



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA  
LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA,  
CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingenieros Civiles

**AUTORES:** Alex Darío Calle Perasso  
Erick Daniel Campos Erique

**TUTORA:** María Gabriela Soria Pugo

Quito - Ecuador  
2023


## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Alex Darío Calle Perasso con documento de identificación N° 1726008491 y Erick Daniel Campos Erique con documento de identificación N° 1722123815; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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.

Quito, 31 de julio del 2023

Atentamente,



---

Alex Darío Calle Perasso

1726008491



---

Erick Daniel Campos Erique

1722123815


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

Nosotros, Alex Darío Calle Perasso con documento de identificación N° 1726008491 y Erick Daniel Campos Erique con documento de identificación N° 1722123815; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño del Sistema de Alcantarillado Separado de la Lotización Campos Verdes, Ubicada en la Parroquia Cotogchoa, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 31 de julio del 2023

Atentamente,



---

Alex Darío Calle Perasso

1726008491



---

Erick Daniel Campos Erique

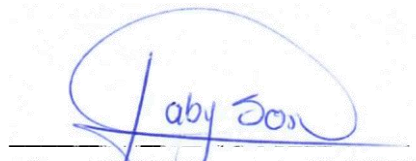
1722123815

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, María Gabriela Soria Pugo con documento de identificación N° 1803981214, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Alex Darío Calle Perasso con documento de identificación N° 1726008491 y por Erick Daniel Campos Erique con documento de identificación N° 1722123815, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 31 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. María Gabriela Soria Pugo, MSc.

1803981214

## **DEDICATORIA**

Dedico de todo corazón este proyecto a mi madre Patricia Perasso y mi tía Miriam Perasso, quienes con su esfuerzo y dedicación han demostrado que cualquier meta es alcanzable. A mis abuelos maternos, quienes con sus valores y cariño me han guiado a ser una persona de bien.

Alex Dario Calle Perasso

## **DEDICATORIA**

Con infinito amor dedico este trabajo de titulación a mis amados padres Marco Campos y Rocío Erique, ya que ellos fueron el pilar fundamental que día a día me motivaban a alcanzar mis sueños mostrándome siempre su ejemplo y apoyándome en cada fase de mi carrera académica y sobre todo en mi vida.

A mis abuelos que hoy en día no pueden estar a mi lado celebrando este logro pero que siempre me enseñaron a ser una buena persona, ser honesto, nunca rendirme hasta alcanzar mis objetivos y ante todo demostrar el amor a cada uno de los miembros de mi familia.

Erick Daniel Campos Erique

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana que por medio de sus docentes han demostrado instruir y formar profesionales de primer mundo. A mi tutora de tesis la ingeniera Gabriela Soria en el desarrollo de este proyecto. Al ingeniero Nelson Pedraza por guiarnos en cada fase del proyecto. A mi compañero de tesis Erick Campos. A mi novia Camila Velastegui. Y a mi familia materna que siempre estuvo apoyándome incondicionalmente.

Alex Dario Calle Perasso

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por siempre recibir a sus estudiantes de la mejor manera y siempre motivarnos a ser mejores personas mediante el ejemplo de sus docentes los cuales transmiten sus experiencias y conocimientos para llegar a ser excelentes profesionales y seres humanos.

A nuestros tutores de tesis la ingeniera Gabriela Soria y al ingeniero Nelson Pedraza quienes nos guiaron paso a paso para lograr el objetivo propuesto compartiéndonos su experiencia, conocimiento, paciencia y consejos.

En tercer lugar, a mis padres ya que por su esfuerzo y apoyo incondicional día a día me proporcionaron los medios necesarios para lograr este gran ansiado objetivo personal.

A mi novia Anahi Pachacama y a su familia quienes me motivaron cada día a lograr un poco más de lo necesario demostrando así las capacidades con las que cuento.

A Alex Calle mi compañero de proyecto ya que sin su conocimiento y apoyo no se podían alcanzar los resultados obtenidos.

Erick Daniel Campos Erique



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	16
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES</b> .....	16
1.1 Introducción .....	16
1.2 Problema de Estudio.....	16
<i>1.2.1 Antecedentes</i> .....	16
<i>1.2.2 Importancia y Alcance</i> .....	16
<i>1.2.3 Delimitación</i> .....	17
1.3 Justificación.....	17
1.4 Objetivos .....	18
<i>1.4.1 Objetivo General</i> .....	18
<i>1.4.2 Objetivos específicos</i> .....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	20
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	20
2.1 Agua potable.....	20
2.2 Sistema de agua potable .....	20
2.3 Aguas residuales domésticas .....	20
2.4 Sistema de alcantarillado.....	20
2.5 Sistema de alcantarillado sanitario .....	21
2.6 Sistema de alcantarillado pluvial.....	21
2.7 Dotación .....	21
2.8 Conexión domiciliaria .....	21
2.9 Aliviaderos .....	22
2.10 Áreas tributarias .....	22
2.11 Caudal máximo instantáneo .....	22
2.12 Coeficiente de retorno. ....	22
2.13 Coeficiente de mayoración.....	22
2.14 Coeficiente de escurrimiento.....	22
2.15 Contribución por infiltración.....	23
2.16 Cunetas .....	23
2.17 Interceptores .....	23
2.18 Período de diseño .....	23
2.19 Periodo de retorno .....	23
2.20 Población futura .....	23

2.21 Pozos de revisión.....	24
2.22 Pozos de salto .....	24
2.23 Sumideros.....	24
2.24 Velocidades máximas .....	24
2.25 Velocidades mínimas .....	24
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>25</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
3.1 Tipo de investigación .....	25
3.2 Métodos de investigación.....	25
3.3 Técnicas de recolección de información .....	26
3.4 Proceso técnico de Ingeniería Civil.....	26
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>29</b>
<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b> .....	<b>29</b>
4.1 Bases de diseño .....	29
4.1.1 <i>Parámetros de diseño</i> .....	29
4.1.2 <i>Periodo de diseño</i> .....	29
4.1.3 <i>Población actual</i> .....	30
4.1.4 <i>Consumo de agua potable</i> .....	30
4.1.5 <i>Dotación</i> .....	30
4.1.6 <i>Áreas de aportación</i> .....	31
4.1.7 <i>Análisis poblacional</i> .....	32
4.1.8 <i>Densidad poblacional</i> .....	34
4.1.9 <i>Población de diseño</i> .....	35
4.1.10 <i>Variación de consumo y caudales</i> .....	35
4.1.11 <i>Alcantarillado</i> .....	37
4.1.12 <i>Coefficiente de mayoración</i> .....	39
4.1.13 <i>Caudal de infiltración</i> .....	40
4.1.14 <i>Caudal de conexiones erradas</i> .....	41
4.1.15 <i>Caudal pluvial</i> .....	42
4.1.16 <i>Intensidad de lluvias</i> .....	42
4.1.17 <i>Periodo de retorno</i> .....	43
4.1.18 <i>Coefficiente de escorrentía</i> .....	43
4.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario .....	45
4.2.1 <i>Alternativa 1 y 2</i> .....	45
4.2.2 <i>Alternativa seleccionada</i> .....	53
4.3 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial .....	53
4.3.1 <i>Alternativa 1 y 2</i> .....	53
4.3.2 <i>Alternativa seleccionada</i> .....	56

4.4 Cálculos del sistema de alcantarillado .....	56
4.4.1 Resumen de cálculos del alcantarillado sanitario. ....	56
4.4.2 Resumen de cálculos del alcantarillado pluvial. ....	58
<b>CAPÍTULO V</b> .....	60
<b>DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO</b> .....	60
5.1 Diseño de la planta de tratamiento .....	60
5.1.1 Canal de acercamiento y rejillas .....	60
5.1.2 Rejilla .....	64
5.1.3 Diseño del tanque Imhoff .....	67
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	79
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b> .....	79
6.1 Presupuesto referencial alcantarillado sanitario y planta de tratamiento .....	79
6.2 Presupuesto referencial alcantarillado pluvial.....	81
<b>CAPÍTULO VII ANÁLISIS AMBIENTAL</b> .....	82
7.1 Estudio del impacto ambiental .....	82
7.2 Antecedentes.....	82
7.3 Objetivo del estudio .....	82
7.4 Descripción general del área de estudio .....	83
7.5 Descripción biofísica.....	83
7.5.1 Flora y Fauna.....	83
7.6 Vulnerabilidad y amenazas.....	84
7.7 Aspectos legales .....	85
7.8 Fases que conforman el proyecto .....	86
7.9 Impactos positivos y negativos .....	87
7.9.1 Impactos positivos .....	87
7.9.2 Impactos negativos .....	88
7.10 Mitigación de los impactos .....	88
<b>CAPÍTULO VIII</b> .....	89
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> .....	89
8.1 Operación .....	89
8.2 Mantenimiento preventivo .....	89
8.3 La verificación periódica de los componentes .....	89
8.4 Mantenimiento periódico de los componentes del sistema.....	89
8.5 Mantenimiento emergente y correctivo.....	89
<b>CONCLUSIONES</b> .....	91
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	93
<b>REFERENCIAS</b> .....	94
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	97
<b>ANEXOS</b> .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tiempos de vida útil sugerida de elementos de un sistema de agua potable.....	29
<b>Tabla 2.</b> Tasa de crecimiento poblacional de la lotización Campos Verdes .....	33
<b>Tabla 3.</b> Coeficiente de retorno para aguas residuales domésticas.....	37
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente de infiltración .....	40
<b>Tabla 5.</b> Aporte máximo por conexiones erradas con sistema pluvial .....	41
<b>Tabla 6.</b> Coeficientes de escorrentía.....	43
<b>Tabla 7.</b> Coeficientes de Manning .....	48
<b>Tabla 8.</b> Tipos de pozos .....	49
<b>Tabla 9.</b> Tabla de velocidades máximas .....	51
<b>Tabla 10.</b> Tabla de cálculos de descarga 1 del alcantarillado sanitario .....	57
<b>Tabla 11.</b> Tabla de cálculos de descarga 2 del alcantarillado sanitario.....	57
<b>Tabla 12.</b> Tabla de cálculos de descarga 3 del alcantarillado sanitario .....	58
<b>Tabla 13.</b> Tabla de cálculos de descarga 1 del alcantarillado pluvial .....	58
<b>Tabla 14.</b> Tabla de cálculos de descarga 2 del alcantarillado pluvial .....	59
<b>Tabla 15.</b> Tabla de cálculos de descarga 3 del alcantarillado pluvial .....	59
<b>Tabla 16.</b> Parámetros de diseño para la descarga 1 .....	66
<b>Tabla 17.</b> Parámetros de diseño para la descarga 2 .....	66
<b>Tabla 18.</b> Coeficiente de capacidad .....	70
<b>Tabla 19.</b> Digestión de lodos en días .....	70
<b>Tabla 20.</b> Parámetros de diseño tanque Imhoff para descarga 1.....	77
<b>Tabla 21.</b> Parámetros de diseño tanque Imhoff para descarga 2.....	78
<b>Tabla 22.</b> Presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado sanitario.....	80
<b>Tabla 23.</b> Presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado pluvial .....	81
<b>Tabla 24.</b> Tabla de instrumentos legales aplicados.....	86
<b>Tabla 25.</b> Etapas del proyecto.....	87
<b>Tabla 26.</b> Verificación de los componentes correspondientes al mantenimiento emergente y correctivo.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Lugar del proyecto .....	17
<b>Figura 2.</b> Clasificación en zonas del proyecto .....	32
<b>Figura 3.</b> Dimensiones de la tubería de la quebrada "Conejeros" .....	46
<b>Figura 4.</b> Lotización campos verdes.....	83
<b>Figura 5.</b> Flora y fauna de la lotización campos verdes .....	84
<b>Figura 6.</b> Zona sísmica y mapa de inundaciones del Ecuador .....	85

## RESUMEN

El proyecto a diseñarse se centra en una red de alcantarillado pluvial y sanitario junto al diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para la lotización Campos Verdes, que se encuentra ubicada en la parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui. El área de estudio abarca 19 hectáreas y se prevé que la población futura será de 932 habitantes. El objetivo en el que se enfoca el proyecto es diseñar la red de alcantarillado separado, cumpliendo con las normativas establecidas, asegurando así un nivel de vida adecuada para los residentes del lugar. Esto se logrará mediante la implementación de un sistema de alcantarillado que asegure su correcto funcionamiento durante su periodo de diseño. Para el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado, se inicia siguiendo las pautas establecidas por las bases de diseño del GADMUR complementada por la normativa INEN. Esto implica realizar una inspección exhaustiva del área del proyecto, considerando las condiciones topográficas y la densidad de población presentes en la zona. Es importante considerar estos factores para garantizar un diseño adecuado y eficiente de la red de alcantarillado separado. Para el diseño de la red de alcantarillado, se parte de la implementación de diámetros mínimos de tubería, pendientes del 1 % y velocidades mínimas de 0.45 m/s- 0.6 m/s. El sistema de alcantarillado pluvial propuesto parte con una longitud total de 2106.68 metros en el cual se producen 3 distintas descargas con caudales de 1209,129 lt/s, 554,276 lt/s y 1050.702 lt/s, con diámetros de tuberías PVC que parten desde los 300 mm hasta alcanzar 1100 mm ubicados en el centro del eje de la vía. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se diseña para una longitud total de la red de 2125,963 metros, con diámetros de tubería de PVC de 200 y 300 mm generando 2 caudales de descarga de 6.66 lt/s y 9.08 lt/s que posteriormente se conectarán a dos distintas plantas de tratamiento para su debido proceso.

**Palabras clave:** Sistema de alcantarillado separado, pozos de revisión, colectores, sumideros, planta de tratamiento

## ABSTRACT

The project to be designed focuses on a storm and sanitary sewerage network together with the design of a domestic wastewater treatment plant for the Campos Verdes housing development, located in the parish of Sangolquí, Rumiñahui canton. The study area covers 19 hectares and the future population is expected to be 932 inhabitants. The objective of the project is to design a separate sewerage network, complying with the established regulations, thus ensuring an adequate standard of living for the residents of the area. This will be achieved through the implementation of a sewerage system that will ensure its proper functioning during its design period.

For the development of the sewerage system design, we start by following the guidelines established by the GADMUR design bases complemented by INEN regulations. This involves a thorough inspection of the project area, considering the topographic conditions and the population density present in the area. It is important to consider these factors to ensure an adequate and efficient design of the separate sewerage network.

For the design of the sewerage network, the starting point is the implementation of minimum pipe diameters, slopes of 1% and minimum velocities of 0.45 m/s-0.6 m/s. The proposed storm sewer system has a total length of 2106.68 meters, with three different discharges with flow rates of 1209,129 lt/s, 554,276 lt/s and 1050,702 lt/s, with PVC pipe diameters ranging from 300 mm to 1100 mm located in the center of the road axis.

For the design of the sanitary sewerage system, the total length of the network is 2125,963 meters, with PVC pipe diameters of 200 and 300 mm, generating two discharge flows of 6.66 lt/s and 9.08 lt/s, which will later be connected to two different treatment plants for processing.

**Keywords:** Separate sewerage system, manholes, sewers, sumps, treatment plant

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

### **1.2 Problema de Estudio**

Ante la carencia de una red de alcantarillado que se encargue de la recolección, conducción y tratamiento de las aguas negras producidas por el consumo de agua potable de uso doméstico, aguas provenientes de precipitaciones de aguas lluvia y debido al uso de sistemas como pozos sépticos, surge la necesidad del diseño del sistema de alcantarillado separado, con el objeto de cubrir las necesidades básicas de los habitantes de la comunidad de Campos Verdes, ubicada en la parroquia Cotogchoa.

#### ***1.2.1 Antecedentes***

En la conformación de la lotización Campos Verdes, no se planteó el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, que se encargue de la recolección de este caudal. Esto implica una reducción en la calidad de vida, provocando problemas de salubridad a los habitantes de esta comunidad.

Actualmente los miembros de la comunidad disponen las aguas residuales en sistemas precarios como es el uso de zanjas de infiltración, pozos o tanques de digestión, limitando así la calidad de vida y el nivel socioeconómico de los mismos.

#### ***1.2.2 Importancia y Alcance***

Ante la carencia de una red de alcantarillado que se encargue del correcto manejo de las aguas negras y aguas lluvia, han surgido problemas de carácter ambiental como es la acumulación de caudales en calzadas o terrenos, provocando enfermedades hídricas.

El diseño de un sistema de alcantarillado separado en la lotización Campos Verdes, es de suma importancia ya que se va a poder solventar las necesidades de la población ante la captación, traslado y tratamiento de las aguas negras producidos por el consumo de agua potable, junto con el caudal pluvial proveniente de las precipitaciones.



Al diseñar esta red de alcantarillado, se pretende cubrir las necesidades hidrosanitarias de los habitantes, dándole así un correcto manejo de las aguas servidas y pluviales mejorando el nivel de vida.

### **1.2.3 Delimitación**

La lotización Campos Verdes se encuentra ubicada en el cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, alrededor de 7 Km de la ciudad de Sangolquí. El proyecto limita por el norte por la calle “De los Arupos” de la urbanización Colegio de Economistas; al sur por la vía “Camino Pasochoa”; al este por la quebrada “Las Lanzas”; y al oeste por la vía “David Alaluf”. La superficie que comprende la totalidad del proyecto es de 40 Ha. A continuación, en la figura 1 se indica la delimitación geográfica donde se da lugar el proyecto.

#### **Figura 1**

*Lugar del proyecto*



*Nota.* La figura muestra el lugar del proyecto. Elaborado por: Los autores

### **1.3 Justificación**

Hoy en día la lotización Campos Verdes, ubicada en el cantón Rumiñahui, cuenta únicamente con un sistema de dotación de agua potable proporcionada por la junta de agua potable y saneamiento Sana Cuendina, correspondiente al distrito metropolitano de Quito, pero en su planificación inicial no se planteó la edificación de un sistema de alcantarillado separado. Ante esta problemática lo que se busca generar un estudio hidrosanitario para la

implementación de una red de alcantarillado sanitario y pluvial. En consecuencia, se llevarán a cabo actividades como son levantamiento de perfiles de las vías que delimitan el proyecto, encuesta socioeconómica, levantamiento catastral de la infraestructura sanitaria existente y documentación arquitectónica de la lotización emitida por el GADMUR.

La formulación del diseño busca solucionar la problemática antes mencionada como una opción técnica, conjuntamente cumpliendo con las normativas vigentes de diseño planteadas por la DAPA-GADMUR, mejorando así el nivel de vida de los habitantes que forman parte de la lotización Campos Verdes.

Para el diseño del proyecto se cuenta con información necesaria como curvas de nivel, altimetría, planimetría y delimitación de los predios que se ubican dentro del alcance del proyecto, que ayudarán en el posterior análisis y diseño de un sistema de alcantarillado separado.

La construcción del sistema de alcantarillado será proyectada para tener una vida útil de 25 años tomando en cuenta 24 horas diarias de funcionamiento, proporcionando un servicio ininterrumpido a las personas beneficiadas del proyecto de alcantarillado.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Diseñar la red de alcantarillado separado para la lotización Campos Verdes, cumpliendo con las normativas de diseño establecidas por la DAPA y por las normativas hidrosanitarias vigentes en el país, con el fin de solventar los inconvenientes de saneamiento y evacuación de aguas lluvias.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

Diseñar la red de alcantarillado separado, utilizando la normativa vigente a nivel nacional y nivel cantonal, mejorando así el nivel de vida y evitando las enfermedades hídricas.

Recopilar información actualizada de la infraestructura de agua potable y alcantarillado existente, mediante el levantamiento catastral, aplicación de encuestas socioeconómicas y de servicios básicos, con el objetivo de diseñar la red de alcantarillado separado.

Diseñar la planta de tratamiento, a partir de los caudales sanitarios, la cual se encargue del trato de las aguas servidas para su posterior descarga.

Realizar un presupuesto referencial de la alternativa óptima que se va a aplicar al sistema de alcantarillado separado.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Agua potable**

Es un agua que es idónea para el uso humano ya que sus cualidades tanto físicas, químicas y microbianas han sido previamente procesadas (Lliguin & Tinoco, 2022). Con el continuo crecimiento urbano hacia zonas rurales el consumo de agua potable ha incrementado considerablemente, convirtiéndose así en un recurso de uso vital para la población.

### **2.2 Sistema de agua potable**

Conforme lo mencionado por la (SENAGUA, 2016) es el, “Conjunto de obras necesarias para: captar, conducir, potabilizar, almacenar y distribuir agua apta para el consumo humano” (p. 33). Teniendo en cuenta esto podemos decir que una red de agua potable es un sistema constituido de estructuras que cumplen una determinada función con el objetivo de captar las aguas domésticas y pluviales.

### **2.3 Aguas residuales domésticas**

Las aguas negras o aguas residuales según el (CPE INEN 5, 2003) son, “Desechos líquidos provenientes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales” (p. 181). Esto indica que el origen de estas aguas es únicamente de actividades domésticas y debido al metabolismo humano.

### **2.4 Sistema de alcantarillado**

Es un sistema de uso vital al realizar cualquier tipo de obra civil llegando a formar un sistema conformado por un “Conjunto de tuberías y obras complementarias necesarias de recolección de aguas residuales y/o pluviales” (CPE INEN 5, 2003, p. 183). El mecanismo de recolección de las aguas residuales de este tipo de sistema es mediante sumideros y acometidas domiciliarias evitando así enfermedades, contaminación ambiental y acumulación de caudales en la calzada.

## **2.5 Sistema de alcantarillado sanitario**

La forma de recolección de los caudales sanitarios se lo realiza mediante un sistema de tuberías la cual se encarga de la captación de las aguas residuales provenientes del consumo humano con el objetivo de conducirlo de manera eficaz y segura hacia la fase de tratamiento dándole un nivel de tratamiento adecuado para su posterior descarga en zonas previamente planificadas que no generen inconvenientes a la población (Hidalgo & Maldonado, 2022).

La disposición de las aguas domésticas hacia su tratamiento ayuda a reducir el volumen de contaminación que es descargada a los ríos y quebradas.

## **2.6 Sistema de alcantarillado pluvial**

Este sistema se encarga de la captación, transporte y correcta disposición de las de los caudales provenientes de las aguas lluvia (CPE INEN 5, 2003). Al recolectar estos caudales se evita la acumulación de los mismo en las vías que limita el acceso de la población.

## **2.7 Dotación**

Se considera dotación a la porción de agua potable que usa una persona en un día promedio, considerando también los caudales de origen doméstico, industrial y comercial (CPE INEN 5, 2003).

La dotación toma en cuenta en su cálculo recomendaciones como las dotaciones establecidas por entidades públicas, condiciones climáticas del lugar, existencia de industrias o comercios, riego de jardines y protección contra incendios (Arellano et al., 2018).

## **2.8 Conexión domiciliaria**

La conexión domiciliaria se la puede definir como un sistema hidrosanitario instalado con el objetivo de conducir las aguas de origen doméstico o aguas negras hacia el sistema de alcantarillado sanitario correspondiente a cada predio (Estrada, 2017). Estos elementos pueden ser de materiales como hormigón armado, PVC, etc.

## **2.9 Aliviaderos**

Son los sistemas encargados de conducir los caudales excedentes que saturan el sistema y desviarlos a un cuerpo receptor, normalmente situadas por debajo de la red (EMAAP-Q, 2009). Encargándose así de la seguridad del proceso, evitando que su nivel máximo no sea sobrepasado y exista un desbordamiento en la estructura.

## **2.10 Áreas tributarias**

Las áreas tributarias se las definen como las superficies que aportan ya sea un caudal sanitario o pluvial al sistema de alcantarillado (CPE INEN 5, 2003). Siendo de esta manera un área determinada que contribuye al caudal de diseño.

## **2.11 Caudal máximo instantáneo**

Es el caudal máximo de aguas residuales que las obras van a entregar en cualquier año de funcionamiento del sistema de la red, generalmente al final de este (CPE INEN 5, 2003).

## **2.12 Coeficiente de retorno.**

El coeficiente de retorno es la correlación existente entre los caudales residuales originados y el agua potable empleado (CPE INEN 5, 2003).

## **2.13 Coeficiente de mayoración**

El coeficiente de mayoración se lo puede definir como la relación existente entre los caudales máximos instantáneos y los caudales medios diarios (CPE INEN 5, 2003). Siendo así la correlación entre el caudal máximo que recibe la red y el consumo de agua promedio en un año.

## **2.14 Coeficiente de escurrimiento**

Es la relación entre la cantidad de caudal proveniente del escurrimiento superficial una vez saturado el suelo y los eventos de precipitación que general escorren. Esta componente obedece a la capacidad de infiltración del estrato o superficie y a la ocupación de este (Cabay & Hervas, 2020).

### **2.15 Contribución por infiltración.**

Se define como el caudal adicional que se incorpora a la red de alcantarillado debido a la mala calidad de las conexiones o debido a algún defecto en las mismas, provenientes de precipitaciones o de aguas freáticas (CPE INEN 5, 2003).

### **2.16 Cunetas**

Son estructuras de conducción ubicados a los costados de las calles y vías que se encargan de la recolección de los caudales provenientes de aguas lluvia hasta sumideros que posteriormente son incorporados al sistema de alcantarillado pluvial (CPE INEN 5, 2003).

### **2.17 Interceptores**

Son “Colectores que conducen las aguas negras de un sistema de alcantarillado combinado hacia la planta de tratamiento” (CPE INEN 5, 2003, p. 182). Siendo de esta manera un sistema que mejora el saneamiento de las aguas residuales.

### **2.18 Período de diseño**

Se considera periodo de diseño al tiempo de vida útil en donde será 100% eficiente, desarrollando su capacidad máxima. También se lo puede definir como la etapa en la cual al final de esta el sistema trabajará en un nivel de saturación (NTE INEN 1108, 2014).

### **2.19 Periodo de retorno**

Es el tiempo promedio en años, en donde un evento de precipitación será igualado o excedido (CPE INEN 5, 2003).

### **2.20 Población futura**

La población futura depende de la tasa de crecimiento poblacional de esa zona y se define como la cantidad de habitantes que se prevé que habiten en el lugar al final del periodo de diseño del sistema de alcantarillado (CPE INEN 5, 2003).

### **2.21 Pozos de revisión**

Se define como estructuras diseñadas para permitir el acceso a los colectores del sistema de alcantarillado, colocadas al principio de cada tramo, llamados pozos de cabecera. También se los ubica en cambios de dirección, pendiente y de la sección de tubería y su distancia máxima 80 metros en pendientes mayores a 10% y 100 metros en pendientes menores a 10% (Pulamarin, 2016)

### **2.22 Pozos de salto**

Se los puede definir como estructuras conformadas por una zona formada por un desnivel usado para superar la diferencia de alturas existente entre la entrada de la tubería y la salida de esta (Castillo & Ullaguari, 2018).

### **2.23 Sumideros**

Los sumideros son estructuras o componentes conformados por rejillas los cuales permiten el paso de los caudales generados por eventos de precipitación (CPE INEN 5, 2003). Siendo así estructuras que se encargan de recolectar la escorrentía superficial, conduciéndola al sistema de alcantarillado.

### **2.24 Velocidades máximas**

En una red de alcantarillado, el control de velocidades de flujo está definidas por normativa y dependen del tipo de material con el que están fabricada. También se lo define como la velocidad máxima que pueden llegar a alcanzar los caudales con el objetivo de evitar desgaste y erosión de las tuberías del sistema (CPE INEN 5, 2003).

### **2.25 Velocidades mínimas**

Se define como la velocidad mínima que deben alcanzar las aguas residuales con el objetivo de fin de evitar el asentamiento o decantación del material sólido (CPE INEN 5, 2003).



## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo de investigación**

Para el diseño de este proyecto técnico se aplicarán las investigaciones exploratoria y descriptiva, las cuales ayudarán a determinar las características de las investigaciones que tendrán lugar, con el fin de alcanzar los objetivos previamente establecidos.

Al no tener información actualizada del tipo de infraestructura que existe hoy en día en la zona del proyecto, se aplicará la investigación exploratoria, llevando a cabo visitas e inspecciones en la zona, determinando que tipo de infraestructura podría existir y determinando que tipo de trabajo se debe llevar a cabo a futuro.

Una vez obtenidos los datos actualizados necesarios para el diseño del sistema, se determinará si han surgido nuevos problemas, variables, supuestos y si posteriormente se debe llevar a cabo una investigación rigurosa y más elaborada (Nicomedes, 2018). De esta manera se puede plantear el problema con el fin de plantear una investigación más precisa o desarrollar una hipótesis.

Se aplicará el método de investigación de tipo descriptiva o también conocida como investigación inicial, la cual se basa en realidades, en hechos para alcanzar una correcta interpretación de los datos que obtendremos (Grajales, 2000). La finalidad de esta investigación es recolectar la mayor cantidad de datos mediante el uso de encuestas con el fin de determinar la población existente en la lotización Campos Verdes para el año en el que se desarrollara el diseño. Con esto se pretende probar la hipótesis o responder preguntas que surgen en el proyecto.

### **3.2 Métodos de investigación**

Los métodos de investigación que se aplicarán en el proyecto técnico serán el método deductivo e inductivo, ya que se realizará un análisis en el que se decidirá si las soluciones particulares que se propondrán se aplicarán a todos los casos que existan, reflejando algo en

común entre ellos o si en consecuencia se llegan a conclusiones individuales o particulares para cada caso.

Se van a plantear diferentes alternativas con el fin de determinar cuál de ellas es la solución óptima para este proyecto en específico, los cuales están en función de la topografía, presupuesto, actividad económica, entre otros.

La característica principal del método inductivo es plantear un análisis que va desde lo más pequeño hasta llegar a algo general, siendo de esta manera lo opuesto al método deductivo el cual se encarga de determinar las características específicas de algo particular que parte de una ley de carácter general formulada previamente (Abreu, 2014). Este método se aplicará al proyecto técnico al momento de decidir si se aplica una solución a toda la lotización o si se toma soluciones particulares de diseño.

### **3.3 Técnicas de recolección de información**

En la resolución del proyecto se utilizarán diferentes instrumentos de investigación como son las normativas vigentes en el país como son las normativas CPE INEN 5, 1992, NTE INEN 1108 (norma técnica ecuatoriana), 2014, norma CO 10.7 – 602 (SENAGUA), 2016, bases de diseño del GADMUR-DAPA, 2022, PDYOT GADMUR-RUMIÑAHUI, 2020. Investigación que se complementa con la obtención de datos confiables de fuentes como artículos académicos, sitios web, revistas científicas, libros y la información proporcionada por parte de GADMUR-RUMIÑAHUI.

### **3.4 Proceso técnico de Ingeniería Civil**

El proceso que se llevará a cabo para el diseño del sistema de alcantarillado separado en primera instancia se enfoca en la recolección de la información existente del lugar en este caso la información correspondiente a la lotización Campos Verdes, obtenida a través de las diferentes direcciones del Municipio de Rumiñahui.

Determinar que normativas vigentes en el país, van a ser aplicadas en el desarrollo del proyecto el cual, en este caso, van a estar enfocadas en el diseño del alcantarillado separado en una zona rural.

Realizar un estudio de los datos existentes de la lotización mediante el uso de los planos urbanísticos, infraestructura vial, infraestructura hidrosanitaria, población, dotación, altimetría y planimetría.

Posterior a este análisis se debe llevar a cabo el recorrido total del lugar del proyecto, con el fin de conocer la zona en la que se encuentra este e identificar que otro tipo de problemas que existen y las soluciones que podrían darse. Junto con este reconocimiento se realiza el levantamiento catastral de los sistemas de infraestructura existentes de agua potable y alcantarillado, recabando así toda la información disponible del lugar, para realizar la evaluación hidrosanitaria de los sistemas antes mencionados, los cuales guiarán para plantear el diseño de un nuevo sistema o la utilización de las redes existente, en un sistema que se acople a las necesidades de la lotización.

Realizar la encuesta socioeconómica y servicios básicos (sistema de agua potable) de la población para determinar el consumo de agua potable y posterior captación de aguas negras, las cuales nos ayudarán en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario.

Realizar los cálculos del periodo de diseño del sistema, población de diseño, densidad poblacional, población futura, dotación, áreas tributarias, caudales de diseño, diseño de la red de alcantarillado separado.

Análisis de resultados obtenidos y la determinación de la alternativa óptima, que se aplicará al sistema de alcantarillado separado.

Realización del presupuesto referencial, precios unitarios y análisis de programación de obra de la alternativa seleccionada.

Elaboración de planos de diseño de la alternativa seleccionada.

Realizar un estudio de los resultados obtenidos de los cálculos, con el fin de verificar que cumplan con los rangos definidos por las diferentes normativas usadas para determinar la solución más idónea del proyecto.

## CAPÍTULO IV DISEÑO DEL SISTEMA

### 4.1 Bases de diseño

#### 4.1.1 Parámetros de diseño.

Los parámetros aplicados en el diseño de este sistema de alcantarillado separado fueron proporcionados por la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado (DAPA) del municipio de Rumiñahui, siendo este más específico al lugar en donde se diseñará el sistema. Junto con estas bases de diseño se aplican las normativas CPE INEN 5 y de la EPMAPS para puntos más generales.

#### 4.1.2 Periodo de diseño

Para determinar el periodo de diseño de la red de alcantarillado se debe considerar que este depende del tiempo de vida útil de todos los elementos que lo conforman, cumpliendo siempre con un adecuado funcionamiento de este. El tiempo de vida útil recomendado por la CPE INEN 5 es de 25 años para colectores principales y secundarios con material de PVC garantizando así su correcto funcionamiento durante el desarrollo de su capacidad máxima. En la siguiente tabla, se muestra el periodo de diseño para componentes de una red de agua potable.

**Tabla 1**

*Tiempo de vida útil sugerida de elementos de un sistema de agua potable*

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa CPE INEN 5 (2003).

#### **4.1.3 Población actual**

Para determinar la población que reside actualmente en la lotización Campos Verdes, se realizaron catastros poblacionales puerta a puerta, con los cuales se llegó a la conclusión de que actualmente viven 104 personas en los predios de esta. A la par de esta información se determinó que parte de las personas que viven en la lotización, les dan a estas residencias un uso de descanso, de fin de semana o vacacional.

#### **4.1.4 Consumo de agua potable**

El cálculo del consumo de agua potable se llevó a cabo mediante la aplicación de catastros que constaron del registro de infraestructura de agua potable, a través de los medidores existentes en la zona clasificando cuales de ellos funcionan correctamente, cuales tienen una medición regresiva y cuáles de ellos no funcionaban. Se determinó de que en la lotización existen 20 medidores, de los cuales 6 no funcionan y no se tomaron en cuenta en el registro, en 3 de estos no se realizó el registro debido a que nadie reside en el lugar, tomando en cuenta 11 medidores con un correcto funcionamiento.

Las mediciones se registraron al cabo de 8 días calendario y todas fueron tomadas a la misma hora, las cuales fueron registradas de 9:00am a 10:30am y mostrando un consumo total de 171,54 m<sup>3</sup> de agua potable durante la realización del catastro.

#### **4.1.5 Dotación**

En cuanto a la porción de agua que usa una persona diariamente, se determinó una dotación real con la información obtenida en campo a través de catastros realizados previamente. El cálculo de la dotación se consigue aplicando la ecuación 1 que se indica, la cual divide el consumo de agua potable de la lotización para el total de los habitantes y todo esto dividido para el número de días que llevó el catastro para obtener una dotación en lt/hab/día.

$$\text{Dotación real} : \frac{\frac{\text{Consumo AP}}{\text{Pob. actual}}}{\text{Catastro AP}} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

ConsumoAP: Consumo de agua potable en la lotización (lt)

Pob. actual: Población actual de la lotización (hab.)

Catastro AP: Catastro de agua potable en la lotización (día)

$$\text{Dotación real} : \frac{\frac{171539,6}{104}}{8}$$

$$\text{Dotación real} : 206 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} \frac{\text{}}{\text{día}}$$

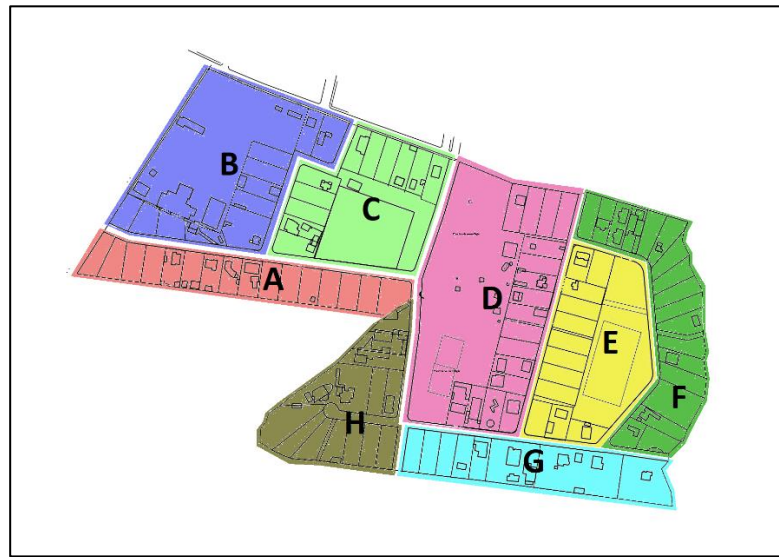
Tomando en cuenta la población actual y el consumo de agua por habitante, podemos concluir que la dotación de agua específica para la lotización Campos Verdes es de 206 lt/hab/día y el cual será utilizado para posteriores cálculos, pese a que las bases de diseño de la DAPA definen un valor de dotación de agua potable de 250 lt/hab/día, utilizando la dotación calculada a partir del catastro realizado previamente.

#### **4.1.6 Áreas de aportación**

Para delimitar las superficies de aportación del proyecto, se clasificó para el mismo en 8 zonas enumeradas de la letra A hasta la H, determinando así que las áreas que comprenden los lotes edificables son de 14,8Ha, mientras que las áreas que comprenden lotes edificables junto con áreas verdes son de 19Ha las cuales serán usadas en los diseños del sistema de alcantarillado. En la figura 1 se indica la clasificación de las superficies en zonas dentro de la lotización.

## Figura 2

### *Clasificación en zonas del proyecto*



*Nota.* La figura muestra la clasificación en zonas del proyecto. Elaborado por: Los autores.

#### ***4.1.7 Análisis poblacional***

El cálculo la población futura aplica tres métodos de los más utilizados y son el método aritmético, geométrico y exponencial, y tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional que tiene el lugar donde se encuentra el sistema, la cual consta en el PDYOT del año 2020-2045 del GADMUR, que define una tasa de crecimiento poblacional para la zona de Campos Verdes de 8,77% con el código 188. A continuación, se indica la tasa de crecimiento poblacional.



**Tabla 2**

*Tasa de crecimiento poblacional de la lotización Campos Verdes*

Tasa de crecimiento poblacional urbana Rumiñahui 2020-2045	
Código	Tasa de crecimiento poblacional (%)
188	8,77

*Nota.* Tabla de datos obtenidos de GADMUR (2023).

#### **4.1.7.1 Método aritmético.**

Para el cálculo de la población futura a través del método aritmético considera un crecimiento poblacional lineal y constante como se muestra en la ecuación 2.

$$Pf = Pa * (1 + tc * t) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Pf: Población futura (hab.)

Pa: Población actual (hab.)

tc: Tasa de crecimiento (hab./año)

t: Periodo de diseño (años)

$$Pf = 104 * (1 + 8,77\% * 25)$$

$$Pf = 332 \text{ hab}$$

#### **4.1.7.2 Método geométrico.**

El método geométrico considera un crecimiento poblacional el cual es proporcional a la dimensión de esta, como se muestra en la ecuación 3.

$$Pf = Pa * (1 + tc)^t \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Pf = Población futura (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

tc = tasa de crecimiento (habitante/año)

t = Periodo de diseño (años)

$$Pf = 104 * (1 + 8,77\%)^{25}$$

$$Pf = 851 \text{ hab}$$

#### 4.1.7.3 Método exponencial.

Este método considera un crecimiento poblacional exponencial, el cual requiere valores de población actual y de por lo menos 3 censos. En la ecuación 4 se indica el cálculo de la población futura.

$$Pf = Pa * e^{B*t} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Pf = Población futura (hab.)

Pa = Población actual (hab.)

B = tasa de crecimiento (hab./año).

t = Periodo de diseño (años).

$$Pf = 104 * e^{8,77\%*25}$$

$$Pf = 932 \text{ hab}$$

Mediante los cálculos mostrados anteriormente, se asume una población futura de 932 habitantes determinado mediante la ecuación el método exponencial.

#### 4.1.8 Densidad poblacional

Es la cantidad de personas que habitan por cada una de las hectáreas y se lo determina mediante la ecuación 5 mostrada a continuación.

$$Dp = \frac{Pf}{A} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

$Dp$  = Densidad poblacional (hab./Ha)

$Pf$  = Población futura (hab.)

$A$  = Área habitable (Ha)

$$Dp = \frac{932}{14,8}$$

$$Dp = 63 \text{ hab/Ha}$$

#### **4.1.9 Población de diseño**

La población de diseño es la población que se prevé se desarrollará el proyecto durante el periodo de vida útil del sistema de alcantarillado contemplando un correcto funcionamiento de este. Mediante la ecuación 6 se determina la población de diseño.

$$Pob. \text{Diseño} = Dp * At \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

$Pob. \text{Diseño}$  = Población de diseño (hab.)

$Dp$  = Densidad poblacional (hab./Ha)

$At$  = Área total (Ha)

$$Pob. \text{Diseño} = 63 * 19$$

$$Pob. \text{Diseño} = 1198 \text{ hab}$$

#### **4.1.10 Variación de consumo y caudales**

##### **4.1.10.1 Caudal medio diario.**

Este caudal considera el uso de agua potable realizado por la población en un día. Para determinar este caudal se aplicará la ecuación 7 como se muestra a continuación.

$$Qm = \frac{Pf * Dot}{86400} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

$Qm$ : Caudal medio diario (lt/s)

Pf: Población futura (hab)

Dot: Dotación de agua (lt/hab/día)

$$Qm = \frac{1198 * 206}{86400}$$

$$Qm = 2,86 \text{ lt/s}$$

#### **4.1.10.2 Caudal máximo diario.**

Este caudal proviene del consumo máximo de agua potable de una persona en el tiempo de 1 año. Para calcular el caudal máximo diario se aplica la ecuación 8 que menciona al coeficiente de variación de consumo máximo, que es definido por las bases de diseño del GADMUR con 1,5.

$$QMD = Qm * KMD \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario (lt/s)

KMD: Coeficiente de variación del consumo máximo diario. La norma recomienda un valor de  $KMD = 1,5$  (GADMUR, 2022).

$$QMD = 2,86 * 1,5$$

$$QMD = 4,29 \text{ lt/s}$$

#### **4.1.10.3 Caudal máximo horario.**

Es el caudal límite que produce una persona en una hora determinada del día, al aplicar la ecuación 9 se toma en cuenta un coeficiente de variación del consumo máximo horario definido por el GADMUR igual a 2,3 según las bases de diseño.

$$QMH = Qm * KMH \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario (lt/s)

KMH: Coeficiente de variación del consumo máximo horario. La norma recomienda un valor de  $KMH = 2,3$  (GADMUR, 2022).

$$QMH = 2,86 * 2,3$$

$$QMH = 6,57 \text{ lt/s}$$

#### 4.1.11 Alcantarillado

##### 4.1.11.1 Coeficiente de retorno.

Es la cantidad de agua potable que se convierten en aguas servidas, el cual es determinado por la EMAAP-Q, (2009), que depende del nivel de complejidad de la red de alcantarillado. A continuación, se indican los valores del coeficiente de retorno para aguas servidas domésticas.

**Tabla 3**

*Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas*

Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas	
Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio alto y alto	0.8-0.85

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

En el diseño del sistema de alcantarillado se asume un nivel de complejidad del sistema bajo y medio, determinando así un valor de 0,8.

##### 4.1.11.2 Caudal de diseño.

Para definir este caudal, se tomará en cuenta todos los caudales que existirán en la lotización siendo estos, el caudal doméstico, caudal pluvial, de conexiones erradas, de infiltración y descartando los caudales industriales y comerciales que no existirán en el área del proyecto.

$$Qdis = Qdom + Qinf + Qerr + Qpluv \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

Qdis: Caudal de diseño (lt/s)

Qdom: Caudal doméstico (lt/s)

Qinf: Caudal de infiltración (lt/s)

Qerr: Caudal de conexiones erradas (lt/s)

Qpluv: Caudal pluvial (lt/s)

#### 4.1.11.3 Caudal medio doméstico.

$$Q_{med - dom} = \frac{Pob * Dot * R}{86400} \quad Ec. 11$$

Donde:

Qmed-dom: Caudal medio doméstico (lt/s)

R: Coeficiente de retorno (adim.)

$$Q_{med - dom} = \frac{1116 * 212 * 0,8}{86400}$$

$$Q_{med - dom} = 2,29 \text{ lt/s}$$

#### 4.1.11.4 Caudal de diseño doméstico.

$$Q_{dis - dom} = Q_{med - dom} * M \quad Ec. 12$$

Donde:

Qdis-dom: Caudal de diseño doméstico (lt/s)

M: Coeficiente de mayoración (adim.)

#### 4.1.12 Coeficiente de mayoración

<b>Harmon:</b>	$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0,5}} \circ \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} ,$
<b>Babbit:</b>	$M = \frac{5}{P^{0,2}} ,$
<b>Flores:</b>	$M = \frac{3,5}{P^{0,1}} ,$

Fuente:(Universidad de Cuenca, 2019)

##### 4.1.12.1 Método de Harmon.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \left(\frac{1198}{1000}\right)^{0,5}} \quad \text{Ec. 13}$$

$$M = 3,75$$

##### 4.1.12.2 Método de Babbit.

$$M = \frac{5}{\left(\frac{1198}{1000}\right)^{0,2}} \quad \text{Ec. 14}$$

$$M = 4,82$$

##### 4.1.12.3 Método de Flores.

$$M = \frac{3,5}{\left(\frac{1198}{1000}\right)^{0,1}} \quad \text{Ec. 15}$$

$$M = 3,44$$

Mediante la aplicación de estos métodos, podemos concluir que el método aplicado para determinar el coeficiente de mayoración es mediante Babbit, con un coeficiente de mayoración igual a 4,82.

#### 4.1.13 Caudal de infiltración

Al ser una zona que se encuentra en el valle y propensa a grandes precipitaciones en época invernal, se determinó que el suelo es propenso a saturarse, provocando un aumento en la probabilidad de infiltración en las tuberías del sistema a través de las uniones, que en ciertas ocasiones no son herméticas por completo. Al utilizar tuberías de PVC asumiremos un coeficiente de infiltración de 0,05 siendo el más bajo posible. A continuación, se indica los coeficientes de infiltración definidos por la EMAAP-Q.

**Tabla 4**

*Coefficiente de infiltración*

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

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

$$Q_{inf} = C_{inf} * A_t \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

$Q_{inf}$ : Caudal de infiltración (lt/s)

$C_{inf}$ : Coeficiente de infiltración (lt/s/Ha)

$A_t$ : Área total (Ha)

$$Q_{inf} = 0,05 * 19$$

$$Q_{inf} = 0.95 \text{ lt/s}$$



#### 4.1.14 Caudal de conexiones erradas

Se considera al caudal de conexiones como aquellas conexiones ilícitas que permiten el paso de caudal pluvial directamente al caudal sanitario, variando así los cálculos de diseño de sistema.

Para este sistema de alcantarillado se asumirá un coeficiente correspondiente a un sistema de complejidad bajo y medio igual a 0,2 ya que al ser una lotización se controlará este tipo de conexiones al sistema. A continuación, se muestran las contribuciones máximas por conexiones erradas.

**Tabla 5**

*Aporte máximo por conexiones erradas con sistema pluvial*

Aporte máximo por conexiones erradas con sistema pluvial	
Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s-ha)
Bajo y medio	0.2-2
Medio alto y alto	0.1-1

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

$$Q_{err} = C_{err} * A_t \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

$Q_{err}$ : Caudal de conexiones erradas (lt/s)

$C_{err}$ : Coeficiente de conexiones erradas (lt/s/Ha)

$A_t$ : Área total (Ha)

$$Q_{err} = 0,2 * 19$$

$$Q_{err} = 3.81 \text{ lt/s}$$

#### 4.1.15 Caudal pluvial

Al ser un proyecto de un área aproximada de 20 hectáreas, se aplicará el método racional. Este método toma en cuenta que el coeficiente de escurrimiento de todo el lugar del sistema de alcantarillado depende de la superficie de este, como se muestra en la ecuación 18.

$$Q_{pluv} = \frac{C * I * A}{0,36} \quad \text{Ec. 18}$$

Donde:

$Q_{pluv}$ : Caudal pluvial (lt/s)

C: Coeficiente de escurrimiento (adim.)

I: Intensidad de lluvia (mm/hora)

A: Área total (Ha)

#### 4.1.16 Intensidad de lluvias

Para este cálculo se toma en cuenta la ubicación del proyecto el cual para este caso es en el cantón Rumiñahui, el cual posee su propia ecuación de intensidad que se encuentra en las bases de diseño del GADMUR que también dependen del tiempo de retorno y del tiempo de concentración. En la ecuación 19 se indica la fórmula para determinar la intensidad de lluvias.

<b>ECUACIÓN INTENSIDAD DE LLUVIAS</b>	
$I = 212 * T^{0.123} / t^{0.47}$ mm/hora	
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO:	C = 0.50 min. o de acuerdo al tipo de superficie
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL:	t = 12 min.

$$I = 212 * T^{0.123} / t^{0.47} \quad \text{Ec. 19}$$

Donde:

I: Intensidad de lluvia (mm/hora)

T: Periodo de retorno (años)

t: Tiempo de concentración (min)

$$I = 212 * 10^{0.123} / 12^{0.47}$$

$$I = 87.52 \text{ mm/h}$$

#### 4.1.17 Periodo de retorno

Para este diseño de la red de alcantarillado se consideró que, durante el periodo de diseño de 25 años, se asume que el evento de precipitación se presentará o excederá 2 veces, tomando así un valor de coeficiente de retorno igual a 10 años. Durante este evento de precipitación el sistema de alcantarillado trabajará presurizado, mientras este evento no se dé, el sistema trabajará a flujo libre.

#### 4.1.18 Coeficiente de escorrentía

En el cálculo del valor exacto en la zona donde se encuentra el proyecto, se realizó trabajo de campo que consistió en determinar las áreas de construcción que existen en la zona junto con el tipo de cobertura de estas. Se llegó a la conclusión de que en el área existen superficies de teja ordinaria, teja metálica, losa de hormigón, zonas verdes, campos de deportes y piscinas. A continuación, se muestran los valores de escorrentía usados.

**Tabla 6**

*Coeficientes de escorrentía*

Descripción del Área	Periodo de retorno
	(años)
	<b>10</b>
Cemento, tejados	0,83
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto mayor al 75% del área</b>	
Plano 0-2%	0,25

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

Descripción del Área	Periodo de retorno (años)
	10
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinada o impermeabilizada	0,9
Parques, campos de deportes	0,2

Tipo de Zona	Valores de C
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,65

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa CPE INEN 5 (2003).

Se aplicó un coeficiente de escorrentía ponderado de la zona donde se encuentra la lotización, realizando una sumatoria de las áreas multiplicados por el valor de su coeficiente y dividido por el área total multiplicada por el coeficiente de escorrentía correspondiente a zonas residenciales medianamente pobladas, como muestra la ecuación 20.

$$C_p = (\sum C_x * A_x) / (AT * C_z) \quad \text{Ec. 20}$$

$C_p$ : Coeficiente de escorrentía ponderado (adim)

$C_x$ : Coeficiente de escorrentía (adim)

$A_x$ : Área drenada (m<sup>2</sup>)

$AT$ : Área total (m<sup>2</sup>)

$C_z$ : Coeficiente de escorrentía por el tipo de zona

Se determinó un coeficiente por cada zona previamente clasificada y posterior a eso se determinó un coeficiente ponderado de toda la zona del proyecto igual a 0,57 el cual será usado para el diseño de la red de alcantarillado.

$$C = 0.57$$

*Nota:* Según los datos proporcionados por el GADMUR el coeficiente de escorrentía mínimo a optar es 0.5.

$$Q_{pluv} = \frac{0.57 * 87.52 * 19}{0,36}$$

$$Q_{pluv} = 2639.70 \text{ lt/s}$$

Se determinó que el caudal pluvial que va a existir en la lotización es de 2639.70 lt/s.

## **4.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

### **4.2.1 Alternativa 1 y 2**

#### **4.2.1.1 Consideraciones de diseño.**

En la implantación de esta red de alcantarillado, se consideran criterios de diseño de normas vigentes en el país, como son las bases de diseño de la DAPA y la normativa CPE INEN 5, las cuales son las bases de las alternativas diseñadas.

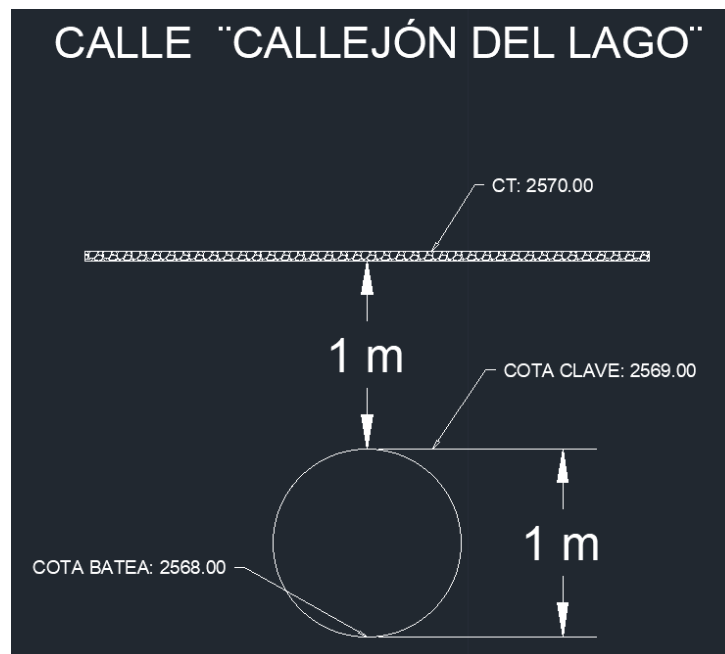
Uno de los criterios más importantes tomados en cuenta, es la ubicación de los pozos en la red, la cual fue tomada de la CPE INEN 5 (2003) donde la longitud máxima entre pozos de revisión será de 100m para diámetros inferiores a 350mm y se ubicarán en donde haya un cambio de dirección o de pendiente.

Otro criterio que fue aplicado al sistema es el diámetro mínimo de las redes principales la cual mencionan las bases de diseño del GADMUR, que dice que para la red de alcantarillado sanitario será de 200mm.

Para la primera alternativa, se concluyó que la mejor opción es separar los caudales en dos zonas, esto debido a la existencia de una tubería que transporta el caudal de la quebrada "Conejeros", atravesando la calle "Callejón del Lago" y pasando por áreas verdes de la lotización. Se realizó una medición de la profundidad y del diámetro de la tubería obteniendo medidas de 1m de profundidad hasta el borde superior externo de la tubería junto con 1m de diámetro de esta, como se indica en la figura 3 a continuación.

### Figura 3

*Dimensiones de la tubería de la quebrada "Conejeros"*



*Nota.* La figura muestra la profundidad y diámetro de la tubería. Elaborado por: los autores a través de AutoCAD (2023).

Debido a lo superficial de esta tubería se optó por crear colectores y pozos que pasen por las áreas verdes comunales de la sede social, separando así en dos los caudales domésticos y teniendo así dos plantas de tratamiento como se muestra en el plano 1.

En esta alternativa el flujo de la red siguió la topografía del terreno, ubicando en el punto más bajo la planta de tratamiento que luego se conectarán a la red de alcantarillado pluvial, las cuales descargarán en la quebrada "Conejeros" en diferentes puntos de esta.

- **Alternativa 1:** Se considero dos puntos de descarga, la primera descarga posterior a su tratamiento se encarga de conducir los caudales domiciliarios al pozo 10 del alcantarillado pluvial (P10-PLUV.) ubicada en la calle David Alauf y la segunda descarga posterior a su tratamiento ubicado en las áreas verdes comunales, conduce los caudales hasta el pozo pluvial auxiliar (PSAN-PLUV.) ubicado en la calle Alfredo Buendia (ver el plano 01).

**-Alternativa 2:** El diseño de la alternativa 2 consiste, al igual que la alternativa 1, considerar los mismos puntos de descarga, pero cambiando el fujo de los tramos del sistema de alcantarillado, obteniendo variaciones en las alturas de los pozos obteniendo en determinados tramos alturas menores de excavación contrastado por el aumento de alturas de pozos en otros tramos (ver el plano 02).

#### **4.2.1.2 Áreas de aportación.**

El área de la lotización donde se desarrolla el proyecto está bien definida, donde las áreas de aportación están delimitadas por los predios de cada lote, definidos en el levantamiento topográfico proporcionado por el GADMUR como se muestra en el plano 07.

Para el diseño de la red se consideraron las siguientes áreas de aportación:

$$A_{dom}: 14.8 \text{ Ha}$$

$$A_{total}: 19 \text{ Ha}$$

#### **4.2.1.3 Caudal doméstico.**

Es el caudal producido por el consumo de agua potable y el cual va a ser tratado previo a la descarga al emisario final.

Para el cálculo de este caudal es necesario multiplicar la población futura de diseño, la dotación, el factor de mayoración y el coeficiente de retorno previamente determinados en las bases de diseño.

$$Q_{dom} = \frac{Pf * Dot * M * R}{86400} \quad \text{Ec. 21}$$

Donde:

Q<sub>dom</sub>: Caudal doméstico (lt/s)

Pf: Población futura (hab)

Dot: Dotación de agua (lt/hab/día)

M: Coeficiente de mayoración (adim.)

R: Coeficiente de retorno (adim.)

$$Q_{dom} = \frac{Pf * Dot * M * R}{86400}$$
$$Q_{dom} = \frac{1198 * 206 * 4.82 * 0.8}{86400}$$
$$Q_{dom} = 11.03 \text{ lt/s}$$

#### 4.2.1.4 Caudal al emisario final.

Es la sumatoria total de los caudales domésticos, caudales de infiltración y caudales de conexiones erradas calculados previamente, como se muestra a continuación.

$$Q_{EF} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{err} + Q_{pluv} \quad \text{Ec. 10}$$

$$Q_{EF} = 11.03 + 0.95 + 3.81$$

$$Q_{EF} = 15.79 \text{ lt/s}$$

#### 4.2.1.5 Rugosidad.

Corresponde al valor de rugosidad determinado por Manning y esta depende del material usado, como muestra la tabla 7 mostrada a continuación.

**Tabla 7**

*Coeficientes de Manning*

Material	"n" manning
PVC, PRFV, PEAD	0,011
Hormigón premoldeado	0,013 - 0,014

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

El coeficiente de Manning usado es de 0.011 correspondiente al uso de tuberías de PVC para toda la red de alcantarillado.



#### 4.2.1.6 Pendiente mínima.

Para sistemas sanitarios y pluviales como determinan las bases de diseño del GADMUR, se utiliza una pendiente mínima del 1% para el diseño, esto con el fin de garantizar un correcto funcionamiento del sistema evitando obstrucciones en el flujo.

#### 4.2.1.7 Pozos de revisión.

Tomamos en cuenta las distancias máximas entre estos como dice la EMAAP-Q, con un diámetro mínimo de tapa de pozo de 0,60m garantizando así el ingreso al interior del pozo. Los diámetros de los pozos están en función de las tuberías de entrada y salida a estos y los tipos de pozos usados en el sistema se muestran a continuación en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Tipos de pozos*

Tipo	Diámetro de tubería (mm)
B1	200 – 600
B2	700 – 800
B3	900 – 1100
Tipos de pozos de salto	
2	200 – 700
2A	700 – 1200

*Nota.* Datos obtenidos del GADMUR (2023).

#### 4.2.1.8 Velocidad a tubería llena.

Para la tubería llena se calcula la velocidad aplicando la ecuación de Manning en donde se relaciona el diámetro de la tubería, el coeficiente de Manning y la pendiente como se muestra a continuación.

$$VLL = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 22}$$

Donde:

VLL: Velocidad a tubería llena (m/s)

n: Coeficiente de Manning (adim.)

Rh: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

#### **4.2.1.9 Caudal a tubería llena.**

El caudal relaciona el área de la tubería y la velocidad de esta en condiciones de tubería llena y se muestra en la siguiente ecuación.

$$Q = A * VLL \quad \text{Ec. 23}$$

Donde:

Q: Caudal a tubería llena (m<sup>3</sup>/s)

A: Área transversal (m<sup>2</sup>)

VLL: Velocidad a tubería llena (m/s)

#### **4.2.1.10 Caudal a tubería parcialmente llena.**

Se asume que la tubería trabajará a flujo libre, esto quiere decir que la tubería no trabajará presurizada con el fin de evitar desgaste de esta, debido a la generación de gases producto de las aguas residuales. Debido a esto se asume que el sistema trabajará al 80% de su sección transversal y se aplica la ecuación mostrada a continuación.

$$Qd/QLL = \frac{Qsan}{QLL} \quad \text{Ec. 24}$$

$$Qd/QLL < 0.8$$

Donde:

Qd/QLL: Caudal a tubería parcialmente llena (adim.)

QSAN: Caudal sanitario (lt/s)

QLL: Caudal a tubería llena (lt/s)

#### 4.2.1.11 Velocidad de diseño.

Es la velocidad que alcanzarán las aguas residuales en ese tramo del sistema, el cual está en función de la velocidad a tubería llena y el caudal a tubería parcialmente llena. Considerar la velocidad máxima y velocidad mínima para el cálculo de velocidades.

#### 4.2.1.12 Velocidades mínimas.

La velocidad mínima nos ayuda a evitar la acumulación de sedimentos que provoquen taponamientos en la red. Para el cálculo de velocidades mínimas se deberá alcanzar una velocidad de 0.45 – 0.6 m/s (GADMUR, 2023).

#### 4.2.1.13 Velocidades máximas.

Es la velocidad máxima que va a alcanzar el caudal para cada tramo de tubería y este se determina con el fin de evitar la prematura erosión de esta, debido al transporte de materiales como arena u otros materiales. La velocidad máxima está en función del tipo de material a usarse como se indica en la tabla 9 (EMAAP-Q, 2009).

**Tabla 9**

*Tabla de velocidades máximas*

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. De diámetro o mayores	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor

*Nota.* Datos obtenidos de la normativa EMAAP-Q (2009).

Para colectores de PVC se establecerá una velocidad máxima de 7.5 m/s

#### **4.2.1.14 Tirante hidráulico.**

Es la altura de agua que se va a alcanzar en esa sección de tubería y este multiplica el valor del diámetro por la relación de caudal a tubería parcialmente llena como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Y = D * \frac{Qd}{QLL} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

Y: Tirante hidráulico (mm)

D: Diámetro (mm)

Qd/QLL: Caudal a tubería parcialmente llena (adim.)

#### **4.2.1.15 Desnivel.**

El desnivel se refiere a la altura que existe en ese tramo de colector y con la pendiente asumida para el mismo tramo como muestra la ecuación 26 mostrada a continuación.

$$H = L * S \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

H: Desnivel (m)

L: Longitud del colector (m)

S: Pendiente (m/m)

#### **4.2.1.16 Profundidad mínima.**

Se debe tomar en cuenta la profundidad mínima a la cual se van a ubicar las tuberías con el fin de alcanzar un recubrimiento mínimo que evite la ruptura de las tuberías debido a las cargas vehiculares o peatonales, para este diseño se asumirá una altura mínima de 1m sobre la parte superior del tubo (CPE INEN 5, 2003).

#### **4.2.1.17 Profundidad máxima.**

La profundidad máxima asumida será menor a 5m con el fin de evitar estudios geotécnicos adicionales, en el caso de necesitar alturas mayores a lo establecido, en la fase de construcción se deberá garantizar requerimientos geotécnicos verificando la calidad y el tipo de suelo (EMAAP-Q, 2009).

#### **4.2.2 Alternativa seleccionada**

Una vez realizado el estudio con el cual se llegó al diseño de las alternativas previamente expuestas, se realizó un análisis técnico-económico con lo cual se concluyó que la alternativa 1 es la alternativa seleccionada para el sistema de alcantarillado sanitario ya que implica un menor costo en la compra, transporte e instalación de las tuberías usadas en el diseño. Junto con esto se realizó un análisis del volumen de excavación necesario para la construcción de las alternativas propuestas y se concluyó que los volúmenes tienen una pequeña variación lo cual no va a significar mayor aumento de costos, por lo cual el criterio anterior mencionado es el que rige al momento de seleccionar la alternativa definitiva.

### **4.3 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial**

#### **4.3.1 Alternativa 1 y 2**

##### **4.3.1.1 Consideraciones de diseño.**

Al igual que en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el alcantarillado pluvial cuenta con criterios base con los cuales parte su implantación y su posterior diseño.

Para el caso de la implantación de los pozos de revisión la longitud recomendada según la normativa aplicada menciona que la longitud máxima entre pozos es de 100m para el caso de diámetros de tubería menores a 350mm, de 150m en el caso de usar tuberías comprendidas entre 400mm a 800mm y de 200m si se usan tuberías mayores a 800mm (CPE INEN 5, 2003).

Otro criterio que se tomó en cuenta en la implantación fue el de diámetros mínimos de tuberías para el sistema pluvial, que nos mencionan las bases de diseño del GADMUR, y dice que el diámetro mínimo usado será de 250mm.

Para el diseño de las alternativas para este sistema se consideró 3 puntos de descarga, esto debido a la existencia de la implantación de la tubería que conduce el caudal de la quebrada de "Conejeros", la cual tiene una profundidad de 1m hasta la corona de la tubería y 1000mm de diámetro siendo un paso de tubería superficial, como se muestra en la figura 3 antes mencionada.

Al igual que en la implantación del alcantarillado sanitario las direcciones de flujo siguen la topografía del terreno optimizando así las profundidades de excavación de los pozos de revisión junto con la profundidad de los colectores.

**-Alternativa 1:** Para el diseño de la primera alternativa del sistema de alcantarillado pluvial, se procedió a la separación de caudales en tres descargas, cuyos caudales no necesitan un tratamiento previo a su descarga. Las tres descargas se dan en diferentes ubicaciones de la quebrada de "Conejeros", dos de estas se dan en los exteriores de la lotización en los pozos 11 (P11-PLUV.) y 32 (P32-PLUV.) ubicados en la calle David Alauf y la tercera descarga se da en la misma quebrada, pero al interior de la lotización cuyo último pozo previo a su descarga es el pozo 31 (P31-PLUV.) ubicado en la calle "Callejón del lago" previo a su intersección con el cruce de la quebrada antes mencionado (ver el plano 03).

**-Alternativa 2:** Para el diseño de la alternativa dos, se consideraron los mismos 3 puntos de descarga que la alternativa uno, pero cambiando las direcciones de flujo del sistema, concluyendo así que las alturas de pozos de determinados tramos son mayores, pero en las alturas de otros pozos, esta disminuye influyendo en el presupuesto final debido a la variación de los volúmenes de excavación (ver el plano 04).

#### **4.3.1.2 Áreas de aportación.**

Como se mencionó en el diseño de alcantarillado sanitario, las áreas de aportación están bien definidas debido a la delimitación de la lotización. Para el sistema pluvial se tomó en cuenta los predios existentes dentro de la esta, junto con las áreas verdes y las áreas viales como son calles principales y pasajes como se muestra en el plano 08.

Se consideró la siguiente área de aportación:

$$A_{Pluv.} : 19 \text{ Ha}$$

#### **4.3.1.3 Tiempo de entrada.**

Es el tiempo que se tarda la gota de agua más alejada en llegar a su punto de descarga y para este sistema se asumió un tiempo de entrada igual a 10 minutos (EMAAP-Q, 2009).

$$t_e = 10 \text{ min}$$

#### **4.3.1.4 Tiempo de flujo.**

El tiempo de flujo se lo define como el tiempo que se demora el agua en recorrer los conductos o tuberías en el sistema de alcantarillado y se lo calcula para cada tramo de tubería mediante la siguiente ecuación (EMAAP-Q, 2009).

$$t_f = \frac{L}{V_{LL}} / 60 \quad \text{Ec. 27}$$

Donde:

tf: Tiempo de flujo (min)

L: Longitud del colector (m)

VLL: Velocidad a tubería llena (m/s)

#### **4.3.1.5 Tiempo de concentración.**

Según la EMAAP-Q (2009), “El tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe” (p. 87). De esta manera para estimar el tiempo de concentración para cada tramo se debe realizar

la sumatoria del tiempo de entrada y el tiempo de flujo respectivo como se muestra en la siguiente ecuación.

$$tc = te + tf \quad \text{Ec. 28}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración (min)

te: Tiempo de entrada (min)

tf: Tiempo de flujo (min)

Para calcular el tiempo de concentración se deben analizar las bases de diseño del GADMUR, las cuales establecen un tiempo de concentración inicial propio para el cantón de Rumiñahui igual a 12 minutos del cual parte los cálculos del sistema pluvial.

$$tc \text{ inicial} = 12 \text{ min}$$

#### ***4.3.2 Alternativa seleccionada***

El análisis técnico-económico se lo realiza con el fin de determinar que alternativa es la óptima para cada uno de los sistemas de alcantarillado a diseñarse, pero cabe recalcar que cualquiera de las alternativas antes mencionadas es factible. Una vez mencionado esto se concluyó que para el sistema de alcantarillado pluvial la alternativa seleccionada es la dos ya que las profundidades de las excavaciones a realizarse son menores junto con una pequeña reducción en el costo de compra, transporte e instalación del sistema de alcantarillado.

### **4.4 Cálculos del sistema de alcantarillado**

#### ***4.4.1 Resumen de cálculos del alcantarillado sanitario.***

En las tablas a continuación, se detallan datos como el tramo, número de pozo, longitud, caudal sanitario, diámetro de tubería, coeficiente de Manning, pendiente, relación Qd/Qll, velocidad de diseño, altura de salgo, cotas de terreno, cotas de proyecto y la altura de pozo correspondiente al tramo que ingresará a la planta de tratamiento para su posterior descarga.



**Tabla 10***Tabla de cálculos de descarga 1 del alcantarillado sanitario*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			CAUDAL SANITARIO Qsan (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena Qd/QLL	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]	
TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]							
7	P9	40	6,66	300	0,011	25	0,04	1,15	0	2566,57	2565,20305	CS	1,37
	P10									2565,52	2564,20144	CE	1,32
										2565,52	2564,20144	CS	1,32

*Nota.* La tabla 10 indica los cálculos de la descarga 1 del sistema de alcantarillado sanitario. Elaborado por: Los autores.

**Tabla 11***Tabla de cálculos de descarga 2 del alcantarillado sanitario*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			CAUDAL SANITARIO Qsan (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena Qd/QLL	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]	
TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]							
25	P26	89	6,34	300	0,011	10	0,06	0,84	0	2568,05	2566,53024	CE	1,52
	P18									2567,5	2565,6387	CE	1,86
										2567,5	2565,6387	CS	1,86

*Nota.* La tabla 11 indica los cálculos de la descarga 2 del sistema de alcantarillado. Elaborado por: Los autores.

**Tabla 12***Tabla de cálculos de descarga 3 del alcantarillado sanitario*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			CAUDAL SANITARIO Qsan (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena Qd/QLL	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]	
TRAMO	POZO Nº	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]							
17	P17	69	2,74	300	0,011	41	0,01	1,12	0	2569,81	2568,48027	CS	1,33
	P18									2567,5	2565,64144	CE	1,86
										2567,5	2565,64144	CS	1,86

*Nota.* La tabla 12 indica los cálculos de la descarga 3 del sistema de alcantarillado.

Elaborado por: Los autores.

#### 4.4.2 Resumen de cálculos del alcantarillado pluvial.

**Tabla 13***Tabla de cálculos de descarga 1 del alcantarillado pluvial*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			Q PLUVIAL TOTAL (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena Qd/LL	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]	
TRAMO	POZO Nº	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]							
8	P10	12	1209,13	1100	0,011	42	0,16	6,18	0,1	2564,73	2562,52111	CS	2,21
	P11									2564,11	2562,00395	CE	2,11
	P11									2564,11	2561,90395	CS	2,21

*Nota.* La tabla 13 indica los cálculos de la descarga 1 del sistema de alcantarillado.

Elaborado por: Los autores.

**Tabla 14***Tabla de cálculos de descarga 2 del alcantarillado pluvial*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			Q PLUVIAL TOTAL (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]
TRAMO	POZO Nº	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]	Qd/LL					
18	P27	33	554,28	700	0,011	40	0,25	5,57	0	2572,07	2570,32624	CS 1,74
	P31									2570,72	2569,02305	CE 1,70
	P31									2570,72	2569,02305	CS 1,70

*Nota.* La tabla 14 indica los cálculos de la descarga 2 del sistema de alcantarillado.

Elaborado por: Los autores.

**Tabla 15***Tabla de cálculos de descarga 3 del alcantarillado pluvial*

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			Q PLUVIAL TOTAL (lt/s)	Características Físicas			Tubería Parcialmente llena	Vd [m/s]	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]
TRAMO	POZO Nº	LONGITUD (m)		D [mm]	n [Adim]	I [%0]	Qd/LL					
32	P20	58	1050,70	1100	0,011	15	0,23	4,39	0,1	2566,4	2563,07782	CS 3,32
	P32									2564,36	2562,21204	CE 2,15
										2564,36	2562,11204	CS 2,25

*Nota.* La tabla 15 indica los cálculos de la descarga 3 del sistema de alcantarillado.

Elaborado por: Los autores.

En el anexo J y K ubicados en el apartado de anexos, se puede observar los cálculos completos de toda la red de alcantarillado sanitario y pluvial.

## CAPÍTULO V DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

### 5.1 Diseño de la planta de tratamiento

Se tiene previsto implementar un tanque Imhoff de tratamiento primario diseñada específicamente para remover sólidos suspendidos.

El tanque Imhoff es una opción recomendable para poblaciones de 5000 habitantes o menos, además su funcionamiento es sencillo y no requiere de componentes mecánicos y contribuye a una mejor digestión de lodos en comparación con los tanques sépticos (Salud Arequipa, 2006).

#### *5.1.1 Canal de acercamiento y rejillas*

Consisten en un grupo de instalaciones situadas antes de los procesos de tratamiento, proyectando la construcción de un cajón de llegada que cuente con la ayuda para disminuir la presión de entrada y uniformizar las velocidades (EXIEOS, 1992).

Idealmente, se deben diseñar rejillas que permitan la limpieza manual. Estas rejillas conducirán los desechos que pueden ser pedazos de madera, plásticos, trapos, piedras y otros residuos domésticos; y posteriormente deberá ser enterrado en la tierra al menos 0,2 m (EXIEOS, 1992).

##### *5.1.1.1 Canal*

Para el diseño del canal según la Norma EXIEOS (1992) plantea que la parte inferior del canal de las estructuras de entrada suele estar situada entre 10 cm y 15 cm por debajo del nivel de la base del emisario, con un tiempo de retención del canal de 5 s, una altura de caída entre el fondo del canal y la tubería de entrada de 0.10 m y una altura de seguridad de 0.15 m; mientras que el espaciamiento entre barras es de 25 mm y el ancho de las barras es de 6 mm.

Volumen del canal

$$V_{\text{canal}} = Qs * t_{\text{retencion}} \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

V canal= Volumen del canal (m<sup>3</sup>)

Qs= Caudal sanitario (m<sup>3</sup>/s)

t retención= Tiempo de retención en el canal (s)

$$V canal = 0.00666 \frac{m^3}{s} * 5 s$$

$$V canal = 0.03 m^3$$

Profundidad del agua en el canal

$$Pac = D + H caída \quad Ec. 30$$

Donde:

Pac= Profundidad del agua en el canal (m)

D= Diámetro de tubería (mm)

H= Altura de caída (m)

$$Pac = 0.3 m + 0.1 m$$

$$Pac = 0.4 m$$

Profundidad del canal

$$P canal = Pac + H seguridad \quad Ec.31$$

Donde:

P canal= Profundidad del canal (m)

Pac= Profundidad del agua en el canal (m)

H seguridad= Altura de seguridad del canal

$$P canal = 0.4 m + 0.15 m$$

$$P canal = 0.55 m$$

Ancho del canal

$$A_{\text{canal}} = \frac{Q_s}{0.6 * P_{ac}} + \frac{A_{\text{barras}} + E_{\text{barras}}}{E_{\text{barras}}} \quad \text{Ec. 32}$$

Donde:

A canal= Ancho del canal (m)

Qs= Caudal sanitario (m<sup>3</sup>/s)

A barras= Ancho de las barras de la rejilla (m)

E barras= Especialmente entre barras (m)

Pac= Profundidad del agua en el canal (m)

$$A_{\text{canal}} = \frac{0.00666 \frac{m^3}{2}}{0.6 * 0.4 m} + \frac{6 mm + 20 mm}{20 mm}$$

$$A_{\text{canal}} = 0.03 m$$

$$A_{\text{canal}} = 0.6 m \text{ adoptado}$$

Longitud del canal

$$L_{\text{canal}} = \frac{V_{\text{canal}}}{A_{\text{canal}} * P_{ac}} \quad \text{Ec. 33}$$

Donde:

L canal= Longitud del canal (m)

V canal= Volumen del canal (m<sup>3</sup>)

A canal= Ancho del canal (m)

Pac= Profundidad del agua en el canal (m)

$$L_{\text{canal}} = \frac{0.03 m^3}{0.6 m * 0.55 m}$$

$$L_{\text{canal}} = 0.15 m$$

Velocidad de acercamiento en el canal aguas arriba

$$Vel canal = \frac{0.6}{\frac{A barras + E barras}{E barras}} \quad Ec. 34$$

Donde:

Vel Canal= Velocidad del canal (m/s)

A barras= Ancho de las barras de la rejilla (m)

E barras= Especialmente entre barras (m)

$$Vel canal = \frac{0.6}{\frac{6 mm + 25 mm}{25 mm}}$$

$$Vel canal = 0.484 m/s$$

Radio hidráulico del canal

$$R canal = \frac{A canal * Pac}{Pac + A canal + Pac} \quad Ec. 35$$

Donde:

R canal= Radio hidráulico del canal (m)

A canal= Ancho del canal (m)

Pac= Profundidad del agua en el canal (m)

$$R canal = \frac{0.6 m * 0.4 m}{0.4 m + 0.6 m + 0.4 m}$$

$$R canal = 0.17 m$$

Pendiente del canal

$$S canal = \left( \frac{Vel canal * n}{R canal^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad Ec. 36$$

Donde:

S canal =Pendiente del canal (%)

Vel canal= Velocidad del canal (m/s)

R canal= Radio hidráulico del canal (m)

$$S_{canal} = \left( \frac{0.48 \frac{m}{s} * 0.013}{0.17 m^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S_{canal} = 0.04\%$$

### 5.1.1.2 Cribas

Para el diseño de las cribas según la Norma EXIEOS (1992) plantea utilizar barras de sección rectangular de 5 mm a 15 mm de espesor por 30 mm a 75 mm, con un espaciamiento entre barras que varía entre 25 mm y 50 mm, pero recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm cuando se tiene un sistema inadecuado de recolección de basura y un ángulo de inclinación de las barras entre 44 y 60 grados con respecto a la horizontal.

Se seleccionarán las dimensiones y el espaciado entre las barras de manera que la velocidad del flujo en el canal, tanto antes como a través de las barras, sea apropiada. Es necesario mantener la velocidad en un rango de 0,4 m/s a 0,75 m/s y la velocidad del canal antes de las barras, entre 0,3 m/s y 0,6 m/s.

### 5.1.2 Rejilla

Asumimos una longitud de bandeja de 0.3 m y una longitud de salida del canal de 0.3m.

Numero de barras

$$N_{barras} = \frac{A_{canal}}{E_{barras}} - 1 \quad \text{Ec. 37}$$

Donde:

N barras= Numero de barras (u)

A canal= Ancho del canal (m)

E barras = Espaciamiento entre barras (m)

$$N_{barras} = \frac{0.6 m}{0.025 m} - 1$$

$$N_{barras} = 23 u$$



Longitud de las barras

$$L \text{ barras} = \frac{P_{\text{canal}}}{\text{sen}(\alpha)} \quad \text{Ec.38}$$

Donde:

L barras= Longitud de las barras (m)

P canal= Profundidad del canal (m)

$\alpha$ = Ángulo de inclinación de la rejilla respecto al horizonte (°)

$$L \text{ barras} = \frac{0.55 \text{ m}}{\text{sen}(60)}$$

$$L \text{ barras} = 0.64 \text{ m}$$

Longitud total del canal de acercamiento

$$LT \text{ canal} = L \text{ canal} + x + L \text{ bandeja} + L \text{ salida canal} \quad \text{Ec. 39}$$

Donde:

LT= Longitud del canal de acercamiento

L canal= Longitud del canal (m)

L bandeja = Longitud de la bandeja (m)

L salida canal = Longitud de la salida del canal (m)

X= Diferencia entre la profundidad del canal y las barras

$$LT \text{ canal} = 0.15 \text{ m} + \frac{0.55 \text{ m}}{\tan(60)} + 0.3 \text{ m} + 0.3 \text{ m}$$

$$LT \text{ canal} = 1.07 \text{ m}$$

Las siguientes tablas de resumen se muestran los datos del canal de acercamiento con rejilla para las dos descargas hacia los tanques Imhoff.

**Tabla 16***Parámetros de diseño para la descarga 1*

<b>Descarga 1</b>			
<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Diámetro	300	mm	Diámetro de la tubería de llegada a la planta de tratamiento
<b>BARRAS</b>			
(a)	6	milímetro	Ancho de las barras
(e)	25	milímetro	Espacio entre las barras
Num Barras	23	unidad	Número de barras
Longitud	0,64	metro	Longitud de barras
<b>CANAL</b>			
Profundidad	0,55	metro	Profundidad del canal de acercamiento
(a)	0,6	metro	Ancho de canal
(S)	0,04	%	Pendiente de canal
Ángulo	60	(°)	Ángulo entre la rejilla y la horizontal
Longitud	1,07	metro	Longitud del canal

*Nota.* La tabla 16 indica los parámetros de diseño para la descarga 1. Elaborado por: Los autores.

**Tabla 17***Datos del canal de acercamiento con rejilla para la descarga 2*

<b>Descarga 2</b>			
<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Diámetro	300	mm	Diámetro de la tubería de llegada a la planta de tratamiento
<b>BARRAS</b>			
(a)	6	milímetro	Ancho de las barras
(e)	25	milímetro	Espacio entre las barras
Num Barras	23	unidad	Número de barras
Longitud	0,64	metro	Longitud de barras
<b>CANAL</b>			
Profundidad	0,55	metro	Profundidad del canal de acercamiento
(a)	0,6	metro	Ancho de canal
(S)	0,04	%	Pendiente de canal
Ángulo	60	(°)	Ángulo entre la rejilla y la horizontal
Longitud	1,12	metro	Longitud del canal

*Nota.* La tabla 17 indica los parámetros de diseño para la descarga 2. Elaborado por: Los autores.

### 5.1.3 Diseño del tanque Imhoff

#### 5.1.3.1 Cámara de sedimentación

Según la Norma OPS/CEPIS (2005) plantea una carga superficial de  $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , con un volumen mínimo de 1500 litros para la cámara de sedimentación, un período de retención nominal entre 1 a 1,5 horas y se determinará la profundidad multiplicando la carga superficial por el período de retención, un borde libre de la cámara entre 0,3 a 0,6 metros, una tasa de 30 litros por habitante para la dimensión de la cámara de decantación con una abertura de 0,15 a 0,2 metros en la arista central para permitir el paso de los sólidos removidos hacia el digestor.

El tanque se diseñará con un fondo en forma de V y los lados tendrán una pendiente de  $50^\circ$  a  $60^\circ$  con respecto a la horizontal.

Además, se mantendrá una relación mínima de 2:1 entre el largo y el ancho del tanque para garantizar su correcto funcionamiento.

Área de sedimentador

$$A_{sed} = \frac{Q_s}{C_{sup}} \quad \text{Ec. 40}$$

Donde:

$A_{sed}$  = Área del sedimentador ( $\text{m}^2$ )

$Q_s$  = Caudal sanitario ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$C_{sup}$  = Carga superficial ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ )

$$A_{sed} = \frac{23.976 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{1 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * \text{h}}$$

$$A_{sed} = 23.976 \text{ m}^2$$

Profundidad de la cámara de sedimentación

$$h_{minCs} = C_{sup} * Trn \quad \text{Ec. 41}$$

Donde:

$h_{minCs}$  = Profundidad de la cámara de sedimentación (m)

Csup= Carga superficial (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*h)

Trn= Periodo de retención nominal (h)

$$hminCs = 1 \frac{m^3}{m^2} * h * 1.5 h$$

$$hminCs = 1.5 m$$

Volumen del sedimentador

$$Vsed = Qs * Trn \quad \text{Ec. 42}$$

Donde:

Vsed= Volumen del sedimentador (m<sup>3</sup>)

Qs= Caudal sanitario (m<sup>3</sup>/h)

Trn= Periodo de retención nominal (h)

$$Vsed = 23.976 \frac{m^3}{h} * 1.5 h$$

$$Vsed = 35.96 m^3$$

Como el volumen del sedimentador es mayor que el volumen mínimo establecido por la norma, el valor cumple.

Ancho del sedimentador

$$bsedi = \left( \frac{Vsed}{0.5 * \tan(\beta)} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ec. 43}$$

Donde:

bsedi= Ancho del sedimentador (m)

Vsed= Volumen del sedimentador (m<sup>3</sup>)

β= Angulo del fondo del tanque con respecto a la horizontal (°)

$$bsedi = \left( \frac{35.96 m^3}{0.5 * \tan(50)} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$bsedi = 3.92 m$$

Largo del sedimentador

$$L_{sedi} = 2 * b_{sedi} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde:

$L_{sedi}$  = Longitud del sedimentador (m)

$b_{sedi}$  = Ancho del sedimentador (m)

$$L_{sedi} = 2 * 3.92m$$

$$L_{sedi} = 7.85 m$$

Profundidad del sedimentador

$$h_{sedi} = \frac{\tan(\beta) * b_{sedi}}{2} \quad \text{Ec. 45}$$

Donde:

$h_{sedi}$  = Profundidad del sedimentador (m)

$b_{sedi}$  = Ancho del sedimentador (m)

$\beta$  = Angulo del fondo del tanque con respecto a la horizontal (°)

$$h_{sedi} = \frac{\tan(50) * 3.92 m}{2}$$

$$h_{sedi} = 2.34 m$$

### 5.1.3.2 Cámara de digestión

Según la OPS/CEPIS (2005) plantea que la determinación del volumen de almacenamiento y digestión se realiza utilizando el factor de capacidad relativa (FCR). Este factor se calcula utilizando una tabla específica que establece los valores correspondientes.

**Tabla 18**

*Coefficiente de capacidad*

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Coefficiente</b>
5	2
10	1,4
15	1
20	0,7
>25	0,5

*Nota.* Datos obtenidos de la Organización Panamericana de la Salud (2005).

El diseño del fondo de la cámara de digestión se realizará en forma de un tronco de pirámide invertida, también conocida como tolva de lodos. Esta forma especial facilitará la extracción de los lodos ya digeridos, con una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal en las paredes laterales de la tolva, lo que contribuirá a optimizar el flujo de los lodos dentro del sistema. Además, se establecerá una altura de lodos de 0,50 m que debe estar por debajo del fondo del sedimentador (OPS/CEPIS, 2005).

La digestión de lodos en días varía con la temperatura y se determina con la siguiente tabla.

**Tabla 19**

*Digestión de lodos en días*

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Días</b>
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

*Nota.* Datos obtenidos de la Organización Panamericana de la Salud (2005).

Volumen de la cámara de decantación

$$Vcd = Pf * Tasa \quad Ec.46$$

Donde:

Vcd= Volumen de la cámara de decantación (m<sup>3</sup>)

Pf= Población (hab)

Tasa= 30 l/hab

$$V_{cd} = 932 \text{ hab} * 30 \text{ l/hab}$$

$$V_{cd} = 27.96 \text{ m}^3$$

Ancho de la cámara de decantación

$$B_{cd} = b_{sedi} + 2 * S_{lib} + 2 * eps \quad \text{Ec. 47}$$

Donde:

Bcd= Ancho de la cámara de decantación (m)

bsemi= Ancho del sedimentador (m)

Slib= Espaciamiento libre mínimo de acuerdo con la Norma EX IEOS (m)

eps= Espesor de las paredes del sedimentador de acuerdo con la Norma EX IEOS (m)

$$B_{cd} = 3.92 \text{ m} + 2 * 0.6 \text{ m} + 2 * 0.3 \text{ m}$$

$$B_{cd} = 5.72 \text{ m}$$

Altura de la cámara de decantación

$$h_{cd} = \frac{V_{cd}}{B_{cd} * L_{sed}} \quad \text{Ec. 48}$$

Donde;

hcd= Altura de la cámara de decantación (m)

Vcd= Volumen de la cámara de decantación (m<sup>3</sup>)

Bcd= Ancho de la cámara de decantación (m)

Lsed= Longitud del sedimentador (m)

$$h_{cd} = \frac{27.96 \text{ m}^3}{5.72 \text{ m} * 7.85 \text{ m}}$$

$$h_{cd} = 0.62 \text{ m}$$

Área total del compartimiento de digestión

$$A_{cd} = B_{cd} * L_{sed} \quad \text{Ec. 49}$$

Donde:

$A_{cd}$ = Área total del compartimiento de digestión ( $m^2$ )

$B_{cd}$ = Ancho de la cámara de decantación (m)

$L_{sed}$ = Longitud del sedimentador (m)

$$A_{cd} = 5.72 \text{ m} * 7.85 \text{ m}$$

$$A_{cd} = 44.89 \text{ m}^2$$

### **5.1.3.3 Frecuencia de retiro de lodos**

Se requerirá realizar retiradas periódicas de los lodos digeridos de acuerdo con la tabla 19; según la OPS/CEPIS (2005):

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales, considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión. (p. 17)

### **5.1.3.4 Extracción de lodos**

Según la OPS/CEPIS (2005) para lograr una remoción efectiva de los lodos, se necesitará una carga hidráulica mínima de 1,80 m y el diámetro mínimo requerido para la tubería utilizada en la remoción de lodos será de 200 mm, y deberá estar colocado a una distancia de 15 cm por encima del fondo del tanque.

### **5.1.3.5 Área de ventilación y cámara de espumas**

Al diseñar la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador, se seguirán las especificaciones establecidas en la Norma ExIEOS,1992.

La superficie libre total se calculará como mínimo al 20% del área total del compartimiento de digestión, aunque se recomienda que sea del 30%.



Se tendrá en cuenta un volumen mínimo de 1,500 litros y se asegurará un espaciamiento libre de al menos 0.6 metros.

Área de ventilación

$$Av = 30\% * Acd \quad \text{Ec. 50}$$

Donde:

Av= Área de ventilación (m<sup>2</sup>)

Acd= Área total del compartimiento de digestión (m<sup>2</sup>)

$$Av = 30\% * 44.89 \text{ m}^2$$

$$Av = 13.47 \text{ m}^2$$

Espaciamiento libre entre paredes

$$C = \frac{Av}{2 * Lsed} \quad \text{Ec. 51}$$

Donde:

C= Espaciamiento libre entre paredes (m)

Av= Área de ventilación (m<sup>2</sup>)

Lsed= Longitud del sedimentador (m)

$$C = \frac{13.47 \text{ m}^2}{2 * 7.85 \text{ m}}$$

$$C = 0.86 \text{ m}$$

Volumen de la cámara de espumas

$$Vce = Pf * Tasa \quad \text{Ec. 52}$$

Donde:

Vce= Volumen de la cámara de espumas (m<sup>3</sup>)

Pf= Población (hab)

Tasa= 30lt/hab

$$Vce = 932 \text{ hab} * 30 \text{ lt/hab}$$

$$V_{ce} = 27.96 \text{ m}^3$$

Volumen real de la cámara de espumas

$$V_{cereal} = 2((0.25 * b_{sedi} * h_{sedi}) * (c + h_{sedi}) * L_{sedi}) \quad \text{Ec. 53}$$

Donde:

$V_{cereal}$  = Volumen real de la cámara de espumas (m<sup>3</sup>)

$b_{sedi}$  = Ancho del sedimentador (m)

$h_{sedi}$  = Profundidad del sedimentador (m)

$C$  = Espaciamiento libre entre paredes (m)

$L_{sedi}$  = Longitud del sedimentador (m)

$$V_{cereal} = 2((0.25 * 3.92 \text{ m} * 2.34 \text{ m}) * (0.86 \text{ m} + 2.34 \text{ m}) * 7.85 \text{ m})$$

$$V_{cereal} = 114.93 \text{ m}^3$$

Altura total interna del tanque IMHOFF

$$H_{ti} = h_{libre} + h_{sed} + h_{cd} + h_{cl} \quad \text{Ec. 54}$$

Donde:

$H_{ti}$  = Altura total interna del tanque IMHOFF (m)

$h_{libre}$  = Altura libre (m)

$h_{sedi}$  = Profundidad del sedimentador (m)

$h_{cd}$  = Altura de la cámara de decantación (m)

$h_{cl}$  = Profundidad de la cámara (m)

$$H_{ti} = 0.4 \text{ m} + 0.3 \text{ m} + 0.62 \text{ m} + 1.7 \text{ m}$$

$$H_{ti} = 5.72 \text{ m}$$

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador

$$C = \frac{P_f * SS}{1000} \quad \text{Ec.55}$$

Donde:

C= Carga de solidos que ingresa al sedimentador (kg\*SS/hab\*día)

Pf=Población 952 (hab)

SS= Contribución per cápita promedio de 90 (g/hab\*día) de acuerdo con la OPS

$$C = \frac{932 \text{ hab} * 90 \frac{\text{g}}{\text{hab}} * \text{dia}}{1000}$$

$$C = 83.88 \text{ kg} * \frac{\text{SS}}{\text{hab}} * \text{dia}$$

Masa de sólidos que conforman los lodos

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \quad \text{Ec. 56}$$

Donde:

Msd= Masa de sólidos que conforman los lodos (kg\*SS/hab\*día)

C= Carga de solidos que ingresa al sedimentador (kg\*SS/hab\*día)

$$Msd = \left( 0.5 * 0.7 * 0.5 * 83.88 \text{ kg} * \frac{\text{SS}}{\text{hab}} * \text{dia} \right) + (0.5 * 0.3 * 83.88 \text{ kg} * \frac{\text{SS}}{\text{hab}} * \text{dia})$$

$$Msd = 27.26 \text{ kg} * \frac{\text{SS}}{\text{hab}} * \text{dia}$$

Volumen diario de lodos digeridos

$$Vld = \frac{Msd}{plodos * \frac{\%solidos}{100}} \quad \text{Ec. 57}$$

Donde:

Vld= Volumen diario de lodos digeridos (lt/75ía)

Msd= Masa de sólidos que conforman los lodos (kg\*SS/hab\*día)

plodos= densidad de lodo (kg/l) de acuerdo con el EXIEO

%solid= Porcentaje de solidos (%) de acuerdo con el EXIEO

$$Vld = \frac{27.26 \text{ kg} * \frac{\text{SS}}{\text{hab}} * \text{dia}}{1.05 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * \frac{10\%}{100}}$$

$$Vld = 259.63 \text{ lt/dia}$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000} \quad \text{Ec. 58}$$

Donde:

Vel= Volumen de lodos a extraerse del tanque (m3)

Vld= Volumen diario de lodos digeridos (lt/76ía)

Td= Días de acuerdo con el EXIEO

$$Vel = \frac{259.63 \frac{lt}{día} * 55 \text{ dias}}{1000}$$

$$Vel = 14.28 \text{ m}^3$$

Área de lecho de secado

$$Als = \frac{Vel}{Ha} \quad \text{Ec.59}$$

Donde:

Als= Área de lecho de secado (m2)

Vel= Volumen de lodos a extraerse del tanque (m3)

Ha= Profundidad de aplicación (m) de acuerdo con la OPS

$$Als = \frac{14.28 \text{ m}^3}{0.3 \text{ m}}$$

$$Als = 47.60 \text{ m}^2$$

Dimensiones del lecho de secado

$$Lls = \frac{Als}{Bls} \quad \text{Ec.60}$$

Lls= Longitud de lecho de secado (m)

Als= Área de lecho de secado (m2)

Bls= Ancho de lecho de secado (m) de acuerdo con EXIEOS

$$Lls = \frac{47.60 \text{ m}^2}{5 \text{ m}}$$

$$Lls = 9.52 \text{ m}$$

Las siguientes tablas de resumen muestran las dimensiones de los dos tanques Imhoff del presente proyecto.

**Tabla 20**

*Parámetros de diseño tanque Imhoff para descarga 1*

<b>Descarga 1</b>			
<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Ht int	5,72	m	Altura interna
<b>Dimensiones de la cámara del sedimentador</b>			
b libre	0,4	m	Borde libre
V sed	35,96	m <sup>3</sup>	Volumen
$\beta$	50	°	Ángulo
b sed	3,92	m	Ancho
L sed	7,85	m	Largo
h sed	2,34	m	Profundidad
<b>Dimensiones de la cámara del decantador</b>			
V cd	27,96	m <sup>3</sup>	Volumen
b cd	5,72	m	Ancho
h cd	0,62	m	Altura
<b>Dimensiones de la cámara del digestor de lodos</b>			
$\theta$	30	°	Ángulo de inclinación de las paredes
b fondo ca	1	m	Ancho del fondo
h cl	1,7	m	Profundidad
V ca	50,38	m <sup>3</sup>	Volumen
<b>Cámara de espumas y de ventilación</b>			
c	0,86	m	Espaciamiento libre entre paredes
Vce real	114,93	m <sup>3</sup>	Volumen real

*Nota.* La tabla 20 indica los parámetros de diseño del tanque Imhoff para descarga 1. Elaborado por: Los autores.

**Tabla 21***Parámetros de diseño tanque Imhoff para descarga 2*

<b>Descarga 2</b>			
<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Ht int	5,21	m	Altura interna
<b>Dimensiones de la cámara del sedimentador</b>			
b libre	0,4	m	Borde libre
V sed	49,03	m <sup>3</sup>	Volumen
$\beta$	50	°	Ángulo
b sed	4,35	m	Ancho
L sed	8,7	m	Largo
h sed	2,6	m	Profundidad
<b>Dimensiones de la cámara del decantador</b>			
V cd	27,96	m <sup>3</sup>	Volumen
b cd	6,15	m	Ancho
h cd	0,52	m	Altura
<b>Dimensiones de la cámara del digestor de lodos</b>			
$\theta$	30	°	Ángulo de inclinación de las paredes
b fondo ca	1	m	Ancho del fondo
h cl	1,7	m	Profundidad
V ca	59,58	m <sup>3</sup>	Volumen
<b>Cámara de espumas y de ventilación</b>			
c	0,92	m	Espaciamiento libre entre paredes
Vce real	172,31	m <sup>3</sup>	Volumen real

*Nota.* La tabla 21 indica los parámetros de diseño del tanque Imhoff para descarga 2. Elaborado

por: Los autores.

## **CAPÍTULO VI**

### **PRESUPUESTO REFERENCIAL**

#### **6.1 Presupuesto referencial alcantarillado sanitario y planta de tratamiento**

La elaboración del presupuesto referencial se lo realizó en base a las alternativas seleccionadas posterior a su análisis técnico-económico, tomando en cuenta las longitudes totales correspondientes a cada diámetro de tubería usada junto con los materiales, transporte e instalación de esta. Para el tema de trabajos preliminares, movimientos de tierras y estructuras complementarias se consideró la excavación, resanteo y relleno para rangos de alturas que se basan en los diseños definitivos y de los cuales se realizó una sumatoria para determinar los volúmenes aproximados de excavación. Para el caso del presupuesto correspondiente al alcantarillado sanitario se consideró un ancho de excavación igual a 1m debido a que el diámetro máximo usado es igual a 300mm junto con una profundidad de excavación correspondiente a la altura máxima de la alternativa seleccionada; Para el sistema pluvial se consideró un ancho de excavación igual a 1.5m debido a que en el diseño se usó un diámetro de tubería máximo de 1100mm y una profundidad de excavación correspondiente a la altura máxima de la alternativa seleccionada.

Para el presupuesto referencial de los pozos de revisión se tomó en cuenta la altura de estos, clasificando en rangos los pozos usados en el diseño junto con su precio unitario correspondiente.

Los valores referenciales usados en los presupuestos de cada sistema de alcantarillado se los obtuvieron de la tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios correspondiente al reporte de rubros de junio del 2023 proporcionados por la DAPA, siendo estos los rubros más actuales.

**Tabla 22**

*Presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado sanitario*

DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DENOMINACIÓN	UNID.	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES - ALBAÑILERIA</b>				
1,01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL ( R )	m2	4251,93	1,39	5910,18
1,02	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS ( R )	m2	4048,70	1,85	7490,10
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>13400,28</b>
<b>2,00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2,01	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=0,00 -2,75 m ( R )	m3	4332,13	21,00	90974,73
2,02	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=2,76 -3,99m ( R )	m3	1568,52	35,00	54898,20
2,03	RESANTEE DE ZANJA A MANO	m2	2125,96	1,54	3273,98
2,04	RELLENO COMPACTADO A MANO (PLANCHA) ( R )	m3	212,60	6,84	1454,18
2,05	RELLENO COMPACTADO A MATERIAL DE EXCAVACION (EQUIPO PESADO) ( R )	m3	212,60	2,38	505,99
2,06	ACOSTILLADO CON ARENA	m3	850,39	18,64	15851,27
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>166958,35</b>
<b>3,00</b>	<b>TUBERIAS</b>				
3,01	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø220 mm 1,25mPa (øi 220mm) (MAT/TRAN/INST)	M	259,97	47,87	12444,76
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø315 mm 1,25mPA (øi 300mm) (MAT/TRAN/INST)	M	1866,00	130,43	243382,38
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>255827,14</b>
<b>4,00</b>	<b>POZOS DE REVISIÓN</b>				
4,01	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=0,00-1,26 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	1,00	567,42	567,42
4,02	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=1,26-1,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	20,00	631,14	12622,80
4,03	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=1,76-2,25 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	4,00	714,55	2858,20
4,04	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=2,26-2,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	2,00	793,42	1586,84
4,05	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=2,76-3,25 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	2,00	888,49	1776,98
4,06	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=3,26-3,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	2,00	967,24	1934,48
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>16048,42</b>
<b>5,00</b>	<b>ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS</b>				
5,01	<b>CANAL DE ACERCAMIENTO CON REJILLA</b>				
5,02	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	1,00	1,39	1,39
5,03	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	1,00	1,85	1,85
5,04	EXCAVACION A MANO EN TIERRA	m3	0,55	10,70	5,89
5,05	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f <sub>c</sub> = 140 kg/M2	m3	0,10	130,96	13,10
5,06	HORMIGON ARMADO f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> (INC. ENCOFRADO /DESENCOFRADO)	m3	0,60	548,04	328,82
5,07	ENLUCIDO LISO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	3,00	10,84	32,52
5,08	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	0,60	56,60	33,96
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>9,13</b>
<b>6,00</b>	<b>TANQUE IMHOFF</b>				
6,01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	112,64	1,39	156,57
6,02	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS	m2	112,64	1,85	208,38
6,03	EXCAVACION A MANO EN TIERRA	m3	674,85	10,70	7220,90
6,04	MEJORAMIENTO DE SUELO SUB-BASE CLASE III (EQUIPO PESADO)	m3	16,90	16,77	283,41
6,05	HORMIGÓN SIMPLE REPLANTILLO f <sub>c</sub> = 140 kg/cm <sup>2</sup>	m3	11,26	130,96	1474,61
6,06	HORMIGON SIMPLE PARED f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	302,98	158,22	47937,50
6,07	ACERO REFUERZO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO )	kg	9425,34	2,24	21112,76
6,08	ENCOFRADO / DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA ( R )	m2	1548,00	15,05	23297,40
6,09	ENLUCIDO LISO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	1256,41	10,84	13619,48
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>115311,01</b>
<b>7,00</b>	<b>MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL</b>				
7,01	LETREROS INFORMATIVOS PEQUEÑOS EN CADA SECTOR	U	4,00	46,00	184,00
7,02	CINTA DE SEGURIDAD PELIGRO (ROLLO 250m)	U	15,00	18,86	282,90
7,03	DESALOJO EQUIPO PESADO (TIERRA/ESCOMBROS) 10km	m3	3216,00	10,09	32449,44
7,04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	U	3160,00	2,32	7331,20
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>40247,54</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>607.801,87</b>
				<b>12% IVA</b>	<b>72.936,22</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>680.738,09</b>

Nota. La tabla 22 indica el presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado sanitario.

Elaborado por: Los autores.



## 6.2 Presupuesto referencial alcantarillado pluvial

**Tabla 23**

*Presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado pluvial*

DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ITEM	DENOMINACIÓN	UNID.	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
1,00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES - ALBAÑILERIA</b>				
1,01	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL ( R )	m2	4213,38	1,39	5856,60
1,02	REPLANTEO MANUAL ESTRUCTURAS ( R )	m2	3160,04	1,85	5846,07
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>11702,67</b>
2,00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2,01	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=0,00 -2,75 m ( R )	m3	4044,34	21,00	84931,14
2,02	EXCAVACIÓN ZANJA A MAQUINA EN TIERRA H=2,76 -3,99m ( R )	m3	2537,72	35,00	88820,20
2,03	RESANTEO DE ZANJA A MANO	m2	3160,04	1,54	4866,46
2,04	RELLENO COMPACTADO A MANO (PLANCHA) ( R )	m3	316,00	6,84	2161,44
2,05	RELLENO COMPACTADO A MATERIAL DE EXCAVACION (EQUIPO PESADO) ( R )	m3	316,00	2,38	752,08
2,06	ACOSTILLADO CON ARENA	m3	850,39	18,64	15851,27
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>197382,59</b>
3,00	<b>TUBERIAS</b>				
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø335 mm (øi 300mm) (MAT/TRAN/INST)	M	91,37	31,13	2844,35
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø440 mm (øi 400mm) (MAT/TRAN/INST)	M	362,78	51,76	18777,49
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø540 mm (øi 500mm) (MAT/TRAN/INST)	M	411,53	79,82	32848,32
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø650 mm (øi 600mm) (MAT/TRAN/INST)	M	208,00	122,24	25425,92
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø760 mm (øi 700mm) (MAT/TRAN/INST)	M	453,70	157,37	71398,77
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø875 mm (øi 800mm) (MAT/TRAN/INST)	M	297,85	195,66	58277,33
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø1035 mm (øi 1000mm) (MAT/TRAN/INST)	M	211,44	306,83	64876,14
3,02	TUBERIA PVC U/E ALCANTARILLADO ø1150 mm(øi 1100mm) (MAT/TRAN/INST)	M	70,03	370,27	25930,01
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2844,35</b>
4,00	<b>POZOS DE REVISIÓN</b>				
4,02	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=1,26-1,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	7,00	631,14	4417,98
4,03	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=1,76-2,25 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	7,00	714,55	5001,85
4,04	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=2,26-2,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	2,00	793,42	1586,84
4,05	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=2,76-3,25 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	1,00	888,49	888,49
4,06	POZOS DE REVISIÓN H.S f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> H=3,26-3,75 m (TAPA CERCO PELDAÑOS)	U	2,00	967,24	1934,48
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>9419,83</b>
5,00	<b>POZOS DE SALTO</b>				
5,01	POZO DE SALTO, Hsalto=1,00m- H.ARMADO,f'c= 240 kg/cm <sup>2</sup> (TAPA,CERCO PELDOÑAS) ( R )	U	13,00	4112,17	53458,21
5,02	POZO DE SALTO, Hsalto=2,00m- H.ARMADO,f'c= 240 kg/cm <sup>2</sup> (TAPA,CERCO PELDOÑAS) ( R )	U	4,00	4607,12	18428,48
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>71886,69</b>
6,00	<b>MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL</b>				
6,01	LETREROS INFORMATIVOS PEQUEÑOS EN CADA SECTOR	U	4,00	46,00	184,00
6,02	CINTA DE SEGURIDAD PELIGRO (ROLLO 250m)	U	15,00	18,86	282,90
6,03	DESALOJO EQUIPO PESADO (TIERRA/ESCOMBROS) 10km	m3	3340,29	10,09	33703,53
6,04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	U	33069,87	2,32	76722,10
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>110892,52</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>404.128,66</b>
				<b>12% IVA</b>	<b>48.495,44</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>452.624,09</b>

*Nota.* La tabla 23 indica el presupuesto referencial para el sistema de alcantarillado pluvial.

Elaborado por: Los autores.

## **CAPÍTULO VII ANÁLISIS AMBIENTAL**

### **7.1 Estudio del impacto ambiental**

El estudio del impacto ambiental comprende un conjunto de componentes geosféricos, atmosféricos, hídricos, bióticos, socioeconómicos y culturales que pueden producir impactos directos, indirectos de corto o larga duración que pueden ser inevitables; considerando así que la (EIA) comprenda una fase cualitativa y cuantitativa, lo cual nos permite predecir y conocer las consecuencias de los efectos que un proyecto ocasionaría (Morales & Niebles, 2000).

### **7.2 Antecedentes**

El cantón Rumiñahui se caracteriza por tener una vegetación frondosa con gran cantidad de quebradas y ríos, que gracias al aumento poblacional se ha generado una amplia contaminación del lugar.

Los moradores de la comunidad de Campos Verdes, ubicados en la parroquia de Cotogchoa enfrentan directamente los efectos negativos de la falta de tratamiento adecuado de aguas residuales, generando malos olores y contaminando el aire, lo que provoca un riesgo a la salud de los moradores.

### **7.3 Objetivo del estudio**

Gestión ambiental apropiada, incorporando asesoramiento técnico y económico de la comunidad en todas las etapas de ejecución del proyecto, tanto en el sistema de alcantarillado pluvial como sanitario.

## 7.4 Descripción general del área de estudio

### Figura 4

#### *Lotización campos verdes*



Elaborado por: los autores

La lotización de Campos Verdes posee servicios básicos como: agua potable, electricidad, recolección de basura, internet, telefonía fija, pero no con alcantarillado. También presenta una abundante vegetación natural en su zona y con un cauce natural cercano que es la quebrada de los Conejeros.

## 7.5 Descripción biofísica

### 7.5.1 Flora y Fauna

El cantón Rumiñahui esta caracterizado por especies del callejón interandino y la parroquia Cotogchoa es rica en cultivos como: maíz, choclos, papas, habas, mellocos, árboles frutales como tomate, etc.; esto nos demuestra que la parroquia es ampliamente agrícola. Además, la parroquia también es considerada como zona ganadera ya que está representada por especies nativas e introducidas como: el ganado porcino, vacuno, bovino, caballar, etc.

## Figura 5

### *Flora y fauna de la lotización campos verdes*



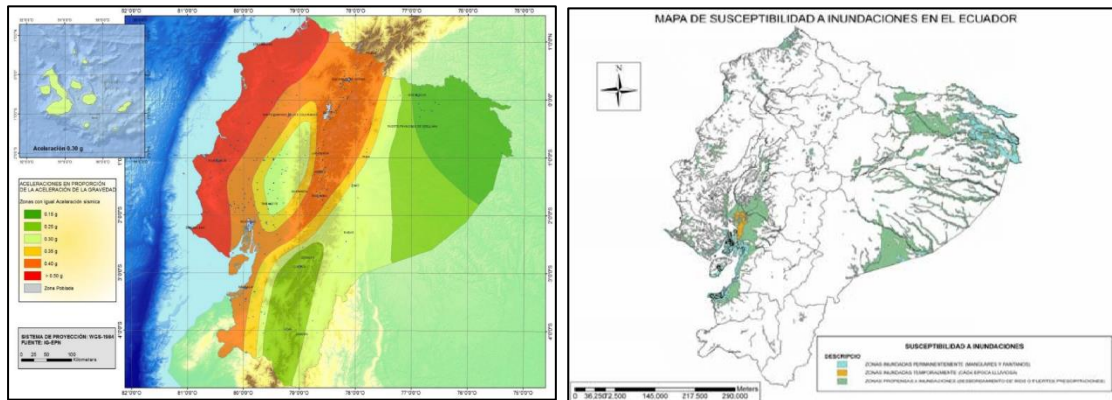
Elaborado por: los autores

## 7.6 Vulnerabilidad y amenazas

Al ser Ecuador un país con alta susceptibilidad a riesgos y amenazas ambientales, tales como eventos sísmicos, erupciones volcánicas e inundaciones, se debe realizar un análisis en la zona donde se desarrolla el proyecto del sistema de alcantarillado separado. Este análisis de vulnerabilidad está enfocado en el mapa de zonificación sísmica y en el mapa de inundaciones proporcionados por la secretaría de gestión de riesgos, en donde se debe ubicar la zona del proyecto y determinar el riesgo que tiene esta. A continuación, en la figura 1 se muestra el mapa de zonas sísmicas y mapa de inundaciones de Ecuador.

## Figura 6

### *Zona sísmica y mapa de inundaciones del Ecuador*



Elaborado por: los autores a través de Secretaría de gestión de riesgo (2023).

La lotización está ubicada en la parroquia de Cotogchoa, la cual se encuentra en la zona sísmica de categoría V, que muestra un alto riesgo de eventos sísmicos junto con una amenaza media debido a las inundaciones. Estas características que se presentan en la zona del proyecto deben ser tomadas en cuenta al momento de la implantación del sistema de alcantarillado, ya que estos podrían causar afectaciones al mismo provocando fisuras o roturas en las redes de alcantarillado.

### 7.7 Aspectos legales

Al realizar la ejecución de cualquier proyecto civil, se debe tomar en cuenta el marco legal en el que se desarrolla, como son las normas vigentes y los requisitos necesarios que son establecidos por las entidades gubernamentales que se mencionan a continuación en la tabla 1.

**Tabla 24***Tabla de instrumentos legales aplicados*

Instrumentos legales	Objetivo
<p>La política básica ambiental establecida para el Ecuador en el decreto 1589, con su registro 320 del 26 julio 2006 junto con la ley de gestión ambiental. Las normas establecidas de la calidad ambiental.</p>	<p>Realizar un análisis del impacto ambiental en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto y la mitigación de estos.</p>
<p>Conforme la constitución de la República del Ecuador con su registro oficial Número 449 del 20 de octubre 2008.</p>	<p>Proporcionar a los miembros de la población un ambiente adecuado donde se pueda desarrollar libremente el derecho a vivir, libertad, sana convivencia, derecho a espacios verdes y libres de contaminación</p>
<p>El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial junto con la ley orgánica del buen aprovechamiento de los recursos hídricos y sus usos.</p>	<p>Promover ambientes sanos de convivencia junto con un control a la calidad de los recursos existentes</p>

*Nota.* La tabla 24 indica la tabla de instrumentos legales aplicados. Elaborado por: Los autores.

### **7.8 Fases que conforman el proyecto**

Son las diferentes actividades que se deben llevar a cabo para la ejecución y el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado, junto con el nivel de impacto correspondiente a dicha actividad. En la tabla 23 que se encuentra a continuación, se indica las fases que conforman el proyecto.

**Tabla 25***Etapas del proyecto*

Fases o etapas	Nivel del impacto ambiental
<b>Etapas de construcción</b>	
Montaje de campamento	Corto plazo
Señalización de vías	Corto plazo
Cierre parcial de vías	Corto plazo
Operación de la maquinaria	Corto plazo
Movimiento y excavación de tierras	Corto plazo
Emisión de polvo y ruido	Corto plazo
Disposición de materiales de desalojo	Corto plazo
Transporte de materiales	Corto plazo
Cierre de obra	Corto plazo
<b>Etapas de operación</b>	
Operación de la red de alcantarillado separado	Mediano y largo plazo
Mantenimiento de la red de alcantarillado	Mediano y largo plazo
Monitoreo y seguimiento del sistema de alcantarillado	Mediano y largo plazo

*Nota.* La tabla 25 indica las etapas del proyecto. Elaborado por: Los autores.

## **7.9 Impactos positivos y negativos**

### **7.9.1 Impactos positivos**

Uno de los impactos positivos de mayor influencia que se generará al momento de la construcción y posterior funcionamiento del sistema, será dar una correcta disposición y tratamiento de las aguas residuales, evitando así la generación de diversas enfermedades de origen hídrico.

Proporcionar los medios donde se pueda desarrollar un mejor estilo de vida para la comunidad de la lotización contrarrestando fuentes de infecciones y enfermedades.

Dar un uso óptimo a la planta de tratamiento, que se encarguen de reducir el nivel de contaminación de las aguas servidas para su posterior descarga.

### **7.9.2 Impactos negativos**

Son los que generan un daño al medio ambiente de la zona donde se ejecuta el proyecto, como es en la fase de construcción donde se generan escombros debido a la remoción de tierras, contaminación auditiva, generación de partículas de polvo y contaminación producto de la maquinaria.

Pérdida de áreas verdes debido a la construcción de la planta de tratamiento junto con cambios en la flora y fauna del lugar.

Modificar el estilo de vida de los moradores de la lotización en la fase de construcción debido a cierres parciales de vía y alteraciones en la dotación de agua potable.

### **7.10 Mitigación de los impactos**

En base a la duración de la ejecución del proyecto se tomarán medidas que contrarresten en lo posible el nivel del impacto negativo generado por las actividades a desarrollarse. Uno de los mayores criterios tomados en cuenta para la minimización de impacto en la zona fue analizar la topografía del lugar para dar la solución en la que se excave menor cantidad de volúmenes de tierra para afectar en lo menos posible las características del suelo.

Seleccionar equipo y maquinaria que cuenten con un correcto mantenimiento evitando así el aumento de contaminación auditiva y debido a la fuga de sustancias tóxicas.

Se debe garantizar la correcta disposición del material de desalojo que se genere debido a la construcción del sistema de alcantarillado.

Antes de empezar la ejecución del proyecto, se debe capacitar a los trabajadores con el fin de mitigar la contaminación generada y dotar de equipos de protección precautelando la vida de los trabajadores.



## **CAPÍTULO VIII OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **8.1 Operación**

Según el “Manual de operación y mantenimiento redes de alcantarillado sanitario (2018)” las actividades de operación y mantenimiento se clasifican en función de la periodicidad, magnitud y urgencia en tres categorías: preventivas, correctivas y de emergencia.

### **8.2 Mantenimiento preventivo**

Las actividades preventivas se centran en tareas rutinarias de inspección y limpieza. Estas actividades tienen como propósito minimizar las interrupciones y el desgaste acelerado de los componentes del sistema.

El mantenimiento preventivo se divide en dos actividades principales:

#### **8.3 La verificación periódica de los componentes**

Nos ayuda a determinar fallos en el sistema mediante inspecciones internas de cada componente (pozos, estructuras de derivación de caudales, colectores principales y secundarios; domiciliarias), con inspecciones superficiales de áreas inundadas y evidencias de filtraciones en las tuberías, etc.

#### **8.4 Mantenimiento periódico de los componentes del sistema**

Tiene como función la limpieza y desobstrucción de las unidades del sistema; reparación o sustitución de escalerillas de acceso a pozos de revisión; reparación de rejillas de sumideros dañadas y reparación de triza duras y enlucidos.

#### **8.5 Mantenimiento emergente y correctivo**

En las actividades de emergencia se destaca que no pueden ser programadas, ya que requieren una atención inmediata. Estas situaciones suelen surgir como consecuencia de roturas en las tuberías o bloqueos causados por raíces, grasas, aceites u otros materiales.

Las actividades correctivas tratan sobre la sustitución y reubicación de tuberías. Estas actividades pueden ser cada seis meses por ejemplo y se planificarán los pasos correctivos de

mantenimiento. Estas acciones se definen como aquellas que requieren de cuadrillas y equipos especializados.

**Tabla 26**

*Verificación de los componentes correspondientes al mantenimiento emergente y correctivo de la red.*

<b>Componente</b>	<b>VERIFICACION PERIÓDICA Por sectores o subcuencas Inspector de campo</b>	<b>MANTENIMIENTO PERIODICO Por período (año) Operadores, albañiles y cuadrilla</b>
Pozos de visita	Paredes, tapa sedimentos, escalera	Desobstrucción y limpieza; sustitución de escalerillas; tapas; paredes
Instalaciones Domiciliarias	Paredes, tapa sedimentos, escalera	Desobstrucción y limpieza; sustitución de escalerillas; tapas; paredes
Colectores	Áreas inundables, hundimientos de calles, evidencias de filtración en tuberías	Desobstrucción y limpieza; sustitución de tramos con problema

*Nota.* Datos obtenidos de la Empresa Pública Ecuador Estratégico (2018).

## CONCLUSIONES

En la red de alcantarillado se establecieron parámetros de diseño que se ajustan de acuerdo con las normativas vigentes en el país, llegando a establecer un periodo de diseño de 25 años junto con un periodo de retorno de 10 años dentro del cual se va a desarrollar la máxima capacidad del sistema.

Con los catastros de agua potable y al registro de datos, se concluyó que la dotación que registra la lotización Campos Verdes es de 206 lt/hab/día, siendo menor que el valor mínimo establecido por la normativa, esto debido a que la mayoría de los habitantes de este lugar utilizan sus residencias como casa de fin de semana, registrando un consumo menor de agua potable entre semana.

La geometría de las tuberías usadas en los sistemas será circular tomando en cuenta los diámetros de tuberías comerciales disponibles en el mercado complementada con longitudes máximas entre pozos de revisión de 100m indiferente del diámetro de tuberías de entrada y salida al pozo. Otro criterio en el que se basó el diseño es tomar en cuenta la menor profundidad de excavación de pozos, obteniendo como resultado profundidades de descargar que van desde 1,30m hasta 2,25m.

En la red de alcantarillado sanitario se optó por separar los caudales en dos partes junto con el diseño de una planta de tratamiento respectiva para cada una de ellas, esto debido al cruce de la quebrada de "Conejeros" la cual tiene una profundidad mínima, imposibilitando el cruce del sistema por esta calzada, con el fin de obtener profundidades de pozos menores optimizando la red de alcantarillado.

Para el diseño del sistema pluvial se concluyó que el sistema tenga 3 puntos de descarga los cuales desembocan en diferentes zonas de la quebrada de "Conejeros", esto con el fin de reducir la profundidad de excavación de los pozos de revisión debido a que el caudal pluvial es considerablemente mayor que el caudal sanitario.

Para el presupuesto referencial se tomó en cuenta los precios unitarios de los elementos que componen la red alcantarillado sanitario junto con la planta de tratamiento dando un valor aproximado de \$680.738,09. En el caso del presupuesto referencial de la red de alcantarillado pluvial se obtuvo un valor aproximado de \$452.624,09.

## **RECOMENDACIONES**

Previo a la realización del trabajo de campo que se requiere ejecutar en la zona con fines de obtención de datos, se recomienda visitar la zona reconociendo la topografía e identificando el tipo de infraestructura hidrosanitaria que existe en el lugar con el objetivo de planificar las actividades a desarrollarse posteriormente.

Al momento de realizar los catastros necesarios en la zona del proyecto es necesario llevar la documentación pertinente que avale las actividades que se van a desarrollar y en el caso de solventar cualquier duda por parte de los habitantes del lugar.

En la etapa de los diseños del sistema de alcantarillado se recomienda ir a campo y suponer como será la implantación de la red, tratando de identificar los futuros problemas que surjan con el fin de dar la solución más idónea para el proyecto.

Dar la importancia necesaria al punto de operación y mantenimiento del sistema garantizando así su óptimo funcionamiento y reduciendo en lo posible problemas que generen fallas u obstrucciones en la red.

## REFERENCIAS

- Abreu, J. (2014, diciembre). El método de la investigación. *spentamexico.org*, 9(3), 195–204. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018, mayo). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *Revista Digital Novasinergia*, 24. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-26542018000100023&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-26542018000100023&script=sci_arttext)
- Cabay, K., & Hervas, E. (2020). *REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO Y DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL BARRIO SELVA ALEGRE, UBICADO EN LA PARROQUIA DE SANGOLQUÍ, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19585>
- Castillo, C., & Ullaguari, E. (2018). *DISEÑO DEL COLECTOR COMBINADO EN EL MARGEN IZQUIERDO DE LA QUEBRADA CALIHUAYCU PARA LA PARROQUIA PINTAG, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA-ECUADOR*. [Proyecto técnico, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16077/1/UPS-ST003783.pdf>
- CPE INEN 5. (2003). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5%20Parte\\_9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf)
- EMAAP-Q. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/201422937/Normas-Alcantarillado-EMAAP-Q-pdf>
- Empresa Pública Ecuador Estratégico. (2018). *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO*. Compras Públicas. <https://www.compraspublicas.gob.ec>
- Estrada, N. (2017, junio 15). *Componentes de una conexión domiciliaria y su normativa*. SLIDESHARE. <https://es.slideshare.net/NICOLASISRAELESTRADA/componentes-de-una-conexin-domiciliaria-y-su-normativa>
- EX-IEOS. (1992, mayo 11). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Comunidad para la Ingeniería Civil. <https://www.cingcivil.com/Comunidad/index.php?topic=2344.0>

- GADMUR. (2022). BASES DE DISEÑO. En *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiahui*. DAPA.
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. En *cmapspublic2.ihmc.us* (1). <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Hidalgo, J., & Maldonado, S. (2022). *DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SEPARADO DEL SECTOR SAN FERNANDO, LOTIZACIÓN LOS ROMEROS, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA PICHINCHA* [Proyecto técnico, Universidad Politécnica Salesian]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22920>
- Lliguin, G., & Tinoco, J. (2022). *DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA EL BARRIO EL ROSARIO, PARROQUIA DE SANGOLQUÍ, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA* [Proyecto técnico, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23004>
- Morales, L. Y., & Niebles, E. C. (2000). Proyectos De Ingenieria Y Su Impacto Ambiental [Proyecto técnico, Universidad Militar Nueva Granada]. En *CIENCIA E INGENIERIA NEOGRANADINA*. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/33273>
- Nicomedes, E. (2018). Tipos de investigación [Proyecto técnico, Universidad Santo Domingo de Guzmán]. En <http://repositorio.usdg.edu.pe/>. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- NTE INEN 1108. (2014, enero). *AGUA POTABLE REQUISITOS*. ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10608/8/Norma%20Inen%20Agu a1108-2.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y*. STUDYLIB. <https://studylib.es/doc/5614426/gu%C3%ADa-para-el-dise%C3%B1o-de-tanques-s%C3%A9pticos--tanques-imhoff-y>
- Pulamarin, L. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE SUS AGUAS RESIDUALES PARA LA LOCALIDAD DE EL TAXO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA* [Proyecto técnico , EPN]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17258>
- Salud Arequipa. (2006). *Norma Os.090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Normas legales Salud Arequipa. [https://saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/OS.090.pdf](https://saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf)
- SENAGUA. (2016). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL* (10.7). <https://doi.org/10.7>

Universidad de Cuenca. (2019, junio 3). Coeficiente de Mayoración o Simultaneidad. *STUDOCU*. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-cuenca/alcantarillado/coeficiente-de-mayoracion-o-simultaneidad/5997832>



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Zanjas de infiltración:** Son canales sin desnivel, construida en laderas la cual se encarga de captar la esorrentía, aumentando la infiltración de agua en el suelo.

**GADMUR:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui

**DAPA:** Dirección de agua potable y alcantarillado

**PTAR:** Planta de tratamiento de aguas residuales

**EIA:** Estudio del impacto ambiental

## **ANEXOS**



Oficio Nro. GADMUR-DAPA-2022-1705-O

Sangolquí, 31 de octubre de 2022

**Asunto:** SOLICITA SE FACILITE EL ACCESO A LA INFORMACIÓN PERTINENTE QUE SERÁ UTILIZADA CON FINES EDUCATIVOS PARA EL PROYECTO DE TITULACIÓN "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA" DEL SR. ERICK DANIEL CAMPOS ERIQUE

Señores  
Universidad Politecnica Salesiana  
Presente.

SOLICITA SE FACILITE EL ACCESO A LA INFORMACIÓN PERTINENTE QUE SERÁ UTILIZADA CON FINES EDUCATIVOS PARA EL PROYECTO DE TITULACIÓN "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA" DEL SR. ERICK DANIEL CAMPOS ERIQUE

Tomando en consideración su requerimiento, me permito informar a usted que esta Dirección autoriza la elaboración del trabajo de investigación como tema de tesis "Diseño del Sistema de Alcantarillado Separado de la Lotización Campos Verdes, Parroquia Cotogchoa, cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha" de la misma forma se autoriza a las Jefatura de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización la entregar toda la información que se requiera para el desarrollo del trabajo de investigación en la Lotización Campos Verdes al estudiante Sr. Erick Daniel Campos Enríque C.I 1722123815, para tal efecto el estudiante debe ponerse en contacto con el siguiente personal para la coordinación de entrega de información:

Ing. Pablo Gallardo Responsable de Alcantarillado.  
Ing. Silvia Vallejo Responsable de Agua Potable.  
Lcda Karely Bravo Responsable de Comercialización

Así mismo pongo en conocimiento que para procesos de coordinación institucional y de forma específica con la DAPA, se designa al Ing. Nelson R Pedraza M para la revisión y cumplimiento de los requerimientos institucionales sobre el tema de agua potable y alcantarillado.

Sin más y para los fines pertinentes.

Atentamente,

Oficio Nro. GADMUR-DAPA-2022-1705-O

Sangolquí, 31 de octubre de 2022



Firmado electrónicamente por:  
MARCO VICENTE  
CASTRO CARRERA

Ing. Marco Vicente Castro Carrera  
**DIRECTOR DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

Referencias:

- GADMUR-DSG-2022-18803-E

Anexos:

- TR.18803.pdf

NUT: GADMUR-2022-48556

Acción	Siglas Unidad	Fecha
Elaborado por: Nelson Ramiro Pedraza Maigua	DAPA	2022-10-31





Oficio Nro. GADMUR-DAPA-2022-1946-O

Sangolquí, 07 de diciembre de 2022

Señores  
Universidad Politecnica Salesiana  
Presente.

De mi consideración:

En atención al Documento No. GADMUR-DSG-2022-20933-E, en la cual solicita la factibilidad de agua potable y alcantarillado para la LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES al respecto me permito informar lo siguiente:

### **AGUA POTABLE**

No existe factibilidad de agua potable.

Para cualquier proyecto arquitectónico regirse a las bases de Diseño de la DAPA-R GADMUR.

De existir vías internas deberá presentar el diseño hidrosanitario.

Para urbanizaciones o conjuntos habitacionales se debe considerar la construcción de una cisterna y su respectivo equipo de presurización.

El sistema contra incendios será independiente al consumo humano, el mismo que será aprobado por el Cuerpo de Bomberos de Rumiñahui.

### **ALCANTARILLADO**

No existe factibilidad de alcantarillado.

El presente certificado de factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado tendrá validez un año calendario a partir de la presente fecha.

Atentamente,

Oficio Nro. GADMUR-DAPA-2022-1946-O

Sangolquí, 07 de diciembre de 2022



Firmado electrónicamente por:  
MARCO VICENTE  
CASTRO CARRERA

Ing. Marco Vicente Castro Carrera  
**DIRECTOR DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

Referencias:

- GADMUR-DSG-2022-20933-E

Anexos:

- Comprobante.pdf  
- TR.20933.pdf  
- Bases de diseño

Copia:

Señor Tecnólogo  
Jorge Mauricio Oña Suquillo  
**Servidor Público 1**

NUT: GADMUR-2022-54800

Acción	Siglas Unidad	Fecha
Elaborado por: Diana Sofia Cuaical Angulo	DAPA	2022-12-07
Revisado por: Pablo Patricio Gallardo Silva	DAPA	2022-12-07





Anexo C

# JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE "SANA CUENDINA"

Decreto supremo. 3327 Registro oficial no. 802 del 29 de marzo de  
1979

R.U.C. 1768101060001

Cuendina 9 de febrero del 2023

## CERTIFICADO

Por medio de la presente informamos a Quien interese:

Una vez revisados los archivos correspondientes de la Junta Administradora de Agua Potable "SANA CUENDINA", del Barrio Cuendina de la Parroquia de Amaguaña, certifica que se provee de agua para consumo humano a la lotización Campos Verdes .

Es todo cuanto podemos informar, y la persona que solicito puede hacer uso de este documento como creyera más conveniente.

Atentamente



JUNTA ADMINISTRADORA  
DE AGUA POTABLE  
CUENDINA

Recaudadora

Jaqueline Tipan

N.C.171246392



**OFICIO GADMUR-DAPAC-2023-0008-O**

Sangolquí, 14 de febrero del 2023

**PARA :** Dr. Francisco Iturralde  
Presidente del Comité Pro-Mejoras de la Lotización Campos Verdes

**DE:** Ing. Nelson Ramiro Pedraza Maigua  
Analista de Diseños de Agua Potable y Alcantarillado

**Asunto:** Catastro de medidores de agua potable y toma de consumos en la lotización

Saludos cordiales, el motivo de la presente es para informarle de la incorporación de un nuevo integrante de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería Civil de nombre ALEX DARIO CALLE PERASSO con C.I.: 1726008491, que va a ser parte del diseño de sistema de alcantarillado separado de la lotización Campos Verdes, ubicada en la Parroquia Cotogchoa, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, se plantea realizar el trabajo de campo correspondiente a:

- ✓ Catastro mediante el registro de medidores de agua potable en los predios que conforman la lotización Campos Verdes.
- ✓ Toma de lecturas de consumo diario en medidores.
- ✓ Registro de número de habitantes en los predios que actualmente son abastecidos de agua potable.

Las actividades antes señaladas se las realizara a partir de la cuarta semana del mes en curso correspondiente al miércoles 22 de febrero al miércoles 01 de marzo del 2023, por tal motivo y de manera más comedida solicito a usted gestionar informando a los moradores de la Lotización de la presencia de los dos estudiantes en los días señalados para que reciban las facilidades en la ejecución de las actividades que son importantes para el desarrollo de los estudios del sistema de alcantarillado separado.





**Ruminahui**  
GOBIERNO MUNICIPAL

Cabe recalcar que la información que será entregada al estudiante será utilizada únicamente con fines académicos.

Sin más y para los fines pertinentes.



Firmado electrónicamente por:  
**NELSON RAMIRO  
PEDRAZA MAIGUA**

Ing. Nelson Ramiro Pedraza Maigua

**Analista de Diseños de Agua Potable y Alcantarillado**

**Dirección de Agua Potable y Alcantarillado**

**Celular:** 0980142763

**Email :** nelson.pedraza@ruminahui.gob.ec



# BASES DE DISEÑO

GOBIERNO MUNICIPAL

**NOMBRE-PROPIETARIO**

**LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES**

**CLAVE CATASTRAL** -----

## AGUA POTABLE

**DOTACIÓN:** 250 l/hb/día

## COEFICIENTES DE MAYORIZACION

- Q máx. Diario: 1.50  
- Q máx. Horario: 2.30

## TIPO DE MATERIAL:

PVC x 1.25 MPa U/E  
Ø minino = 63 mm.

## CAUDAL PARA INCENDIOS

**VOLUMEN DE RESERVA:** 13 m<sup>3</sup> mínimo

## TIEMPO DE LLENADO

12 HORAS

## ALCANTARILLADO

## ECUACIÓN INTENSIDAD DE LLUVIAS

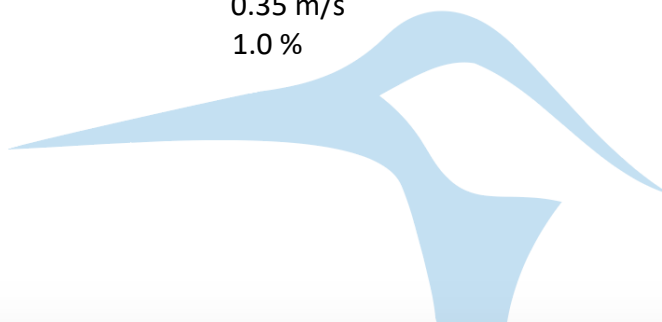
$$I = 212 * T^{0.123} / t^{0.47} \text{ mm/hora}$$

**COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO:** C = 0.50 min. o de acuerdo al tipo de superficie

**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL:** t = 12 min.

## TUBERÍA DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO

**VELOCIDAD MÁXIMA DISEÑO T.H:** 6.0 m/s  
**VELOCIDAD MINIMA TUBO LLENO:** 0.90 m/s **VELOCIDAD MINIMA**  
**AUTOLIMPIEZA:** 0.35 m/s  
**PENDIENTE MINIMA:** 1.0 %



## DIÁMETRO MINIMO PARA REDES PRINCIPALES

ALCANTARILLADO SANITARIO

Ø 200 mm.

ALCANTARILLADO PLUVIAL

Ø 250 mm

## PARAMETROS DE DISEÑO DE EQUIPOS DE AUTO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA CONJUNTOS HABITACIONALES

Se considerara el Caudal Máximo Horario como caudal de diseño del sistema hidroneumático de distribución de agua potable

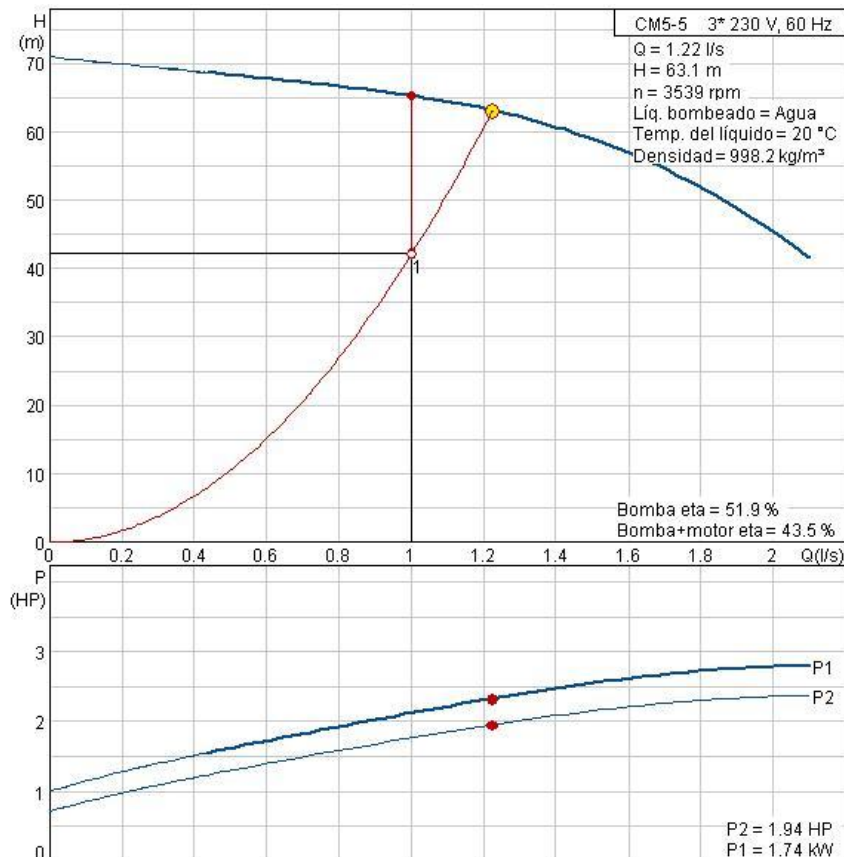
En caso de que el Caudal Máximo Horario sea inferior a 1 l/s, el calculista deberá asumir como valor de cálculo 1 l/s.

Factor de corrección de la potencia requerida por el motor y la bomba.

HP (motor) = 1.30 HP (bomba) para motor trifásico

HP (motor) = 1.50 HP (bomba) para motor monofásico

### CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA PARA EL DISEÑO



**Nota: EL PROYECTO Y PLANOS DEBEN ESTAR GEOREFERENCIADOS**

# DIRECCION DE PLANIFICACION TERRITORIAL

## INFORME DE NORMAS PARTICULARES N°. CNP-410-2023

viernes, 10 de febrero de 2023 14:01

### 1. DATOS DE LA SOLICITUD

Solicitud No. 8488 Nombre: 1700334327 HIDALGO SIMBAÑA ROSA

Objeto de Solicitud: Edificar

Es Factible: SI

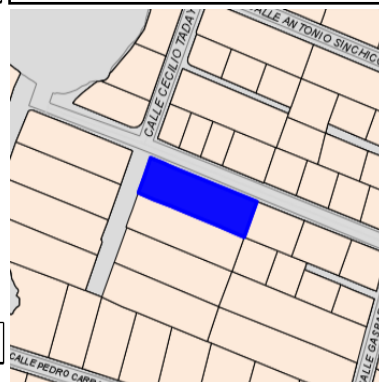
### 2. IDENTIFICACION DEL PROPIETARIO

Propietario 1700334327 HIDALGO SIMBAÑA ROSA

### 3. INFORMACION DEL PREDIO

Clave catastral: 110205321000 Clave Catastral Anterior: MZ25-08  
 En propiedad horizontal: NO Patrimonio Cultural: NO En derechos y acciones: NO  
 Parroquia: SAN PEDRO DE TABOADA Barrio: SAN ISIDRO  
 Dirección: CECILIO TADAY Y V. UCUANGO

### 4. UBICACION



### 5. AREAS DE TERRENO Y CONSTRUCCIÓN

Área T. Edificable	Área T. Edif. con Rest	Área T. No Edif.	Área Total Terr.	Frente Calles	Perimetral
969,00 m2	0,00 m2	0	969,00 m2	SI	SI

Área Construcción	Bloques	Frente
157,50	2	0

### 6. CERRAMIENTO

### 7. CALLES

Calle	Ancho Via	Ancho Acera	Línea de Fábrica	Línea de Nivel
VENTURA UCUANGO	10.00	1.50	CINTA GOTERA	RASANTE ACTUAL
CECILIO TADAY	10.00	1.50	CINTA GOTERA	RASANTE ACTUAL

### 8. RADIO DE CURVATURA

Calle 1	Calle 2	R.Curv.
VENTURA UCUANGO	CECILIO TADAY	2,50

### 9. SERVICIOS

Calzada	Bordillos	Aceras	Agua Potable	Alc. Pluvial	Alc. Sanitario	Tipo Alcantarillado
NO	SI	SI	SI	SI	SI	SEPARADO

### 10. REGULACIONES

ZONA	PISOS	RETIROS
Clasificación: URBANO	Altura: 9,00 m	Frontal: 0,00 m Entre bloques: 0,00 m
Zonificación: RC2-D303-60	No. Pisos: 3	Lateral 1: 0,00 m Pareada:
Lote mínimo: 300m2	COS en pb: 60,00 %	Lateral 2: 0,00 m
Frente mínimo: 12,00 m	COS total: 180,00 %	Posterior: 3,00 m
Forma de ocupación del suelo:	Continua sobre línea de fábrica con retiro posterior o patio de iluminación	
Uso Principal:	Uso de Suelo Residencial Combinado RC2	

### 11. AFECTACIONES

Total	NO	Parcial	NO	Línea Fábrica	NO
-------	----	---------	----	---------------	----

### Adosamiento

Lugar Adosamiento

Tipo Vivienda

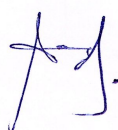
Cerramiento

NO NINGUNO MULTIFAMILIAR TIPO 1

### 12. OBSERVACIONES

CERRAMIENTO TIPO 1 :  
 TIPO DE CERRAMIENTO UNIFAMILIAR, BIFAMILIAR Y MULTIFAMILIAR CONTINUA  
 Los cerramientos frontales tendrán una altura de los muros de cerramiento hasta 0.80 metros, y con elementos transparentes alcanzará una altura total mínima de 1.80 metros y máxima de 2.50 metros, debiendo diseñarse en armonía con el edificio y se aprobarán conjuntamente con el proyecto arquitectónico". Los muros divisorios entre predios deberán construirse como cerramientos hasta una altura máxima de 3 metros. Los solares no edificados deberán cerrarse con una pared de mampostería hacia la vía pública de 2 metros de altura como mínimo siendo de carácter provisional hasta que se ejecute la construcción definitiva. La altura de los muros de cerramiento de lotes privados que lindan con las áreas verdes y equipamiento comunal, no será mayor a 0.60metros pudiendo ser el resto del cerramiento, hasta alcanzar una altura de 2 metros de cerca viva o enrejado, remitiéndose exclusivamente ingreso peatonal.

Atentamente,



Lcdo. Nelson Calo Guaman

# DIRECCION DE PLANIFICACION TERRITORIAL

## INFORME DE NORMAS PARTICULARES N°. CNP-410-2023

viernes, 10 de febrero de 2023 14:01

Analista de Planificación Territorial  
OLPL/PGEB/CGNH/

- a) Este documento tiene DOS AÑOS DE VALIDEZ y NO AUTORIZA ningún trabajo.
- b) Cualquier alteración o enmendadura lo anula.
- c) Este certificado no significa título legal que pueda hacerse valer contra terceros, ni que vaya en su contra.



# RUMIÑAHUI

Gobierno Municipal

Oficio Nro. GADMUR-DOP-2023-0430-O

Sangolquí, 15 de junio de 2023

**Asunto:** INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

Señor  
Erick Daniel Campos Erique  
Presente.

De mi consideración:

En referencia al trámite GADMUR-DSG-2023-9073-E, mediante el cual se indica "*Por medio del presente, Yo ERICK DANIEL CAMPOS ERIQUE con C.I. 1722123815, en calidad de estudiante desarrollador del tema de tesis "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTON RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA", solicito comedidamente el tipo de cobertura vial que va a tener la lotización, bajo la tutoría del Ing. Nelson Pedraza, para continuar con el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado separado*".

Le comunico que desconozco el tipo de capa de rodadura con la que se construirán las calles de dicha lotización porque no he despachado ningún trámite al respecto, sin embargo le puedo manifestar que en la mayoría de urbanizaciones y conjuntos en el cantón Rumiñahui construyen con adoquín, siendo pocas las calles que han sido asfaltadas.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**ANGEL ENRIQUE**  
**BEDON HALLO**

Ing. Ángel Enrique Bedon Hallo  
**SERVIDOR PÚBLICO 7**

Referencias:

- GADMUR-DSG-2023-9073-E

Anexos:

- Comprobante.pdf  
- TR.9073.pdf



**RUMIÑAHUI**  
Gobierno Municipal

**Oficio Nro. GADMUR-DOP-2023-0430-O**

**Sangolquí, 15 de junio de 2023**








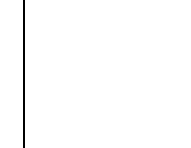







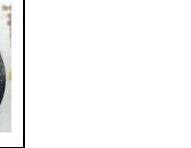
NUT: GADMUR-2023-22688







TEMA: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA COTOGCHOA, CANTÓN RUMINAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA  
 NOMBRES: CALLE ALEX, CAMPOS ERICK FECHA: 20/02/2023

		CATASTRO DE AGUA POTABLE - MANZANA B															
Lotes	N° Habitantes	Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo		Lunes		Martes		Miercoles	
		Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.	Lectura I.	Lectura F.
10	3	Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia	
																	
9	1	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia	
1-4-5-6-7 INT		14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179	14179
		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia	
1-4-5-6-7 EXT		8216,563		8216,563		8216,563		8216,563		8216,563		8216,563		8216,563		8216,563	
		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia	
Total	4	Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia		Fotografia	
																	

















Manzanas	Areas Lotes	Areas Totales
A	16364,7	16364,7
B	32208,2	32208,2
C	11646,9	22952,9
D	22731,6044	42085,853
E	11961,8	23628,5951
F	19764,9	19764,9
G	15895,6	15895,6
H	17584,5	17584,5
M <sup>2</sup>	148158,2044	190485,2481
Ha	14,8	19,0

Dens.P	63	hab/Ha
Pob. Diseño	1198	hab
Dotacion Real	206	lt/hab/dia
Periodo Diseño	25	años
KMD	1,5	adim
KMH	2,3	adim
Coef. Retorno	0,8	adim
Tasa Crecimiento	8,77	%

Pob. Futura (25 años)		
Met.Art	332	hab
Met.Geom	851	hab
Met. Exponencial	932	hab
Pob. Futura	932	hab

Lotización Campos Verdes			
Año	Pob. (Hab)	Área (Ha)	Dens. Pob (Hab/Ha)
2023	104	14,8	7,02
2033	250	14,8	16,87
2043	601	14,8	40,56
2048	932	14,8	62,88

Agua Potable	Qm	2,86	l/s
	QMD	4,29	l/s
	QMH	6,57	l/s

Coef. Mayoración		
Met. Harmon	3,75	adim
Met. Babbit	4,82	adim
Met. Flores	3,44	adim
Coef. Mayoración	4,82	adim
Coef. De infiltración	0,05	lt/s/Ha
Coef. Erradas	0,20	lt/s/Ha

Alcantarillado	Qmed-dom	2,29	l/s
	QdisDom	11,03	l/s

Qinf	0,95	l/s
Qerr	3,81	l/s

Caudal Pluvial		
Coef. Escurrimiento	0,57	
TC	12,00	min
P. Retorno	10,00	años
Intensidad de lluvia	87,52	mm/hora
Caudal Pluvial	2639,70	lt/s

Elaborado por: Los autores

## Anexo I

### Cálculo del coeficiente de escorrentía

Cz	Zonas residenciales medianamente pobladas				0,65
Teja Ordinaria	Area Canchas	Area piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Area Terreno
0,9	0,2	0,83	0,95	0,83	0,25

Cp	0,57
----	------

Descripción del Área	Periodo de retorno (años)
	10
Cemento, tejados	0,83
Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto mayor al 75% del área	
Plano 0-2%	0,25

Elaborado por: los autores, a través de EMAAP-Q, 2009

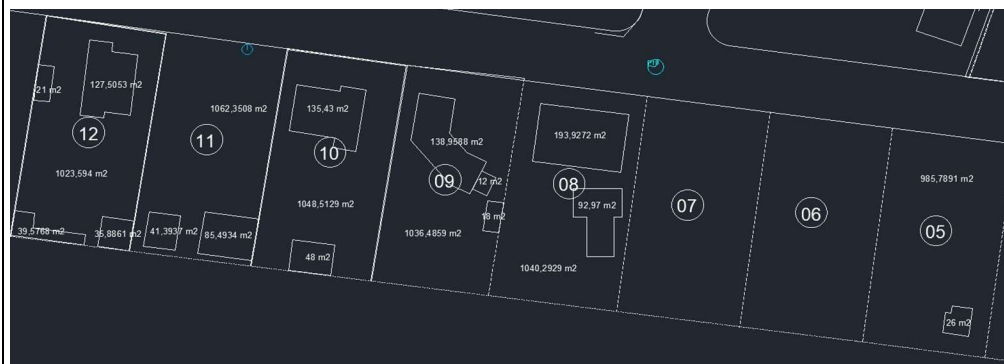
Descripción del Área	Periodo de retorno (años)
	10
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinada o impermeabilizada	0,9
Parques, campos de deportes	0,2

Elaborado por: los autores, a través de CPE INEN 5, 2003

Tipo de Zona	Valores de C
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,65

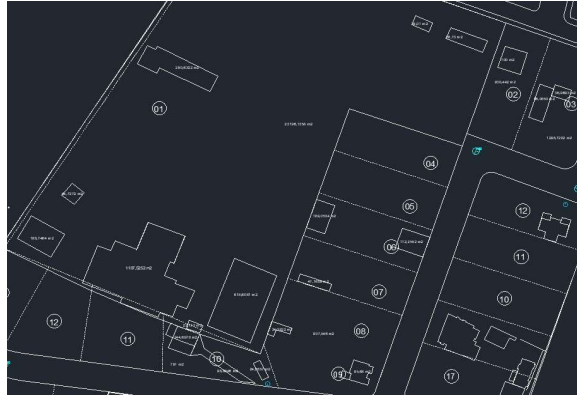
Elaborado por: los autores, a través de CPE INEN 5, 2003

Lote	Áreas Drenadas					AT	C
	Teja Ordinaria	Area Canchas	Área piscina	Teja metálica	Losa hormigón		
5	26					959,7891	0,410990194
8	193,9272			92,97		753,3957	0,667274949
9	168,9588					867,5271	0,547626575
10	135,43			48		865,0829	0,563079863
11	126,8871					935,4637	0,50405531
12	127,5053			96,4629		799,6258	0,610670269

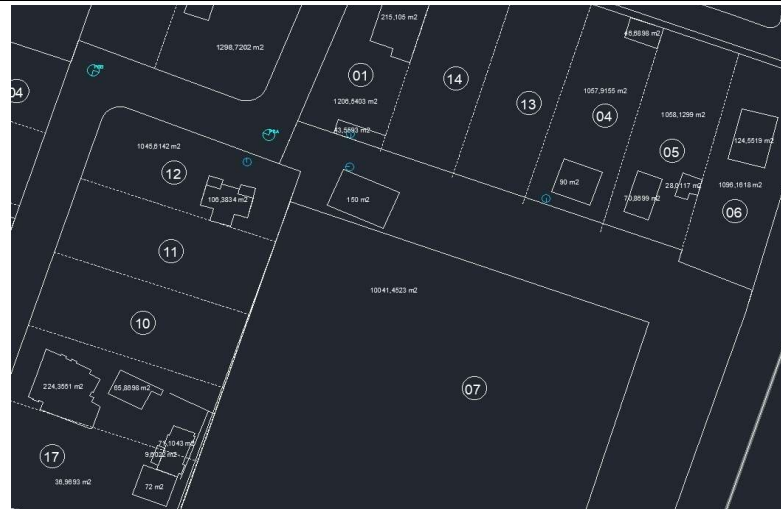


$$C_p = (\sum C_x * A_x) / (AT * C_z)$$

B								
Lote	Áreas Drenadas						AT	C
	Teja Ordinaria	Área Canchas	Área piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Área Terreno		
1	1766,524	618,6081		268,4694		20542,5343	23196,1358	0,471184099
2	100					830,442	930,442	0,492091186
3				133,0546		1165,6656	1298,7202	0,494946747
9	85,68			34,3822		787,4838	907,546	0,519822839
10				144,6978	98,8846	547,4176	791	0,693166446

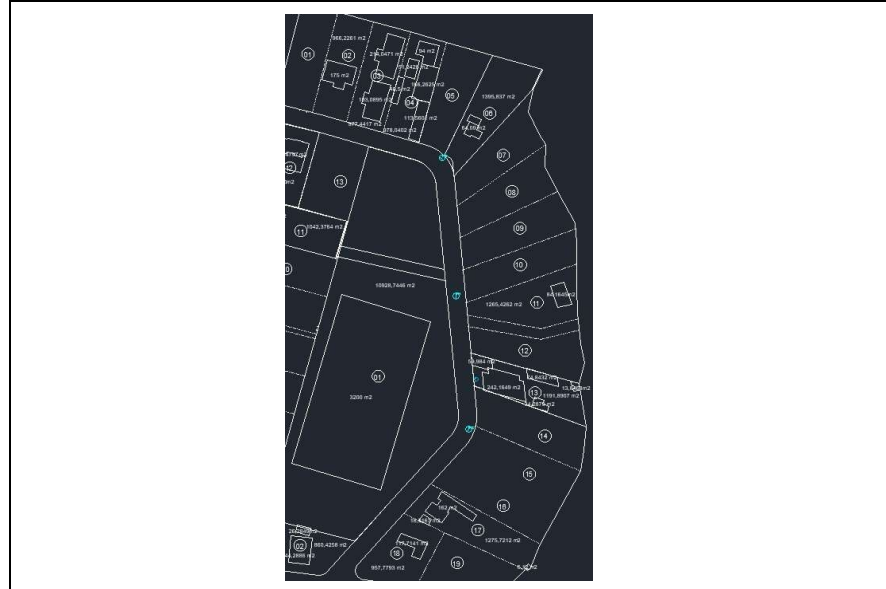


C								
Lote	Áreas Drenadas						AT	C
	Teja Ordinaria	Área Canchas	Área piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Área Terreno		
1	258,6643					947,876	1206,5403	0,599000515
4				136,6898		921,2257	1057,9155	0,523761091
5				98,8816		959,2483	1058,1299	0,485253196
6	124,5519					971,6099	1096,1618	0,498240855
7	150					9891,4523	10041,4523	0,399553463
12	106,3834					939,2308	1045,6142	0,486357882
17	367,4594			75,472		1522,9636	1965,895	0,612876273





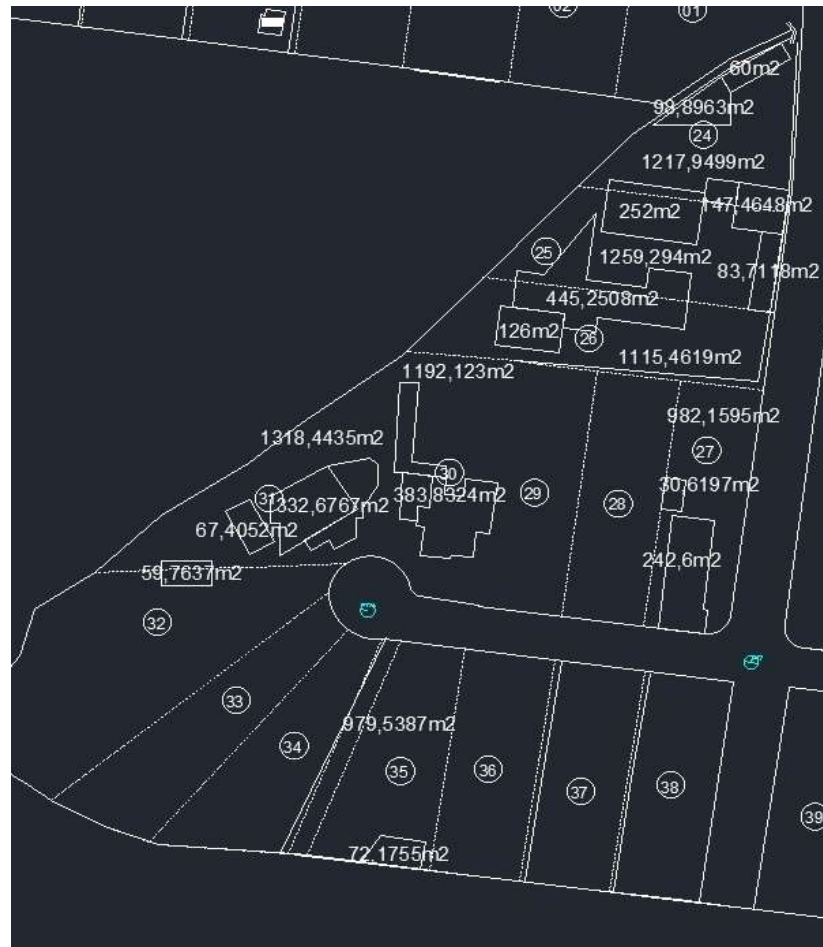
Lote	Areas Drenadas						AT	C
	Teja Ordinaria	Area Canchas	Area piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Area Terreno		
2	175					791,2261	966,2261	0,565732413
3	407,1366					570,3051	977,4417	0,801148258
4	113,5601		51,2428		300,7625	512,4748	978,0402	0,821874647
6	64,09					1331,747	1395,837	0,430530488
11				84,1645		1181,2617	1265,4262	0,456242392
13	330,8544			94,2719		766,7644	1191,8907	0,747381857
17					186,4367	1089,2845	1275,7212	0,515019192
18				117,7141		840,0652	957,7793	0,516972631



Lote	Areas Drenadas						AT	C
	Teja Ordinaria	Area Canchas	Area piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Area Terreno		
42	70,8					925,2395	996,0395	0,455696903
43	299,4916					676,2783	975,7699	0,691543893
45	395,4188					568,8614	964,2802	0,79468167
46	260,358					740,6854	1001,0434	0,64470201
47				45,1786	116,7751	825,4297	987,3834	0,539421711
48	169,6609					828,1881	997,849	0,554642012
49	179,5684					812,7821	992,3505	0,565567982
50	218,9341					780,085	999,0191	0,603764448
20	104,1924				29,0118	790,53	923,7342	0,525434954



H								
Lote	Áreas Drenadas						AT	C
	Teja Ordinaria	Área Canchas	Área piscina	Teja metálica	Losa hormigón	Área Terreno		
24				158,8963		1059,0536	1217,9499	0,525113029
25				928,4274		330,8666	1259,294	1,178587954
26					126	989,4619	1115,4619	0,485408401
27	31			242,6		708,9398	982	0,681798519
30					383,8324	808,2906	1192,123	0,671915104
31	332,6767			127,1689		858,5979	1318,4435	0,740814056
35				72,1755		907,3632	979,5387	0,463966473



Elaborado por: Los autores.

**Anexo J**

*Cálculos del diseño de alcantarillado sanitario*

<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b>			<b>N° DE POZO</b>	<b>COTAS</b>
<b>ESTUDIANTES:</b>			<b>1</b>	2578,5
Alex Calle			<b>2</b>	2579,67
Erick Campos			<b>3</b>	2579,41
			<b>4</b>	2579
			<b>5</b>	2577,37
			<b>6</b>	2575,62
			<b>7</b>	2575
			<b>8</b>	2570,68
			<b>9</b>	2566,57
			<b>10</b>	2565,52
			<b>11</b>	2574,55
			<b>12</b>	2569,59
			<b>13</b>	2573,74
			<b>14</b>	2575
			<b>15</b>	2573,4
			<b>16</b>	2571,54
			<b>17</b>	2569,81
			<b>18</b>	2567,5
			<b>19</b>	2568,05
			<b>20</b>	2575,51
			<b>21</b>	2573,01
			<b>22</b>	2570,84
			<b>23</b>	2568,93
			<b>24</b>	2569,5
			<b>25</b>	2575,45
			<b>26</b>	2575,3
			<b>27</b>	2573,5
			<b>28</b>	2572,12
			<b>29</b>	2570,67
			<b>30</b>	2575,69

<b>DATOS</b>		
<b>Pf</b>	1198	habitantes
<b>Dotación</b>	206	lt/hab/dia
<b>Baja infiltración</b>		
<b>M</b>	4,82	s.u
<b>R</b>	0,8	s.u
<b>Cinf</b>	0,05	lt/s/Ha
<b>Cerr</b>	0,20	lt/s/Ha
<b>Área total</b>	19,0	Ha
<b>Área domiciliaria</b>	14,8	Ha



COLECTORES	Tramo	Pozos	LONGITUD (m)	ÁREAS DOMESTICA (HA)	ÁREAS DOMESTICA (HA)
	1	1 - 2	25,447	1904,85	0,190
	2	2 - 3	81,097	5901,85	0,590
	3	3 - 4	82,864	6986,1	0,699
	4	4 - 5	68,523	4246,05	0,425
	5	5 - 6	54,210	24950,1643	2,495
	6	6 - 7	43,029	2557,25	0,256
	7	7 - 8	66,342	4242,269	0,424
	8	8 - 9	69,349	4441,5973	0,444
	9	9 - 10	40,065	0	0,000
	10	4 - 11	85,438	4001,35	0,400
	11	11 - 12	96,688	3289,15	0,329
	12	12 - 9	77,842	0	0,000
	13	13 - 14	68,9927	4805,6	0,481
	14	14 - 15	55,714	0	0,000
	15	15 - 16	52,641	3428,1	0,343
	16	16 - 17	68,500	4307,8	0,431
	17	17 - 18	69,240	5178,05	0,518
	18	20 - 14	89,661	8007,05	0,801
	19	26 - 25	65,987	4014,500	0,401
	20	25 - 20	70,499	7990,0683	0,799
	21	20 - 21	68,656	2966,4081	0,297
	22	21 - 22	87,631	6840,15	0,684
	23	22 - 19	83,559	6928,15	0,693
	24	30 - 26	87,236	12967,25	1,297
	25	26 - 27	55,768	1020	0,102
	26	27 - 28	53,549	2538,8	0,254
	27	28 - 29	32,273	1058,75	0,106
	28	29 - 24	74,888	0,00	0,000
	29	24 - 23	77,686	2882,0044	0,288
	30	23 - 19	83,439	5348,55	0,535
31	19 - 18	89,154	4946,85	0,495	

**CAUDALES EMISARIO FINAL**

CAUDAL DOMÉSTICO		
Qdom	11,03	lt/s

CAUDAL INFILTRACIÓN		
Cinf	0,05	lt/s/Ha
Qinf	0,95	lt/s

CAUDAL C. ERRADAS		
Cerr	0,20	lt/s/Ha
Qerr	3,81	lt/s

CAUDAL EMISARIO		
QEF	15,79	lt/s

**CAUDALES UNITARIOS**

CAUDALES UNITARIOS DOMÉSTICO			
q dom		0,74	lt/s/Ha

CAUDALES UNITARIOS INFILTR-ERRADAS			
Q inf-err		4,76	lt/s
q inf-err		0,32	lt/s/Ha





DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			ÁREAS						Características Físicas					Tubería Llena		Tubería Parcialmente llena		Desnivel						
TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)	PARCIAL	ACUMULADA	CAUDAL ERRADAS + CAUDAL INFILTRACIÓN Qerr-inf (lt/s)	CAUDAL DOMESTICO Qdom (lt/s)	CAUDAL ADICIONAL Qad (lt/s)	CAUDAL SANITARIO Qsan (lt/s)	L [m]	D [mm]	n [Adim]	S [%0]	VLL [m/s]	QLL [lt/s]	Qd/QLL	Qd/QLL (10%)	Vd [m/s]	Vmín [m/s]	Y [mm]	H (m)	H Salto [m]	Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]
CALLE MARÍA SARA DE FAZ	P4	85.438	0.400	0.400	0.13	0.30	0.00	0.43	85.438	200	0.011	53.00	2.84	89.236	0.005	0.0005	0.87	0.81	1.0	4.53	0	2579	2577.8	1.2
	P11																					2574.55	2573.27	1.28
	P11	96.688	0.329	0.729	0.23	0.54	0.00	0.78	96.688	200	0.011	51.00	2.79	87.536	0.009	0.0009	0.91	0.80	1.8	4.93	0	2574.55	2573.27	1.28
	P12																					2569.59	2568.34	1.25
	P12																					2569.59	2568.34	1.25
	P9	77.842	0.000	0.729	0.23	0.54	0.00	0.78	77.842	200	0.011	40.00	2.47	77.524	0.010	0.0010	0.82	0.71	2.0	3.11	0	2566.57	2565.23	1.34
																					2566.57	2565.23	1.34	
CALLE MARÍA SARA DE FAZ Y 14 DE OCTUBRE	P1	25.447	0.190	0.190	0.06	0.14	0.00	0.20	25.447	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.002	0.0002	0.47	0.46	0.5	0.25	0	2578.5	2577.2	1.3
	P2																					2579.67	2576.95	2.72
	P2	81.097	0.590	0.781	0.25	0.58	0.00	0.83	81.097	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.007	0.0007	0.51	0.46	2.2	0.81	0	2579.67	2576.95	2.72
	P3																					2579.41	2576.13	3.28
	P3																					2579.41	2576.13	3.28
	P4																					2579	2575.31	3.69
	P4																					2579	2575.31	3.69
	P5	68.523	0.425	1.904	0.61	1.42	0.00	2.03	68.523	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.018	0.0018	0.60	0.47	5.3	0.69	0	2577.37	2574.62	2.75
	P5																					2577.37	2574.62	2.75
	P6	54.210	2.495	4.399	1.41	3.27	0.00	4.69	54.210	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.041	0.0041	0.76	0.49	12.3	0.54	0	2575.62	2574.08	1.54
	P6																					2575.62	2574.08	1.54
	P7	43.029	0.256	4.655	1.50	3.46	0.00	4.96	43.029	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.043	0.0043	0.77	0.49	13.0	0.43	0	2575	2573.65	1.35
	P7																					2575	2573.65	1.35
	P8	66.342	0.424	5.079	1.63	3.78	0.00	5.41	66.342	300	0.011	65.00	4.12	291.365	0.019	0.0019	1.53	1.20	5.6	4.31	0	2570.68	2569.34	1.34
	P8																					2570.68	2569.34	1.34
	P9	69.349	0.444	5.523	1.78	4.11	0.00	5.89	69.349	300	0.011	59.00	3.93	277.592	0.021	0.0021	1.51	1.15	6.4	4.09	0	2566.57	2565.24	1.33
P9																					2566.57	2565.24	1.33	
P10	40.065	0.000	5.523	1.78	4.11	0.78	6.66	40.065	300	0.011	26.00	2.61	184.275	0.036	0.0036	1.17	0.78	10.8	1.04	0	2565.52	2564.20	1.32	
																					2565.52	2564.20	1.32	
CALLE CALLEJÓN DEL LAGO Y PEAJE PEATONAL TILOS	P30	87.236	1.297	1.297	0.42	0.97	0.00	1.38	87.236	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.012	0.0012	0.55	0.46	3.6	0.87	0	2575.69	2574.39	1.3
	P26																					2575.3	2573.52	1.78
	P26	55.768	0.102	1.399	0.45	1.04	0.00	1.49	55.768	300	0.011	24.00	2.50	177.046	0.008	0.0008	0.81	0.72	2.5	1.34	0	2575.3	2573.52	1.78
	P27																					2573.5	2572.18	1.32
	P27																					2573.5	2572.18	1.32
	P28	53.549	0.254	1.653	0.53	1.23	0.00	1.76	53.549	300	0.011	26.00	2.61	184.275	0.010	0.0010	0.86	0.75	2.9	1.39	0	2572.12	2570.79	1.33
	P28																					2572.12	2570.79	1.33
	P29	32.273	0.106	1.758	0.57	1.31	0.00	1.87	32.273	300	0.011	44.00	3.39	239.721	0.008	0.0008	1.09	0.97	2.3	1.42	0	2570.67	2569.37	1.30
	P29																					2570.67	2569.37	1.30
	P24	74.888	0.000	1.758	0.57	1.31	0.00	1.87	74.888	300	0.011	16.00	2.05	144.557	0.013	0.0013	0.71	0.59	3.9	1.20	0	2569.5	2568.17	1.33
	P24																					2569.5	2568.17	1.33
	P23	77.686	0.288	2.047	0.66	1.52	0.00	2.18	77.686	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.019	0.0019	0.61	0.47	5.7	0.78	0	2568.93	2567.39	1.54
	P23																					2568.93	2567.39	1.54
	P19	83.439	0.535	2.582	0.83	1.92	0.00	2.75	83.439	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.024	0.0024	0.64	0.47	7.2	0.83	0	2568.05	2566.56	1.49
	P19																					2568.05	2566.56	1.49
	P18	89.154	0.495	3.076	0.99	2.29	3.06	6.34	89.154	300	0.011	10.00	1.62	114.283	0.055	0.0055	0.84	0.50	16.6	0.89	0	2567.5	2565.67	1.83
																					2567.5	2565.67	1.83	

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	AREAS				CAUDAL ERRADAS + CAUDAL INFILTRACIÓN Qerr-inf (lt/s)	CAUDAL DOMESTICO Qdom (lt/s)	CAUDAL ADICIONAL Qad (lt/s)	CAUDAL SANITARIO Qsan (lt/s)	Características Físicas				Tubería Llena		Tubería Parcialmente llena		Vd [m/s]	Vmin [m/s]	Y [mm]	Desnivel		Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]			
	TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)	PARCIAL					ACUMULADA	L [m]	D [mm]	n [Adim]	S [%0]	VLL [m/s]	QLL [lt/s]	Qd/QLL				Qd/QLL (10%)	H (m)				H Salto [m]		
CALLE JUAN PASCUE		P20																									
	18		89,661	0,801	0,801	0,26	0,60	0,00	0,85	89,661	300	0,011	27,00	2,66	187,786	0,005	0,0005	0,81	0,75	1,4	2,42	0	2575,51	2574,21	1,3		
		P14																									
CALLE ALFREDO BUENDÍA		P13																									
	13		68,993	0,481	0,481	0,15	0,36	0,00	0,51	68,993	300	0,011	10,00	1,62	114,283	0,004	0,0004	0,49	0,46	1,3	0,69	0	2573,74	2572,44	1,3		
		P14																									
		P14																									
	14		55,714	0,000	0,481	0,15	0,36	0,85	1,37	55,714	300	0,011	10,00	1,62	114,283	0,012	0,0012	0,55	0,46	3,6	0,56	0	2575	2571,75	3,25		
		P15																									
		P15																									
	15		52,641	0,343	0,823	0,26	0,61	0,00	1,73	52,641	300	0,011	19,00	2,23	157,528	0,011	0,0011	0,75	0,64	3,3	1,00	0	2575	2571,75	3,25		
		P16																									
		P16																									
	16		68,500	0,431	1,254	0,40	0,93	0,00	2,19	68,500	300	0,011	25,00	2,56	180,697	0,012	0,0012	0,87	0,74	3,6	1,71	0	2573,4	2571,19	2,21		
		P17																									
	P17																										
17		69,240	0,518	1,772	0,57	1,32	0,00	2,74	69,240	300	0,011	41,00	3,27	231,405	0,012	0,0012	1,12	0,94	3,6	2,84	0	2573,4	2571,19	2,21			
	P18																										
CALLE MYRIAN DE SEVILLA		P26																									
	19		65,987	0,401	0,401	0,13	0,30	0,00	0,43	65,987	300	0,011	10,00	1,62	114,283	0,004	0,0004	0,49	0,46	1,1	0,66	0	2575,3	2574,00	1,30		
		P25																									
		P25																									
	20		70,499	0,799	1,200	0,39	0,89	0,00	1,28	70,499	300	0,011	10,00	1,62	114,283	0,011	0,0011	0,55	0,46	3,4	0,70	0	2575,45	2573,34	2,11		
		P20																									
		P20																									
	21		68,656	0,297	1,497	0,48	1,11	0,00	1,60	68,656	300	0,011	14,00	1,91	135,221	0,012	0,0012	0,65	0,55	3,5	0,96	0	2575,51	2572,64	2,87		
		P21																									
		P21																									
	22		87,631	0,684	2,181	0,70	1,62	0,00	2,32	87,631	300	0,011	25,00	2,56	180,697	0,013	0,0013	0,88	0,74	3,9	2,19	0	2573,01	2571,67	1,34		
		P22																									
	P22																										
23		83,559	0,693	2,874	0,92	2,14	0,00	3,06	83,559	300	0,011	35,00	3,02	213,803	0,014	0,0014	1,07	0,87	4,3	2,92	0	2570,84	2569,48	1,36			
	P19																										

Nota: Ver planimetría (plano 05). Elaborado por: Los autores.

Anexo K

Cálculos del diseño de alcantarillado pluvial



<b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b>	
<b>ESTUDIANTES:</b>	
Alex Calle	
Erick Campos	

DATOS		
<b>Pf</b>	1198	habitantes
<b>Dotación</b>	206	lt/hab/día
<b>Baja infiltración</b>		
<b>M</b>	4,82	s.u
<b>R</b>	0,85	s.u
<b>Cinf</b>	0,05	lt/s/Ha
<b>Cerr</b>	0,20	lt/s/Ha
<b>Área total</b>	19,0	Ha
<b>Área domiciliaria</b>	14,8	Ha
<b>ZONA DE INTENSIDAD</b>		
RUMIÑAHUI		
<b>C</b>	0,57	s.u
<b>PR</b>	10,00	años

Nº DE POZO	COTAS
1	2577,51
2	2579,72
3	2579,24
4	2579,81
5	2577,25
6	2575,5
7	2575,02
8	2570,7
9	2566,66
10	2564,73
11	2564,11
12	2573,63
13	2575,19
14	2573,41
15	2571,52
16	2570
17	2568
18	2568,05
19	2567
20	2566,4
21	2575,5
22	2572,99
23	2570,94
24	2575,4
25	2575,17
26	2573,55
27	2572,07
28	2569,5
29	2575,66
30	2574,14
31	2570,72
32	2564,36
PS	2568,01

COLECTORES	Tramo	Pozos	LONGITUD (m)	ÁREAS PLUVIAL (M2)	ÁREAS PLUVIAL (HA)
	1	1 - 2	25,231	2190,807	0,219
	2	2 - 3	80,359	6856,7408	0,686
	3	3 - 4	80,359	5852,5681	0,585
	4	4 - 30	87,928	3878,3088	0,388
	5	30 - 28	93,446	9720,8075	0,972
	6	28 - 9	77,552	6149,5195	0,615
	7	9 - 10	69,399	7866,6783	0,787
	8	10 - 11	12,313	41,844	0,004
	9	4 - 5	66,138	7230,9498	0,723
	10	5 - 6	57,334	4658,7291	0,466
	11	6 - 7	46,311	24246,3221	2,425
	12	7 - 8	66,279	5594,289	0,559
	13	8 - 9	65,827	7357,1488	0,736
	14	21 - 24	69,126	8659,6853	0,866
	15	24 - 25	69,126	5270,1044	0,527
	16	25 - 26	53,621	4084,2318	0,408
	17	26 - 27	53,621	5655,8679	0,566
	18	27 - 31	32,580	3467,6224	0,347
	19	29 - 25	84,082	14181,9416	1,418
	20	12 - 13	66,494	5591,2797	0,559
	21	13 - 14	53,283	1984,85	0,198
	22	14 - 15	53,283	7018,56	0,702
	23	15 - 16	56,998	7382,3063	0,738
	24	16 - 17	82,409	10702,9567	1,070
	25	17 - PS	31,881	2270,281	0,227
	33	PS - 18	59,829	2357,136	0,236
	26	13 - 21	93,516	9067,558	0,907
	27	21 - 22	67,348	5126,49	0,513
	28	22 - 23	84,853	10534,5874	1,053
	29	23 - 18	88,187	11795,5928	1,180
	30	18 - 19	58,862	2580,4821	0,258
31	19 - 20	83,182	4007,4934	0,401	
32	20 - 32	57,719	490,8064	0,049	

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO			ÁREAS		Q PLUVIAL				Características Físicas				Tubería Llena		Tubería Parcialmente Llena		Desnivel			Cotas de terreno			Cotas de Proyecto			H Pico [m]		
TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)	PARCIAL	ACUMULADA	T Entrada (min)	T Flujo (min)	T Concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Q PLUVIAL (l/s)	Q PLUVIAL COEFICIENTE (l/s)	Q PLUVIAL TOTAL (l/s)	L [m]	D [mm]	n [Adim]	S [%o]	VLL [m/s]	QLL [l/s]	Qd/LL [l/s]	Qd/QLL (10%)	V4 [m/s]	Vmin [m/s]	Y [mm]	H (m)	H Salto [m]	Cota de terreno [msnm]	Cota de Proyecto [msnm]	H Pico [m]	
CALLE J. DE OCTUBRE	P4																								2579	2577.7	1.3	
	9	P4	66,138	0,388	0,388	10	0,393630187	12	87,52269365	53,99864796	53,99864796	66,138	300	0,011	30,00	2,80	197,94347	0,27	0,03	2,89	1,15	81,8	1,98	0	2579	2577.7	1,3	
		P5																							2577,25	2575,72	1,53	
	10	P5	57,334	0,466	0,854	10	0,242748229	12,39363019	86,20501869	117,0737649	117,0737649	57,334	500	0,011	30,00	3,94	772,92587	0,15	0,02	3,01	1,40	75,7	1,72	0,2	2577,25	2575,72	1,53	
		P6																							2575,5	2574,00	1,50	
	11	P6	46,311	2,425	3,278	10	0,258741364	12,63637842	85,42268698	445,4987768	445,4987768	46,311	700	0,011	11,00	2,98	1148,017	0,39	0,04	4,79	1,37	271,6	0,51	0,2	2575,02	2573,29	1,73	
		P7																							2575,02	2573,09	1,93	
	12	P7	66,279	0,559	3,838	10	0,140445996	12,89511978	84,61273773	516,5758793	516,5758793	66,279	800	0,011	64,00	7,87	3953,5493	0,13	0,01	5,69	2,73	104,5	4,24	0,1	2570,7	2568,84	1,86	
		P8																							2570,7	2568,74	1,96	
13	P8	65,827	0,736	4,573	10	0,139487572	13,03556578	84,1830807	612,4792827	612,4792827	65,827	800	0,011	64,00	7,87	3953,5493	0,15	0,02	6,07	2,82	123,9	4,21	0	2566,66	2564,53	2,13		
	P9																							2566,66	2564,53	2,13		
	P9																							2566,66	2564,53	2,13		
CALLE MARÍA SARA DE PÁEZ	1	P1	25,231	0,219	0,219	10	0,260095797	12	87,52269365	30,50314507	30,50314507	25,231	300	0,011	10,00	1,62	114,28271	0,27	0,03	1,64	0,66	80,1	0,25	0	2578,5	2577,2	1,3	
		P2																							2579,72	2576,95	2,77	
	2	P2	80,359	0,686	0,905	10	0,683817897	12,2600958	86,64504767	124,7080408	124,7080408	80,359	400	0,011	10,00	1,96	246,12204	0,51	0,05	5,81	0,99	202,7	0,80	0,1	2579,72	2576,95	2,77	
		P3																							2579,24	2576,14	3,10	
	3	P3	80,359	0,585	1,490	10	0,5892964	12,94391369	84,6071256	200,204805	200,204805	80,359	500	0,011	10,00	2,27	446,24896	0,45	0,04	4,93	1,09	224,3	0,80	0,1	2579,24	2576,04	3,20	
		P4																							2579	2575,24	3,76	
	4	P4	66,138	0,723	2,213	10	0,212114536	13,53321009	82,71370481	291,2055354	291,2055354	66,138	600	0,011	41,00	5,20	1469,3293	0,20	0,02	4,45	1,96	118,9	2,71	0,1	2579	2575,14	3,86	
		P10																							2574,14	2572,43	1,71	
	5	P10	93,446	0,972	3,185	10	0,247369079	13,74532463	82,11131556	416,0617711	416,0617711	93,446	700	0,011	49,00	6,30	2422,981	0,17	0,02	5,06	2,30	120,2	4,58	0,1	2574,14	2572,33	1,81	
		P28																							2569,5	2567,75	1,75	
	6	P28	77,552	0,615	3,800	10	0,21051483	13,99269371	81,425838	492,2452965	492,2452965	77,552	800	0,011	39,00	6,14	3086,2384	0,16	0,02	4,80	2,21	127,6	3,02	0,1	2569,5	2567,65	1,85	
		P9																							2566,66	2564,63	2,03	
	7	P9	69,399	0,787	4,587	10	0,198830579	14,20320854	80,85636683	589,9898281	612,4792827	1202,469111	69,399	1000	0,011	26,00	5,82	4568,8883	0,26	0,03	5,85	2,37	263,2	1,80	0,2	2566,66	2564,53	2,13
	P10																							2564,73	2562,72	2,01		
8	P10	12,313	0,004	4,591	10	0,026047704	14,40203912	80,32978182	586,6821854	6,66	1209,129111	12,313	1100	0,011	42,00	7,88	7487,365	0,16	0,02	6,18	2,85	177,6	0,52	0,1	2564,11	2562,00	2,11	
	P11																							2564,11	2561,90	2,21		
	P11																							2564,11	2561,90	2,21		
CALLE JUAN PASCOE Y CALLEÓN PASCOE	P29																								2575,66	2574,16	1,5	
	19	P29	84,082	1,418	1,418	10	0,459985312	12	87,52269365	197,4586634	197,4586634	84,082	500	0,011	18,00	3,05	598,7058	0,33	0,03	3,82	1,33	164,9	1,51	0	2575,17	2572,65	2,52	
		P25																							2575,17	2572,65	2,52	
CALLE JUAN PASCOE Y CALLEÓN DEL LAGO	14	P21	69,126	0,866	0,866	10	0,588234045	12	87,52269365	120,5709298	120,5709298	69,126	400	0,011	10,00	1,96	246,12204	0,49	0,05	5,30	0,97	196,0	0,69	0	2575,5	2574,1	1,40	
		P24																							2575,4	2573,41	1,99	
	15	P24	69,126	0,527	1,393	10	0,506924733	12,58823405	85,57608236	189,6342532	189,6342532	69,126	500	0,011	10,00	2,27	446,24896	0,42	0,04	4,37	1,07	212,5	0,69	0,1	2575,4	2573,41	1,99	
		P25																							2575,17	2572,72	2,45	
	16	P25	53,621	0,408	1,801	10	0,256551912	13,09515878	84,00280723	240,7267217	197,4586634	438,1853851	53,621	700	0,011	15,00	3,48	1340,595	0,33	0,03	4,31	1,51	228,8	0,80	0,2	2575,17	2572,62	2,55
		P26																							2573,55	2571,81	1,74	
	17	P26	53,621	0,566	2,367	10	0,202822095	13,35171069	83,24027603	313,4364973	310,8951607	53,621	700	0,011	24,00	4,41	1695,7335	0,30	0,03	4,98	1,86	210,9	1,29	0	2573,55	2571,61	1,94	
		P27																							2572,07	2570,33	1,74	
	18	P27	32,580	0,347	2,714	10	0,095455543	13,55453278	82,65252418	356,8173567	554,2760201	32,580	700	0,011	40,00	5,69	2189,1825	0,25	0,03	5,57	2,29	177,2	1,30	0	2572,07	2570,33	1,74	
	P31																							2570,72	2569,02	1,70		
	P31																							2570,72	2569,02	1,70		
CALLE ALFREDO BUENDÍA	20	P12	66,494	0,559	0,559	10	0,565836832	12	87,52269365	77,84876341	77,84876341	66,494	400	0,011	10,00	1,96	246,12204	0,32	0,03	2,33	0,84	126,5	0,66	0	2573,63	2572,23	1,4	
		P13																							2575	2571,57	3,43	
	21	P13	53,283	0,198	0,758	10	0,453415926	12,56583683	85,64773758	103,2245793	103,2245793	53,283	400	0,011	10,00	1,96	246,12204	0,42	0,04	3,66	0,92	167,8	0,53	0	2575	2571,57	3,43	
		P14																							2573,41	2571,03	2,38	
	22	P14	53,283	0,702	1,459	10	0,283474041	13,01925276	84,23264018	195,5668435	195,5668435	53,283	500	0,011	19,00	3,13	615,11174	0,32	0,03	3,75	1,35	159,0	1,01	0,1	2573,41	2571,03	2,38	
		P15																							2571,52	2570,02	1,50	
	23	P15	56,998	0,738	2,198	10	0,225263538	13,3027268	83,3841959	291,5224333	291,5224333	56,998	600	0,011	27,00	4,22	1192,3646	0,24	0,02	4,03	1,68	146,7	1,54	0,1				

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	ÁREAS			Q PLUVIAL				Características Físicas						Tubería Llena		Tubería Parcialmente Llena		Desnivel			Cotas de terreno [msnm]	Cotas de Proyecto [msnm]	H Pozo [m]						
	TRAMO	POZO N°	LONGITUD (m)	PARCIAL	ACUMULADA	T Entrada (min)	T Flujo (min)	T Concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Q PLUVIAL (lt/s)	Q PLUVIAL COLINDANTE (lt/s)	Q PLUVIAL TOTAL (lt/s)	L [m]	D [mm]	n [Adim]	S [%o]	VLL [m/s]	QLL [lt/s]	Qd/LL (%)	V4 [m/s]				Vmin [m/s]	Y [mm]	H (m)	H Salto [m]		
CALLE MYRIAN DE SEVILLA	26	P13	93,516	0,907	0,907	10	0,795785243	12	87,52269365	126,2498418		126,2498418	93,516	400	0,011	10,00	1,96	246,12204	0,51	0,05	6,01	0,99	205,2	0,94	0	2575	2573,6	1,40	
		P21																								2575,5	2572,66	2,84	
		P21																								2575,5	2572,66	2,84	
	27		67,348	0,513	1,419	10	0,368121486	12,79578524	84,92086279	191,7522092		191,7522092	67,348	500	0,011	18,00	3,05	998,7058	0,32	0,03	3,69	1,31	160,1	1,21	0,1				
		P22																									2572,99	2571,45	1,54
		P22																									2572,99	2571,35	1,64
	28		84,853	1,053	2,473	10	0,348506695	13,16390673	83,79633158	329,6438033		329,6438033	84,853	600	0,011	25,00	4,06	1147,3534	0,29	0,03	4,38	1,69	172,4	2,12	0,1				
		P23																									2570,94	2569,23	1,71
		P23																									2570,94	2569,13	1,81
	29		88,187	1,180	3,652	10	0,215777882	13,51241342	82,7735128	480,941456		480,941456	88,187	800	0,011	48,00	6,81	3423,8741	0,14	0,01	5,06	2,39	112,4	4,23	0,2				
		P18																									2568,05	2564,90	3,15
		P18																									2568,05	2564,70	3,35
	30		58,862	0,258	3,910	10	0,271923091	13,72819128	82,15946447	511,1006761	492,3942177	1003,494894	58,862	1000	0,011	10,00	3,61	2833,5043	0,35	0,04	4,98	1,61	354,2	0,59	0,2				
		P19																									2567	2564,11	2,89
		P19																									2567	2563,91	3,09
	31		83,182	0,401	4,311	10	0,38427445	14,00011437	81,40555035	558,3082251		1050,702443	83,182	1000	0,011	10,00	3,61	2833,5043	0,37	0,04	5,35	1,63	370,8	0,83	0				
		P20																									2566,4	2563,08	3,32
		P20																									2566,4	2563,08	3,32
	32		57,719	0,049	4,360	10	0,204311498	14,38438882	80,37609387	557,5234707		1050,702443	57,719	1100	0,011	15,00	4,71	4474,5565	0,23	0,02	4,39	1,86	258,3	0,87	0,1				
		P32																									2564,36	2562,21	2,15
																											2564,36	2562,11	2,25

Nota: Ver planimetría (plano 06). Elaborado por: Los autores.

## **PLANOS**

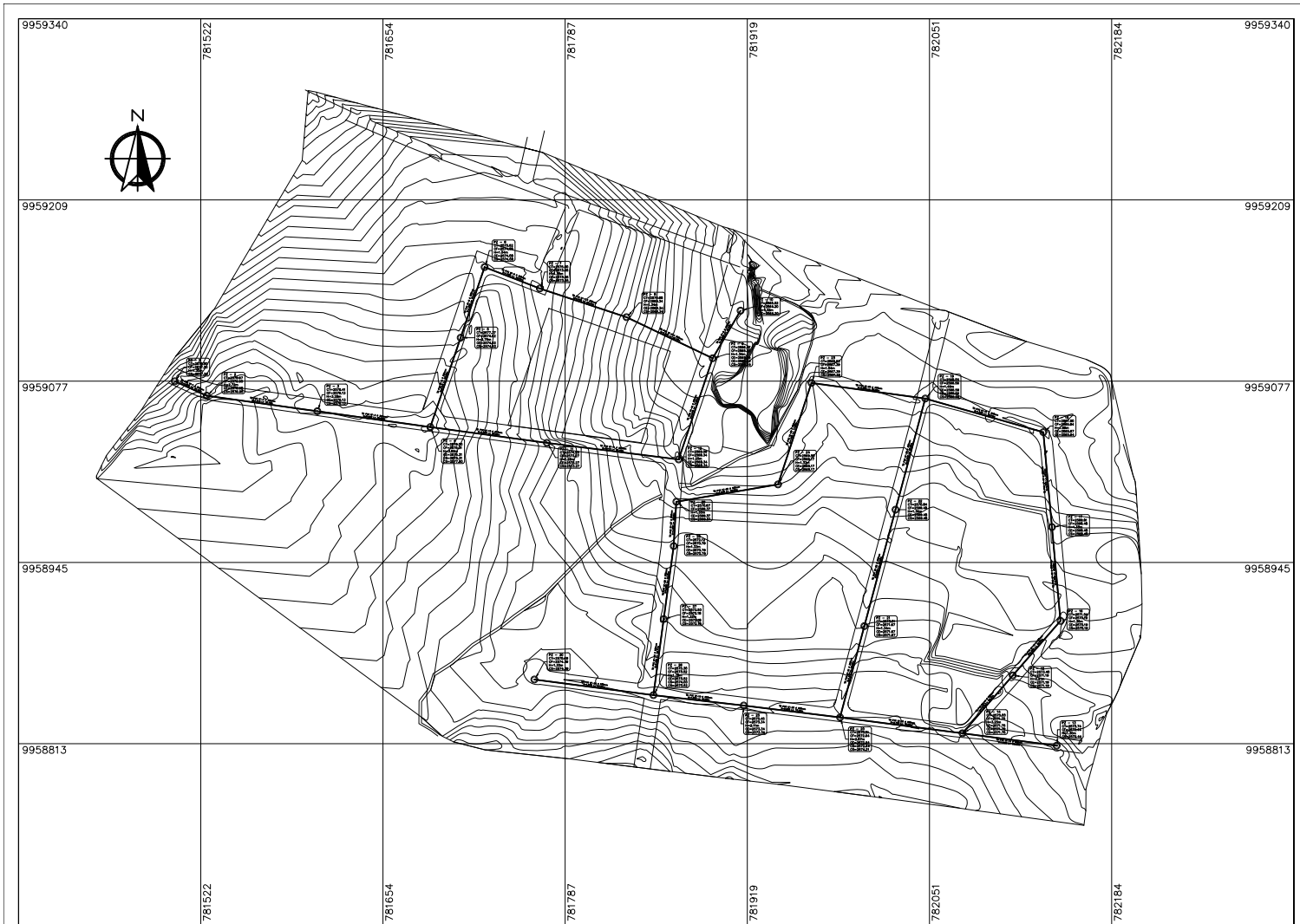












UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGOCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : PLANIMETRÍA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALTERNATIVA SELECCIONADA

NOTAS : - LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA  
- PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
- TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :


DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÚOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

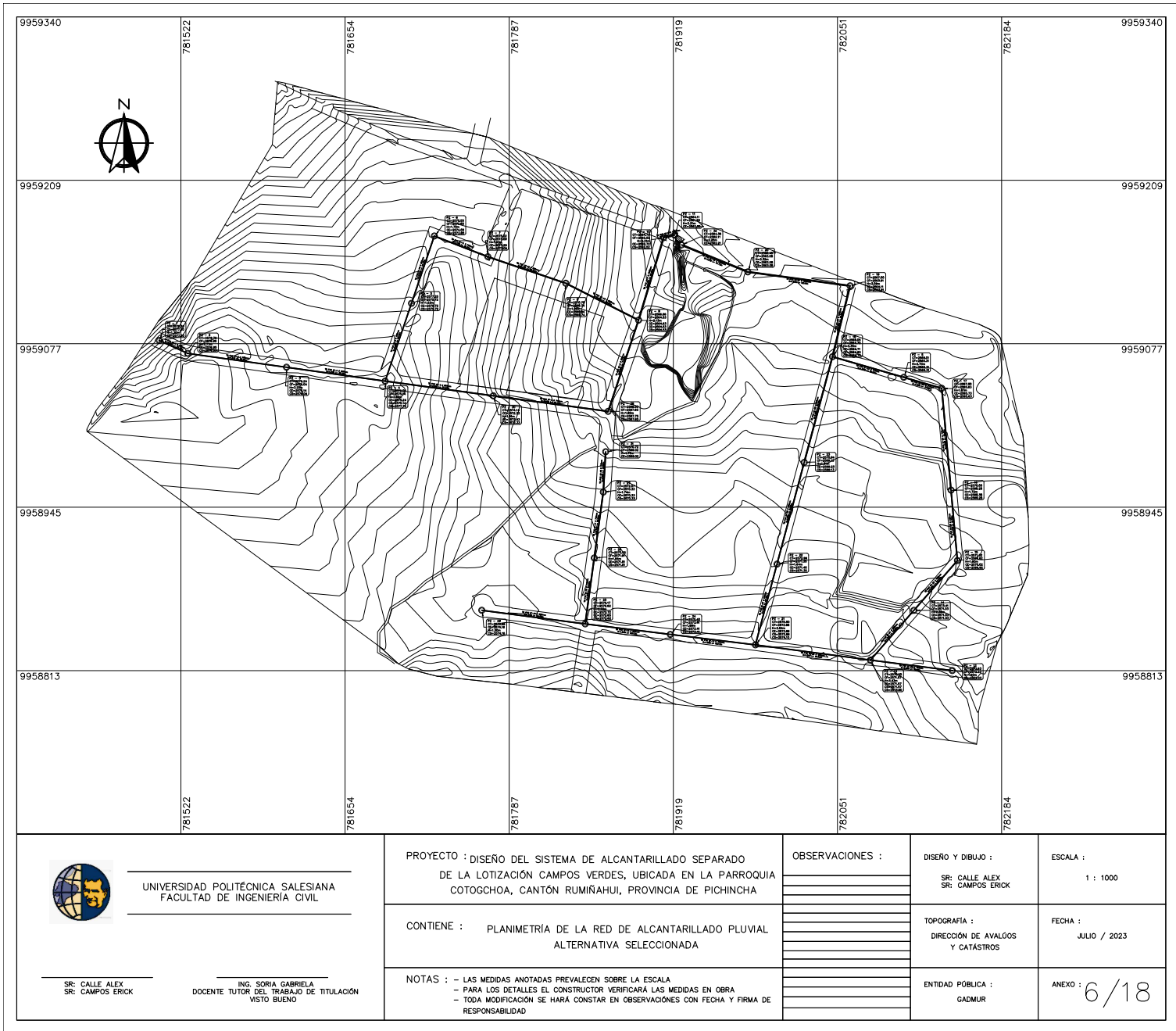
1 : 1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

5/18



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGOCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : PLANIMETRÍA DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
ALTERNATIVA SELECCIONADA

NOTAS : - LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALECE EN LA ESCALA  
- PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
- TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :


DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÚOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

1 : 1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

6 / 18



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : ÁREAS DE APORTACIÓN – ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALTERNATIVA SELECCIONADA

NOTAS : – LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA  
– PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
– TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :


DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFÍA :  
DIRECCIÓN DE AVALGOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

1 : 1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

7 / 19



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : ÁREAS DE APORTACIÓN – ALCANTARILLADO PLUVIAL  
ALTERNATIVA SELECCIONADA

NOTAS : – LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALECEEN SOBRE LA ESCALA  
– PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
– TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :


DISERÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFÍA :  
DIRECCIÓN DE AVALGOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

1 : 1000

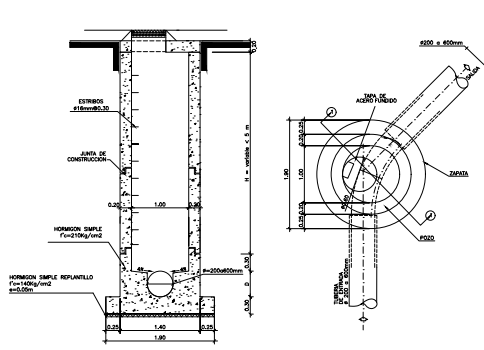
FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

8/19

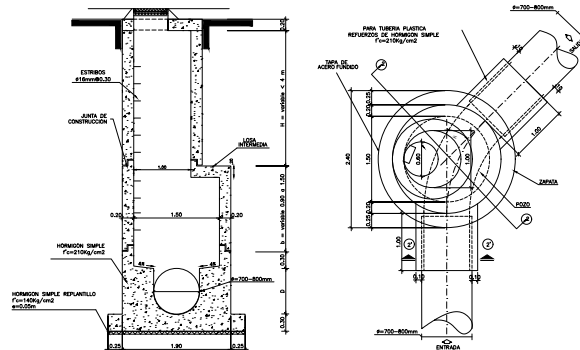
POZO TIPO B1



CORTE 1 - 1  
ESCALA 1 : 30

VISTA EN PLANTA  
ESCALA 1 : 30

POZO TIPO B2



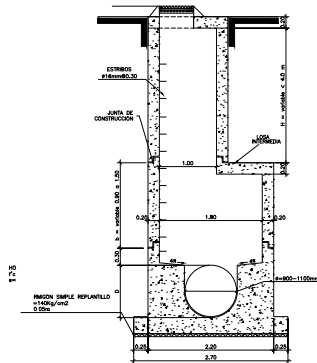
CORTE 2 - 2  
ESCALA 1 : 30

VISTA EN PLANTA  
ESCALA 1 : 30

DETALLE DE REFUERZO TUBERÍA PVC



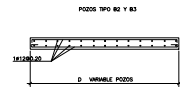
POZO TIPO B3



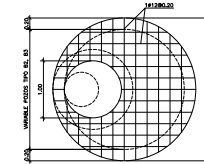
CORTE 3 - 3  
ESCALA 1 : 30

VISTA EN PLANTA  
ESCALA 1 : 30

DETALLE DE ARMADO DE LOSA INTERMEDIA



CORTE 4 - 4  
ESCALA 1 : 30



VISTA EN PLANTA  
ESCALA 1 : 30

RESUMEN DE POZOS - ALC. SANITARIO				DIÁMETRO INTERNO DE LA TUBERÍA (mm)	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
POZO TIPO B1	POZOS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30				
				TIPO B2 ( 700 - 800 )	PAREDES Y LOSAS : F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>
RESUMEN DE POZOS - ALC. PLUVIAL					
POZO TIPO B1	POZOS: 1, 4, 12, 21, 25, 29	POZO TIPO B2	POZOS: PS, 18	TIPO B3 ( 900 - 1100 )	ACERO ESTRUCTURAL: Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMINAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : DETALLES DE POZOS DE REVISIÓN - TIPO B1  
B2 Y B3

NOTAS :  
- LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALEZEN SOBRE LA ESCALA  
- PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
- TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFÍA :  
DIRECCIÓN DE AVALGOS  
Y CATASTROS

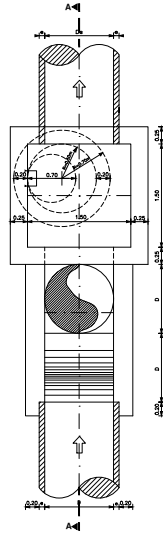
ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :  
1 : 1000

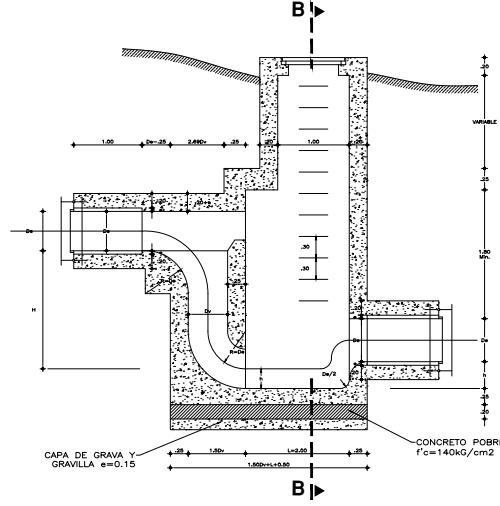
FECHA :  
JULIO / 2023

ANEXO :  
9/18

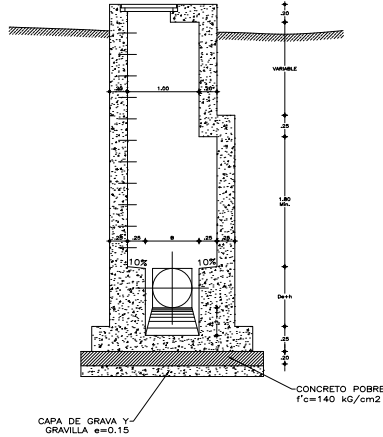




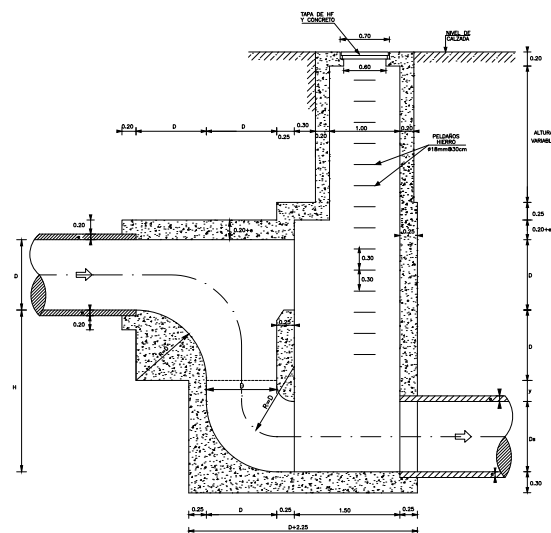
PLANTA



SECCION A - A  
ESCALA SIN ESC.



SECCION B - B  
ESCALA SIN ESC.



CORTE A-A

RESUMEN DE POZOS DE SALTO - ALC. PLUVIAL		POZO TIPO 2	
POZO TIPO 2	POZOS: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 30	DIÁMETRO DE POZOS DE SALTO (mm)	200 - 700
POZO TIPO 2a	POZOS: 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 31	DIÁMETRO DE POZOS DE SALTO (mm)	700 - 1200

ESCALA : 1 : 1000  
FECHA : JULIO / 2023  
ANEXO : 10/18

DISEÑO Y DIBUJO : SR. CALE / ALEJ. SR. CAMPOS ERICK  
TOPOGRAFIA : DIRECCION DE ANALISIS Y CÁLCULOS  
ENTIDAD PÚBLICA : GADMUR

OBSERVACIONES :

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA COTOCHOA, CANTÓN RUMIRAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA  
CONTIENE : DETALLES DE POZOS DE SALTO TIPO 2 Y 2A  
NOTAS :  
- LAS MEDIDAS ANTERIORES PREVALEN SOBRE LA ESCALA.  
- PARA LOS DETALLES DE CONSTRUCCIÓN VERIFICAR LAS MEDIDAS EN OBRA.  
- TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE RESPONSABILIDAD

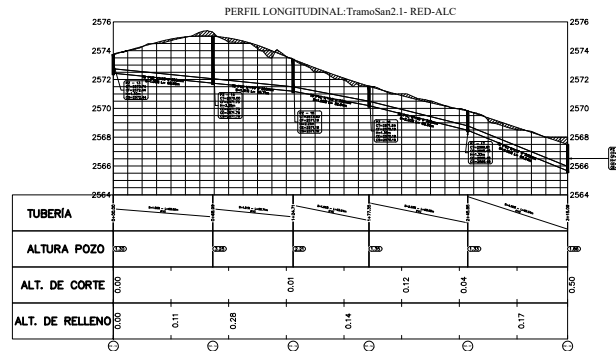
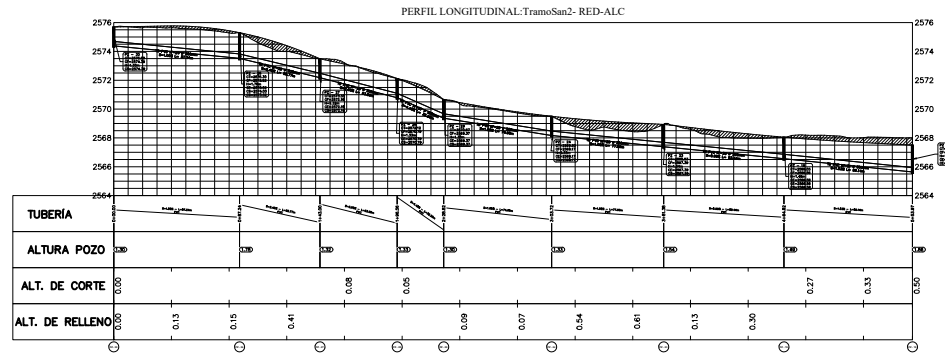
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



MSc. SONIA SARRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

SR. CALE / ALEJ.  
SR. CAMPOS ERICK





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE :  
PERFILES LONGITUDINALES – ALC. SANITARIO – TRAMO 2 – 2.1

NOTAS :

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÚOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

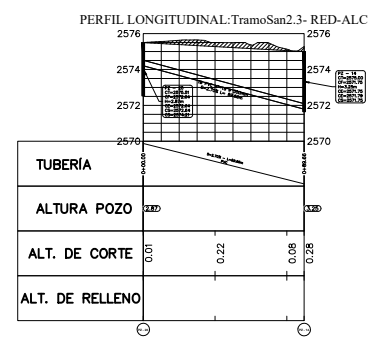
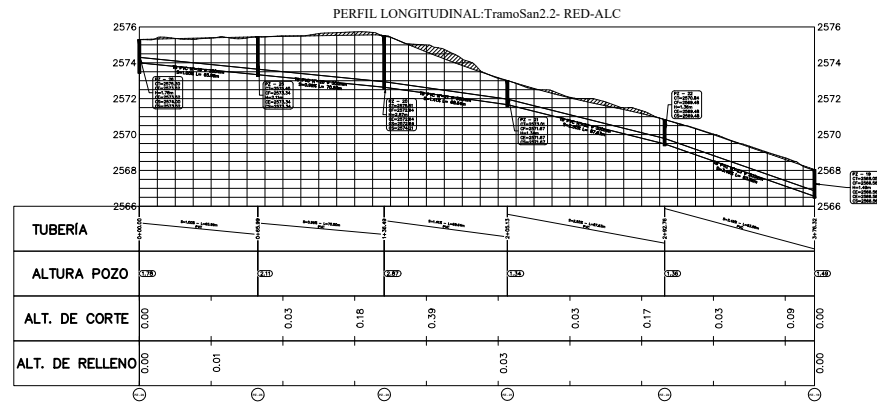
ESCALA :

1:1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO : 12/18



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE :  
PERFILES LONGITUDINALES - ALC. SANITARIO - TRAMO 2.2 - 2.3

NOTAS :

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :  
SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÚOS  
Y CATÁSTROS

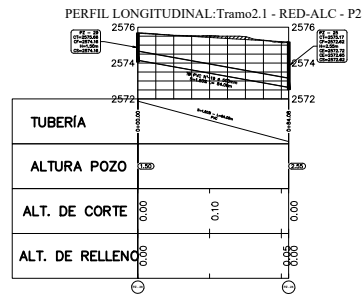
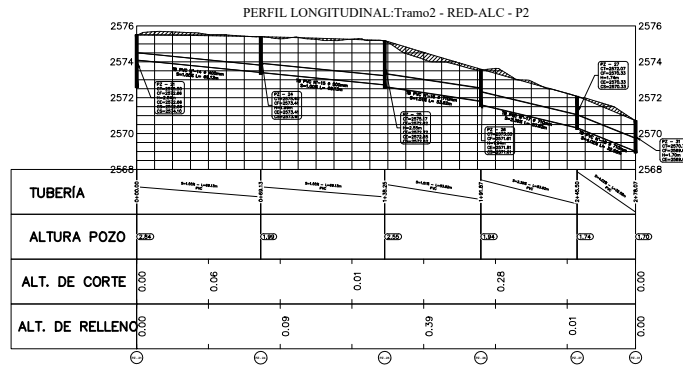
ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :  
1:1000

FECHA :  
JULIO / 2023

ANEXO :  
13/18





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE :  
PERFILES LONGITUDINALES – ALC. PLUVIAL – TRAMO 2

NOTAS :

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÚOS  
Y CATÁSTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

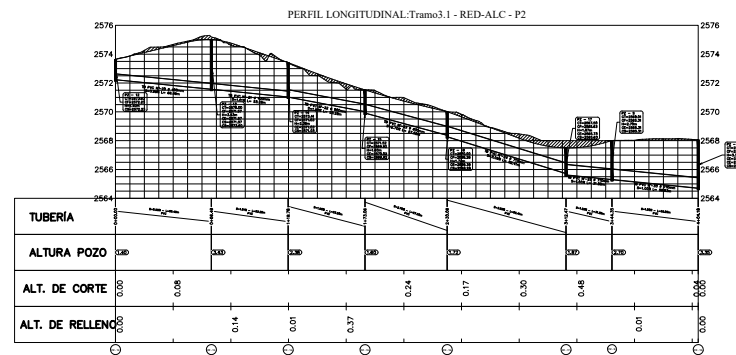
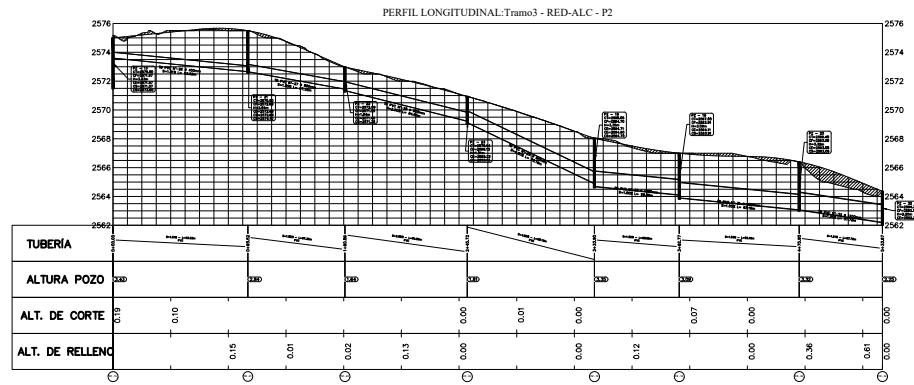
1:1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

15/18



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMIÑAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE :  
PERFILES LONGITUDINALES – ALC. PLUVIAL – TRAMO 3

NOTAS :

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFIA :  
DIRECCIÓN DE AVALÓOS  
Y CATÁSTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

1:1000

FECHA :

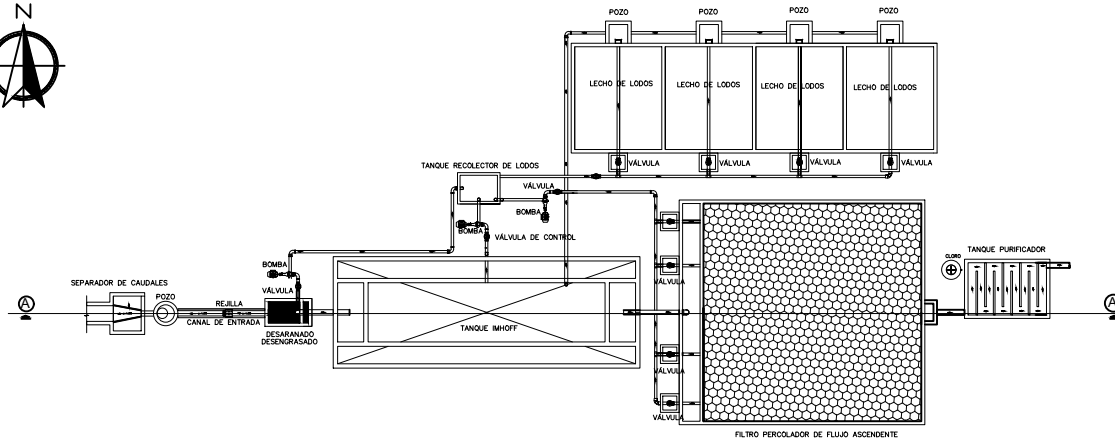
JULIO / 2023

ANEXO :

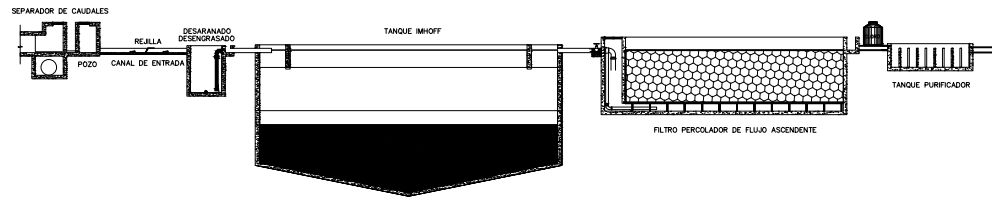
16/18







VISTA EN PLANTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
ESCALA 1:100



CORTE TRANSVERSAL A - A  
ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

ING. SORIA GABRIELA  
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
VISTO BUENO

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO  
DE LA LOTIZACIÓN CAMPOS VERDES, UBICADA EN LA PARROQUIA  
COTOGCHOA, CANTÓN RUMINAHUI, PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTIENE : VISTA EN PLANTA Y CORTE TRANSVERSAL DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO

NOTAS : - LAS MEDIDAS ANOTADAS PREVALECE EN SOBRE LA ESCALA  
- PARA LOS DETALLES EL CONSTRUCTOR VERIFICARÁ LAS MEDIDAS EN OBRA  
- TODA MODIFICACIÓN SE HARÁ CONSTAR EN OBSERVACIONES CON FECHA Y FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

OBSERVACIONES :

DISEÑO Y DIBUJO :

SR: CALLE ALEX  
SR: CAMPOS ERICK

TOPOGRAFÍA :  
DIRECCIÓN DE AVALUOS  
Y CATASTROS

ENTIDAD PÚBLICA :  
GADMUR

ESCALA :

1 : 1000

FECHA :

JULIO / 2023

ANEXO :

18/18