementos en función del ángulo α en radianes.

$$a = \frac{a}{2\pi} (\alpha - \text{sen } a) \quad (4)$$

$$r = R \left(1 - \frac{\text{sen } \alpha}{\alpha}\right) \quad (5)$$

$$v = V \left(\frac{r}{R}\right)^3 \quad (6)$$

$$q = Q \frac{a}{A} \left(\frac{r}{R}\right)^3 \quad (7)$$

Donde,

v = velocidad flujo parcialmente lleno (m/s)

V = velocidad flujo totalmente lleno (m/s)

r = radio hidráulico del flujo parcialmente lleno (m)

R = radio hidráulico del flujo totalmente lleno (m)

q = caudal flujo parcialmente lleno (m³ /s)

Q = caudal flujo totalmente lleno (m^3 /s)

a = área, sección a flujo parcialmente lleno (m^2)

A = área, sección a flujo totalmente lleno (m^2)

Pendiente, localización y Diámetros mínimos

Pendiente



Imagen 7 Topografía de la zona

Fuente: Autor

Es fundamental que las tuberías y colectores del sistema de alcantarillado se ajusten, en la medida de lo posible, a las pendientes naturales del terreno. En términos generales, no hay pendientes máximas o mínimas establecidas de manera estricta; más bien, estas están determinadas por la necesidad de cumplir con las velocidades máximas y mínimas requeridas.

Se sugiere que la pendiente mínima para tuberías con diámetros mayores a 250 mm sea de 3 por cada mil, es decir, 0.003 m/m. Por otro lado, la pendiente máxima se recomienda que sea inferior al 10% o 0.100 m/m. Estas recomendaciones buscan garantizar un flujo adecuado y controlado en el sistema de alcantarillado, evitando problemas como la sedimentación o el estancamiento del agua. (González, H., & Israel, N. 2006).

Localización de la tubería

Las consideraciones que has mencionado son críticas para garantizar la seguridad, eficiencia y la prevención de la contaminación en un sistema de alcantarillado combinado, especialmente cuando se cruza o se coloca cerca de tuberías de agua potable. Aquí hay algunas observaciones clave:

1. Prevención de Contaminación:

- Es esencial que las tuberías de alcantarillado combinado pasen por debajo de las tuberías de agua potable para evitar la contaminación del suministro de agua potable con aguas residuales.

2. Alturas Libres Proyectadas:

- Las alturas mínimas libres proyectadas de 30 cm para tuberías paralelas y 20 cm para tuberías que se crucen son medidas importantes para prevenir interferencias y garantizar la integridad de ambas redes.

3. Ubicación en el Lado Opuesto:

- Colocar las tuberías de la red de alcantarillado en el lado opuesto de la carretera, donde se instala la tubería de agua potable, es una práctica eficiente para reducir el riesgo de contaminación.

4. Tubería Auxiliar en Calles Anchas o con Más de Dos Vías:

- La implementación de una tubería auxiliar en el otro lado de la calle en calles anchas o con más de dos vías contribuye a mejorar la capacidad del sistema y facilita el drenaje.

5. Profundidades Adecuadas:

- Ubicar las tuberías a profundidades suficientes para recoger las aguas servidas y pluviales de las casas más bajas asegura la eficiencia del sistema y evita problemas de drenaje.

6. Relleno para Soportar Carga Vehicular:

- Cuando la tubería debe soportar carga vehicular, el relleno mínimo de 1.20 m sobre la clave del tubo es necesario para garantizar la resistencia estructural y la seguridad del sistema.

Estas prácticas son esenciales para el diseño seguro y eficiente de un sistema de alcantarillado combinado, asegurando la protección del suministro de agua potable y la funcionalidad adecuada del sistema de alcantarillado.

El diámetro mínimo que se debe usar en sistemas de alcantarillado sanitario es de 200 mm. En el caso de alcantarillado pluvial y alcantarillado combinado, el mínimo es de 250 mm.

Pozos de revisión

El pozo de revisión, con su estructura cilíndrica y tapa circular en la parte inferior, es un componente esencial en el sistema de alcantarillado combinado. Su función principal es facilitar el acceso de los obreros para llevar a cabo tareas de limpieza e inspección en el sistema. La construcción de estos pozos debe cumplir con ciertos requerimientos y se ubican estratégicamente en diferentes puntos del sistema, tales como:

- En todas las intersecciones de dos o más tuberías o colectores.
- Al inicio de cada tubería o colector.
- En cualquier cambio de gradiente, diámetro o dirección en las tuberías.
- En tramos rectos cuyas distancias superen las indicadas en la tabla correspondiente, a menos que existan justificaciones económicas o técnicas para no hacerlo.

Estos pozos de revisión desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento y la operación eficiente del sistema de alcantarillado combinado.

Diámetro (mm)	Distancia (m)
<350	100
400-800	150
>800	200

Tabla #5 Distancias entre pozos de revisión en función al diámetro de las tuberías o colectores.

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

La determinación de las dimensiones de los pozos de prueba en un sistema de alcantarillado se basa en criterios específicos que buscan compensar las pérdidas causadas por diversos factores. Uno de estos criterios se refiere a la diferencia mínima de cota de plantilla en un pozo de revisión, y se establece de la siguiente manera:

1. Diferencia Mínima de Cota:

- En un mismo pozo de revisión, donde hay ramales que comienzan en ese sitio y otros ramales que pasan a través de él, se requiere que la diferencia mínima de cota de plantilla entre los ramales que comienzan en el pozo y la cota del ramal más bajo que pasa a través del pozo sea igual o mayor al diámetro de este último tubo.

Este criterio asegura que haya suficiente espacio en el pozo de revisión para compensar las diferencias de elevación entre los distintos ramales, considerando el diámetro del tubo más grande que pasa por el pozo. La implementación de esta regla contribuye a minimizar las pérdidas y a garantizar un funcionamiento eficiente del sistema de alcantarillado.

La cota de la plantilla de salida de pozos de revisión será explícita de tal manera que la clave de la tubería de entrada de menor sección y menor cota coincida con la clave de la tubería o colector de salida.

Si en el pozo de inspección entran varios tubos con un diámetro inferior a 600mm, el modelo de la salida debe ser más profundo que el modelo del tubo de entrada más profundo. La diferencia entre estos dos modelos es igual al número de tuberías que lleguen al pozo multiplicado por 3cm.

Si el diámetro de los tubos es superior a 600mm, se calcula la línea de energía para determinar las dimensiones del modelo del tubo de escape.

En la tabla #6 a continuación se presentan los diámetros recomendados para los pozos de revisión, en función al diámetro de las tuberías que llegan.

Diámetro de tubería (mm)	Diámetro del pozo (m)
Menor e igual a 550	0.9
600 a 800	1.2
más de 800	Diseño especial

Tabla #6 Diámetros recomendados de pozos de revisión

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Cajas de revisión

La instalación de una caja de revisión es una práctica común en sistemas de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las conexiones domiciliarias. Las dimensiones mínimas de la caja de revisión que has mencionado, 0.60 m x 0.60 m, se ajustan a estándares típicos para asegurar su funcionalidad. Aquí se proporciona información adicional sobre este componente:

1. Dimensiones Mínimas:

- La caja de revisión tiene una forma cuadrada con dimensiones mínimas de 0.60 metros en cada lado. Estas dimensiones proporcionan suficiente espacio para realizar tareas de limpieza y mantenimiento.

2. Profundidad Variable:

- La profundidad de la caja de revisión puede variar según las necesidades específicas de cada caso. La profundidad se ajusta para adaptarse a la topografía y la ubicación de las conexiones domiciliarias.

3. Objetivo de la Caja de Revisión:

- La caja de revisión se instala con el objetivo de facilitar el acceso y la limpieza de las conexiones domiciliarias. Proporciona un punto de inspección y mantenimiento para el sistema de alcantarillado.

Es importante destacar que estas dimensiones y características pueden variar según las normativas locales y las especificaciones del proyecto.

Además, la profundidad variable permite adaptarse a las condiciones específicas del terreno y la infraestructura existente. La instalación adecuada de estas cajas contribuye a mantener un sistema de alcantarillado eficiente y fácil de mantener.

Conexiones domiciliarias

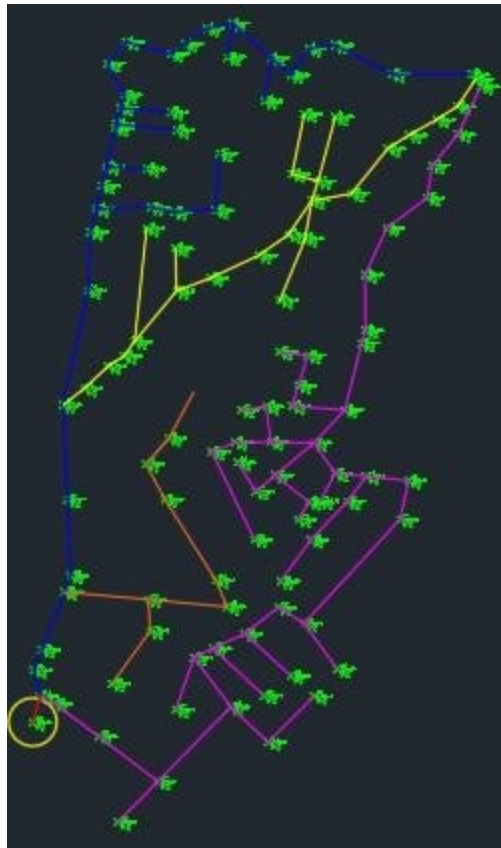


Imagen 8 Conexiones domiciliarias

Fuente: Autor

La construcción de conexiones domiciliarias es una parte crucial para completar la red de alcantarillado. En el caso de alcantarillados combinados, se establece que estas conexiones domiciliarias deben tener un diámetro mínimo de 150 mm.

Estas conexiones permiten la conexión de los hogares y establecimientos a la red general de alcantarillado combinado, asegurando así la correcta evacuación de aguas residuales y pluviales desde las propiedades individuales hacia el sistema de alcantarillado más amplio. Este diseño cumple con los estándares y requisitos necesarios para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema.

La tubería deberá tener una pendiente mínima del 2% y máxima del 20%. Además, será necesario que el empate de la conexión con la tubería central tenga un ángulo de 45°.

Sumideros

Los sumideros son instalaciones que permiten dirigir el flujo de agua de lluvia hacia un sistema de alcantarillado combinado. Como regla general, se colocan en todos los lugares donde se acumula agua, por ejemplo, en lugares bajos las calles, sobre arroyos o cerca de puentes.

Además, se deberán colocar tuberías de drenaje en las esquinas de los pies de las aceras. En todo caso, el proyectista determinara el tipo, número y espaciamiento de los drenajes según cada área servida, la pendiente de la calle y la cantidad de agua a drenar, a continuación, se describen los diferentes tipos de sumideros.

Sumidero de ventana o acera

La descripción que proporcionas parece referirse a una abertura en la acera diseñada para captar el agua que fluye por la cuneta, funcionando de manera similar a una ventana. Este tipo de estructura

se utiliza en sistemas de alcantarillado pluvial y se conoce comúnmente como "sumidero" o "rejilla de alcantarillado". Aquí se resumen algunas características:

1. Ventaja:

- No interfiere con el tráfico vehicular o peatonal debido a su ubicación en la acera.

2. Desventaja:

- Si no se instalan rejillas en la ventana del sumidero, pueden permitir que desperdicios y sedimentaciones ingresen directamente al sistema de alcantarillado combinado, lo que eventualmente llegaría a la planta de tratamiento de aguas residuales.

3. Rejillas de Protección:

- La instalación de rejillas en la ventana del sumidero es una medida común para evitar que objetos grandes, escombros o sedimentos entren al sistema. Estas rejillas actúan como filtro, permitiendo el paso del agua mientras retienen los materiales no deseados.

4. Función Pluvial:

- Este tipo de sumidero generalmente está diseñado para captar aguas pluviales, recogiendo de la cuneta y conduciéndolas hacia el sistema de alcantarillado para su posterior tratamiento.

El diseño y la gestión adecuada de estos sumideros son cruciales para garantizar la eficiencia del sistema de alcantarillado y la protección del medio ambiente.

La instalación de rejillas y la implementación de prácticas de mantenimiento regular ayudan a mitigar los problemas asociados con la entrada de desperdicios y sedimentación no deseada en el sistema.

Sumidero de rejilla en calzada

Los desagües de las carreteras son estructuras diseñadas para permitir el drenaje de agua de lluvia desde la superficie de la carretera hacia el sistema de alcantarillado o hacia puntos de descarga adecuados. Estas estructuras consisten en una caja cubierta por una rejilla de hierro fundido por donde puede ingresar el agua de lluvia. Las barras en la rejilla se colocan preferentemente paralelas al flujo del agua, aunque también se pueden colocar en diagonal para permitir el giro de las ruedas.

A pesar de tener un fondo más grande en comparación con los desagües de pavimento, una desventaja significativa es que, si la red no se limpia periódicamente, se puede obstruir con desechos, limitando así su eficacia y provocando inundaciones en las calles. El mantenimiento regular de estos desagües es esencial para garantizar su funcionamiento adecuado y prevenir problemas relacionados con la acumulación de residuos.

Densidad poblacional y proyección poblacional

Al tratarse de una zona con áreas y lotes claramente delimitados, mostrados en la tabla #7, es fácil conocer la población esperada. Asimismo, se conoce que no existirá crecimiento poblacional una vez que se hayan comprado todos los lotes, por ejemplo:

En total existen 263 lotes vendibles con un área de 140 368.6 m² o 14.04 Ha. Si asumimos de manera conservativa una población de 6 habitantes por lote, tendríamos una densidad poblacional de 112 habitantes por hectárea.

Densidad Poblacional

Población esperada/ Área Densidad Poblacional = (263 lotes * 6 hab/lote) / 14.04 Ha Densidad

Poblacional = 112 hab/H

Crecimiento Lineal

$$K_a = \frac{(P_{uc} - P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ic})}$$

$$K_a = \frac{(26725 - 12659)}{(2022 - 2001)}$$

$$K_a = 669.8095238$$

Tabla #7

Proyección poblacional del sector de San Mateo.

Tiempo Años	Año	Pf=Puc+ka(Tf-Tuc)	Población (miles de habitantes)	Densidad
0	2023	27395	27.395	11
1	2024	28065	28.065	11
2	2025	28734	28.734	12
3	2026	29404	29.404	12
4	2027	30074	30.074	12
5	2028	30744	30.744	12
6	2029	31414	31.414	13
7	2030	32083	32.083	13
8	2031	32753	32.753	13
9	2032	33423	33.423	13
10	2033	34093	34.093	14
11	2034	34763	34.763	14
12	2035	35433	35.433	14
13	2036	36102	36.102	15
14	2037	36772	36.772	15
15	2038	37442	37.442	15
16	2039	38112	38.112	15
17	2040	38782	38.782	16
18	2041	39451	39.451	16
19	2042	40121	40.121	16
20	2043	40791	40.791	16
21	2044	41461	41.461	17
22	2045	42131	42.131	17
23	2046	42800	42.800	17

24	2047	43470	43.470	17
25	2048	44140	44.140	18
26	2049	44810	44.810	18
27	2050	45480	45.480	18

Dotación

Dotación se define como la cantidad de agua por habitante por día que se debe proporcionar a un sistema de abastecimiento público, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de consumo doméstico, industrial, comercial y de servicio público.

Con el fin de determinar la dotación real de una población es necesario usar registros de consumos de la población por un tiempo representativo. Al tratarse de una población que aún no existe, se deberá asumir los datos de dotación basándose en las normas SSA (EX-IEOS). En la siguiente tabla #8 y #9 se presentan las dotaciones recomendadas según el número de habitantes.

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

Tabla #8 Dotación recomendada de acuerdo a la población

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

CONSUMO	DOTACIÓN (l/h/d)
Aseo personal	45
Descarga de sanitarios	50
Lavado de ropa	30
Cocina	30
Riego de jardines	15
Lavado de piso	5
Subtotal de consumo	175
15% desperdicios y pérdidas	26.25
Total aproximado de consumo	201.25

Tabla 9 Consumo y dotación en una vivienda.

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Caudales de diseño sanitario

Para obtener el caudal Sanitario Total será necesario tomar en cuenta tres distintos tipos de caudales: Caudal Medio Inicial, Caudal Medio Final y el Caudal Instantáneo Final. Éstos serán descritos a continuación.

Caudal medio inicial

El caudal medio inicial es usado principalmente para verificar la capacidad de auto limpieza de la red de alcantarillado. En general, al caudal medio inicial se lo puede considerar como el caudal normal de servicio que se espera tener en la red de alcantarillado combinado. Para calcularlo se usará la siguiente ecuación:

$$Q_{mi} = \frac{\text{Población Inicial} \times \text{Dotación}}{86400 \frac{s}{\text{día}}} \times \text{Factor A} \quad (8)$$

En donde, es posible calcular la población inicial por medio del área de aporte respectivo a la tubería a ser analizada y la densidad poblacional ya calculada anteriormente. La dotación para este cálculo será la anteriormente utilizada (160 l/hab/día). El factor A sirve para excluir la cantidad de agua potable que es usada en los domicilios pero que no ingresa al sistema de alcantarillado.

Sus valores oscilan entre 0.7 y 0.8, así que para un cálculo conservativo se usará 0.8.

$$Q_{mi} = \frac{112 \frac{Ha}{Ha} \times 160 \frac{l}{\text{hab día}}}{86400 \frac{s}{\text{día}}} \times 0.8 \quad (9)$$

$$Q_{mi} = 0.167 \frac{l}{s Ha}$$

Caudal medio final

El caudal medio final es un parámetro crucial utilizado en el dimensionamiento de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y otras obras anexas en un sistema de alcantarillado.

Este valor representa la cantidad promedio de agua residual que fluye a través del sistema en un período determinado. El conocimiento preciso del caudal medio final es esencial para diseñar las infraestructuras asociadas de manera eficiente y garantizar que sean capaces de manejar la carga de agua residual prevista.

Al considerar el caudal medio final, los ingenieros y diseñadores pueden determinar adecuadamente las capacidades necesarias de las estaciones de bombeo y las plantas de tratamiento, lo que contribuye a un funcionamiento eficiente y sostenible del sistema de alcantarillado en su conjunto. Para su cálculo se usará la siguiente expresión:

$$Q_{mf} = \frac{\text{Población Final} \times \text{Dotación}}{86400 \frac{\text{s}}{\text{día}}} \times \text{Factor A} \quad (10)$$

Donde, todos los valores son los mismos que en caso del caudal medio inicial. Como estamos tratando de una zona que por un largo tiempo no aumentará de habitantes, conocemos la población máxima y esta no crecerá gracias a las delimitaciones de la zona. Por esta razón, se puede considerar la población final igual a la población inicial.

$$Q_{mf} = 0.167 \frac{l}{s \text{ Ha}} \quad (11)$$

Donde,

Q_{mf} = Caudal medio final

Caudal máximo instantáneo final

Este caudal es usado para el dimensionamiento de la red y de las estaciones de bombeo. Es similar al caudal medio final, solo que toma en cuenta la simultaneidad de las aportaciones de aguas servidas. Para lograr esto se utiliza un coeficiente de mayoración k que varía entre 0.004 m³ /S y 5 m³ /s.

$$K = \frac{2.228}{0.073325 Q_{mf}} \quad (12)$$

$$Q_{m\acute{a}x\ inst} = KQ_{mf} \quad (13)$$

Donde Q es el caudal medio final en m³ /s. Además, para el diseño de tuberías cuyo caudal medio final sea inferior a 0.004 m³ /s, el factor k puede ser tomado como constante e igual a 4.

Caudal de infiltración

El cálculo del caudal total en un sistema de alcantarillado debe ser exhaustivo y tener en cuenta diversos factores que pueden afectar el flujo de agua. La infiltración de agua subterránea, también conocida como caudal de penetración, es un aspecto crítico a considerar.

Este caudal se refiere al agua que ingresa al sistema desde el suelo circundante a través de grietas, juntas o poros en las tuberías.

Los factores mencionados, como la permeabilidad del suelo, el nivel del agua subterránea, la presencia de colectores, el tipo de tubería y las juntas utilizadas, todos juegan un papel crucial en determinar la cantidad de agua infiltrada en el sistema. La identificación y cuantificación precisa de estos factores son esenciales para un diseño efectivo y para garantizar que el sistema pueda manejar no solo las aguas residuales generadas, sino también la posible infiltración del entorno.

Para el cálculo del caudal de infiltración se hace uso de las siguientes ecuaciones:

Para alcantarillas con juntas de mortero y poblaciones ubicadas en áreas de entre 10 y 5000 hectáreas, el valor de caudal de infiltración será: $Q_{inf} = \frac{67.34}{A^{0.1425}}$, donde A es el área total servida por

el alcantarillado en hectáreas. En el caso de que el área sea menor a 10 ha, se puede tomar un caudal de infiltración constante de 48.5 m³ /ha/día.

En el caso de que se usen juntas resistentes a la infiltración se deberá usar las siguientes expresiones:

$$Q_{inf} = \frac{42.51}{A^{0.3}}, \text{ para Áreas entre 40.5 y 5000 hectáreas.}$$

$$Q_{inf} = 14 \frac{m^3}{ha \cdot d}, \text{ para Áreas menores a 40.5.}$$

Caudal de aguas ilícitas

La presencia de conexiones prohibidas o ilícitas en los sistemas de alcantarillado es un desafío común que puede afectar la eficiencia del sistema. Estas conexiones pueden incluir descargas de aguas pluviales, aguas de drenaje de patios o incluso conexiones clandestinas. El caudal de aguas ilícitas se refiere al flujo de agua no autorizado que ingresa al sistema de alcantarillado, y su estimación puede ser difícil debido a la naturaleza clandestina de estas conexiones.

El hecho de que se sugiera un caudal de aguas ilícitas no menor a 80 l/hab/día indica la necesidad de considerar este factor en el diseño del sistema. Es esencial anticipar y abordar estas situaciones para evitar problemas como sobrecargas en el sistema, obstrucciones y otros inconvenientes que puedan surgir debido a la presencia de flujos no planificados.

Caudal sanitario total

El caudal sanitario total es simplemente el caudal que se utilizará en el diseño de la red.

$$Q_{sTOTAL} = Q_{mf} + Q_{inf} \quad (14)$$

$$Q_{sTOTAL} = 0.167 \frac{l}{s Ha} + 0.162 \frac{l}{s Ha}$$

$$Q_{sTOTAL} = 0.329 \frac{l}{s Ha}$$

Donde,

Q_{sTOTAL} = Caudal sanitario total

Q_{mf} = Caudal medio final

Q_{inf} = Caudal infiltraciones

Caudal de diseño de aguas lluvias

Para calcular el caudal pluvial de diseño se hará uso del método racional, el cual es uno de los más sencillos de aplicar. Este método es usado comúnmente para áreas totales menores a 100 hectáreas, por lo que sí es posible aplicarla para este proyecto en el sector de San Mateo.

$$Q_p = \frac{cIA}{0.360} \frac{l}{s} \quad (15)$$

Donde,

Q_p = Caudal pluvial de diseño en l/s

c = coeficiente de esorrentía

I = Intensidad de lluvia en mm/h

A = Área de drenaje o aporte en hectáreas.

Coeficiente c de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento (o coeficiente de esorrentía), representado por la letra "c", es una medida que relaciona la cantidad de agua que escurre sobre una superficie con la precipitación total que incide en esa área. En otras palabras, es la fracción de la lluvia total que se convierte en escurrimiento superficial en lugar de ser absorbida por el suelo, evaporada o retenida de alguna otra manera.

Este coeficiente puede variar según diferentes condiciones, como la permeabilidad del suelo, la vegetación presente, el tipo de terreno, la topografía y otros factores ambientales. Un coeficiente de escurrimiento más alto indica que una mayor proporción de la precipitación se convertirá en escurrimiento superficial, lo que puede afectar el diseño y la capacidad requerida para el sistema de alcantarillado. Considerar y calcular adecuadamente este coeficiente es esencial para dimensionar de manera efectiva el sistema de alcantarillado y prever la cantidad de agua que será transportada a través de él.

Podemos determinar con esta tabla #10 y #11 que es aproximada el valor de c:

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0.95
Cubierta con teja o impermeabilizada	0.9
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0.85-0.90
Pavimentos de hormigón	0.80-0.85
Empedrados "juntas pequeñas"	0.75-0.80
Empedrados "juntas ordinarias"	0.40-0.50
Pavimentos con macadán	0.25-0.60
Superficies no pavimentadas	0.10-0.30
Parques y jardines	0.05-0.25

Tabla #10 Coeficiente de escurrimiento (C) según el tipo de superficie

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

TIPO DE ZONIFICACIÓN	C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0.70-0.90
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.70
Zonas residenciales medianamente pobladas.	0.55-0.65
Zonas residenciales con baja densidad.	0.35-0.55
Parque, campos de deporte.	0.10-0.20

Tabla #11 Coeficiente de escurrimiento (C) según tipo de zonificación.

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Para este proyecto se calculó el coeficiente c por medio de un promedio ponderado de acuerdo a las superficies y zonas. La zona de San Mateo se encuentra en la categoría de “Zona Residencial medianamente poblada” con un coeficiente de 0.65, tal como se muestra en la tabla #12.

Tipo de superficie/zona	C	A(m ²)
Pavimentos asfálticos	0.90	48135
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.65	140368.6
Parque y jardines	0.25	28931.6
C _{prom} = 0.65 promedio ponderado		

Tabla 12 Coeficiente de escurrimiento promedio.

Fuente: (Redes de alcantarillado sanitario, 2009)

Presupuesto referencial

PRESUPUESTO				
Deecripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P. Total
OBRAS PRELIMINARES				
Bodega	U	1	26.7	26.7
Limpieza del terreno	m2	620	1.52	942.4
Replanteo y nivelación	Km	1.36	245.41	333.76
				1302.8576
EXCAVACIONES				
Mecánica en suelo sin clasificar 0<H<2 m	m3	1178.25	3.18	3746.835
Mecánica en suelo sin clasificar 2<H<4 m	m3	1005.35	2.56	2573.696
Manual en suelo sin clasificar 0<H<2 m	m3	356.48	21.22	7564.5056
Manual en suelo sin clasificar 2<H<4 m	m3	215.47	24.42	5261.7774
				19146.814
TUBERIAS ALCANTARILLADO				
Tubería PVC DIN 500	m	1150.85	77.05	88672.9925
Tubería acero corrugado	m	672.95	117.77	79253.3215
				167926.314
RELLENO ALCANTARILLADO				
Cama de arena base de tuberías	m3	300	39.47	11841
Relleno compactado con mejoramiento	m3	370.84	30.19	11195.6596
Sum, y colo, de arena para envoltura	m2	30.87	33.73	1041.2451
Entibiado discontinuo	m2	825	9.38	7738.5
				31816.4047
POZOS DE ALCANTARILLADO				
Pozos h=1.5m	u	30	263.17	7895.1
Pozos h=1.75m	u	2	293.21	586.42
Pozos h=2m	u	3	293.21	879.63
Pozos h=2.5m	u	4	346.43	1385.72
Pozos h=3m	u	3	370.94	1112.82
Pozos h=3.5m	u	5	409.87	2049.35
Pozos h=3.75m	u	3	428.78	1286.34
Pozos= 4m	u	12	428.78	5145.36
				20340.74

SUBTOTAL		240533.130
IVA	12%	28863.97564
TOTAL		269397.106
Son: DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL CON 10/100 DÓLARES		

Conclusiones

Se diseñó de una manera óptima y satisfactoria el sistema de alcantarillado combinado para el sector de San Mateo de Racar. Para este proceso fue necesario realizar el análisis exhaustivo de los diferentes parámetros que se fueron presentado en el trayecto, y a su vez el conjunto de necesidades de dicho sector, lo que me consintió realizar una oferta sólida para poder garantizar el acceso a un sistema de saneamiento a las personas que habitan en este sector, además de un correcto tratamiento de las aguas residuales que se genera en la zona.

Recomendaciones

Para el correcto funcionamiento de dicho sistema es necesario capacitar y realizar campañas de concientización a la población sobre las precauciones y particularidades del sistema de alcantarillado combinado, incluyendo en esté el correcto uso de dicho sistema, prácticas de higiene, manejo adecuado de las aguas residuales y pluviales y el cuidado del medio ambiente de la zona, entre otros.

Se recomienda instaurar un plan entre los diferentes barrios aledaños y las autoridades competentes con el fin de que se implemente este sistema de alcantarillado combinado para una mejor calidad de vida de las personas y conserva del medio ambiente, previniendo una contaminación alta que luego se desemboca en las cuencas cercanas.

Es sustancial llevar a cabo un análisis de las necesidades de saneamiento de las distintas zonas que no disponen de este servicio para que en un futuro permita un diseño óptimo para cada zona en métodos tanto topográficos, ambientales, poblacionales y económicos.

También se debe verificar el cumplimiento de la normativa vigente en el país para así poder avalar el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado combinado que conforman el proyecto.

Bibliografías

Burbano, Guillermo. Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Quito: Multicopiados PUCE, 1993, p. 19

Redes de alcantarillado sanitario. (2009). Normas de diseño de sistema de alcantarillado para la EMAAP-Q. Recuperado 2 de enero de 2024, de https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA (EX – IEOS). Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. Quito: SSA, 1993, p.60

Burbano, Guillermo. Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Quito: Multicopiados PUCE, 1993, p. 104.

Paúl, M. P. C. (2023, 1 junio). Diseño de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad La Playa del cantón Nabón, Provincia del Azuay. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25356>

Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. Quito: SSA, 1993, p.285.

Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. Quito: SSA, 1993, p.284

Rodríguez Fiallos, Luís. Estudio de lluvias intensas. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, 1999, p. 3-5

Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS. Normas referentes a Sistemas de Alcantarillado. Parte (VIII).

Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Guías para el Diseño de tecnologías de Alcantarillado. Lima 2005

Alvarado, A. (2015a). Sistemas de Alcantarillado - Caudales sanitarios, 20.

Audefroy, J. (2011). El alcantarillado sanitario como modelo global construcción de riesgo local. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 11(1), 1-11.

Peña Escobar, R. Diseño del sistema de alcantarillado del Centro Poblado El Papayo, distrito de Castilla, provincia de Piura-Piura-noviembre 2019.

Vargas Palomino, E. C. (2019). Condiciones higiénico sanitarias en la manipulación de alimentos por los expendedores del mercado central de San Pedro, Cusco-2019.

Toapanta Rodríguez, G. D. (2016). Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para los habitantes del sector La Capetilla, caserío El Placer, cantón Quero, provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).

Pérez Correa, E. (2005). América Latina: nueva ruralidad y exclusión social. *Polígonos. Revista de geografía*.

Bolaños Mendoza, F. N., & Morales Trujillo, L. G. (2013). Estudio de prefactibilidad de los diseños de las plantas de tratamiento de las parroquias de Chavezpamba y Atahualpa cantón Quito (Bachelor's thesis, PUCE).

Martínez Royuela, A. (2011). Análisis técnico, económico y ambiental de tecnologías de saneamiento sostenible: Aplicación a una casa rural.

RUIZ, D. C. (2021). ALTERNATIVAS A LA IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES PARA DAR SOLUCION A LA AUSENCIA DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO EN EL BARRIO SAN BERNANDINO, BOSA. Bogotá DC, Cundinamarca, Colombia.

González, H., & Israel, N. (2006). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el fraccionamiento La Joya de la población de Apatzingán, Michoacán, basado en su topografía.

Tintín Salazar, D. J. (2014). Las aguas servidas y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del barrio Los Laureles del cantón Carlos Julio Arosemena Tola provincia de Napo (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).

Enrique-Bravo. (2018, 13 mayo). Normas IEOS. fdocuments.ec.
<https://fdocuments.ec/document/normas-ieos.html>

Anexos

[Anexo 1: Precios unitarios para el presupuesto del proyecto](#)

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Bodega					
Unidad:	U					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias		1.0000	0.40	0.8000	0.32	1.41%
Equipo de carpintería		1.0000	0.24	0.8000	0.19	0.84%
Andamio metálico h=1.5m		1.0000	0.19	0.8000	0.15	0.66%
Subtotal de Equipo:					0.66	2.92%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Tiras de eucalipto 4*5*300cm	u	1.25	1.08		1.35	5.97%
Pingos de eucalipto	m	1.70	0.80		1.36	6.01%
Clavos	Kg	1.00	1.91		0.96	4.24%
Madera contrachapada e=4 mm de 1.22*2.44 m	u	0.38	22		8.36	36.96%
Subtotal de Materiales:					12.03	53.18%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:					0.0000	0.00%
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H	Rendim.		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	2.000	4.06	0.80		6.48	28.65%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.000	4.33	0.08		0.35	1.55%
Carpintero (Est.Oc.D2)	1.00	3.87	0.80		3.10	13.70%
Subtotal de Mano de Obra:					9.93	43.90%
Costo Directo Total:					22.62	
COSTOS INDIRECTOS						
				20%	4.52	
Precio Unitario Total:					27.14	

Son: VEINTE Y SIETE CON 14/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Replanteo y nivelación					
Unidad:	Km					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Euipto de topografía	Hora	1.00	2.00	3.00	6.00	2.93%
herramientas varias	Hora	1.00	0.40	3.00	1.20	0.59%
Subtotal de Equipo:					7.20	3.52%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Tiras de eucalipto 2*2*250cm	u	10.000	0.49		4.90	2.40%
Clavos	Kg	1.000	1.91		1.91	0.93%
0						
Subtotal de Materiales:					6.61	3.33%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
0						
Subtotal de Transporte:					0	0.00%
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	1.000	4.05	15.00		60.75	29.71%
Topógrafo (En Construcción-Estr.Oc.C1)	1.000	4.05	15.00		68.25	33.37%
Cadenero (Estr.Oc.D2)	1.000	4.05	15.00		61.5	30.07%
Subtotal de Mano de Obra:					190.5	93.15%
Costo Directo Total:					204.51	

COSTOS INDIRECTOS		
	20%	40.90
Precio Unitario Total:		245.41
Son: DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO CON 41/100 DÓLARES		

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m					
Unidad:	m3					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim	Total	%
Retroexcavadora	Hora	1.00	2.00	0.80	1.60	60.38 %
Subtotal de Equipo:						
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:					0	0
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:					0	0
Mano de Obra						
Descripción		Cantidad	S.R.H	Rendim	Total	%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)		1.000	4.55	0.80	0.36	13.58 %
Operador de retroexcavadora (Estr.Oc.Ct Grupo 1)		2.000	4.33	0.80	0.69	26.04 %
Subtotal de Mano de Obra:					1.05	39.62 %

Costo Directo Total:	2.65
COSTOS INDIRECTOS	
20%	0.53
Precio Unitario Total:	3.18
Son: TRES CON 18/100 DÓLARES	

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m					
Unidad:	m3					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Retroexcavadora	Hora	1.00	20.00	0.85	1.70	79.81%
Subtotal de Equipo:						
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:					0	0
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:					0	0
Mano de Obra						
Descripción		Cantidad	S.R.H.	Rendim	Total	%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)		1.000	4.55	0.58	0.39	19.31

Operador de retroexcavadora (Estr.Oc.Ct Grupo 1)		1.000	4.33	0.01	0.04	1.88
Subtotal de Mano de Obra:					0.43	20.19%
Costo Directo Total:						2.13
COSTOS INDIRECTOS						
Precio Unitario Total:					20%	0.43 2.56
Son: DOS CON 56/100 DÓLARES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Excavación manual en suelo sin clasificar					
Unidad:	0<H<2 m					
	m3					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias	Hora	2.000	0.40	1.50	1.20	6.79%
Subtotal de Equipo:					1.20	6.79%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Distancia	Total	%
Subtotal de Materiales:						
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est.Oc.E2)	2.000	4.05	1.50		12.15	66.72%
	1.000	4.33	1.50		4.33	24.49%

Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)						
Subtotal de Mano de Obra:				16.48	93.21%	
Costo Directo Total:					17.68%	
COSTOS INDIRECTOS						
Precio Unitario Total:				20%	3.54	21.22
Son: VEINTE Y UNO CON 22/100 DÓLARES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Excavación manual en suelo sin clasificar 2<H<4					
Unidad:	m					
	m3					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias	Hora	2.00	0.40	1.80	1.44	7.08%
Subtotal de Equipo:					1.44	7.08%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%

Peón (Est.Oc.E2)	2.00	4.05	1.80		14.58	71.65%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.80		4.3	21.28%
Subtotal de Mano de Obra:						92.92%
Costo Directo Total:						20.32
COSTOS INDIRECTOS						
Precio Unitario Total:					20%	4.03
						24.35
Son: VEINTE Y CUATRO CON 35/100 DÓLARES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Tuberia PVC de alcantarillado DIN 500					
Unidad:	m					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Equipo menor	Hora	2.00	0.20	0.35	0.07	0.11%
Subtotal de Equipo:					0.07	0.11%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Tubería PVC para alcant.D=540mm serie 5 tipo B	m	1.00	54.00		54.00	84.11%
Lubricante	Kg	0.20	0.32		0.06	0.09%
Subtotal de Materiales:					54.06	84.21%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						

Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	0.35		4.25	6.62%
Albañil (Estr.Oc.D2)	3.00	4.05	0.35		4.25	6.62%
Plomero(Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	0.35		1.42	2.21%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.05	0.35		0.15	0.23%
Subtotal de Mano de Obra:					10.07	15.69%
Costo Directo Total:						64.20
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	12.80
Precio Unitario Total:						77.00
Son: SETENTA Y SIETE CON 0/100 DÓLARES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Tuberia Acero corrugado					
Unidad:	m					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim	Total	%
Equipo menor	Hora	2.00	0.20	0.35	0.07	0.11%
Subtotal de Equipo:					0.07	0.11%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Tubería acero corrugado	m	1.00	117.00		117.00	80.11%
Lubricante	Kg	0.20	0.32		0.06	0.09%

Subtotal de Materiales:					117.0	
					6	80.21%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	0.35		4.25	6.62%
Albañil (Estr.Oc.D2)	3.00	4.05	0.35		4.25	6.62%
Plomero(Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	0.35		1.42	2.21%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.05	0.35		0.15	0.23%
Subtotal de Mano de Obra:					10.07	15.69%
Costo Directo Total:						127.13
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	12.80
Precio Unitario Total:						139.93
Son: CIENTO TREINTA Y NUEVE CON 93/100 DÓLARRES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Entibado discontinuo (apuntalamiento)zanja					
Unidad:	m2					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramienta menor de carpinteria	Hora	1.00	0.25	0.25	0.06	0.77%
Subtotal de Equipo:					0.06	0.77%

Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Pingos de eucalipto	m	1.00	0.80		0.80	10.23%
Tiras de eucalipto	u	1.00	1.08		1.08	13.81%
Tablones	u	0.80	4.09		3.27	41.82%
Clavos	Kg	0.25	1.91		0.48	6.14%
Subtotal de Materiales:					5.63	71.99%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.25		1.01	12.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	0.25		1.01	12.92%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.05	0.25		0.11	1.41%
Subtotal de Mano de Obra:					2.13	27.24%
Costo Directo Total:						7.82%
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	1.53
Precio Unitario Total:						9.35
Son: NUEVE CON 35/100 DÓLARES						

Análisis de Precios Unitarios	
Descrip:	Pozos h=1.5m
Unidad:	u
COSTOS DIRECTOS	

Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantida d	Precio	Rendim .	Total	%
Cofre metálico de pozos de revisión	Hora	1.00	3.00	2.50	7.50	3.42%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.40	2.50	7.50	0.46%
Subtotal de Equipo:					8.50	3.88%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantida d	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	1.60	1.72		2.75	1.25%
Replanteo piedra e=15cm	m ²	1.30	7.04		9.15	4.17%
Hormigón ciclopeo f'c=210 Kg/cm ²	m ³	1.22	77.95		95.1	43.36%
Hormigón simple f'c=210Kg/cm ²	m ³	0.55	107.21		58.97	26.86%
Subtotal de Materiales:					165.97	75.68%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantida d	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendi m		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	2.50		30.38	13.85%
Albañil (Estr.Oc.D2)	2.00	4.05	2.50		20.26	4.62%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.05	1.00		4.33	1.97%
Subtotal de Mano de Obra:					54.97	20.45%
Costo Directo Total:						229.44

COSTOS INDIRECTOS		
20%		45.888
Precio Unitario Total:		275.33
Son: DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO CON 33/100 DÓLARES		

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Replanto de Piedra (e=15cm)					
Unidad:	m2					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.40	0.35	0.14	1.99%
Subtotal de Equipo:					0.14	1.99%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Piedra en obra	m3	0.20	22.000		4.40	60.20%
Grava en obra	m3	0.05	19.5		0.975	7.54%
Subtotal de Materiales:					5.375	67.74%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Maestro mayor en obras civiles (Estr.Oc.C1)	1.00	4.29	0.035		0.15	2.13%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	0.35		1.42	20.17%
Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.35		1.42	20.17%

Subtotal de Mano de Obra:	2.99	42.47%
Costo Directo Total:	8.505	
COSTOS INDIRECTOS		
	20%	1.701
Precio Unitario Total:		10.21
Son: DIEZ CON 21/100 DÓLARES		

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=1.75m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	2.00	3.00	3.00	9.00	3.68%
		1.00	0.4	3.00	1.2	0.49%
Herramientas varias	Hora					
Subtotal de Equipo:					10.2	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	2.20	1.72		3.784	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.30	7.04		9.152	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	1.35	77.95		105.2325	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.58	107.21		62.1818	25.45%
Subtotal de Materiales:					180.3503	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%

Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	3.00		36.45	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	2.00	4.05	3.00		24.3	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.20		5.196	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					65.946	26.37%
Costo Directo Total:						256.4963
COSTOS INDIRECTOS						
Precio Unitario Total:					20%	51.29926
						307.80
Son: TRESCIENTOS SIETE CON 80/100DÓLAES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=2m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	2.00	3.00	3.00	9.00	3.68%
	Hora	1.00	0.4	3.00	1.2	0.49%
Subtotal de Equipo:					10.2	4.17%

Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	2.20	1.72		3.784	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.30	7.04		9.152	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	1.35	77.95		105.2325	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.58	107.21		62.1818	25.45%
Subtotal de Materiales:					180.3503	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	3.00		36.45	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	2.00	4.05	3.00		24.3	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.20		5.196	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					65.946	26.37%
Costo Directo Total:						256.4963
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	51.30
Precio Unitario Total:						307.80
Son: TRESCIENTOS SIETE CON 80/100DÓLAES						

Análisis de Precios Unitarios	
Descrip:	Pozos h=2.5m
Unidad:	u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	1.00	3.00	3.00	9.00	3.68%
		1.00	0.4	3.60	1.44	0.49%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.4	3.60	1.44	0.49%
Subtotal de Equipo:					10.44	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	2.90	1.72		4.988	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.30	7.04		9.152	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	1.7	77.95		132.515	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.64	107.21		68.6144	25.45%
Subtotal de Materiales:					215.2694	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	3.00		36.45	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	3.00		12.15	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.20		5.196	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					53.796	26.37%
Costo Directo Total:						279.5054

COSTOS INDIRECTOS		
	20%	55.90
Precio Unitario Total:		335.41
Son: TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO CON 41/100DÓLAES		

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=3m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	1.00	3.00	4.00	12.00	3.86%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.4	4.00	1.6	0.50%
Subtotal de Equipo:					13.6	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	2.90	1.72		4.988	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.30	7.04		9.152	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	1.82	77.95		141.869	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.6	107.21		64.326	25.45%
Subtotal de Materiales:					220.335	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						

Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	4.00		48.6	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	4.00		16.2	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.70		7.361	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					72.161	26.37%
Costo Directo Total:						306.096
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	61.22
Precio Unitario Total:						367.32
Son: TRESCIENTOS SESENTA Y SIETE CON 32/100DÓLAES						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=3.25m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	1.00	3.00	4.20	12.60	3.86%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.40	4.20	1.68	0.50%
Subtotal de Equipo:					14.28	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	3.00	1.72		5.16	1.55%

Piedra e=15cm	m2	1.30	7.04		9.152	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	2.01	77.95		156.6795	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.58	107.21		62.1818	25.45%
Subtotal de Materiales:					233.1733	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	4.00		48.6	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	4.00		16.2	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.65		7.1445	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					71.9445	26.37%
Costo Directo Total:						319.3978
COSTOS INDIRECTOS						
Precio Unitario Total:					20%	63.88
						383.28
Son: TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES CON 28/100DÓLAES						

Análisis de Precios Unitarios	
Descrip:	Pozos h=3.5m
Unidad:	u
COSTOS DIRECTOS	

Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	1.00	3.00	4.21	12.63	3.86%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.40	4.21	1.68	0.50%
Subtotal de Equipo:					14.314	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	4.00	1.72		6.88	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.32	7.04		9.2928	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	2.21	77.95		172.2695	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.62	107.21		66.4702	25.45%
Subtotal de Materiales:					254.9125	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	4.10		49.815	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	4.10		16.605	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.65		7.1445	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					73.5645	26.37%
Costo Directo Total:						342.791
COSTOS INDIRECTOS						
				20%		68.56
Precio Unitario Total:						411.35

Son: CUATROCIENTOS ONCE CON 35/100

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=4m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	3.00	3.00	4.21	12.63	3.86%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.50	4.21	2.11	0.50%
Subtotal de Equipo:					14.735	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	4.00	1.72		6.88	1.55%
Piedra e=15cm	m2	1.50	7.04		10.56	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	2.21	77.95		172.2695	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.62	107.21		66.4702	25.45%
Subtotal de Materiales:					256.18	73.81%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	4.50		54.675	14.92%

Albañil (Estr.Oc.D2)	1.00	4.05	4.50		18.225	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	1.70		7.361	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					80.261	26.37%
Costo Directo Total:						351.1757
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	70.24
Precio Unitario Total:						421.41
Son: CUATROCIENTOS VEINTE Y UNO CON 41/100						

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Pozos h=5m					
Unidad:	u					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Cofre metálico para pozos de revisión	Hora	3.00	3.00	4.50	13.50	3.86%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.50	4.50	2.25	0.50%
Subtotal de Equipo:					15.75	4.17%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Varilla 5/8"	m	6.00	1.72		10.32	1.55%
Piedra e=15cm	m2	2.10	7.04		14.784	3.74%
Hormigón ciclópeo f'c=210 kg/cm2	m3	2.21	77.95		172.2695	43.07%
Hormigón simple f'c=210 kg/cm2	m3	0.62	107.21		66.4702	25.45%

Subtotal de Materiales:				263.84	73.81%
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
Subtotal de Transporte:					
Mano de Obra					
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim	Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	4.00	4.05	4.68	75.816	14.92%
Albañil (Estr.Oc.D2)	2.00	4.05	4.68	37.908	9.32%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	2.10	9.093	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:				122.817	26.37%
Costo Directo Total:				402.4107	
COSTOS INDIRECTOS					
				20%	80.48
Precio Unitario Total:				482.89	
Son: CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS CON 89/100					

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Limipeza de terreno					
Unidad:	m2					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias	Hora	1.00	0.45	0.15	0.07	3.86%

Subtotal de Equipo:				0.07	3.86%
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
Subtotal de Materiales:				0.00	0.00%
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
Subtotal de Transporte:					
Mano de Obra					
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim	Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.15	1.215	91.92%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.33	0.02	0.06495	4.13%
Subtotal de Mano de Obra:				1.27995	96.05%
Costo Directo Total:					1.34745
COSTOS INDIRECTOS					
				20%	0.27
Precio Unitario Total:					1.62
Son: UNO CON 61/100 DÓLARES					

Análisis de Precios Unitarios	
Descrip:	Material de mejoramiento
Unidad:	m2
COSTOS DIRECTOS	
Equipo y herramienta	

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Herramientas varias	Hora	3.00	0.40	0.10	0.12	0.48%
Minicargadora con aditamentos	Hora	1.00	20.00	0.10	2.00	7.95%
Rodillo 2Tn	Hora	1.00	0.10	0.10	1.72	6.84%
Tanquero de agua	Hora	1.00	0.10	0.10	2.00	7.95%
Subtotal de Equipo:					5.84	23.21%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Agua	L	10.00	0.01		0.10	0.40%
Mejoramiento en obra	m3	1.31	13.00		17.03	64.69%
Subtotal de Materiales:					17.13	68.08%
Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Chofer tanquero(Estr.Oc.C1)	1.00	5.62	0.10		1.22	4.85%
Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.09	0.15		1.227	14.92%
Operado micargadora con sus aditivos (Estr.Oc.C3)	1.00	4.09	0.02		0.06135	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					1.28835	17.05%
Costo Directo Total:						24.25835
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	4.85

Precio Unitario Total:

29.11

Son: VEINTE Y NUEVE CON 11/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios						
Descrip:	Hormigón simple f'c=210kg/cm2					
Unidad:	m3					
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Concreteira de un saco	Hora	1.00	3.75	0.76	2.85	2.66%
Herramientas varias	Hora	6.00	0.40	0.76	1.82	1.45%
Subtotal de Equipo:					4.67	4.11%
Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Agua	L	180.00	0.01		1.80	0.40%
Cemento porthland tipo 1	m3	1.31	13.00		17.03	50.24%
Arena en obra	m3	0.6	20.00		12.00	11.19%
Grava en obra	m3	1	19.50		19.50	28.19%
Subtotal de Materiales:					50.33	90%

Transporte						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Descripción	Unidad	S.R.H.	Rendim		Total	%
Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.09	0.15		1.227	14.92%
Técnico obras civiles (Estr.Oc.C2)	1.00	4.09	0.02		0.06135	2.13%
Subtotal de Mano de Obra:					1.28835	17.05%
Costo Directo Total:						56.29235
COSTOS INDIRECTOS						
					20%	11.26
Precio Unitario Total:						67.55
Son: SESENTA Y SIETE CON 55/100 DÓLARES						

Anexo 2: Tablas utilizadas para las curvas IDF del Cebollar

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2017					8.8	25.6
2018	19.4	15	15.6	22.2	19.8	6.4
2019	27.6	16.7	31.2	23.7	17.8	6.7
2020	34.2	27.2	21.1	36.3	10.8	15
2021	14.4	30.6	29.7	17.3	42.3	18
MAX	34.2	30.6	31.2	36.3	42.3	25.6

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
5.4	21.2	9.6	19	10.8	21.2	25.6	JUNIO
6.1	3.5	8.6	11.2	29.3	13	29.3	NOVIEMBRE
	2.7	14.8	21.7	24.3	28.3	31.2	MARZO
11.2	18.7	0.1	0.5	13.3	15.8	36.3	ABRIL
7.2	8.9	15.3	16.5	35.3	10.6	42.3	MAYO
11.2	21.2	15.3	21.7	35.3	28.3	42.3	

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	xi	$(xi - x)^2$
1	2017	JUNIO	25.6	53.8756
2	2018	NOVIEMBRE	29.3	13.2496
3	2019	MARZO	31.2	3.0276
4	2020	ABRIL	36.3	11.2896
5	2021	MAYO	42.3	87.6096
5		Suma	164.7	169.052

Cálculo de las precipitaciones Diarias, Máximas, probables para distintas frecuencias.

Periodo	Variable	Precip.	Prob. de	Corrección
Retorno	Reducida	(mm)	ocurrencia	intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665129	31.872067	0.5	36.0154362
5	1.49994	37.617193	0.8	42.5074276
10	2.2503673	41.420965	0.9	46.8056908
25	3.1985343	46.227042	0.96	52.2365578
50	3.9019387	49.792465	0.98	56.2654851
100	4.6001492	53.331561	0.99	60.2646635
500	6.2136073	61.509871	0.998	69.5061542

Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.3	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.78	0.91	1.0

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

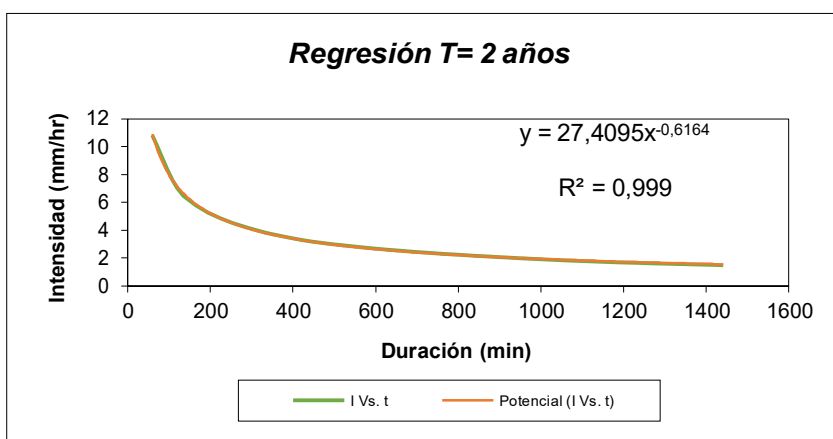
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2	5	10	25	50	100
24	X24 = 91%	36.015436 24	42.507427 65	46.80569 08	52.2365 58	56.2654 85	60.2646 64
18	X18 = 80%	32.774046 98	38.681759 16	42.59317 87	41.7892 46	51.2015 91	54.8408 44
12	X12 = 68%	28.812348 99	34.005942 12	37.44455 27	41.7892 46	45.0123 88	48.2117 31
8	X8 = 61%	24.490496 64	28.905050 8	31.82786 98	35.5208 59	38.2605 3	40.9799 71
6	X6 = 57%	21.969416 11	25.929530 86	28.55147 14	31.8643	34.3219 46	36.7614 45
5	X5 = 52%	20.528798 66	24.229233 76	26.67924 38	29.7748 38	32.0713 27	34.3508 58
4	X4 = 46%	18.728026 84	22.103862 38	24.33895 92	27.1630 1	29.2580 52	31.3376 25
3	X3 = 46%	16.567100 67	19.553416 72	21.53061 78	24.0288 17	25.8821 23	27.7217 45
2	X2 = 39%	14.046020 13	16.577896 78	18.25421 94	20.3722 58	21.9435 39	23.5032 19
1	X1 = 30%	10.804630 87	12.752228 29	14.04170 73	15.6709 67	16.8796 46	18.0793 99

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2	5	10	25	50	100
24	1440	1.500643177	1.771142819	1.95023712	2.1765232	2.3443 952	2.5110 276
18	1080	1.820780388	2.14898662	2.3662877	2.3216248	2.8445 329	3.0467 135
12	720	2.401029083	2.83382851	3.12037939	3.4824372	3.7510 323	4.0176 442
8	480	3.06131208	3.61313135	3.97848372	4.4401074	4.7825 662	5.1224 964
6	360	3.661569351	4.321588477	4.75857857	5.3107167	5.7203 243	6.1269 075
5	300	4.105759731	4.845846752	5.33584876	5.9549676	6.4142 653	6.8701 716
4	240	4.682006711	5.525965594	6.08473981	6.7907525	7.3145 131	7.8344 063
3	180	5.52236689	6.517805572	7.1768726	8.0096055	8.6273 744	9.2405 817
2	120	7.023010067	8.288948391	9.12710971	10.186129	10.971 77	11.751 609
1	60	10.80463087	12.75222829	14.0417073	15.670967	16.879 646	18.079 399

Periodo de retorno para T = 2 años

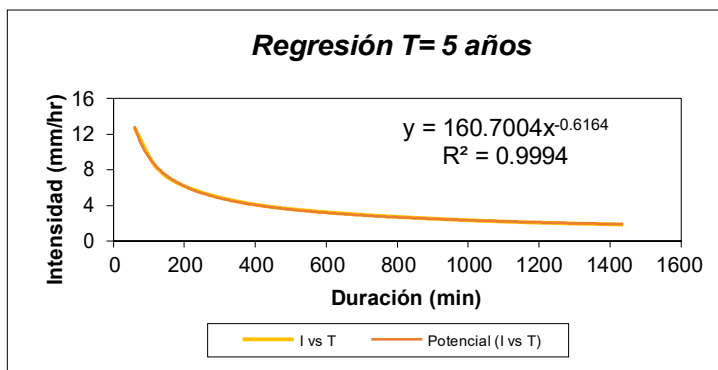
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.500643177	7.272398393	0.4058938	2.9518214	52.887778
2	1080	1.820780388	6.98471632	0.59926519	4.1856974	48.786262
3	720	2.401029083	6.579251212	0.87589743	5.7627492	43.286547
4	480	3.06131208	6.173786104	1.11884361	6.9075011	38.115635
5	360	3.661569351	5.886104031	1.29789184	7.6395264	34.646221
6	300	4.105759731	5.703782475	1.4123908	8.0559699	32.533135
7	240	4.682006711	5.480638923	1.5437268	8.4606092	30.037403
8	180	5.52236689	5.192956851	1.70880655	8.8737587	26.966801
9	120	7.023010067	4.787491743	1.94919191	9.3317402	22.920077
10	60	10.80463087	4.094344562	2.37997483	9.744437	16.763657
10	4980	44.58310835	58.15547061	13.2918828	71.91381	346.94352
Ln (d) =	4.9138106	d =	136.1572653	n =	-0.616386	



Serie T= 2 años	
x	y
1440	1.5006
1080	1.8208
720	2.4010
480	3.0613
360	3.6616
300	4.1058
240	4.6820
180	5.5224
120	7.0230
60	10.8046

Periodo de retorno para T = 5 años

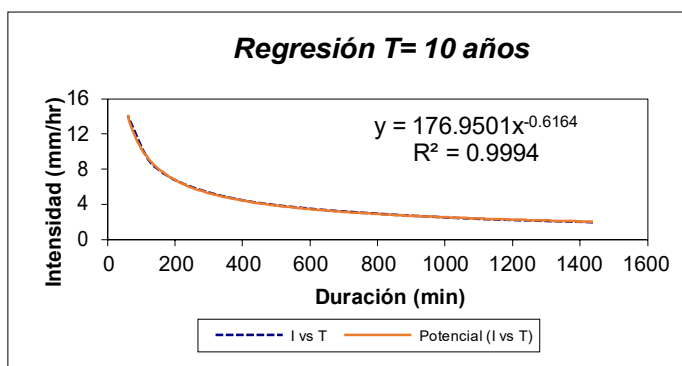
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.771142819	7.272398393	0.571625	4.1570847	52.887778
2	1080	2.14898662	6.98471632	0.76499639	5.3432828	48.786262
3	720	2.83382851	6.579251212	1.04162863	6.8531364	43.286547
4	480	3.61313135	6.173786104	1.28457481	7.9306901	38.115635
5	360	4.321588477	5.886104031	1.46362304	8.6150375	34.646221
6	300	4.845846752	5.703782475	1.578122	9.0012646	32.533135
7	240	5.525965594	5.480638923	1.709458	9.3689221	30.037403
8	180	6.517805572	5.192956851	1.87453775	9.7343937	26.966801
9	120	8.288948391	4.787491743	2.11492311	10.125177	22.920077
10	60	12.75222829	4.094344562	2.54570602	10.422998	16.763657
10	4980	52.61947238	58.15547061	14.9491947	81.551986	346.94352
Ln (d) =	5.0795418	d =	160.7004025	n =	-0.616386	



Serie T= 5 años	
x	y
1440	1.7711
1080	2.1490
720	2.8338
480	3.6131
360	4.3216
300	4.8458
240	5.5260
180	6.5178
120	8.2889
60	12.7522

Periodo de retorno para T = 10 años

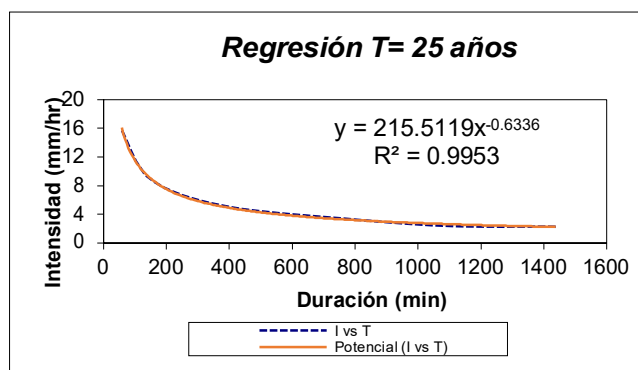
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.950237118	7.272398393	0.66795096	4.8576055	52.887778
2	1080	2.366287704	6.98471632	0.86132236	6.0160923	48.786262
3	720	3.12037939	6.579251212	1.13795459	7.4868891	43.286547
4	480	3.978483722	6.173786104	1.38090077	8.525386	38.115635
5	360	4.758578569	5.886104031	1.559949	9.1820221	34.646221
6	300	5.335848756	5.703782475	1.67444796	9.550687	32.533135
7	240	6.08473981	5.480638923	1.80578397	9.8968499	30.037403
8	180	7.176872596	5.192956851	1.97086372	10.23461	26.966801
9	120	9.127109714	4.787491743	2.21124907	10.586337	22.920077
10	60	14.04170725	4.094344562	2.64203199	10.817389	16.763657
10	4980	57.94024463	58.15547061	15.9124544	87.153868	346.94352
Ln (d) =	5.1758677	d =	176.950095	n =	-0.616386	



Serie T= 10 años	
x	y
1440	1.9502
1080	2.3663
720	3.1204
480	3.9785
360	4.7586
300	5.3358
240	6.0847
180	7.1769
120	9.1271
60	14.0417

Periodo de retorno para T = 25 años

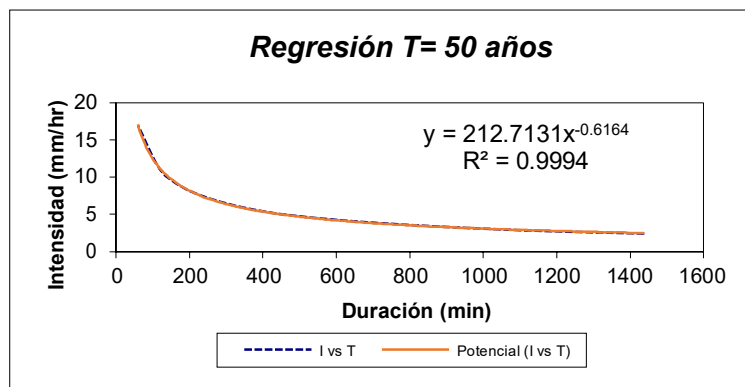
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.176523241	7.272398393	0.77772876	5.6559534	52.887778
2	1080	2.321624791	6.98471632	0.84226728	5.882998	48.786262
3	720	3.482437186	6.579251212	1.24773239	8.2091448	43.286547
4	480	4.440107412	6.173786104	1.49067857	9.2031306	38.115635
5	360	5.310716708	5.886104031	1.6697268	9.8281856	34.646221
6	300	5.954967588	5.703782475	1.78422576	10.176836	32.533135
7	240	6.790752512	5.480638923	1.91556176	10.498502	30.037403
8	180	8.009605527	5.192956851	2.08064151	10.804682	26.966801
9	120	10.18612877	4.787491743	2.32102687	11.111897	22.920077
10	60	15.67096734	4.094344562	2.75180979	11.266857	16.763657
10	4980	64.34383107	58.15547061	16.8813995	92.638186	346.94352
Ln (d) =	5.373016	d =	215.5118686	n =	-0.633625	



Serie T= 25 años	
x	y
1440	2.1765
1080	2.3216
720	3.4824
480	4.4401
360	5.3107
300	5.9550
240	6.7908
180	8.0096
120	10.1861
60	15.6710

Periodo de retorno para T = 50 años

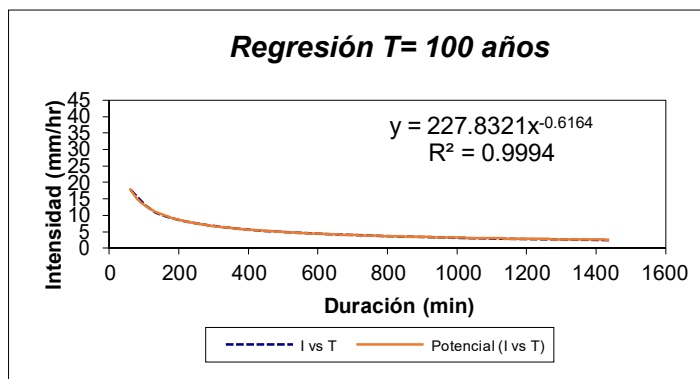
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.344395214	7.272398393	0.85202746	6.1962832	52.887778
2	1080	2.844532859	6.98471632	1.04539886	7.3018145	48.786262
3	720	3.751032342	6.579251212	1.32203109	8.6979747	43.286547
4	480	4.782566236	6.173786104	1.56497727	9.6618349	38.115635
5	360	5.720324321	5.886104031	1.7440255	10.265516	34.646221
6	300	6.414265305	5.703782475	1.85852446	10.600619	32.533135
7	240	7.314513067	5.480638923	1.98986047	10.905707	30.037403
8	180	8.627374386	5.192956851	2.15494022	11.190512	26.966801
9	120	10.9717696	4.787491743	2.39532557	11.467601	22.920077
10	60	16.87964554	4.094344562	2.82610849	11.571062	16.763657
10	4980	69.65041887	58.15547061	17.7532194	97.858924	346.94352
Ln (d) =	5.3599442	d =	212.7130859	n =	-0.616386	



Serie T= 50 años	
x	y
1440	2.3444
1080	2.8445
720	3.7510
480	4.7826
360	5.7203
300	6.4143
240	7.3145
180	8.6274
120	10.9718
60	16.8796

Periodo de retorno para T = 100 años

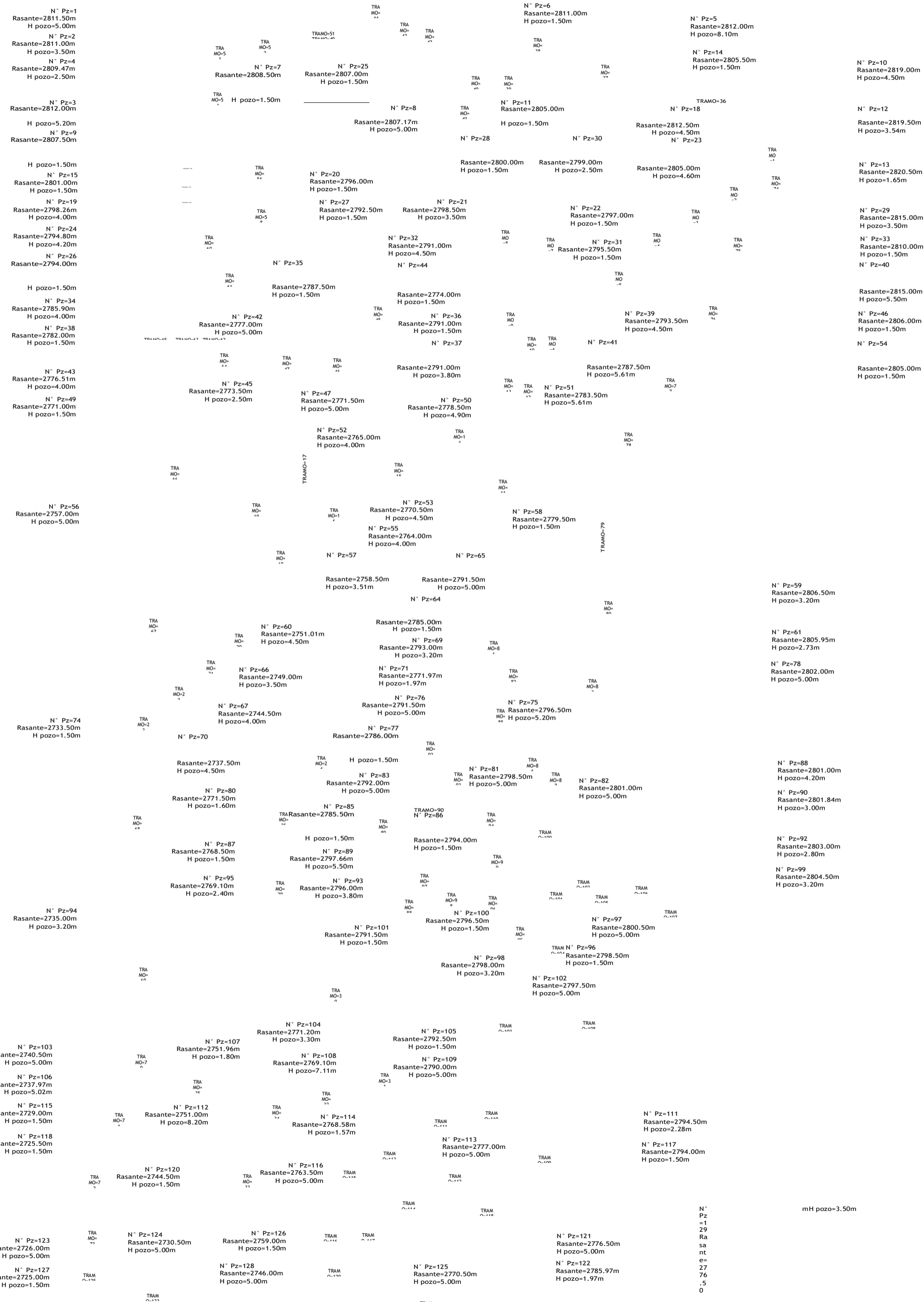
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.511027646	7.272398393	0.92069209	6.6956397	52.887778
2	1080	3.046713544	6.98471632	1.11406348	7.7814174	48.786262
3	720	4.017644234	6.579251212	1.39069572	9.1497365	43.286547
4	480	5.122496398	6.173786104	1.6336419	10.085756	38.115635
5	360	6.126907456	5.886104031	1.81269013	10.669683	34.646221
6	300	6.870171639	5.703782475	1.92718909	10.992267	32.533135
7	240	7.834406256	5.480638923	2.05852509	11.282033	30.037403
8	180	9.240581737	5.192956851	2.22360484	11.547084	26.966801
9	120	11.75160938	4.787491743	2.4639902	11.796333	22.920077
10	60	18.07939905	4.094344562	2.89477312	11.852199	16.763657
10	4980	74.60095734	58.15547061	18.4398657	101.85215	346.94352
Ln (d) =	5.4286089	d =	227.8320807	n =	-0.616386	



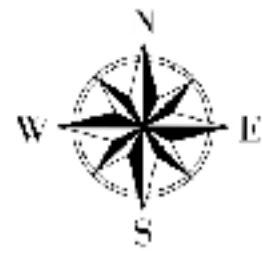
Serie T= 100 años	
x	y
1440	2.5110
1080	3.0467
720	4.0176
480	5.1225
360	6.1269
300	6.8702
240	7.8344
180	9.2406
120	11.7516
60	18.0794

Anexo 3: Cálculos de la red de alcantarillado combinado con planos en plantas y longitudinales

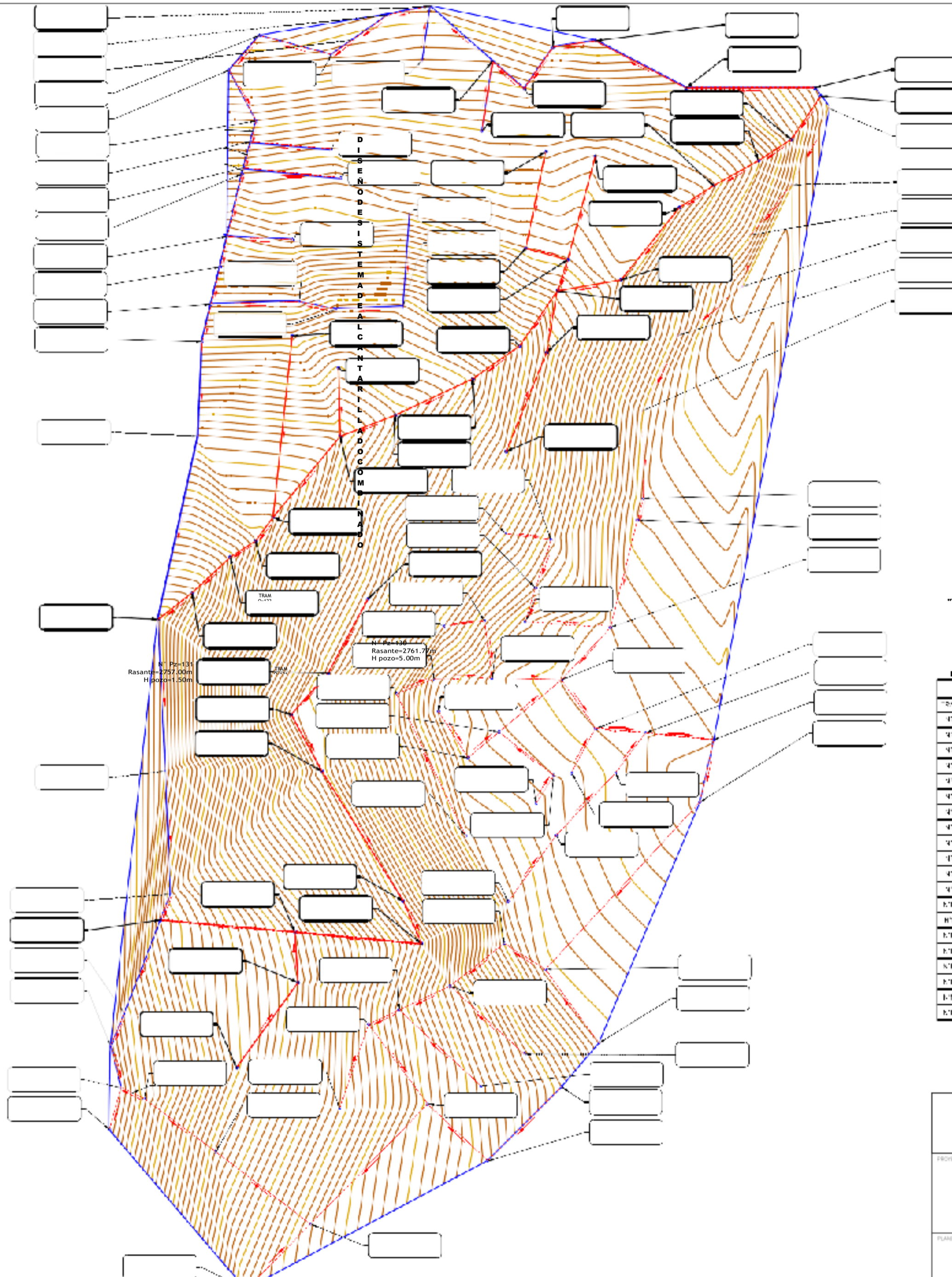
№ п/п	Длина, м
2808.20	2.56
2809.40	1.30
2797.80	2.50
2794.30	2.50
2792.30	2.00
2785.80	3.50
2789.50	6.50
2789.80	5.50
2789.50	0.30
2786.30	1.20
2778.20	0.10
2782.00	0.30
2776.00	4.00
2769.30	2.90
2762.80	3.50
2752.30	3.00
2757.30	4.00
2749.81	5.88
2748.50	11.50
2745.30	0.20
2742.00	1.30
2736.30	3.30
2732.30	1.00
2770.20	0.10
2767.00	2.90
2767.00	0.30
2769.30	0.10
2753.86	18.54
2743.10	0.20
2759.46	6.24
2736.37	14.49
2804.30	8.00
2804.50	0.30
2809.30	1.30
2803.80	3.00
2803.87	9.11
2802.47	3.67
2806.86	7.83
2806.80	1.00
2809.86	0.50
2773.30	5.00
2772.30	0.50
2772.30	1.00
2806.86	1.00
2804.86	1.00
2803.00	1.70
2803.40	1.80
2799.20	2.70
2797.16	0.14
2794.10	0.70
2793.70	1.00
2790.05	1.25
2791.90	0.45
2784.80	4.80
2784.00	4.30
2780.50	1.30
2775.41	1.79
2774.80	1.00
2764.90	7.50
2750.90	10.50
2732.40	13.00
2732.50	0.20
2733.35	0.95
2724.55	0.30
2728.10	2.95
2724.80	1.00
2724.70	6.10
2813.80	4.50
2808.80	3.00
2809.86	4.50
2804.80	5.00
2803.80	1.00
2803.86	0.20
2803.58	0.08
2786.80	3.00
2780.10	0.20
2800.86	4.02
2791.60	0.20
2797.36	2.80
2799.50	1.00
2784.30	6.00
2787.30	3.00
2783.80	4.00
2786.80	2.00
2793.80	3.50
2797.46	9.20
2795.10	0.20
2792.46	2.84
2792.50	0.30
2792.46	0.04
2796.50	0.16
2798.70	0.30
2797.16	0.20
2799.84	0.16
2792.80	1.50
2795.86	3.00
2799.24	0.16
2800.86	0.14
2801.70	0.20
2791.40	12.00
2790.60	2.10
2784.60	2.50
2775.15	4.20
2775.05	5.25
2767.48	3.50
2767.38	3.72
2762.40	2.08
2758.80	1.00
2765.70	3.10
2775.96	6.47
2768.90	4.40
2761.30	7.10
2757.30	1.50
2750.60	6.00
2743.60	3.50
2739.50	1.10
2737.50	1.30



N° Pz=1
29
Ra
sa
nt
e
27
76
05
0



N° Pz=119
 Rasante=2783.50mH pozo=2.85m



TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°1	300 mm Concreto Metal Pza	17.88%
N°2	300 mm Concreto Metal Pza	17.26%
N°3	300 mm Concreto Metal Pza	6.72%
N°4	300 mm PVC Fize	9.81%
N°5	300 mm PVC Fize	3.71%
N°6	300 mm PVC Fize	6.24%
N°7	300 mm PVC Fize	6.02%
N°8	300 mm PVC Fize	6.71%
N°9	300 mm PVC Fize	1.46%
N°10	300 mm Concreto Metal Pza	5.62%
N°11	300 mm PVC Fize	6.14%
N°12	300 mm PVC Fize	9.21%
N°13	300 mm PVC Fize	17.28%
N°14	300 mm Concreto Metal Pza	12.32%
N°15	300 mm PVC Fize	6.21%
N°16	300 mm PVC Fize	1.85%
N°17	300 mm PVC Fize	6.97%
N°18	300 mm PVC Fize	6.05%
N°19	300 mm Concreto Metal Pza	14.37%
N°20	300 mm PVC Fize	5.21%

TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°21	300 mm Concreto Metal Pza	7.85%
N°22	300 mm Concreto Metal Pza	3.25%
N°23	300 mm PVC Fize	2.50%
N°24	300 mm PVC Fize	0.18%
N°25	300 mm Concreto Metal Pza	6.34%
N°26	300 mm PVC Fize	0.46%
N°27	300 mm PVC Fize	12.94%
N°28	300 mm PVC Fize	12.94%
N°29	300 mm PVC Fize	7.72%
N°30	300 mm Concreto Metal Pza	0.23%
N°31	300 mm Concreto Metal Pza	22.42%
N°32	300 mm Concreto Metal Pza	3.47%
N°33	300 mm Concreto Metal Pza	12.05%
N°34	300 mm Concreto Metal Pza	7.58%
N°35	300 mm Concreto Metal Pza	0.16%
N°36	300 mm PVC Fize	20.20%
N°37	300 mm Concreto Metal Pza	18.07%
N°38	300 mm PVC Fize	0.42%
N°39	300 mm PVC Fize	0.28%
N°40	300 mm PVC Fize	6.02%
N°41	300 mm PVC Fize	2.57%

TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°42	300 mm PVC Fize	11.84%
N°43	300 mm Concreto Metal Pza	22.42%
N°44	300 mm PVC Fize	1.75%
N°45	300 mm PVC Fize	4.04%
N°46	300 mm PVC Fize	1.68%
N°47	300 mm PVC Fize	3.17%
N°48	300 mm PVC Fize	3.47%
N°49	300 mm Concreto Metal Pza	1.50%
N°50	300 mm Concreto Metal Pza	1.44%
N°51	300 mm Concreto Metal Pza	4.74%
N°52	300 mm PVC Fize	0.46%
N°53	300 mm Concreto Metal Pza	0.46%
N°54	300 mm Concreto Metal Pza	0.57%
N°55	300 mm Concreto Metal Pza	47.34%
N°56	300 mm Concreto Metal Pza	6.13%
N°57	300 mm PVC Fize	5.56%
N°58	300 mm Concreto Metal Pza	6.97%
N°59	300 mm Concreto Metal Pza	22.15%
N°60	300 mm Concreto Metal Pza	0.27%
N°61	300 mm Concreto Metal Pza	2.67%

TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°62	300 mm Concreto Metal Pza	15.47%
N°63	300 mm PVC Fize	4.7%
N°64	300 mm PVC Fize	0.23%
N°65	300 mm PVC Fize	7.11%
N°66	300 mm PVC Fize	4.44%
N°67	300 mm PVC Fize	0.46%
N°68	300 mm Concreto Metal Pza	0.43%
N°69	300 mm Concreto Metal Pza	15.47%
N°70	300 mm PVC Fize	4.7%
N°71	300 mm PVC Fize	0.23%
N°72	300 mm PVC Fize	7.11%
N°73	300 mm PVC Fize	4.44%
N°74	300 mm PVC Fize	0.46%
N°75	300 mm Concreto Metal Pza	0.43%
N°76	300 mm Concreto Metal Pza	15.47%
N°77	300 mm PVC Fize	4.7%
N°78	300 mm PVC Fize	0.23%
N°79	300 mm PVC Fize	7.11%
N°80	300 mm PVC Fize	4.44%
N°81	300 mm PVC Fize	0.46%
N°82	300 mm Concreto Metal Pza	0.43%
N°83	300 mm Concreto Metal Pza	15.47%
N°84	300 mm PVC Fize	4.7%
N°85	300 mm PVC Fize	0.23%

"TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"

PLANO EN PLANTA
 DETALLE DE LA ZONA DE DISEÑO
 SISTEMA DE TUBERIAS Y POZOS
 DETALLES DE TUBERIA

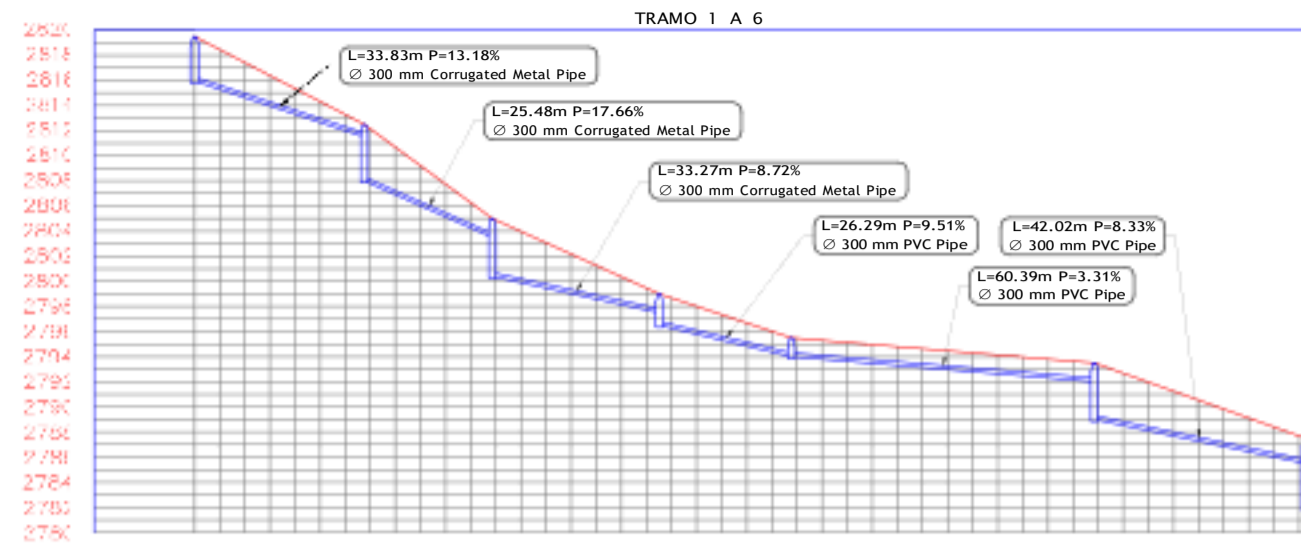
TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°86	300 mm PVC Fize	9.02%
N°87	300 mm PVC Fize	5.85%
N°88	300 mm PVC Fize	11.08%
N°89	300 mm PVC Fize	15.20%
N°90	300 mm PVC Fize	7.62%
N°91	300 mm PVC Fize	16.70%
N°92	300 mm PVC Fize	7.22%
N°93	300 mm PVC Fize	0.84%
N°94	300 mm PVC Fize	5.85%
N°95	300 mm PVC Fize	0.84%
N°96	300 mm PVC Fize	0.84%
N°97	300 mm PVC Fize	0.84%
N°98	300 mm PVC Fize	0.84%
N°99	300 mm Concreto Metal Pza	7.21%
N°100	300 mm PVC Fize	6.02%
N°101	300 mm Concreto Metal Pza	0.61%
N°102	300 mm PVC Fize	7.02%
N°103	300 mm PVC Fize	1.84%
N°104	300 mm PVC Fize	5.43%
N°105	300 mm Concreto Metal Pza	10.24%
N°106	300 mm PVC Fize	3.02%
N°107	300 mm PVC Fize	2.67%

TRAMO	DIAMETRO Y MATERIAL	PENDIENTE
N°108	300 mm Concreto Metal Pza	5.62%
N°109	300 mm Concreto Metal Pza	0.34%
N°110	300 mm Concreto Metal Pza	11.79%
N°111	300 mm Concreto Metal Pza	21.21%
N°112	300 mm Concreto Metal Pza	9.93%
N°113	300 mm Concreto Metal Pza	13.04%
N°114	300 mm PVC Fize	6.10%
N°115	300 mm Concreto Metal Pza	22.80%
N°116	300 mm PVC Fize	1.74%
N°117	300 mm PVC Fize	10.87%
N°118	300 mm PVC Fize	13.30%
N°119	300 mm PVC Fize	7.48%
N°120	300 mm Concreto Metal Pza	4.81%
N°121	300 mm PVC Fize	2.14%
N°122	300 mm Concreto Metal Pza	15.87%
N°123	300 mm Concreto Metal Pza	20.84%
N°124	300 mm Concreto Metal Pza	5.95%
N°125	300 mm PVC Fize	8.83%

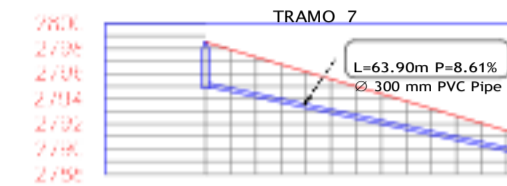
POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA
 ING. RUBEN JERVES
 SOFTWARE AUTODESK CIVIL 3D

01/09

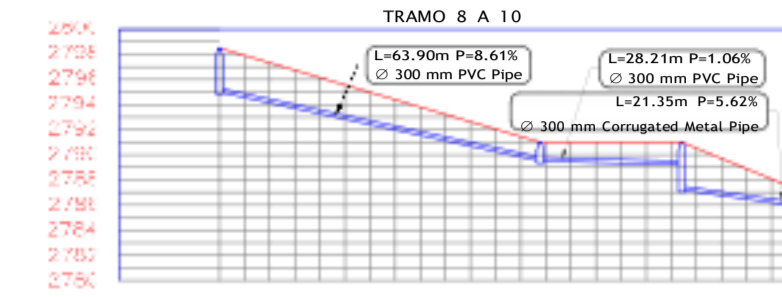
PROYECTO:	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FCUENCA		
PLANO:	DATOS DEL PROYECTO:	REVISOR:	PLANO N°:
	TRAMO DE LA LÍNEA:	FECHA:	
		1/1900	DIC. 2023



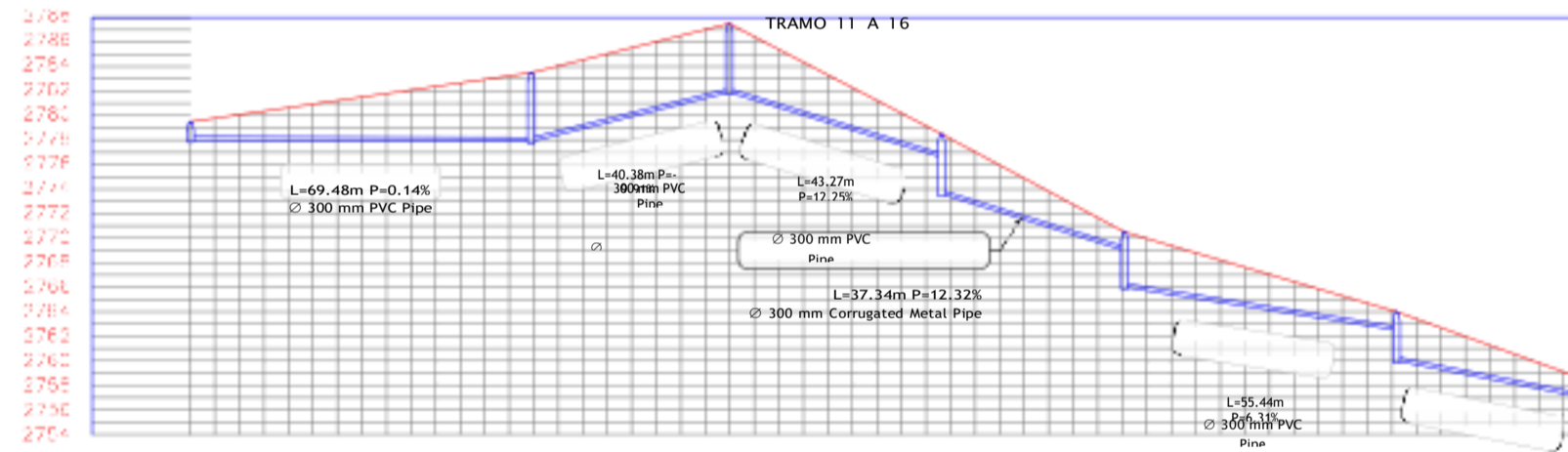
PROGRESIVA	0+000.00	0+033.83	0+069.31	0+104.79	0+147.06	0+189.33	0+250.00
N° POZO	1	2	3	4	5	6	7
ALtura De POZO	3.50	4.50	4.80	4.50	4.50	4.50	5.80
COTA TAPA De POZO	2773.50	2787.50	2796.30	2796.80	2798.10	2799.60	2793.80
COTA FONDO De POZO	2770.00	2783.00	2791.50	2792.30	2793.80	2796.30	2788.00



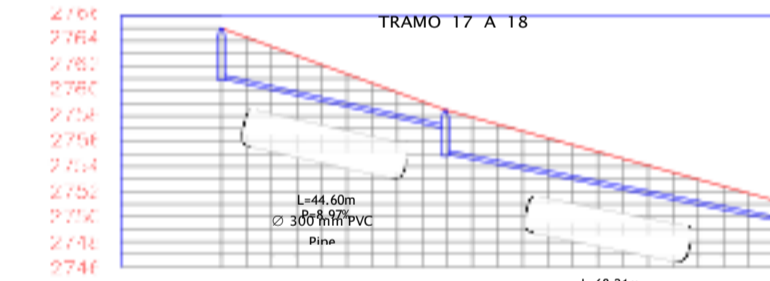
PROGRESIVA	0+000.00	0+063.90
N° POZO	2	3
ALtura De POZO	3.50	1.50
COTA TAPA De POZO	2796.00	2797.50
COTA FONDO De POZO	2792.50	2796.00



PROGRESIVA	0+000.00	0+063.90	0+092.11	0+113.46
N° POZO	2	3	4	5
ALtura De POZO	3.50	1.50	3.80	5.80
COTA TAPA De POZO	2796.00	2797.50	2799.30	2793.50
COTA FONDO De POZO	2792.50	2796.00	2792.50	2787.70



PROGRESIVA	0+000.00	0+069.48	0+110.86	0+151.24	0+194.51	0+231.75	0+270.00
N° POZO	5	6	7	8	9	10	11
ALtura De POZO	1.50	3.80	3.80	4.80	4.50	4.00	3.50
COTA TAPA De POZO	2770.00	2773.80	2777.60	2782.40	2786.90	2790.90	2794.40
COTA FONDO De POZO	2771.50	2777.60	2783.80	2787.60	2791.40	2794.90	2790.90



PROGRESIVA	0+000.00	0+044.60	0+112.81
N° POZO	5	6	7
ALtura De POZO	4.00	3.50	4.50
COTA TAPA De POZO	2785.00	2788.50	2793.00
COTA FONDO De POZO	2781.00	2785.00	2788.50

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

PROYECTO:		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
"TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"		FCIAMOR	
PLANO:	FECHA DEL PROYECTO:	REVISOR:	PLANO N°:
	TRAMO DE ALCANTARILLADO: MARTIN TOLA	DISEÑO:	
PLANOS LONGITUDINALES		02/09	
TRAMOS DE APORTE A LA RED		SISTEMA DE TUBERIAS Y POZOS	

TRAMO 19 A 23

L=19.19m P=5.26%
Ø 300 mm PVC Pipe

L=118.21m P=14.37%
Ø 300 mm Corrugated Metal
Pipe

L=19.45m P=12.85%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=33.95m P=13.26%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=27.95m P=3.58%
Ø 300 mm PVC Pipe

TRAMO 24 A 32

L=54.56m P=0.18%
Ø 300 mm PVC Pipe

L=36.05m P=8.04%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=41.79m P=0.72%
Ø 300 mm PVC Pipe

L=99.60m P=0.49%
Ø 375 mm PVC Pipe

L=30.14m P=12.94%
Ø 375 mm PVC Pipe

L=82.60m P=13.97%
Ø 375 mm Corrugated Metal Pipe

TRAMO 33 A 35

L=68.00m P=0.29%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=32.81m P=22.43%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=87.71m P=15.61%
Ø 375 mm Corrugated Metal Pipe

TRAMO 36 A 40

L=83.37m P=12.59%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=27.72m P=20.20%
Ø 300 mm PVC Pipe

L=33.21m P=18.07%
Ø 300 mm Corrugated Metal Pipe

L=66.29m P=0.15%
Ø 300 mm PVC Pipe

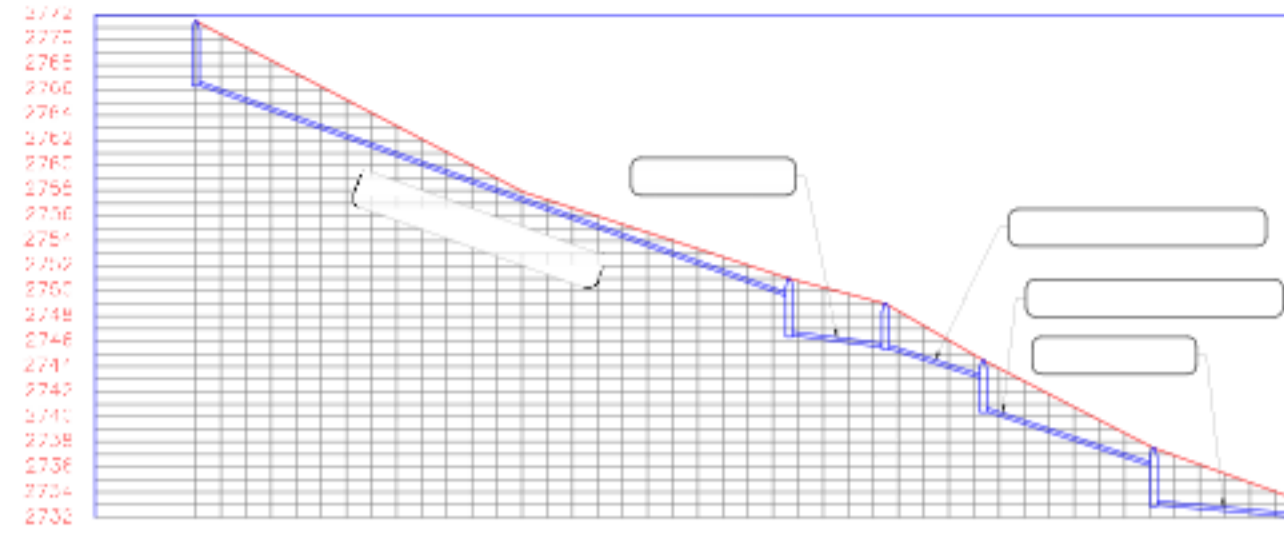
L=27.13m P=0.48%
Ø 300 mm PVC Pipe

TRAMO 41 A 42

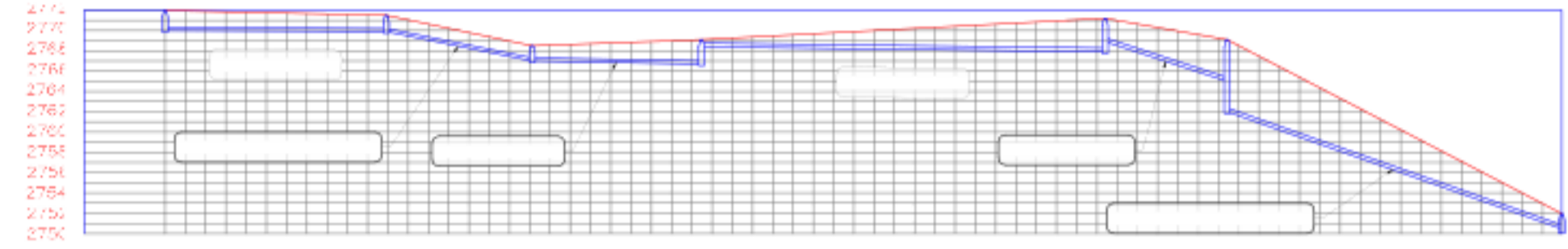
L=45.60m P=8.05%
Ø 300 mm PVC Pipe

L=53.98m P=3.75%
Ø 375 mm PVC
Pipe

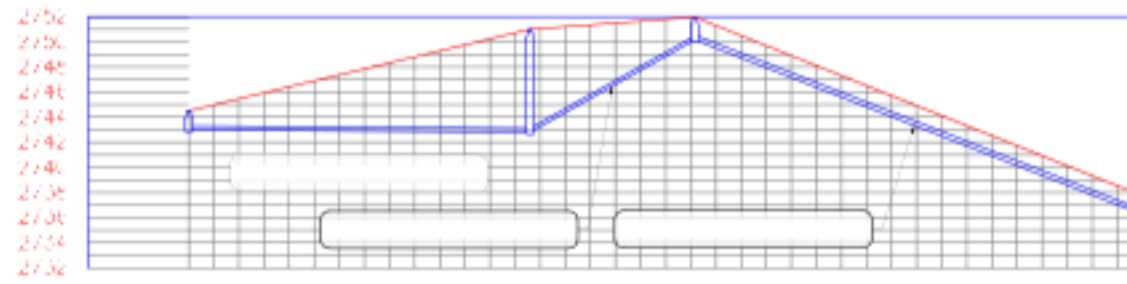
PLANOS LONGITUDINALES
TRAMOS DE APORTE A LA RED
SISTEMA DE TUBERIAS Y POZOS



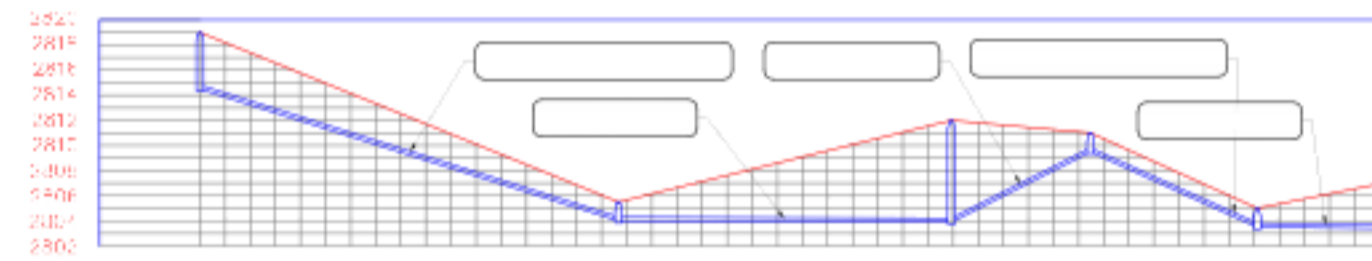
PROGRESIVA	0+000.00	0+041.13	0+082.26	0+123.39	0+164.52	0+205.65	0+242.76
N° POZO	4	6	8	10	12	14	16
ALTURA DE POZO	3.00	4.50	3.50	4.00	4.50	4.50	1.50
COTA TAPA DE POZO	2777.50	2775.00	2749.00	2744.50	2757.50	2753.50	2753.50
COTA FONDO DE POZO	2744.50	2741.00	2744.50	2744.50	2753.00	2753.00	2753.00



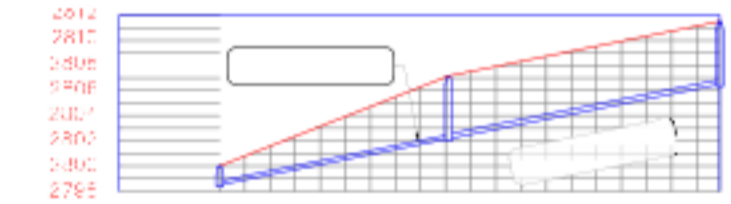
PROGRESIVA	0+000.00	0+054.57	0+109.14	0+163.71	0+218.28	0+272.85	0+327.42
N° POZO	7	8	9	10	11	12	13
ALTURA DE POZO	1.97	1.60	1.50	2.40	3.30	2.11	1.80
COTA TAPA DE POZO	2777.95	2775.45	2766.50	2766.00	2777.95	2765.00	2765.00
COTA FONDO DE POZO	2775.98	2773.85	2765.00	2763.60	2774.65	2762.89	2763.20



PROGRESIVA	0+000.00	0+050.00	0+100.00
N° POZO	20	112	67
ALTURA DE POZO	1.50	8.25	1.80
COTA TAPA DE POZO	2744.50	275.00	275.95
COTA FONDO DE POZO	2743.00	2742.00	2752.94

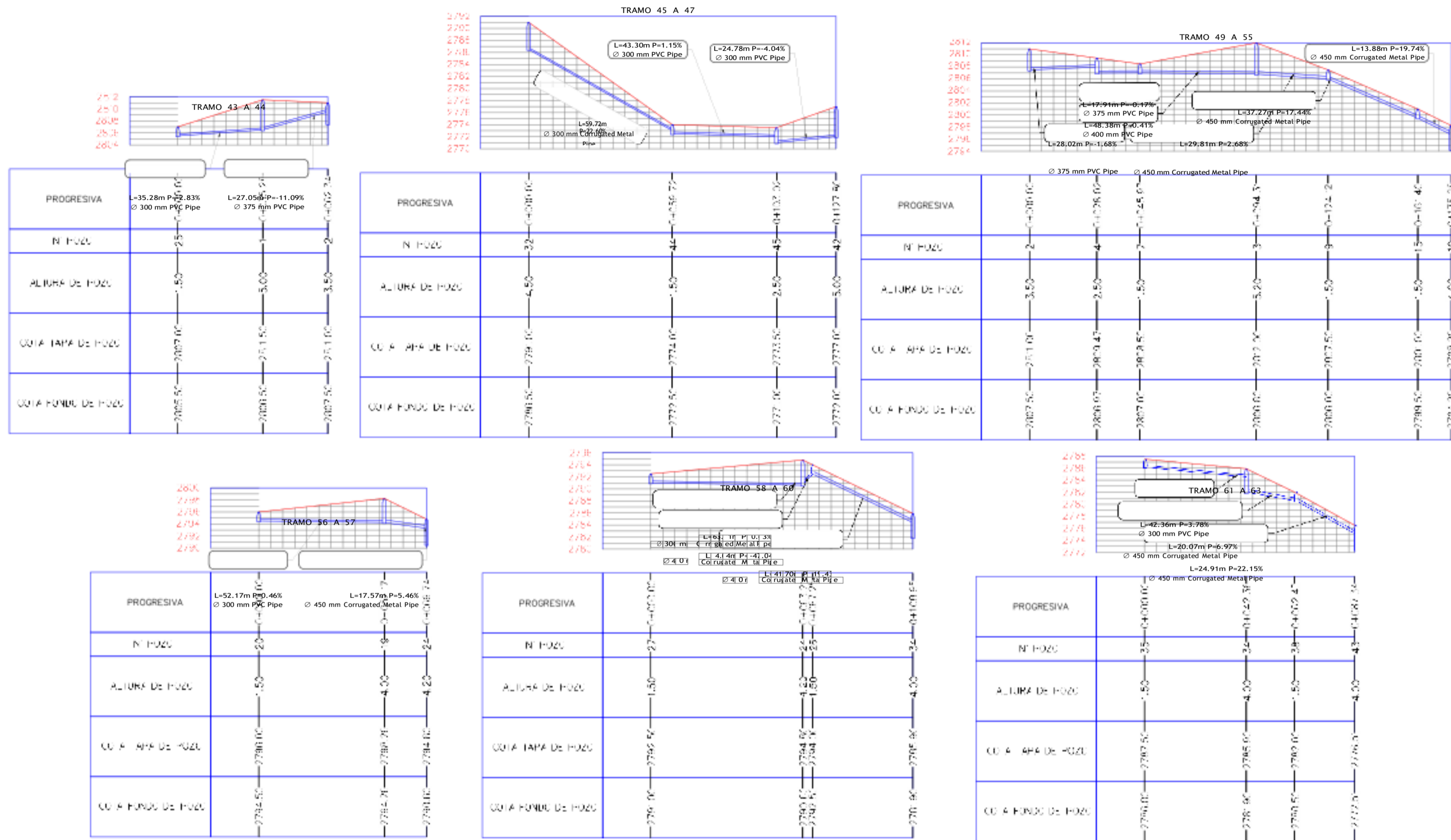


PROGRESIVA	0+000.00	0+083.33	0+166.67	0+250.00	0+333.33	0+416.67	0+437.72
N° POZO	0	14	3	8	1	0	0
ALTURA DE POZO	4.50	1.50	8.10	1.50	1.50	5.00	5.00
COTA TAPA DE POZO	2819.00	2820.50	2811.00	2805.00	2805.00	2807.72	2807.72
COTA FONDO DE POZO	2814.50	2819.00	2802.90	2803.50	2803.50	2802.72	2802.72



PROGRESIVA	0+000.00	0+259.54
N° POZO	23	6
ALTURA DE POZO	1.50	5.00
COTA TAPA DE POZO	2801.00	2807.72
COTA FONDO DE POZO	2799.50	2802.72

PROYECTO:			
PLANO:			
DATOS DEL PROYECTO:		REVISOR:	PLANO N°:
TÍTULO DE LA LABOR:		DISEÑO:	
AUTOR:		FECHA:	
VERIFICADOR:		17/03/2023	



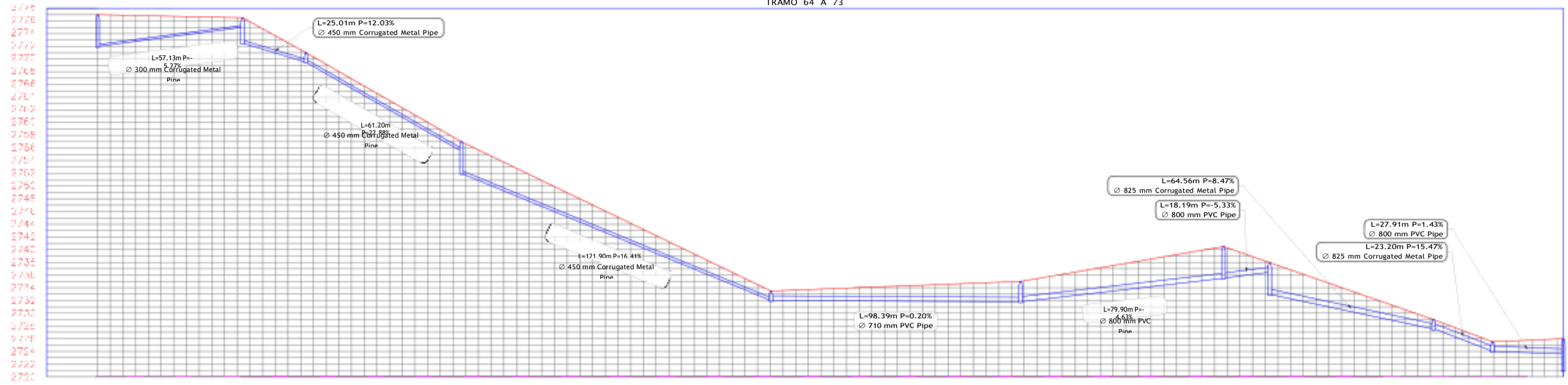
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

PROYECTO: _____

PLANO: "TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"

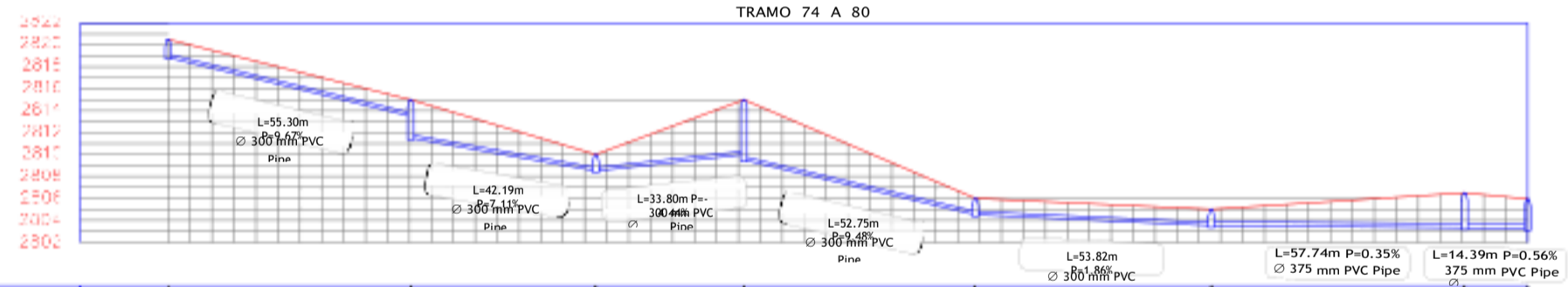
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA REDE CUENCA

TRAMO 64 A 73



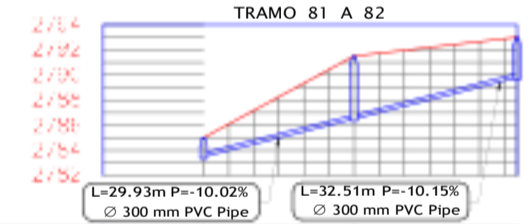
PROGRESIVA	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00
Nº POZL	42	43	48	48	50	74	74	84	84	102	108	108	115	118	123
ALtura DE POZL	5.00	4.00	1.50	5.00	1.50	1.50	3.20	5.00	5.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	3.00
CUta TAPA DE POZL	7775.00	7775.00	7777.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00
CUta FONDL DE POZL	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00	7775.00

TRAMO 74 A 80



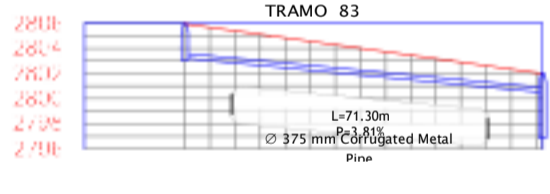
PROGRESIVA	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00
Nº POZL	3	29	33	40	48	54	56	58	67	68	68
ALtura DE POZL	4.85	3.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	3.20	2.73	2.73	2.73
CUta TAPA DE POZL	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00
CUta FONDL DE POZL	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00

TRAMO 81 A 82



PROGRESIVA	2793.00	2793.00	2793.00	2793.00
Nº POZL	66	67	68	68
ALtura DE POZL	1.50	5.00	3.20	3.20
CUta TAPA DE POZL	2793.00	2793.00	2793.00	2793.00
CUta FONDL DE POZL	2793.00	2793.00	2793.00	2793.00

TRAMO 83



PROGRESIVA	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00
Nº POZL	6	78	78	78
ALtura DE POZL	2.73	5.00	5.00	5.00
CUta TAPA DE POZL	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00
CUta FONDL DE POZL	2803.00	2803.00	2803.00	2803.00

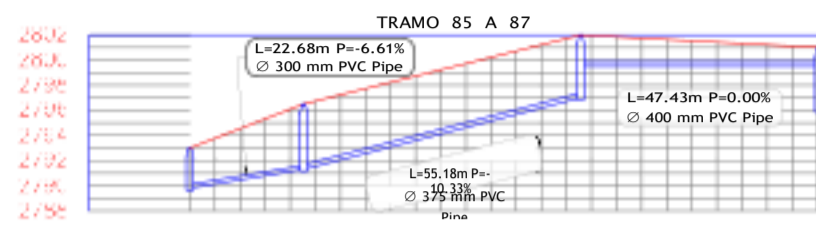
DISEÑO DE SISTEMA DE ALICANTARRILLADO COMBINADO

PROYECTO: "TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALICANTARRILLADO COMBINADO"

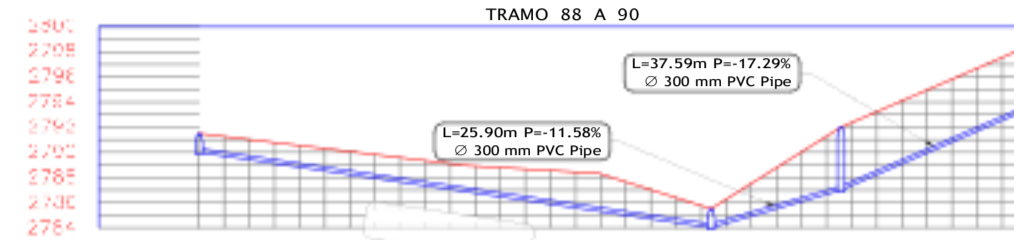
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
FUNDACION

PLANO Nº: 05/09

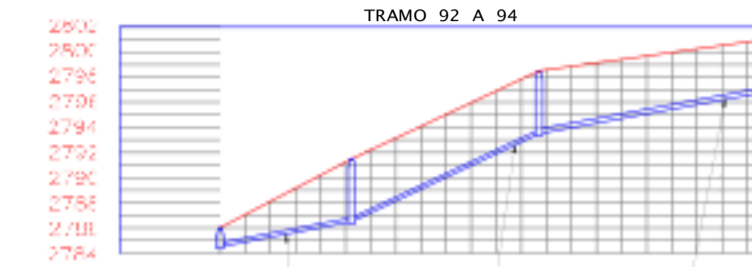
REVISOR: ING. RUBÉN JERVES
DISEÑO: MARTÍN TOLA
SOFTWARE AUTODESK CIVIL 3D
12/2020 17/10/2020 DIC. 2020



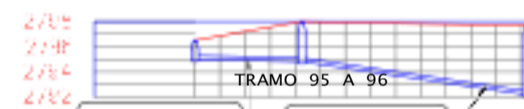
PROGRESIVA	0+00.00	0+22.68	0+70.11
N.º FUZU	69	75	78
ALTURA DE FUZU	3.20	3.20	5.00
COTA APA DE FUZU	2794.30	2796.50	2797.00
COTA FONDO DE FUZU	2790.80	2793.30	2790.00



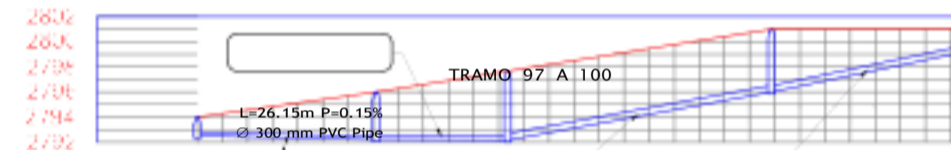
PROGRESIVA	0+00.00	0+37.59	0+63.49	0+89.39	0+115.29
N.º FUZU	81	85	83	80	81
ALTURA DE FUZU	1.50	1.50	5.00	5.00	5.00
COTA TAPA DE FUZU	2790.50	2795.50	2797.00	2797.50	2793.50
COTA FONDO DE FUZU	2790.00	2794.00	2792.00	2792.50	2790.50



PROGRESIVA	0+00.00	0+26.25	0+63.53	0+108.42
N.º FUZU	77	78	85	82
ALTURA DE FUZU	1.50	3.00	1.00	5.00
COTA TAPA DE FUZU	2793.00	2799.50	2798.50	2793.00
COTA FONDO DE FUZU	2791.50	2796.50	2797.50	2790.00



PROGRESIVA	0+00.00	0+21.31	0+66.23
N.º FUZU	80	88	89
ALTURA DE FUZU	1.50	3.20	5.50
COTA TAPA DE FUZU	2790.50	2794.00	2797.00
COTA FONDO DE FUZU	2789.00	2788.20	2791.50

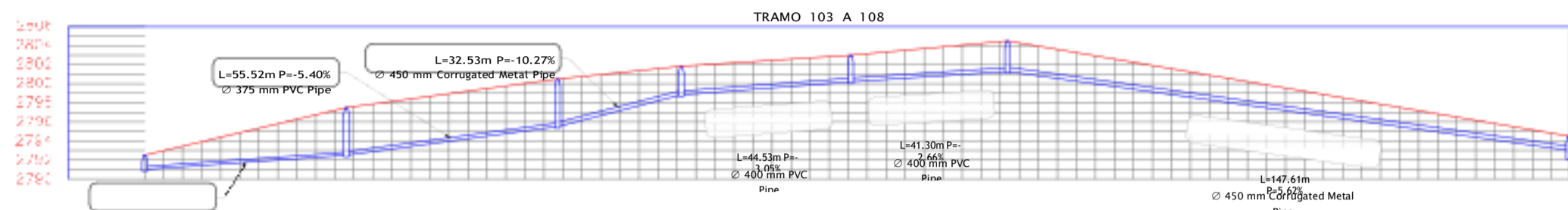


PROGRESIVA	0+00.00	0+26.15	0+78.70	0+117.26	0+155.82
N.º FUZU	86	83	80	82	81
ALTURA DE FUZU	1.50	3.80	5.50	5.00	4.20
COTA APA DE FUZU	2794.00	2797.80	2797.00	2792.00	2790.00
COTA FONDO DE FUZU	2792.50	2794.00	2791.50	2797.00	2795.80

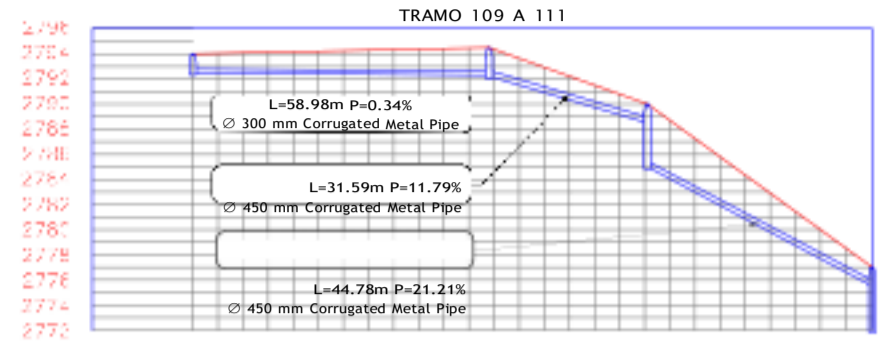


PROGRESIVA	0+00.00	0+32.95	0+65.42
N.º FUZU	90	88	80
ALTURA DE FUZU	1.50	4.20	2.00
COTA APA DE FUZU	2796.50	2800.70	2801.50
COTA FONDO DE FUZU	2795.00	2793.50	2800.50

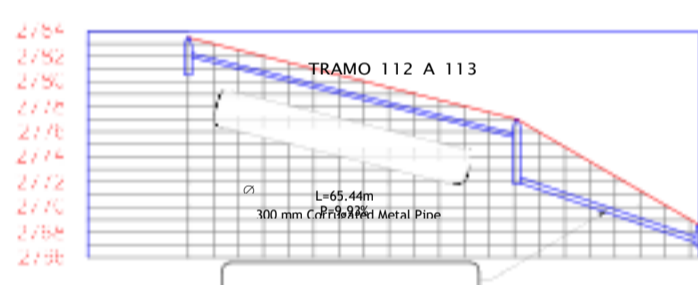
PROYECTO:			
DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO			
PLANO:	DATOS DEL PROYECTO:	REVISOR:	PLANO N.º:
"TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"		DISEÑO:	
TRAMO DE LA LÍNEA:		FECHA:	
		17/03/2023	
		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	



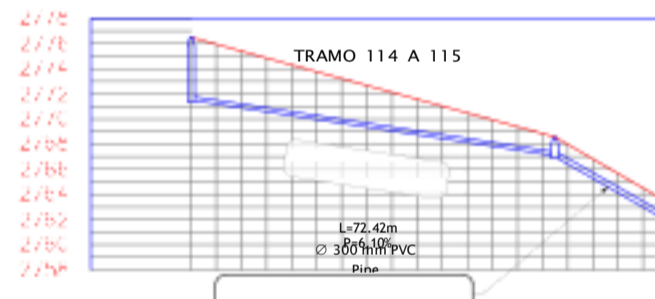
PROGRESIVA	0+00.00	0+55.52	0+88.05	0+120.58	0+161.88	0+203.18	0+250.79	0+398.40
N° PUZL	0	1	2	3	4	5	6	7
ALTURA DE PUZL	0.50	5.00	5.00	3.00	2.50	3.20		2.28
COTA TAPA DE PUZL	2787.50	2792.50	2800.50	2803.50	2806.00	2809.50	2815.50	2827.78
COTA FONDO DE PUZL	2787.00	2787.50	2793.50	2796.50	2798.50	2802.30	2806.30	2815.50



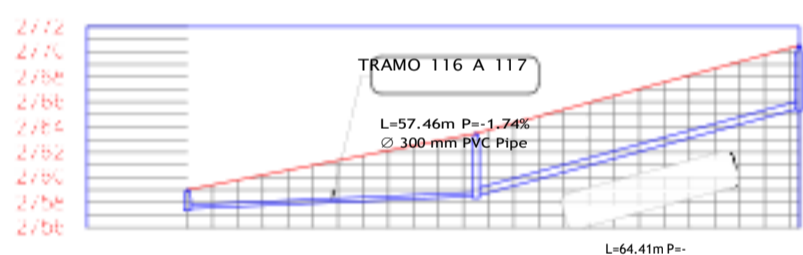
PROGRESIVA	0+000.00	0+058.98	0+110.57	0+142.16	0+186.94
N° PUZL	1	2	3	4	5
ALTURA DE PUZL	0.50	2.28	5.00	5.00	5.00
COTA TAPA DE PUZL	2792.50	2794.78	2799.78	2804.78	2809.78
COTA FONDO DE PUZL	2792.00	2792.44	2797.78	2802.78	2807.78



PROGRESIVA	0+000.00	0+036.33	0+072.66	0+109.00
N° PUZL	1	2	3	4
ALTURA DE PUZL	2.85	5.00	5.00	1.57
COTA TAPA DE PUZL	2790.65	2795.65	2797.65	2796.08
COTA FONDO DE PUZL	2790.80	2793.65	2792.65	2794.51



PROGRESIVA	0+000.00	0+072.42	0+144.84	0+217.26
N° PUZL	1	2	3	4
ALTURA DE PUZL	3.00	4.57	5.00	5.00
COTA TAPA DE PUZL	2777.50	2781.07	2786.07	2791.07
COTA FONDO DE PUZL	2777.50	2783.07	2788.07	2793.07



PROGRESIVA	0+000.00	0+057.46	0+114.92	0+172.38
N° PUZL	1	2	3	4
ALTURA DE PUZL	0.50	5.00	5.00	5.00
COTA TAPA DE PUZL	2792.00	2797.00	2797.00	2797.00
COTA FONDO DE PUZL	2791.50	2792.00	2792.00	2792.00

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

TRAMO DE LA LÍNEA: 12+60

FECHA: 17/10/2023

PLANO N°:

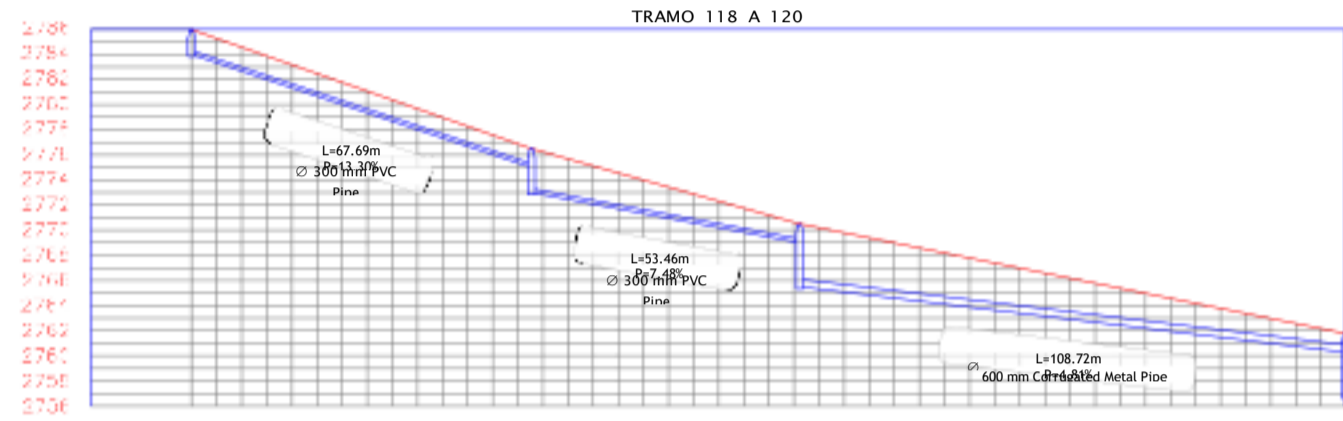
REVISOR:

PROYECTISTA: POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA

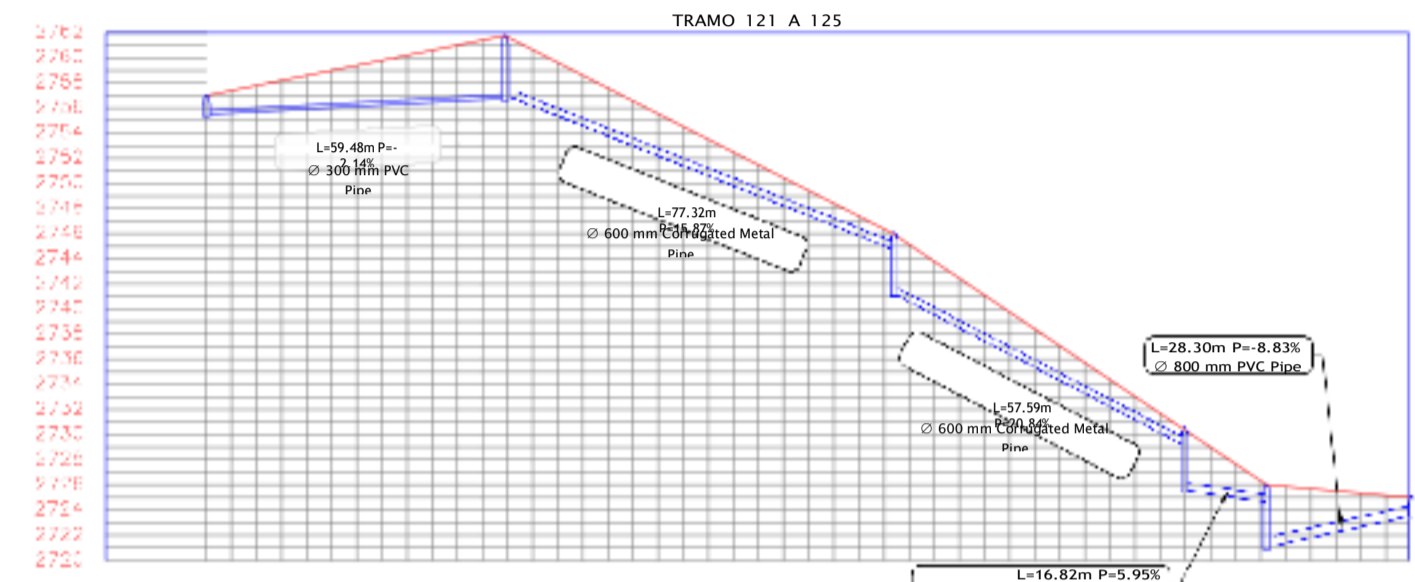
VERIFICADOR: 12+60

FECHA: 17/10/2023

DEC: 2023



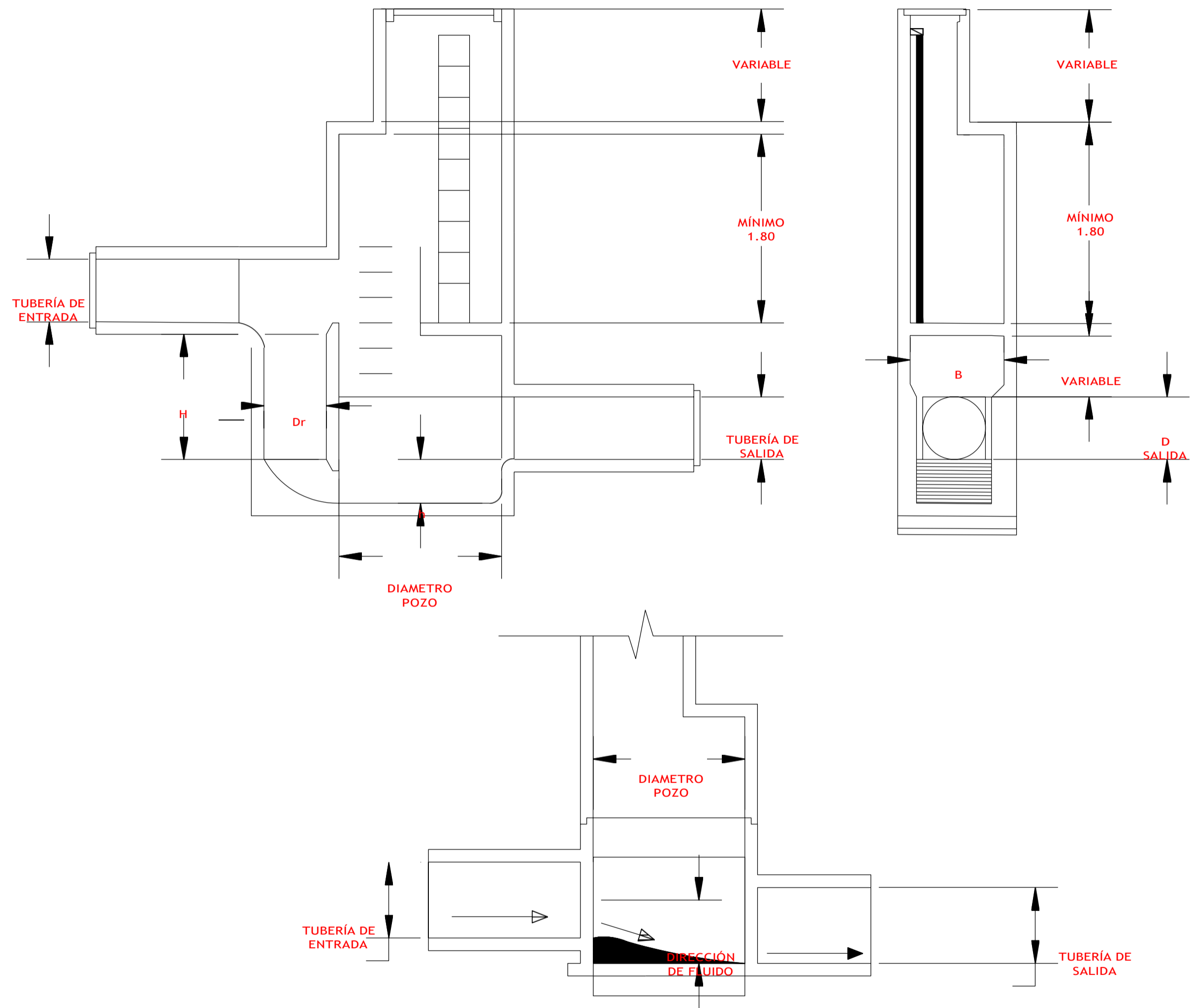
PROGRESIVA	122+00.00	128+00.00	129+00.00	130+00.00
N° POZO		128	129	130
ALTURA DE POZO	1.97	3.50	5.00	5.00
COTA TAPA DE POZO	2785.50	2775.50	2770.50	2765.50
COTA FONDO DE POZO	2784.00	2772.00	2765.00	2756.00



PROGRESIVA	123+00.00	129+00.00	130+00.00	134+00.00	135+00.00	136+00.00	137+00.00
N° POZO		129	130	134	135	136	137
ALTURA DE POZO	1.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	1.50
COTA TAPA DE POZO	2765.50	2765.50	2765.50	2765.50	2765.50	2765.50	2765.50
COTA FONDO DE POZO	2764.00	2760.50	2760.50	2760.50	2760.50	2760.50	2764.00

DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

PROYECTO:		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
"TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"		POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA	
PLANO:	PLANO N°:	08/09	
PLANOS LONGITUDINALES TRAMOS DE APORTE A LA RED SISTEMA DE TUBERIAS Y POZOS	DATOS DEL PROYECTO:	REVISOR:	ING. RUBÉN JERVES
	MARTÍN TOLA	DISEÑO:	SOFTWARE AUTODESK CIVIL 3D
TAMAÑO DE LA LÁMINA:	A1	FECHA:	17/03/2023



PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO			
PLANO: "TRAZO Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO"		UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	PLANO N°:
DATOS DEL PROYECTISTA:		REVISOR:	
TAMAÑO DE LA LAMINA: MARTÍN TOLA		DIBUJOPOLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA A1	
ESCALA: SIN ESCALA	FECHA: DIC. 2023		
DETALLADO REFERENCIAL DE POZOS TIPO 1 Y 2 EMPLEADOS EN EL PROYECTO			

