



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

**Diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para la  
comunidad de Pichanillas, Cantón Girón, Provincia del Azuay**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de: INGENIERO  
CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

**Autor:**

**DIEGO PATRICIO CRIOLLO AYALA  
XAVIER GUILLERMO HURTADO CRESPO**

**Director:**

**ING. JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ**

**CUENCA - ECUADOR**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Guillermo Hurtado y Betty Crespo, por su guía y consejos durante toda mi vida, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por esto y mucho más ellos son pilar fundamental para haber alcanzado esta meta.

A mi esposa Carol Vélez, por ser mi apoyo día a día, así como la compañera que me motiva a seguir cumpliendo mis metas.

A mi familia, en especial a mis hermanos; Luis, Marcelo y Juan que en distintos momentos han sabido ser fuente de consejos y respaldo.

**Xavier Hurtado Crespo**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien me dio la vida y me permitió llegar a este momento tan importante en mi formación profesional. A mi madre por ser el principal pilar de apoyo y mostrarme siempre su amor y apoyo incondicional a pesar de nuestras diferencias. A mi padre, por sus consejos, experiencias y siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en todos los momentos más difíciles. A mis hermanos por ser esa fuente de alegría y fortaleza en todo este proceso y que mejor manera de celebrarlo en este momento tan especial.

**Diego Criollo Ayala**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios por haberme dado la oportunidad, las fuerzas y sabiduría de culminar este proyecto.

A mis padres, por su confianza en todo momento y guía para la elaboración de este trabajo.

A mi esposa por estar a mi lado en todo momento respaldándome, en este proceso.

A mi director el Ingeniero Josué Larriva por su guía, conocimiento y guía en la realización de este trabajo. Al ingeniero José Vásquez por facilitar el presente trabajo de grado.

Al GAD Municipal de Girón; a la arquitecta y a los ingenieros del departamento técnico por brindar el apoyo e información necesaria para la elaboración del presente trabajo.

**Xavier Hurtado Crespo**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, estoy muy agradecido con Dios por darme la fuerza y el valor para completar esta etapa de mi vida.

También agradezco la fe y el apoyo de mi madre, quien sin duda me ha mostrado amor a lo largo de mi vida, corrigió mis errores y celebró mis victorias.

A mi padre, quien ha sido parte importante de mi vida con su ayuda y cariño. Y sé que estás orgulloso de la persona en la que me he convertido.

A mi hermano Ismael que me ayudó a superar los desafíos que se me presentaron en la vida con sus consejos y apoyo incondicional.

**Diego Criollo Ayala**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
Capítulo 1.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	2
Objetivos .....	3
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos .....	3
<b>CAPITULO 1: LEVANTAMIENTO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Descripción general de la zona.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Ubicación geográfica.....	5
1.1.2. Vías de acceso .....	7
1.1.3. Área del proyecto .....	7
1.1.4. Clima .....	8
1.1.5. Precipitación.....	8
1.1.6. Topografía y pendientes .....	8
1.1.6.1. Modelo digital de Elevación .....	9
1.1.6.2. Mapa de pendientes .....	9
1.1.7. Suelos.....	10
1.1.7.1. Tipo de Suelo .....	10
1.1.8. Geología .....	11
1.1.8.1. Litoestratigráfica de las formaciones del Cantón Girón .....	11
1.1.9. Hidrografía .....	12
1.1.10. Aspectos socio-económicos .....	13
1.1.11. Servicios existentes.....	14
1.1.12. Salud.....	14
<b>CAPITULO 2: PARÁMETROS Y CRITERIO DE DISEÑO .....</b>	<b>15</b>

2.1.	Tipo de sistema.....	15
2.1.1.	Alcantarillado sanitario.....	15
2.2.	Áreas de aportación .....	15
2.3.	Parámetros de diseño.....	15
2.3.1.	Periodo de diseño .....	16
2.3.2.	Dotación .....	16
2.3.3.	Caudal de diseño .....	18
2.3.4.	Caudal sanitario .....	18
2.3.5.	Caudal por conexiones ilícitas.....	19
2.3.6.	Caudal por infiltración .....	19
2.3.7.	Caudal institucional .....	19
2.3.8.	Profundidades .....	20
2.3.9.	Velocidades de diseño .....	20
2.3.10.	Diámetros de tubería .....	20
2.3.11.	Rugosidad .....	21
2.3.12.	Pendiente mínima.....	21
2.4.	Análisis poblacional .....	21
2.4.1.	Población actual .....	22
2.4.2.	Población futura.....	22
2.4.3.	Densidad poblacional.....	23
2.5.	Hidráulica de alcantarillas .....	23
2.5.1.	Flujo de tuberías con sección llena .....	24
2.5.2.	Flujo de tuberías parcialmente llena.....	25
<b>CAPITULO 3: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....</b>		<b>29</b>
3.1.	Generalidades.....	29
3.2.	Pozos de revisión .....	29
3.2.1.	Diámetro de pozos de revisión .....	30
3.2.2.	Profundidad de pozos de revisión.....	31
3.3.	Sistema de alcantarillado sanitario y ramal condominal .....	33
<b>CAPITULO 4: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AGUAS RESIDUALES ...</b>		<b>37</b>
4.1.	Generalidades.....	37
4.2.	Caracterización de aguas residuales .....	37
4.3.	Sistema de depuración de aguas residuales .....	38
4.3.1.	Tratamiento primario.....	39
4.3.1.1.	Fosa séptica.....	39
4.3.1.2.	Parámetros de diseño para Fosa Séptica de doble cámara:.....	40

4.3.1.3.	Lecho de secado.....	43
4.3.1.4.	Diseño del lecho de secado.....	44
4.3.2.	Tratamiento secundario .....	46
4.3.2.1.	Filtro biológico anaerobio de lecho fijo con flujo ascendente .....	46
4.3.3.	Tanque de salida y tubería de disposición final.....	50
4.4.	Ubicación .....	50
4.5.	Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	51
4.5.1.	Objetivo.....	51
4.5.2.	Definiciones.....	51
4.5.3.	Personal.....	52
4.5.3.1.	Equipos de protección.....	52
4.5.4.	Sistema de tratamiento .....	52
4.5.5.	Rejilla al ingreso de la fosa séptica de doble cámara .....	53
4.5.6.	Fosa séptica de doble cámara.....	54
4.5.7.	Filtro anaerobio de flujo ascendente .....	55
<b>CAPITULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.....</b>		<b>57</b>
5.1.	Cuantificación de cantidades de obra .....	57
5.2.	Análisis de precios unitarios.....	57
5.3.	Presupuesto.....	57
5.4.	Fórmula de reajuste de precios.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.	Cronograma valorado.....	59
5.6.	Especificaciones técnicas .....	61
6.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>89</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

<b>Figura 1. 1</b> Mapa de la zona de Planificación 6 - Austro.....	5
<b>Figura 1. 2</b> Ubicación de las comunidades del cantón Girón.....	6
<b>Figura 1. 3</b> Ubicación de las comunidades de la parroquia la Asunción .....	6
<b>Figura 1. 4</b> Área del Proyecto. ....	7
<b>Figura 1. 5</b> Isoyetas del Cantón Girón .....	8
<b>Figura 1. 6</b> Modelo Digital de Elevación (MDE) .....	9
<b>Figura 1. 7</b> Mapa de rango de pendientes.....	9
<b>Figura 1. 8</b> Geopedología del terreno.....	10
<b>Figura 1. 9</b> Mapa geológico del cantón Girón.....	11
<b>Figura 1. 10</b> Red hídrica y fuentes de agua del Cantón Girón. ....	12

### Capítulo 2

<b>Figura 2. 1</b> Flujo a sección parcialmente llena.....	25
<b>Figura 2. 2</b> Parámetros hidráulicos en alcantarillas circulares parcialmente llenas. ....	26

### Capítulo 3

<b>Figura 3. 1</b> Especificaciones técnicas de pozo de revisión. ....	30
--	----

### Capítulo 4

<b>Tabla 4. 1</b> Resultados de la caracterización del agua.....	38
<b>Tabla 4. 2</b> Período de retención.....	39
<b>Tabla 4. 3</b> Posibles eficiencias de remoción de DBO <sub>5</sub> .....	40
<b>Tabla 4. 4</b> Posibles eficiencias de remoción de sólidos en suspensión. ....	40
<b>Tabla 4. 5</b> Contribución de aguas residuales y lodos.....	41
<b>Tabla 4. 6</b> Parámetros para el diseño de la fosa séptica. ....	41
<b>Tabla 4. 7</b> Cálculo del volumen de la fosa séptica. ....	42
<b>Tabla 4. 8</b> Dimensiones constructivas de la fosa séptica. ....	42
<b>Tabla 4. 9</b> Dimension de camaras. ....	43
<b>Tabla 4. 10</b> Tiempo requerido para digestión de lodos. ....	43
<b>Tabla 4. 11</b> Parámetros de diseño del lecho de secado. ....	44
<b>Tabla 4. 12</b> Dimensionamiento del lecho de secado .....	45
<b>Tabla 4. 13</b> Dimensiones constructivas del Lecho de secado .....	45
<b>Tabla 4. 14</b> Clasificación de los lechos bacterianos.....	47
<b>Tabla 4. 15</b> Características del lecho bacteriano .....	47
<b>Tabla 4. 16</b> Contribución diaria de vertidos y carga orgánica por tipo de edificio y ocupantes .....	47
<b>Tabla 4. 17</b> Parámetros para el diseño de filtro anaerobio de flujo ascendente .....	48
<b>Tabla 4. 18</b> Carga orgánica del efluente.....	49
<b>Tabla 4. 19</b> Dimensionamiento del volumen útil-total del filtro anaerobio .....	49
<b>Tabla 4. 20</b> Medidas constructivas del filtro anaerobio .....	49
<b>Tabla 4. 21</b> Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo 2.

<b>Tabla 2. 1</b> Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos .....	16
<b>Tabla 2. 2</b> Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio. ....	17
<b>Tabla 2. 3</b> .....	19
<b>Tabla 2. 4</b> .....	19
<b>Tabla 2. 5</b> Velocidades máximas permisibles en tuberías.....	20
<b>Tabla 2. 6</b> Distancias máximas entre pozos de revisión.....	20
<b>Tabla 2. 7</b> Coeficientes “n” de rugosidad.....	21
<b>Tabla 2. 8</b> Distribución de la población en Girón por parroquias. ....	22
<b>Tabla 2. 9</b> Censo de viviendas y habitantes en el área del proyecto. ....	22
<b>Tabla 2. 10</b> Tasas de crecimiento por parroquias en Girón.....	22
<b>Tabla 2. 11</b> Cálculo de la población futura. ....	23
<b>Tabla 2. 12</b> Relaciones hidráulicas para conductos circulares (n/n llena variable) .....	27

### Capítulo 3.

<b>Tabla 3. 1</b> Cotas de los pozos de revisión. ....	32
<b>Tabla 3. 2</b> Cálculo de los caudales por tramo en el alcantarillado. ....	34
<b>Tabla 3. 3</b> Velocidades del fluido en la tubería.....	35
<b>Tabla 3. 4</b> Cotas constructivas de la red de alcantarillado, recubrimiento del alcantarillado. ....	36

### Capítulo 4.

<b>Tabla 4. 1</b> Resultados de la caracterización del agua. ....	38
<b>Tabla 4. 2</b> Período de retención.....	39
<b>Tabla 4. 3</b> Posibles eficiencias de remoción de DBO <sub>5</sub> .....	40
<b>Tabla 4. 4</b> Posibles eficiencias de remoción de sólidos en suspensión. ....	40
<b>Tabla 4. 5</b> Contribución de aguas residuales y lodos.....	41
<b>Tabla 4. 6</b> Parámetros para el diseño de la fosa séptica. ....	41
<b>Tabla 4. 7</b> Cálculo del volumen de la fosa séptica. ....	42
<b>Tabla 4. 8</b> Dimensiones constructivas de la fosa séptica. ....	42
<b>Tabla 4. 9</b> Dimension de camaras. ....	43
<b>Tabla 4. 10</b> Tiempo requerido para digestión de lodos. ....	43
<b>Tabla 4. 11</b> Parámetros de diseño del lecho de secado. ....	44
<b>Tabla 4. 12</b> Dimensionamiento del lecho de secado .....	45
<b>Tabla 4. 13</b> Dimensiones constructivas del Lecho de secado .....	45
<b>Tabla 4. 14</b> Clasificación de los lechos bacterianos.....	47
<b>Tabla 4. 15</b> Características del lecho bacteriano .....	47
<b>Tabla 4. 16</b> Contribución diaria de vertidos y carga orgánica por tipo de edificio y ocupantes .....	47
<b>Tabla 4. 17</b> Parámetros para el diseño de filtro anaerobio de flujo ascendente .....	48
<b>Tabla 4. 18</b> Carga orgánica del efluente.....	49
<b>Tabla 4. 19</b> Dimensionamiento del volumen útil-total del filtro anaerobio .....	49
<b>Tabla 4. 20</b> Medidas constructivas del filtro anaerobio .....	49
<b>Tabla 4. 21</b> Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce .....	52

## Capítulo 5

<b>Tabla 5. 1</b> Presupuesto del Sistema de alcantarillado y planta de tratamiento Pichanillas .....	57
<b>Tabla 5. 2</b> Cronograma valorado de la construcción del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento. ....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Planimetría red del sistema de alcantarillado Plano 1/5

Anexo 2: Longitudinal del sistema de alcantarillado Plano 2/5

Anexo 3: Pozos de revisión Plano 3/5

Anexo 4: Planta de tratamiento Plano 4/5

Anexo 5: Planta de tratamiento Plano 5/5

Anexo 6: Presupuesto

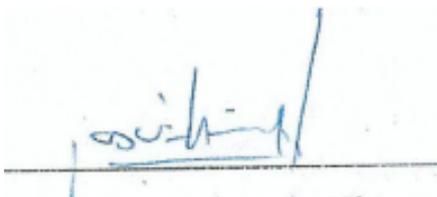
Anexo 7: Cronograma valorado

# **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE PICHANILLAS, CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY.**

## **RESUMEN**

La comunidad de Pichanillas ubicada en el cantón Girón, provincia del Azuay, presenta deficiencias de saneamiento como en gran parte de comunidades rurales de nuestro país; puesto que no posee una infraestructura de alcantarillado, así como de un correcto tratamiento de aguas residuales. Para dar una solución, se propone en este trabajo de titulación, los estudios para el diseño de una red de alcantarillado, así como la implementación de un diseño integral de una planta de tratamiento de aguas residuales en esta localidad, cumpliendo con los parámetros metodológicos y normativas técnicas vigentes que garanticen seguridad, nivel de servicio y factibilidad económica del proyecto.

**Palabras Clave:** Infraestructura, saneamiento, alcantarillado, aguas residuales.



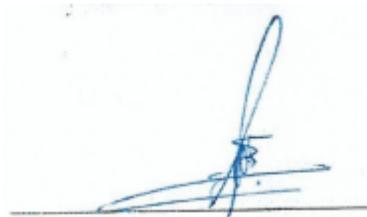
Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez  
**Director del Trabajo de Titulación**



Ing. José Fernando Vázquez Calero  
**Director de Escuela**



Xavier Guillermo Hurtado Crespo  
**Autor**



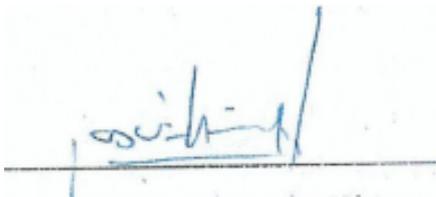
Diego Patricio Criollo Ayala  
**Autor**

# DESIGN OF THE SEWAGE SYSTEM AND TREATMENT PLANT FOR THE PICHANILLAS COMMUNITY, GIRÓN CANTON, AZUAY PROVINCE.

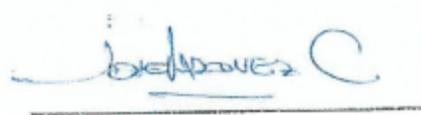
## ABSTRACT

The Pichanillas community located in the Girón canton, Azuay province, presents sanitation deficiencies, as in many of the rural communities in our country. This is because it lacks sewer infrastructure, as well as proper wastewater treatment. To provide a solution, this thesis proposes studies for the design of a sewer network, as well as the implementation of a comprehensive design of a wastewater treatment plant in this locality, complying with the current methodological parameters and technical regulations that guarantee the safety, level of service, and economic feasibility of the project.

**Keywords:** Infrastructure, sanitation, sewer, wastewater.



Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez  
**Thesis Director**

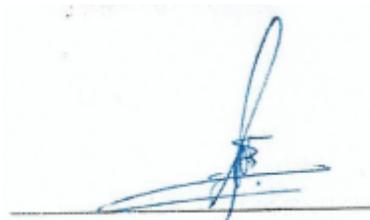


Ing. José Fernando Vázquez Calero  
**School Director**

**Translated by:**



Xavier Guillermo Hurtado Crespo  
**Author**



Diego Patricio Criollo Ayala  
**Author**

Xavier Guillermo Hurtado Crespo

Diego Patricio Criollo Ayala

Trabajo de graduación

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

## **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA COMUNIDAD DE PICHANILLAS**

### **INTRODUCCIÓN**

El GAD de Girón, comprometido con la responsabilidad de servir a los ciudadanos del cantón, y con la obligación de mejorar las condiciones en las que se desenvuelven día a día sus pobladores, establece un convenio con la Universidad del Azuay que le ayude a resolver distintas necesidades que su gente aqueja. Por esto se establece que en la presente tesis se desarrolle el proyecto que brinde el diseño de la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Pichanillas, de la parroquia La Asunción, cantón Girón, Provincia del Azuay.

Esta necesidad nace ya que, a la fecha, la comunidad de Pichanillas no cuenta con infraestructura para el saneamiento que pueda recibir, evacuar, transportar y menos aún tratar aguas residuales de la población. Esto impide un correcto desenvolvimiento en sus pobladores, además de acarrear problemas de salud en este sector.

El objetivo de este proyecto será brindar los estudios y el diseño de las redes de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales para esta comunidad, con el fin de reducir la polución de cuerpos de agua, suelos y su entorno. Además, un correcto tratamiento de las aguas residuales precautela la salud de los habitantes, mejora sus condiciones de vida y ayuda a un mejor desenvolvimiento de la comunidad en todas sus actividades.

### **Antecedentes**

La comunidad de Pichanillas del cantón Girón carece de un sistema de alcantarillado, así como de un sistema que brinde un correcto tratamiento al agua residual, esta descarga de aguas residuales sin un tratamiento previo, provoca una serie de problemas sanitarios en las familias de la zona, así como en los estudiantes que asisten a la escuela de la localidad, afectando especialmente a las personas más vulnerables como con niños y adultos mayores. Esto reduce de manera considerable la calidad de vida de todos sus habitantes, lo que no permite un correcto desenvolvimiento y progreso de este poblado.

Así mismo, un mal tratamiento de aguas residuales contamina cuerpos de agua, el suelo y el medio ambiente en general. Lo que provoca que el problema afecte no solo a sus de habitantes, por esto es de primordial importancia dar solución a los problemas de saneamiento que viven día a día los pobladores de la comunidad de Pichanillas.

### **Justificación**

Mejorar la calidad de vida, así como prestar mejores servicios a los habitantes es la responsabilidad de autoridades en sus respectivas jurisdicciones, es por esto que el GAD del cantón Girón ha firmado un convenio con la Universidad del Azuay, para la asistencia técnica y asesoramiento en el proyecto de alcantarillado y depuración de aguas residuales en la comunidad Pichanillas, situación de prioridad mayor para sus habitantes.

Gracias a ello, se presentó la oportunidad de desarrollar un trabajo de titulación de la carrera de “Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones” de la Universidad del Azuay. El proyecto concedido se contemplará en la localidad de Pichanillas del cantón Girón, con el fin principal de realizar los estudios que permitan el diseño del alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento para esta comunidad, para dar una solución al tratamiento de aguas residuales.

El trabajo se centrará en dar solución a los diferentes problemas sanitarios e hidráulicos, para así lograr cumplir con todos los propósitos técnicos que garanticen la vida útil del proyecto y su óptimo funcionamiento.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar el sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Pichanillas, cumpliendo con la normativa nacional y los reglamentos locales, con el fin de brindar una solución óptima para los problemas de saneamiento de la localidad.

### **Objetivos específicos**

- Recopilar información de las condiciones actuales de la zona con fuentes primarias y secundarias.
- Levantar la información topográfica y técnica para el diseño de la red de alcantarillado y planta de tratamiento.
- Revisar criterios y normativa vigente para el diseño sanitario.
- Realizar el diseño de la red de alcantarillado y la planta de tratamiento para la comunidad Pichanillas.
- Elaborar el presupuesto referencial del proyecto constructivo.

## **CAPITULO 1: LEVANTAMIENTO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO**

### **1.1. Descripción general de la zona**

El diseño de las redes de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Pichanillas está ubicado en el cantón Girón situado al sur de la provincia del Azuay.

El cantón Girón limita:

Al Norte: Las Parroquias Victoria del Portete y Cumbe, pertenecientes al Cantón Cuenca.

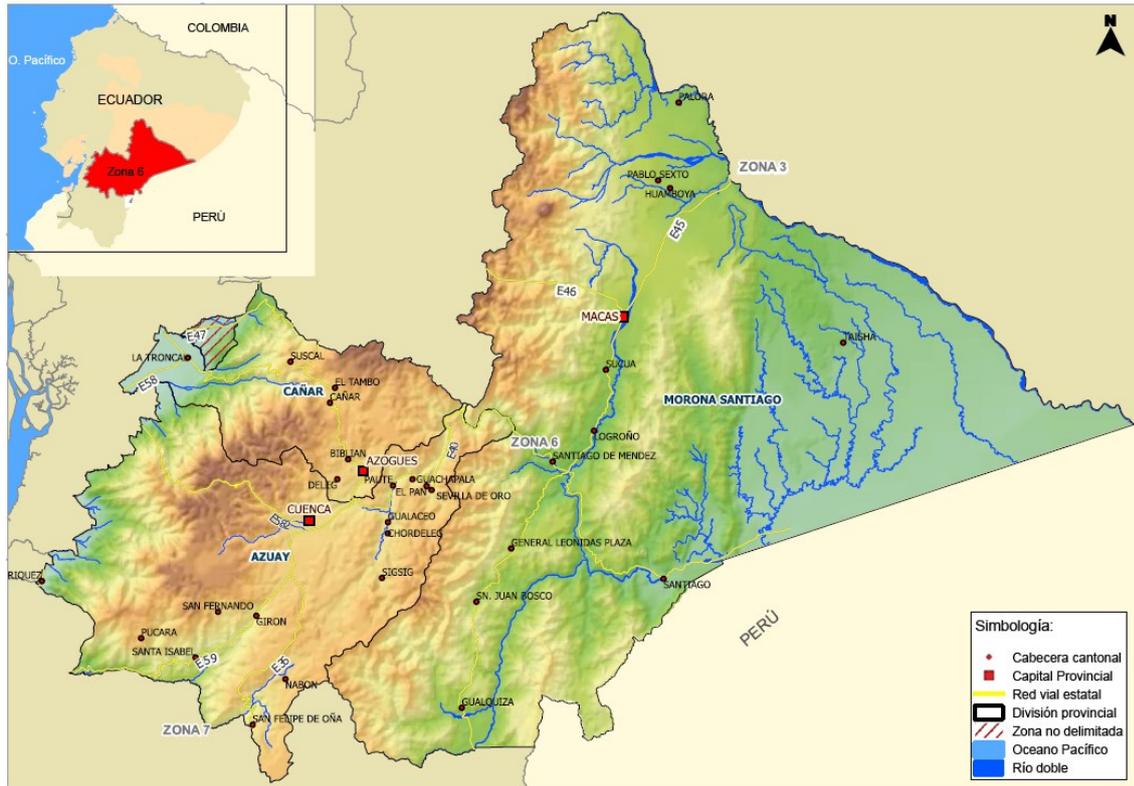
Al Este: La Parroquia Jima, perteneciente al Cantón Sígsig, y la jurisdicción de la Cabecera Cantonal de Nabón, constitutiva del Cantón del mismo nombre.

Al Sur: La Parroquia Las Nieves, perteneciente al Cantón Nabón, y la Parroquia Abdón Calderón (La Unión) del Cantón Santa Isabel.

Al Oeste: La parroquia San Fernando y la Parroquia Chumblín, pertenecientes al Cantón San Fernando, con la parroquia Santa Isabel (Chaguarurco) al Occidente.

Así mismo, de acuerdo a la secretaria nacional de Planificación y Desarrollo, el cantón Girón se localiza en la zona 6 de planificación, la cual está conformada por las provincias de Cañar, Morona Santiago y Azuay como se observa en la Figura 1. 1.

**Figura 1. 1** Mapa de la zona de Planificación 6 - Austro



Fuente: Instituto Geográfico Militar.  
Elaboración: (SENPLADES-Z6, 2014)

### 1.1.1. Ubicación geográfica

Pichanillas está ubicada al Sur del cantón Girón a unos 24.6 km del centro cantonal perteneciente a la provincia del Azuay; esta comunidad está dentro de la jurisdicción de la parroquia la Asunción la cual limita:

Al Norte: Con el Cantón San Fernando.

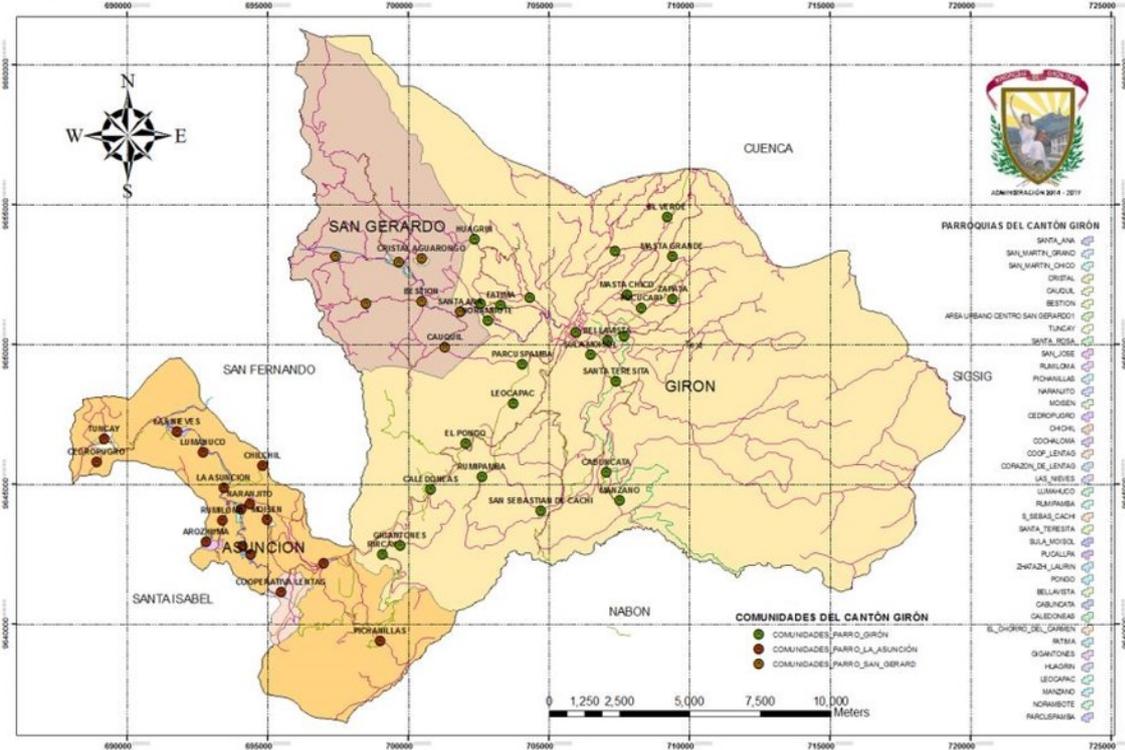
Al Sur: Las Nieves, El progreso del cantón Nabón y Abdón Calderón del cantón Santa Isabel.

Al Este: Con los cantones San Fernando y Girón.

Al Oeste: con la parroquia Abdón Calderón y Santa Isabel.

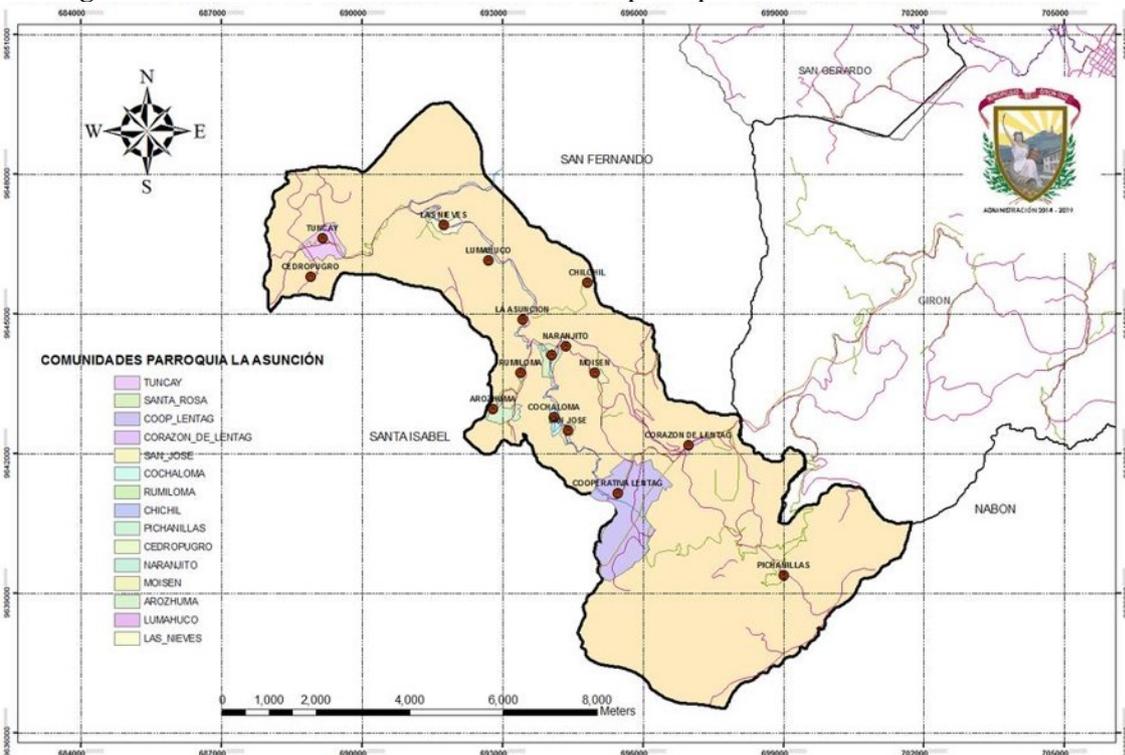
Esta comunidad es considerada como zona rural con un clima muy agradable, su temperatura promedio es de 15 a 20 grados Celsius; su actividad principal es la agricultura y ganadería.

Figura 1. 2 Ubicación de las comunidades del cantón Girón



Fuente: GAD Municipal Girón  
Elaboración: (Equipo PDOT)

Figura 1. 3 Ubicación de las comunidades de la parroquia la Asunción



Fuente: GAD Municipal Girón  
Elaboración: (Equipo PDOT)



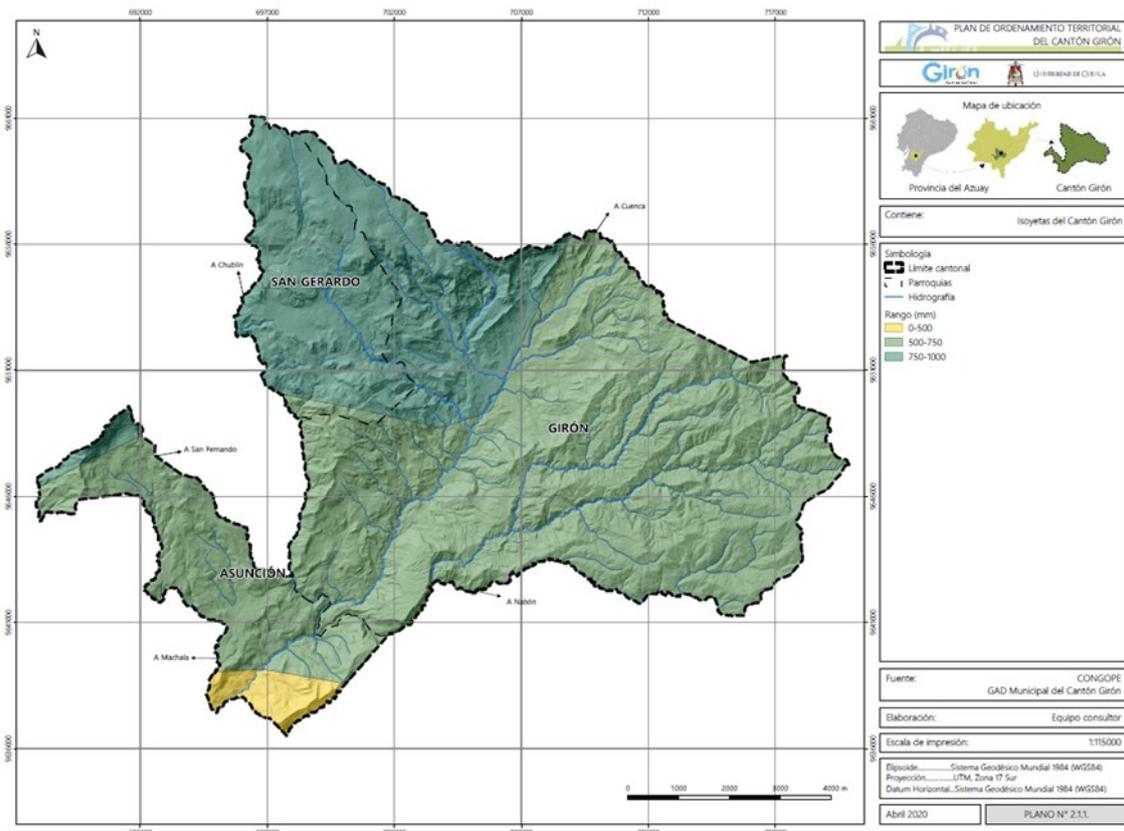
### 1.1.4. Clima

Factores meteorológicos: lluvia, temperatura, nubosidad, humedad, viento, etc. Regulan la calidad de vida de los ciudadanos e influyen en el lado mental y productivo, por lo tanto, en la economía de la región. La presencia o ausencia de lluvia afecta la capacidad de beber agua para el consumo humano. riego en la agricultura; la vegetación como regulador del microclima en drenajes naturales; las fuertes lluvias también aumentan la erosión del suelo como un efecto negativo en la región.

### 1.1.5. Precipitación

La precipitación varía de 250 a 500 mm anuales, cubriendo la zona baja del municipio de Asunción, donde se ubica el municipio de Pichanillas, con una superficie de 7,7 km<sup>2</sup> [769,92 ha], con una superficie de 2,3% del territorio cantonal.

**Figura 1.5** Isoyetas del Cantón Girón



Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

### 1.1.6. Topografía y pendientes

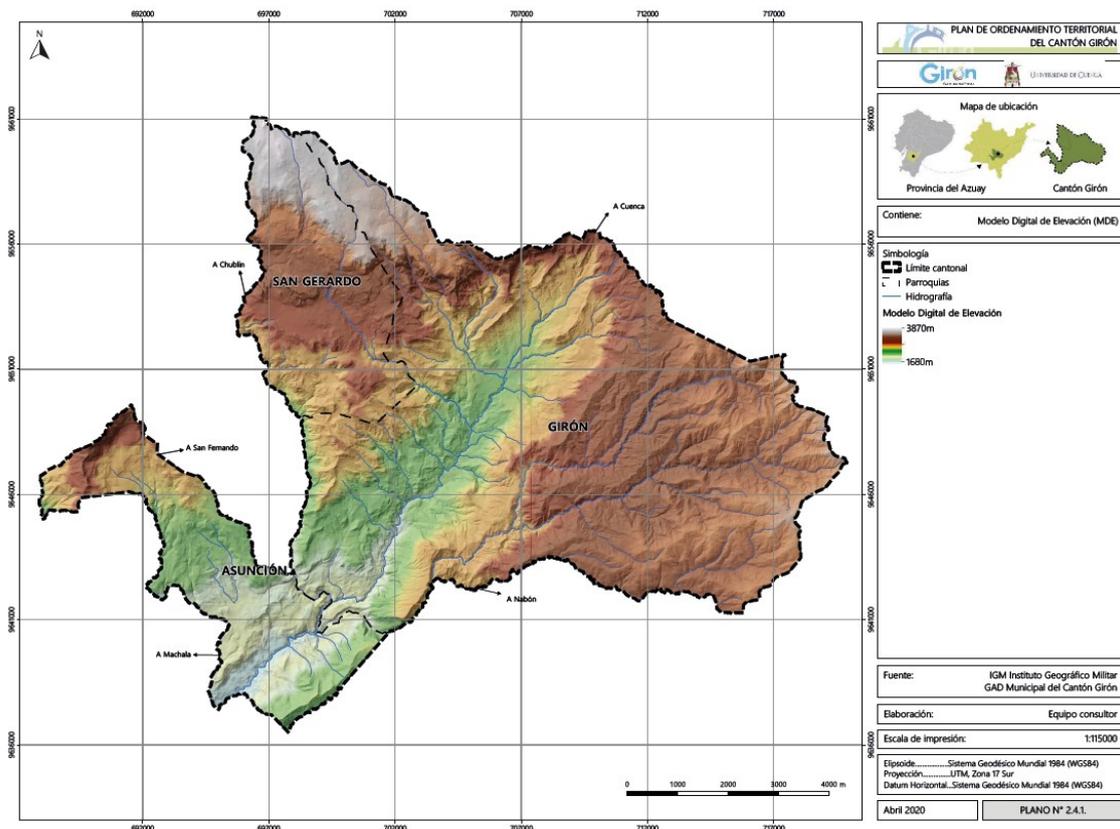
La representación cartográfica de los relieves fue un factor muy importante a considerar en el desarrollo de diversos documentos cartográficos; Para esto se han creado algunas formas gráficas comunes, una de las cuales son las curvas de nivel, que son líneas que conectan puntos

de igual altura. El modelo de elevación digital representa los valores de elevación promedio del nivel del mar, lo que permite caracterizar los relieves existentes en el área de estudio. La pendiente topográfica es la pendiente de la superficie en relación con el plano horizontal.

### 1.1.6.1. Modelo digital de Elevación

Se utilizó un modelo de elevación digital (DEM) con curvas planas para implementar el mapa de pendientes. Regionalmente, el municipio de Pichanillas se ubica en la región Sierra y presenta elevaciones que varían entre 1680 y 1717 a nivel del mar en el área de estudio.

**Figura 1. 6** Modelo Digital de Elevación (MDE)

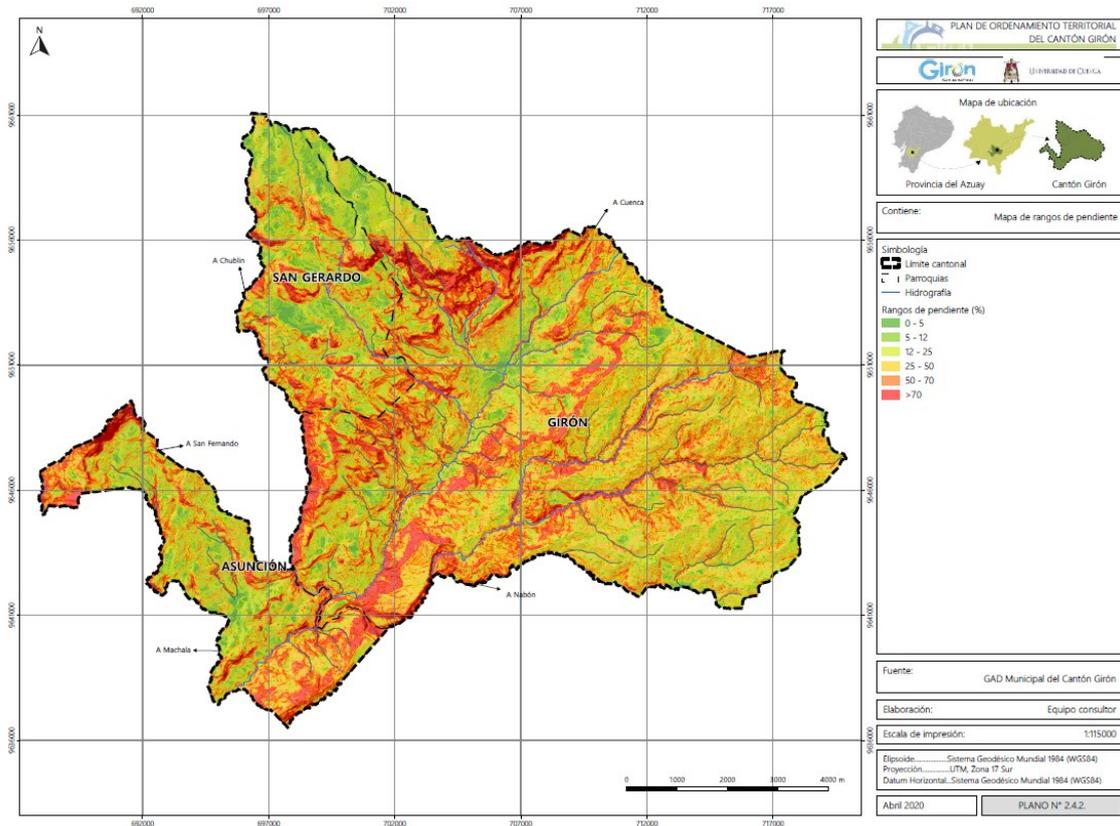


Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

### 1.1.6.2. Mapa de pendientes

El espacio de estudio tiene una pendiente fuerte que va de 25% y de menos del 50% en donde es posible mecanizar en algunos lugares, pero la mayoría tiene dificultades, hay grandes dificultades de riego, hay riesgo de erosión, también hay una posibilidad de movimiento en masa (deslizamientos), cultivos con costosas obras de protección, riego por goteo limitado.

**Figura 1. 7** Mapa de rango de pendientes.



Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

### 1.1.7. Suelos

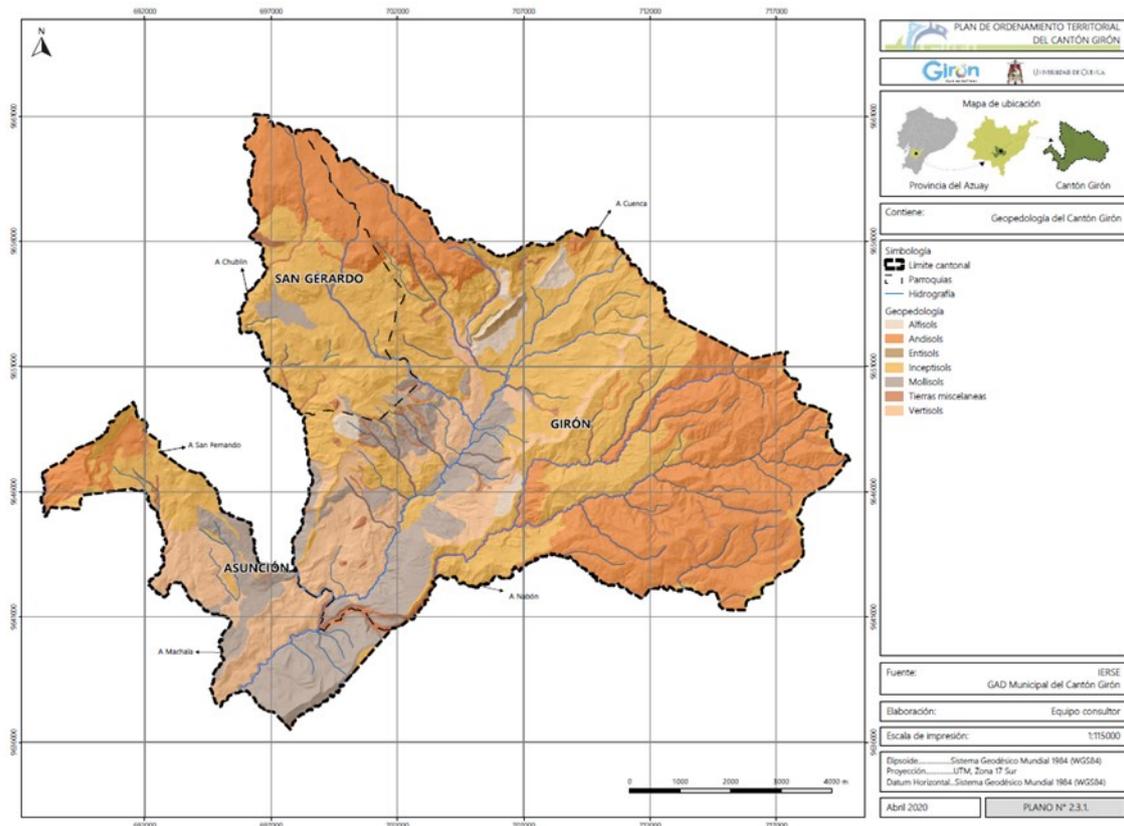
Desde una perspectiva agrícola, el suelo es la parte superior de la corteza terrestre donde se plantan las semillas, es uno de los recursos naturales más importantes para el ser humano y es fundamental para la supervivencia de cualquier especie.

La pérdida de suelo en el Ecuador es sumamente alarmante, principalmente por el mal manejo, uso excesivo de fertilizantes, mal uso del agua, uso de maquinaria agrícola, desencadenamiento de erosión física, química y biológica, entre otros.

#### 1.1.7.1. Tipo de Suelo

La comunidad tiene el orden Entisol, que son suelos no desarrollados con un solo horizonte A delgado que se encuentran en todos los climas, someros y erosionables, especialmente en pendientes pronunciadas, óptimos para cultivos hortícolas y frutales.

**Figura 1. 8** Geopedología del terreno.



Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

### 1.1.8. Geología

La geología es de gran importancia porque forma parte de una gran actividad humana. Su conocimiento preserva la mayor parte de los recursos naturales que necesita la población y la industria: energía, minerales, agua y alimentos.

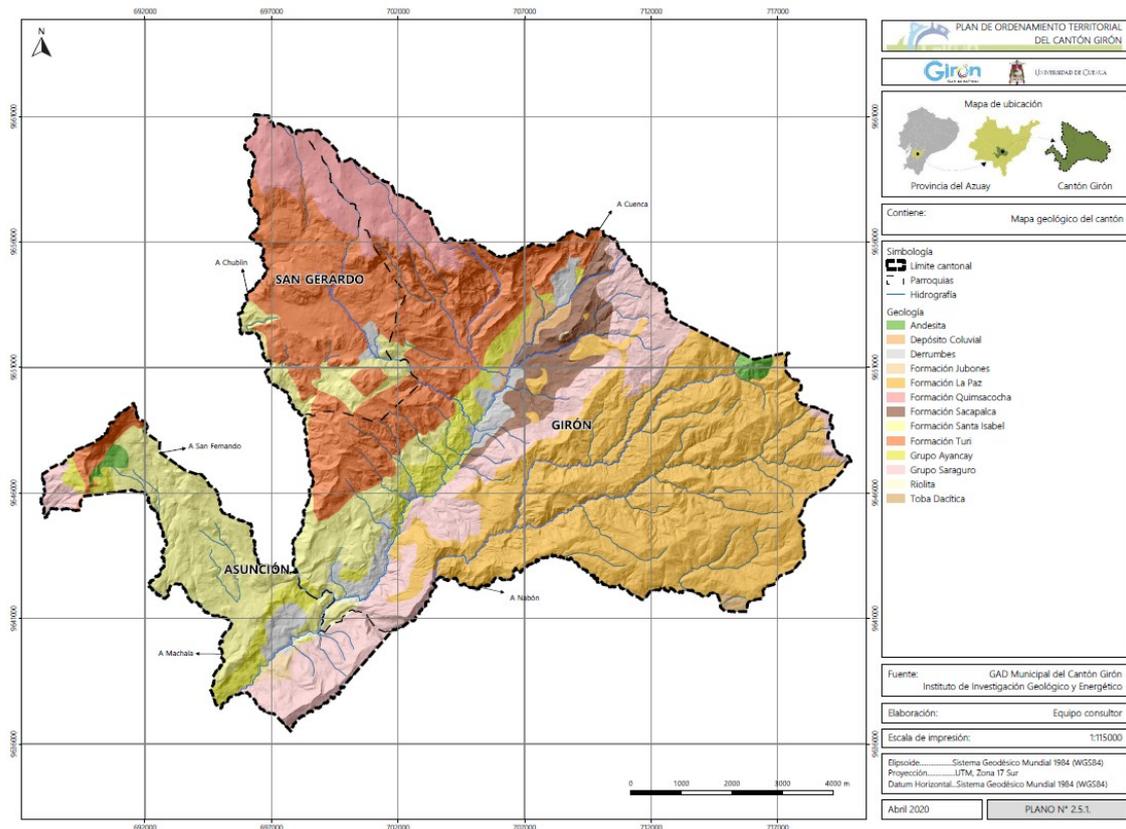
Para el desarrollo de las diversas actividades humanas, es necesario definir el marco y las características relacionadas con la litología y ubicación de los diferentes materiales, que pueden servir para identificar los diferentes tipos de suelo y roca existentes, su ubicación geométrica en la tierra y su localización morfológica.

#### 1.1.8.1. Litoestratigráfica de las formaciones del Cantón Girón

La zona de estudio está dentro del Grupo Saraguro.

Grupo Saraguro. - (Dunkley & Gaibor, 1997) Consiste principalmente de ceniza de composición dacítica a riolítica, lavas andesitas, material volcánico retrabajado y rocas sedimentarias.

**Figura 1. 9** Mapa geológico del cantón Girón



Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

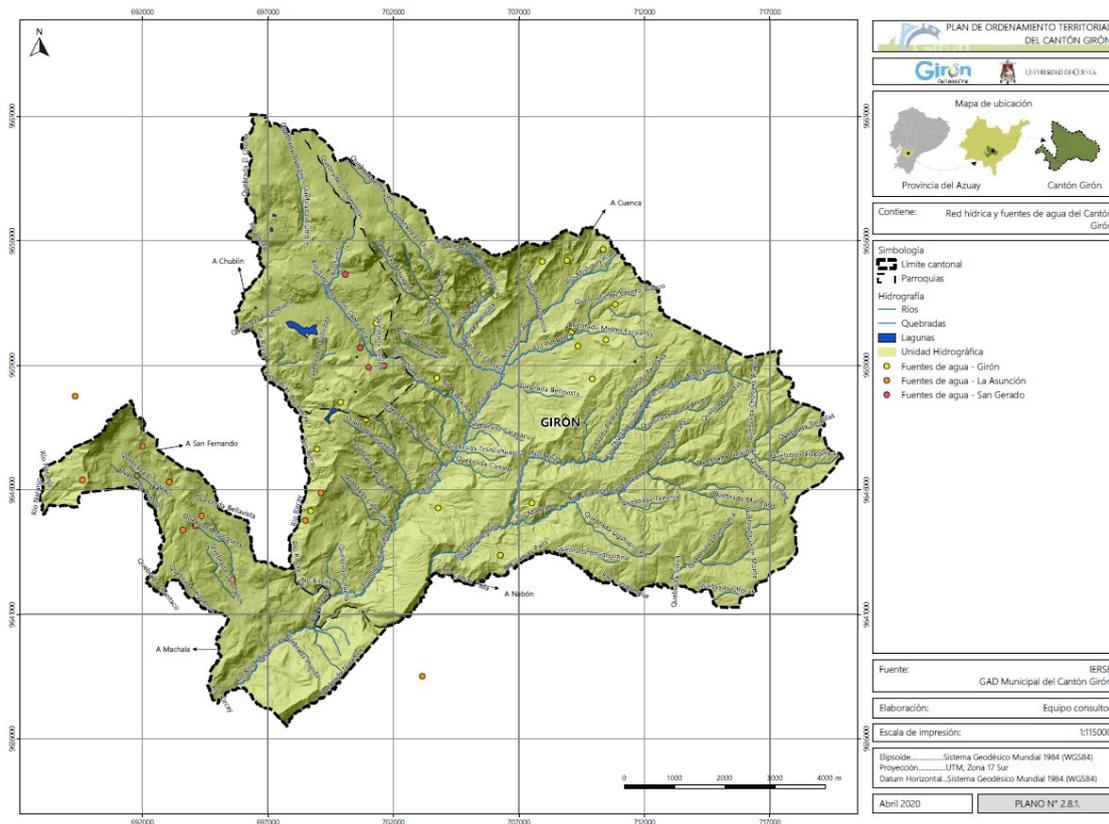
### 1.1.9. Hidrografía

Según la clasificación de SENAGUA, la red hídrica del Cantón Girón pertenece a la subregión del río Rircay, cuenca del río Jubones, que junto con otros desembocan en el Pacífico.

El cantón de Girón consta de once microcuencas, las mismas que llevan los nombres de los ríos a los que pertenecen, como la microcuenca del río Falso, el río Cristal, el río Chorro, el río Naranjo, el río Zhurza. y el río San Carlos, del río Chantaco, río Rircay, río Guayabas, río Tinajillas y río Camas Paila.

Con base en la red hídrica alta del Cantón Girón, podemos concluir que el potencial hidrológico de la zona es bueno, aunque algunos de sus principales y afluentes se encuentran afectados por polución y contaminación producto de diferentes actividades productivas como la agropecuaria y de expansión entre las más importantes de las zonas urbanas.

**Figura 1. 10** Red hídrica y fuentes de agua del Cantón Girón.



Fuente: (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

### 1.1.10. Aspectos socio-económicos

El aspecto socio-económico de una país, región o comunidad depende de muchas variables propias de su población, cada una de estas nos debe ayudar a describir como viven las personas de determinado lugar, para este caso tomaremos en cuenta factores como: tasa de crecimiento poblacional, actividad económica y acceso a servicios básicos.

Definiendo como factores de incremento los nacimientos y migraciones y factores de disminución la mortalidad y las emigraciones, esta última siendo la de mayor preponderancia en la comunidad de Pichanillas, Girón En el cantón Girón se identifica que el motivo más importante para emigrar es el trabajo, la cual representa el 80,4% seguido de la unión familiar y los estudios. En el caso de La Asunción en la cual se encuentra nuestra área de proyecto, la emigración por trabajo se dispara hasta el 94,2%. En nuestra área de proyecto el mayor número de emigrantes se concentra entre los 15 a 29 años (Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón, 2019)

Consecuencia de la emigración en la comunidad de Pichanillas, esta zona presenta un continuo descenso en su población, determinando tasas de crecimiento negativas, mismo dato que es evidente en el decrecimiento de alumnos que presenta el establecimiento educativo de la zona

la “Escuela de Educación Básica Antonio José de Sucre”, que en el periodo 2018-2019 contaba con 12 alumnos y hoy en día en el periodo 2022-2023 asisten solo 7 niños.

#### **1.1.11. Servicios existentes**

El conocer los servicios existentes a los cuales tiene acceso una comunidad es de vital importancia para saber reconocer cuáles son sus carencias y problemas, con el fin de poder brindarle una mejor calidad de vida. En general, en el centro de la localidad Pichanillas cuentan con cobertura de energía eléctrica en su gran mayoría, siendo el servicio básico mejor satisfecho en esta zona, seguido del servicio de agua potable que se brinda en las viviendas con tubería interna en las viviendas de nuestra zona de estudio.

Ahora hablando de los servicios no existentes en esta comunidad, tenemos a la recolección de desechos sólidos, lo que obliga a los habitantes de este lugar a buscar otras alternativas para eliminar su basura. Así mismo el servicio de alcantarillado sanitario es inexistente en este lugar, siendo el mayor problema identificado en este lugar, ya que en la mayoría de las viviendas no cuenta ni con una fosa séptica, esto obligando a que la gran mayoría de los habitantes en esta zona utilicen una batería sanitaria ubicada en la “Escuela de Educación Básica Antonio José de Sucre” que cuenta con una fosa séptica.

Los problemas identificados en el tratamiento de aguas negras en el lugar, presentan un gran problema para los habitantes de esta zona en el desenvolvimiento diario de sus actividades, así como un gran problema sanitario y de salud pública.

#### **1.1.12. Salud**

El acceso a la salud es uno de los servicios más importantes y esenciales para una comunidad, en el caso de Pichanillas las opciones más cercanas son; el Hospital Aida León de Rodríguez Lara del cantón Girón, Sub centro de salud la Asunción. Que a pesar de no estar cerca no presentan mayores problemas a la hora de prestar sus servicios.

## **CAPITULO 2: PARÁMETROS Y CRITERIO DE DISEÑO**

### **2.1. Tipo de sistema**

Un sistema de alcantarillado es el conjunto de obras destinadas para para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias en el área de aportación. Utilizando para esto una estructura conformada por redes de tuberías y obras complementarias.

De acuerdo a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos en su Art. 37, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental; este último comprendiendo alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y actividades de recolección, conducción y disposición final. Además, indica que el alcantarillado pluvial y el sanitario constituyen sistemas independientes sin interconexión posible.

De acuerdo a la ley anteriormente descrita y a las posibilidades actuales se establece que el diseño de las redes de alcantarillado para la comunidad Pichanillas del cantón Girón sea uno de tipo sanitario.

#### **2.1.1. Alcantarillado sanitario**

El desalojo de aguas residuales es fundamental en cualquier plan de desarrollo, por lo tanto, se requiere de la construcción de un sistema de alcantarillado para eliminar aguas servidas que producen los habitantes de una respectiva zona. Este tipo de sistema puede estar integrado por: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo y otras obras complementarias.

### **2.2. Áreas de aportación**

Es esencial definir el área de aportación o también llamada área tributaria del proyecto determinando la zona de servicio de alcantarillado, delimitando en planos detallados y actualizados de la zona y lotes o predios incluidos en el proyecto. Además de considerar la topografía de la zona y los diversos usos de suelo que en ella puede haber.

### **2.3. Parámetros de diseño**

Como parámetros de nuestro diseño buscaremos que las tuberías y colectores sigan pendientes naturales del terreno para que nuestro sistema trabaje a gravedad, además los cálculos para estos se los realizara por tramos.

En cuanto a los materiales, en el proyecto se deberá instalar tuberías que garanticen la calidad y el tiempo de vida de los materiales, siendo los que se autorizan el PVC especial para alcantarillado y el polietileno de alta densidad (PEAD), así mismo el sistema de descargas domiciliarias deberá ser compatible, de manera que no ocasionen problemas con las tuberías que se necesitara combinar, en el caso de requerirse líneas auxiliares.

### **2.3.1. Periodo de diseño**

El periodo de diseño, debe fijar la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad actual y de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados, la calidad de la construcción y su operación y mantenimiento, la inversión inicial y la las programas a futuro (EMAAP, 2009).

Este periodo para comunidades recomienda la (CPE INEN 005-9-2 , 1997) será de 20 años, además menciona que en ningún caso se proyectará para una población futura superior de 1,35 veces la población en el momento del diseño.

### **2.3.2. Dotación**

Se refiere a la cantidad de agua asignada, en los estudios de planeamiento y diseño de sistemas de agua potable, a un habitante para cubrir su consumo; se expresa en términos de litro por habitante por día, esta viene establecida por el nivel de servicio que se brindará según las condiciones propias del lugar, que en este caso será el de una zona rural (EMAAP, 2009).

**Tabla 2. 1** Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos

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

Fuente: (CPE INEN 005-9-2 , 1997)

El nivel de servicio en la comunidad de Pichanillas según la Tabla 2. 1 corresponde al nivel IIb para conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa (AP) y con sistema de alcantarillado (DRL), a continuación, en la Tabla 2. 2 ubicaremos cual será la dotación de diseño para nuestro proyecto.

**Tabla 2. 2** Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (L/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: (CPE INEN 005-9-2 , 1997)

Para la comunidad de Pichanillas consideraremos la dotación 100L/hab\*día.

### 2.3.3. Caudal de diseño

La red de recolección de nuestro sistema, se diseñará por tramos, considerando el caudal acumulado en cada uno de ellos. Para esto se considerará el caudal de aguas residuales, un aporte de aguas ilícitas y un caudal de aguas de infiltración hacia los colectores. Todos los parámetros y criterios adoptados para el cálculo deberán ser justificados (SENAGUA, 2014).

Estas estimaciones se enfocarán principalmente en los caudales de aguas ilícitas, caudal de aguas de infiltración, en base a características propias de la zona del proyecto y de los materiales utilizados para el mismo. El caudal de diseño viene dado por la Ecuación 1.

$$Q_d = Q_{san} + Q_{inf} + Q_{ilíc} + Q_a \quad \text{Ecuación 1}$$

Simbología utilizada:

$Q_d$ = Caudal de diseño (L/s)

$Q_{san}$ = Caudal sanitario (L/s)

$Q_{inf}$ = Caudal de infiltración (L/s)

$Q_{ilíc}$ = Caudal de aguas ilícitas (L/s)

$Q_a$ = Caudal institucional (L/s)

### 2.3.4. Caudal sanitario

Se considera el porcentaje de la dotación de agua potable en la zona que es desechada en la red de alcantarillado, hacia el colector principal, este se lo considera entre un 60% y 80%. El caudal mínimo en los tramos de origen es de 2,2L/s, equivalente a la descarga de un inodoro.

Para determinar valores de coeficientes, se podrán utilizar valores de casos similares o de literatura técnica, según se justifique. El caudal sanitario se calcula con la Ecuación 2.

$$Q_{san} = \frac{P * D * C_a * K}{86400} \quad \text{Ecuación 2}$$

Simbología utilizada:

$Q_{san}$ = Caudal sanitario (L/s)

$P$ = Población

$D$ = Dotación

$C_a$ = Coeficiente de aporte de agua residual

$K$ = Factor de mayoración

$K$  se calcula con la siguiente Ecuación 3:

$$K = k_1 * k_2 \quad \text{Ecuación 3}$$

Tabla 2. 3

<b>k1</b>	<b>1,10</b>	-	1,40	Coficiente de máximo caudal diario
<b>k2</b>	<b>1,30</b>	-	1,90	Coficiente de máximo caudal horario

Fuente: (CPE INEN 005-9-2 , 1997)

### 2.3.5. Caudal por conexiones ilícitas

Se refiere a los aportes generados por aguas lluvias que terminan en el alcantarillado se lo puede llamar también caudal por conexiones erradas. Este caudal debe ser estimado en el caso correspondiente a la localidad de estudio; en caso de ser disponibles registros de caudales efluentes en áreas de características similares, pueden usarse estos. Debido a la carencia de datos exactos ETAPA EP recomienda que se realicen los cálculos con un valor de 80 *lhab\*día*/. El caudal por aguas ilícitas se calcula con la Ecuación 4.

$$Q_{ili} = \frac{80 * P}{86400} \quad \text{Ecuación 4}$$

Q<sub>ili</sub>= Caudal por conexiones ilícitas

P= Población

### 2.3.6. Caudal por infiltración

Su estimación debe hacerse considerando las condiciones del lugar, permeabilidad del suelo, la topografía de la zona, la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas del sistema de tuberías, número y calidad constructiva de juntas y uniones, estado y tipo de tuberías, el número de pozos de revisión y demás estructuras que forman parte del alcantarillado (EMAAP, 2009).

El aporte lo estableceremos según los valores en la Tabla 2.4.

Tabla 2. 4

Nivel freático	Tubería de hormigón		Tuberías de material plástico	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo goma	Plásticos	Anillo goma
Bajo	0,0005	0,0002	0,00010	0,00005
Alto	0,0008	0,0002	0,00015	0,00005

Fuente: (Ministerio del agua viceministerio de servicios básicos, 2007)

### 2.3.7. Caudal institucional

Se refiere al caudal aportado por las instituciones del lugar, en este caso el caudal de aportación de la escuela.

$$Q_a = P_a * D \quad \text{Ecuación 5}$$

Pa= Población de alumnos

D= dotación

### 2.3.8. Profundidades

La red de alcantarillado, debe estar a una profundidad tal que permita la recolección de aguas residuales de las casas más bajas de uno u otro lado de las calles, con la acción de la gravedad. Además, debe garantizar una cobertura mínima para evitar la rotura de la tubería por cargas vivas producidas por vehículos o cualquier otra carga, por esto la profundidad mínima que garantice esto es de 1,2m.

### 2.3.9. Velocidades de diseño

El escurrimiento hidráulico en los colectores de la red no debe permitir la sedimentación de materia orgánica en el interior de dichos colectores ni tampoco su erosión. Por consiguiente, la velocidad mínima de diseño será de 0.45 m/s y la velocidad máxima dependerá del material de la tubería y en todo caso se deberá cumplir con las especificaciones del fabricante (EMAAP, 2009).

Estas velocidades máximas garantizan la vida útil de las tuberías y su correcto funcionamiento, por lo que tomaremos en cuenta como velocidades máximas las que muestra la Tabla 2.5.

**Tabla 2. 5** Velocidades máximas permisibles en tuberías

Material de la tubería	Velocidad máxima (m/s)
Concreto	3
Fibro cemento	5
Plásticos	5

Fuente: (CNA, 2005)

### 2.3.10. Diámetros de tubería

El diámetro mínimo que recomienda la (CPE INEN 005-9-2 , 1997) para alcantarillado sanitario es de 200mm, para garantizar que la circulación del agua en la tubería sea por gravedad, bajo ningún concepto se utilizara diámetros inferiores, aunque hidráulicamente sea posible. Además, la distancia máxima entre pozos de revisión depende del diámetro de la tubería que los conecta, como lo muestra la Tabla 2.6.

**Tabla 2. 6** Distancias máximas entre pozos de revisión

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

Fuente: (CPE INEN 005-9-2 , 1997)

### 2.3.11. Rugosidad

El coeficiente de rugosidad “n” que utilizaremos para el diseño, se establece según la calidad interior del material utilizado en la tubería, además del estado de la misma. Por lo que se deben usar los valores indicados en la Tabla 2.7.

**Tabla 2. 7** Coeficientes “n” de rugosidad

Material de revestimiento	Coeficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014

Fuente: (EMAAP, 2009)

### 2.3.12. Pendiente mínima

Las tuberías de preferencia deberán seguir la pendiente del terreno, además debe cumplir condiciones de velocidades mínimas y máximas descritas en el literal 2.3.8. Esto cumpliendo que en ninguno de los tramos la velocidad será menor de 0,45m/s, siendo la velocidad 0,6m/s, además en ninguno de los casos la velocidad deberá ser mayor a la estipulada en la Tabla 2.5 dependiendo el material.

## 2.4. Análisis poblacional

Los datos demográficos se pueden utilizar para identificar eficazmente la demanda de equipos por población y región. Fundamentalmente, el conocimiento demográfico del cantón identifica a la población, la cual, junto con su fuerza de trabajo y fuerzas sociales, constituye en última instancia su propio desarrollo. En general, las estrategias de población y asentamiento están inextricablemente vinculadas a las estrategias de uso de la tierra. Los datos presentados en este estudio fueron obtenidos de fuentes primarias (INEC) y secundarias: SIN (Sistema Nacional de Información) y SISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador). La recopilación de datos se filtra por grupos de edad y género. Los datos son procesados y presentados en tablas y gráficos.

### 2.4.1. Población actual

Según el Censo del 2010, la población del Cantón Girón es de 12607 habitantes, distribuidos entre el centro cantonal de Girón con 8437 habitantes, concentra las dos terceras partes de la población cantonal, esto es, el 66.9% de la población, seguido de la parroquia de Asunción con el 24.2 y San Gerardo con el 8.9%.

**Tabla 2. 8** Distribución de la población en Girón por parroquias.

PARROQUIA	SEXO		TOTAL	
	HOMBRE	MUJER	N°	%
Girón	3834	4603	8437	66,9%
Asunción	1429	1622	3051	24,2%
San Gerardo	514	605	1119	8,9%
<b>TOTAL</b>	<b>5777</b>	<b>6830</b>	<b>12607</b>	<b>100%</b>

Fuente: (INEC, 2010)

Para obtener la población actual de la zona en la que se desarrolla el proyecto se tuvo que realizar levantamiento de información mediante un Censo de viviendas y habitantes. Llegando a obtener que la población de la zona es de 63 habitantes, además que en la escuela del lugar estudian un total de 7 niños y existe un solo profesor.

**Tabla 2. 9** Censo de viviendas y habitantes en el área del proyecto.

Viviendas	Habitantes
17	63

### 2.4.2. Población futura

La población futura se refiere a la población que se proyecta dentro de un determinado número de años, que en este caso se proyectara en un periodo de 20 años, para realizar esta proyección se pueden utilizar el método geométrico, aritmético y logarítmico. Para cualquiera de los métodos anteriores es necesario el valor de una tasa de crecimiento que la obtuvimos de la Tabla 2.10.

**Tabla 2. 10** Tasas de crecimiento por parroquias en Girón.

AÑO CENSAL	PARROQUIA			TOTAL	TASA CRECIMIENTO INTERCENSAL R
	GIRÓN	ASUNCIÓN	SAN GERARDO		
1982	10626	3198		13824	
1990	9035	2987	1169	13191	-0,57%
2001	8623	2885	1075	12583	-0,42%
2010	8437	<b>3051</b>	1119	12607	0,02%

Fuente: (INEC, 1982), (INEC, 1990), (INEC, 2001), (INEC, 2010)

A continuación, se muestra el cálculo de la población futura con cada uno de los métodos.

**Tabla 2. 11** Cálculo de la población futura.

	Fórmula	Población futura
<b>Método geométrico</b>	$P_f = P_o (1 + r)^n$	64
<b>Método aritmético</b>	$P_f = P_o (1 + rn)$	64
<b>Método logarítmico</b>	$P_f = P_o e^{rn}$	64

Pf = Población Futura

Po = Población actual

r = tasa de crecimiento

n = número de años a proyectar

### 2.4.3. Densidad poblacional

La densidad poblacional es un parámetro que nos ayuda a saber cuántas personas habitan una zona territorial definida, además esto nos da como conclusión que tan dispersa o concentrada es la población de un determinado lugar. Su cálculo se lo realiza con una relación de Población/Superficie.

### 2.5.Hidráulica de alcantarillas

El diseño de una tubería o un conducto de desagüe en el que, por estar parcialmente lleno, haya una superficie libre, el conducto es hidráulicamente un canal (Rocha, 2007). Por lo cual el diseño estará regido por las condiciones del diseño de un canal de flujo libre por gravedad. Esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso. Los canales artificiales usualmente se diseñan con forma geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático. (Rodríguez, 2008)

Con lo anterior señalado nuestro estudio será para el de un canal con flujo uniforme y libre, para este diseño necesitaremos conocer algunos aspectos

- Especificaciones técnicas del material empleado en las tuberías: coeficiente de rugosidad, velocidad máxima permitida.
- Emplear la ecuación de Manning para garantizar las condiciones de un flujo uniforme.
- Las tuberías trabajan a sección parcialmente llena, un 80% de su capacidad máxima.
- Con el fin de determinar el caudal que fluirá por el sistema de alcantarillado, el flujo tiene que calcularse a sección llena y a sección parcialmente llena.

### 2.5.1. Flujo de tuberías con sección llena

La tubería trabaja en la totalidad de su sección, es decir el elemento trabajará a presión, por lo que el diámetro de la tubería influye directamente en la obtención del radio hidráulico, que será utilizado en la ecuación de Manning (Ecuación 5).

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{Ecuación 6}$$

Simbología utilizada:

V= Velocidad (m/s)

Rh= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente del tubo (m/m)

n= Rugosidad

Según (Arocha, 1983) los componentes hidráulicos de Manning para un flujo a sección llena son:

$$Rh = \frac{D}{4} \quad \text{Ecuación 7}$$

Rh= Radio hidráulico(m)

D= Diámetro(m)

$$Q = A * V \quad \text{Ecuación 8}$$

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A= Área (m<sup>2</sup>)

V=Velocidad (m/s)

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{Ecuación 9}$$

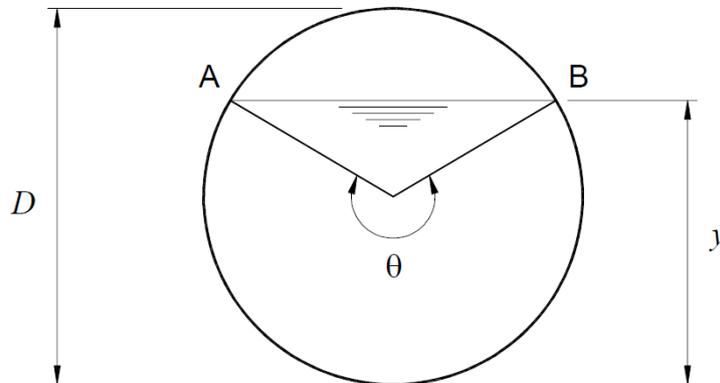
$A = \text{Área mojada (m}^2\text{)}$

$D = \text{Diámetro (m)}$

### 2.5.2. Flujo de tuberías parcialmente llena

Como anteriormente habíamos dicho, la tubería trabajara parcialmente llena, por lo que el conducto no trabaja bajo presión e hidráulicamente es un canal. Esto a su vez ayuda a que exista aireación de los gases generados. Para este tipo de cálculo debemos determinar las condiciones de nuestra tubería trabajando parcialmente llena a un 80%.

**Figura 2. 1** Flujo a sección parcialmente llena



Fuente: (Rocha, 2007)

A partir de consideración geométricas se puede determinar el área mojada, perímetro mojado, tirante de agua y demás elementos de la sección transversal ocupada por el fluido. La tubería que trabaja parcialmente llena se caracteriza por la posibilidad de tener una velocidad media y un gasto mayores a los que corresponderían a un tubo lleno (Rocha, 2007).

De la Figura 2.1 debemos destacar la relación  $y/D$ ,  $AB$  que es la superficie libre,  $\theta$  que es el ángulo central, con esto presente a continuación tenemos los componentes de la sección parcialmente llena.

$$A = \frac{r^2}{2} * (\theta - \text{Sen}\theta) \quad \text{Ecuación 10}$$

$A = \text{Área mojada (m}^2\text{)}$

$r = \text{Radio (m)}$

$\theta = \text{Ángulo}$

$$P = r * \theta \quad \text{Ecuación 11}$$

P= Perímetro mojado (m)

R= Radio (m)

$\Theta$ = Ángulo

$$Rh = \frac{r}{2\theta} * (\theta - \text{Sen}\theta) \quad \text{Ecuación 12}$$

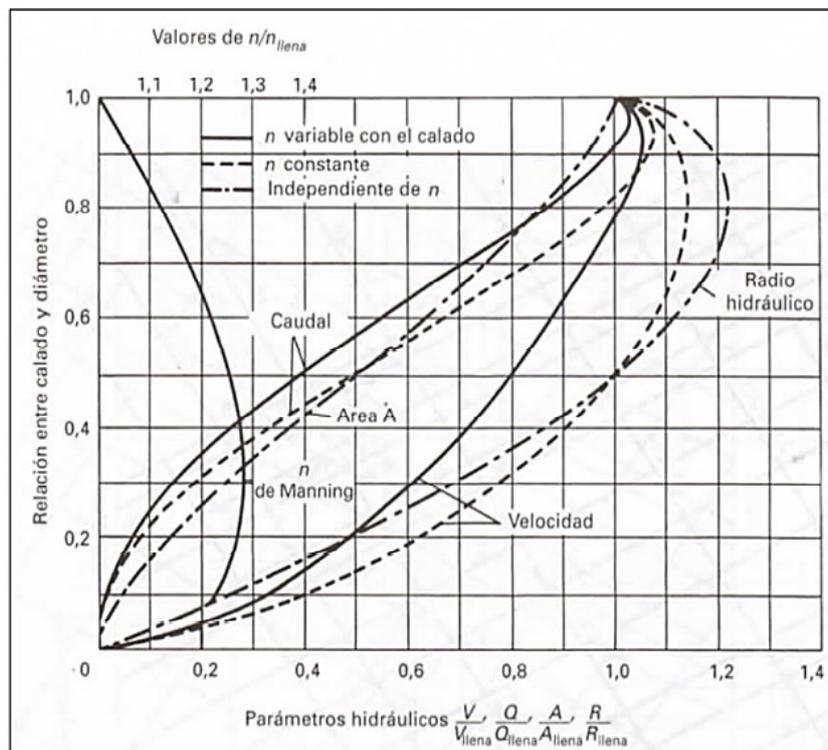
Rh= Radio hidráulico(m)

r= radio(m)

$\Theta$ = Ángulo

Igualmente es posible determinar caudal y velocidad si se emplean relaciones hidráulicas de  $q/Q$ ,  $v/V$  y  $y/D$ . Las fórmulas que se utilizan en los cálculos hidráulicos se obtienen a partir de la relación  $y/D$  en base a la relación  $q/Q$ , finalmente se alcanza el valor de la relación  $v/V$ . Para esto es necesario utilizar la Figura 2.2 y la Tabla 2.7, además de sustituir datos conocidos del caudal y velocidad a sección llena para así conseguir los valores de caudal y velocidad a sección parcialmente llena.

**Figura 2. 2** Parámetros hidráulicos en alcantarillas circulares parcialmente llenas.



Fuente: (Metcalf y Eddy, 1995)

**Tabla 2. 12** Relaciones hidráulicas para conductos circulares (n/n llena variable)

q/Q	v/V	y/D	q/Q	v/V	y/D
0,01	0,292	0,041	0,11	0,553	0,179
0,02	0,362	0,067	0,12	0,57	0,188
0,03	0,4	0,086	0,13	0,58	0,197
0,04	0,427	0,102	0,14	0,59	0,205
0,05	0,453	0,116	0,15	0,6	0,213
0,06	0,473	0,128	0,16	0,613	0,221
0,07	0,492	0,14	0,17	0,624	0,229
0,08	0,505	0,151	0,18	0,634	0,236
0,09	0,52	0,161	0,19	0,645	0,244
0,1	0,54	0,17	0,2	0,656	0,251
0,21	0,664	0,258	0,31	0,732	0,328
0,22	0,672	0,266	0,32	0,74	0,334
0,23	0,68	0,273	0,33	0,75	0,341
0,24	0,687	0,28	0,34	0,755	0,348
0,25	0,695	0,287	0,35	0,76	0,354
0,26	0,7	0,294	0,36	0,768	0,361
0,27	0,706	0,3	0,37	0,776	0,368
0,28	0,713	0,307	0,38	0,781	0,374
0,29	0,72	0,314	0,39	0,787	0,381
0,3	0,729	0,321	0,4	0,796	0,388
0,41	0,802	0,395	0,51	0,855	0,465
0,42	0,806	0,402	0,52	0,86	0,472
0,43	0,81	0,408	0,53	0,865	0,479
0,44	0,816	0,415	0,54	0,87	0,487
0,45	0,822	0,422	0,55	0,875	0,494
0,46	0,83	0,429	0,56	0,88	0,502
0,47	0,834	0,436	0,57	0,885	0,51
0,48	0,84	0,443	0,58	0,89	0,518
0,49	0,845	0,45	0,59	0,895	0,526
0,5	0,85	0,458	0,6	0,9	0,534
0,61	0,903	0,542	0,71	0,951	0,633
0,62	0,908	0,55	0,72	0,955	0,644
0,63	0,913	0,559	0,73	0,958	0,654
0,64	0,918	0,568	0,74	0,961	0,665
0,65	0,922	0,576	0,75	0,965	0,677
0,66	0,927	0,585	0,76	0,969	0,688
0,67	0,931	0,595	0,77	0,972	0,7
0,68	0,936	0,604	0,78	0,975	0,713
0,69	0,941	0,614	0,79	0,98	0,725
0,7	0,945	0,623	0,8	0,984	0,739
0,81	0,987	0,753	0,91	1,021	0,94
0,82	0,99	0,767	0,92	1,024	0,966

0,83	0,993	0,783	0,93	1,027	0,995
0,84	0,997	0,798	0,94	1,03	1,027
0,85	1,001	0,815	0,95	1,033	1,063
0,86	1,005	0,833	0,96	1,036	1,103
0,87	1,007	0,852	0,97	1,038	1,149
0,88	1,011	0,871	0,98	1,039	1,202
0,89	1,015	0,892	0,99	1,04	1,265
0,9	1,018	0,915	1	1,041	1,344

## **CAPITULO 3: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **3.1.Generalidades**

Para la creación de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales, es necesario establecer estudios previos que permitan que nos permitan conocer bien la zona en cuestión tanto en un punto de vista físico como socioeconómico. Esto debe contribuir a seleccionar la alternativa más adecuada y factible, técnica, económica, financiera y de menor impacto ambiental (EMAAP, 2009).

El presente proyecto plantea un alcantarillado sanitario que cumpla con todas las demandas de la zona del proyecto. Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, estas últimas necesarias para garantizar un correcto funcionamiento de la red de alcantarillado, cumpliendo así el proceso de recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de la población.

### **3.2.Pozos de revisión**

Los pozos de revisión o registro permitirán el mantenimiento de la estructura sanitaria, estos además deben brindar una ventilación adecuada para el sistema. Por lo anteriormente mencionado los pozos deberán ser colocados conforme los siguientes criterios.

- En todo cambio de dirección y/o pendiente, diámetro o material de la conducción.
- En toda intersección de tuberías.
- A distancia compatible con el método de desobstrucción previsto y hasta un valor máximo de 80 m.
- Al comienzo de todas las tuberías.
- Los pozos de registro deberán construirse en forma cilíndrica de diámetro interior mínimo de 1,0 m o de forma prismática de sección interior mínima 1,0 x 1,0 metros.
- Las tapas deberán ser resistentes para las condiciones de instalación previstas, particularmente las localizadas en calzadas.
- Las tapas de comienzo de cada tramo y las intermedias correspondientes a tramos sin conexiones domiciliarias o ventilaciones, deberán disponer de orificios que posibiliten la ventilación del sistema.
- La profundidad será la necesaria para realizar los empalmes de las tuberías.
- El fondo se dispondrá en forma de canales (media caña) de sección y pendiente adecuadas a las tuberías de entrada y salida. La altura del canal será  $h = \frac{1}{2} D$ .

- La cota de fondo será la que corresponda al invertido del conducto más bajo.
- En el caso en que una tubería entrante al pozo de registro con su invertido a un nivel de 0,80 m o mayor sobre el invertido de la tubería de salida, se dispondrá mediante un ramal adecuado un salto previo.
- El intradós de las tuberías que lleguen a un pozo de registro deberá encontrarse a igual nivel o superior que el correspondiente al intradós de la tubería de salida (EMAAP, 2009).

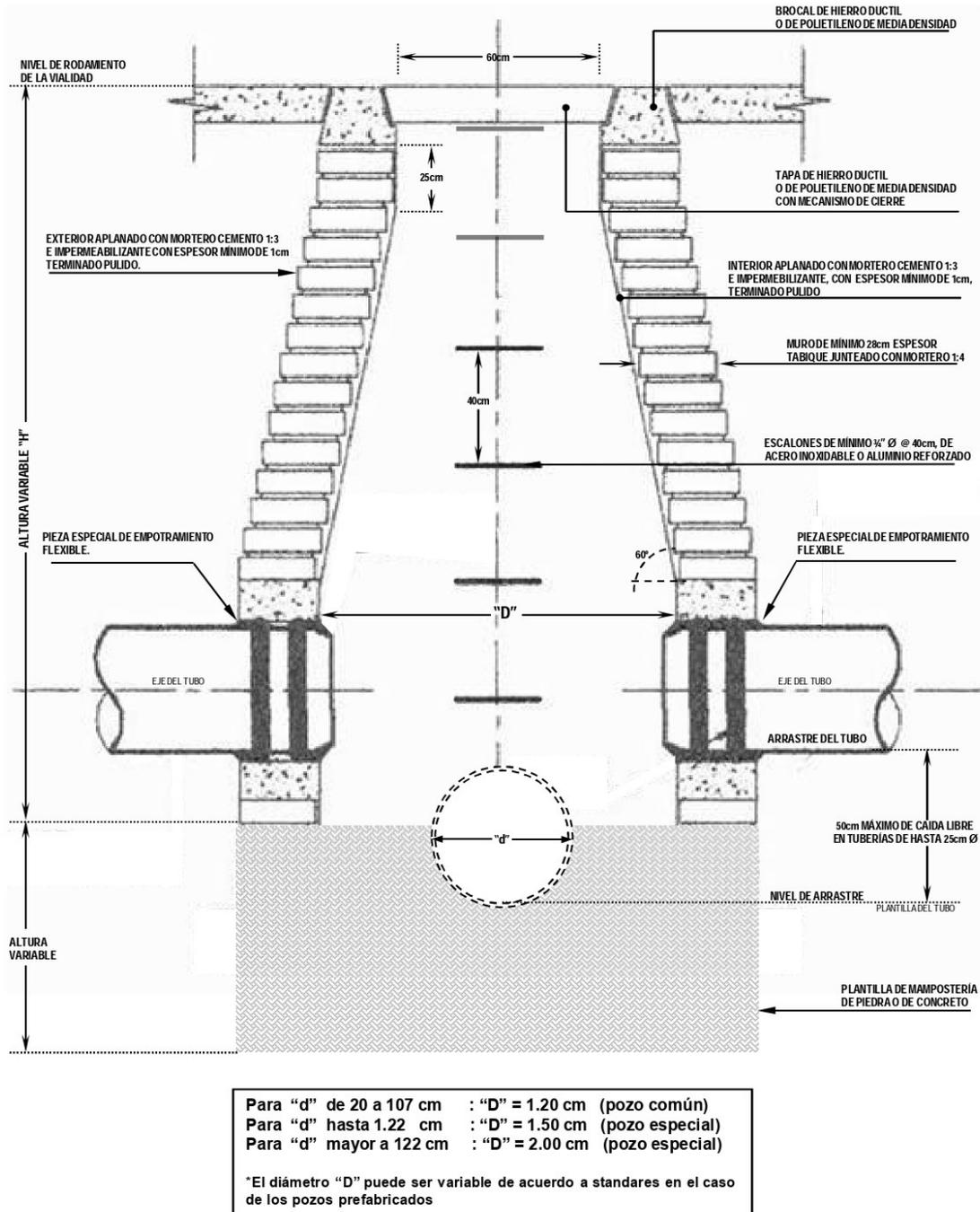
### **3.2.1. Diámetro de pozos de revisión**

Los pozos de revisión deberán permitir el ingreso de personal para realizar mantenimiento y limpieza del sistema, los pozos tendrán forma cilíndrica y en la parte superior la apertura del pozo será como mínimo de 0,6m, en caso de ser necesario la transición de diámetro en el pozo se la hará con la forma de un cono excéntrico, para facilitar el acceso al interior del mismo.

El brocal y tapa de los pozos de revisión serán estructuras prefabricadas de hormigón con un  $f'c=300\text{kg/cm}^2$ , estos van ubicadas en la parte superior del cono, además el brocal debe proporcionar un espacio confinado y adecuado para el asentamiento de la tapa. Además, para brindar un correcto acceso, todos los pozos contarán con una escalera empotrada con peldaños de hierro, de diámetro mínimo de 18mm, así mismo el hierro deberá estar protegido con pintura anticorrosiva.

Con el dimensionamiento de las tuberías de la red de alcantarillado podemos definir el diámetro de pozo que necesitamos para nuestra estructura sanitaria, así como el tipo de pozo que será, como se muestra en la Figura 3.1.

**Figura 3. 1** Especificaciones técnicas de pozo de revisión.



Fuente: (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado - SIAPA, 2014)

### 3.2.2. Profundidad de pozos de revisión

Los pozos de revisión común por lo general tienen diámetros de 1,2m y profundidades acordes a las necesidades del diseño de alcantarillado, permitiendo que se cumplan las profundidades y caídas necesarias en la red de alcantarillado, siendo esta ultima el principal motivo para

necesitar una mayor profundidad en pozos. Que en el caso de nuestro diseño será el tipo de pozos escogidos para nuestro diseño.

Las paredes del pozo pueden ser de tabique, todos estos elementos se juntan con mortero cemento-arena, con aditivo impermeabilizante. Un brocal de hierro dúctil que cubre la boca. El piso es una plataforma en la cual se localizan canales (medias cañas) que prolongan los conductos. Una escalera de peldaños empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso del personal encargado de la operación y el mantenimiento del sistema (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado - SIAPA, 2014)

A continuación, en la Tabla 3.1 tenemos el cálculo y resumen de las cotas constructivas como; diámetro de pozo, profundidad de pozos y las coordenadas Norte, Este.

**Tabla 3. 1** Cotas de los pozos de revisión.

BUZON	DIAMETRO	TAPA	FONDO	PROFUNDIDAD	NORTE	ESTE
ID	[m]	Cota	Cota	[m]		
1	1.20	1715.47	1714.37	1.10	9639406.09	699066.06
2	1.20	1713.99	1712.89	1.10	9639368.06	699051.24
3	1.20	1712.55	1710.90	1.65	9639379.81	699046.66
4	1.20	1710.21	1708.40	1.81	9639390.09	699037.65
5	1.20	1709.09	1707.30	1.79	9639394.22	699030.47
6	1.20	1706.22	1704.00	2.21	9639374.46	699004.24
7	1.20	1706.75	1703.50	3.25	9639339.39	699031.80
8	1.20	1705.97	1703.10	2.87	9639300.97	699032.68
9	1.20	1706.27	1702.80	3.47	9639281.13	699037.16
10	1.20	1706.23	1702.60	3.63	9639274.75	699032.54
11	1.20	1705.95	1702.40	3.55	9639274.12	699026.71
12	1.20	1705.36	1702.00	3.36	9639282.85	699002.21
13	1.20	1705.09	1701.60	3.49	9639271.70	698983.53
14	1.20	1692.74	1691.34	1.40	9639295.07	698965.38

Los planos de la ubicación de los pozos de revisión se encuentran en el Anexo 1 y Anexo 2.

Los detalles de los pozos de revisión se encuentran en el Anexo 3.

### **3.3.Sistema de alcantarillado sanitario y ramal condominal**

El diseño de la red de alcantarillado para la comunidad de Pichanillas tiene como finalidad mejorar el tratamiento de aguas servidas del lugar, que en su totalidad se trata de una zona residencial, se realiza el diseño tomando como en consideración parámetros antes mencionados en este documento, así como el criterio de los diseñadores. De esta manera la red de alcantarillado será trazada por la ruta más conveniente, de la misma manera se plantea que la red aproveche la topografía propia del terreno, esto con la finalidad de que el sistema trabaje por acción de la gravedad y no por presión.

El trazado de la red principal, a traviesa la vía principal en la comunidad, el trazado de esta red permite la gran mayoría de evacuación de aguas residuales en las viviendas y escuela del sector; en cuanto a la red condominal, esta solo cuenta con un tramo, que fue necesaria para brindar el servicio en dos viviendas y la iglesia.

El dimensionamiento de la red nos cumple en todo su recorrido con un diámetro de 200mm, tanto para el ramal condominal como en el principal, el material será PVC por su flexibilidad y capacidad de trabajar mejor con menores profundidades.

En todo el trazado de la red se garantizó una velocidad mínima de 0,45m/s para que el recorrido de fluidos y solidos sea optimo, además de garantizar que el flujo sea constante en todos sus tramos. Así mismo se cumplió con todos los parámetros vigentes de la normativa ecuatoriana.

A continuación, los cálculos de caudales que deberá cumplir el alcantarillado en cada uno de sus tramos en la Tabla 3.2. Por su parte en la Tabla 3.3 se revisa el cumplimiento de parámetros en el fluido de la tubería como son: velocidades, perímetro mojado, áreas, tirantes, etc. Finalmente, en la Tabla 3.4 se evidencia las cotas de construcción, recubrimiento, longitud y su diámetro.

Tabla 3. 2 Cálculo de los caudales por tramo en el alcantarillado.

TRAMO	POZO	POZO		LONGITUD		DENSIDAD	VIVIENDA		POBLACIÓN	INSTITUCIONAL		QMD		K	QMH		Q Infiltr		Q illic		Qd		Qd min	
		Inicio	De - A	[m]	Total			Total		Total	habitantes	l/s/hab	lt/s		Total	lt/s	Total	lt/s	Total	lt/s	Total	lt/s	Total	lt/s
1	T	1	3	32.66	32.66	3.76	1.00	1.00	3.00			0.0035	0.00	2.66	0.01	0.01	0.02	0.02	0.0035	0.00	0.03	0.03	2.20	2.20
2	T	2	3	12.61	12.61	3.76	1.00	1.00	3.00			0.0035	0.00	2.66	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0035	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02
3		3	4	13.66	58.94	3.76	1.00	3.00	11.00			0.0035	0.01	2.66	0.01	0.03	0.01	0.03	0.0035	0.01	0.02	0.07	0.02	2.24
4		4	5	8.29	67.22	3.76	1.00	4.00	15.00			0.0035	0.01	2.66	0.01	0.04	0.00	0.03	0.0035	0.01	0.02	0.08	0.02	2.26
5		5	6	32.84	100.06	3.76	6.00	10.00	37.00	7.00	0.00	0.0225	0.04	2.66	0.06	0.10	0.02	0.05	0.0209	0.03	0.10	0.18	0.10	2.36
6		6	7	44.63	144.70	3.76	7.00	17.00	64.00			0.0244	0.06	2.66	0.06	0.16	0.02	0.07	0.0244	0.06	0.11	0.29	0.11	2.47
7		7	8	38.39	183.09	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.02	0.09	0.0000	0.06	0.02	0.31	0.02	2.49
8		8	9	20.34	203.43	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.01	0.10	0.0000	0.06	0.01	0.32	0.01	2.50
9		9	10	7.88	211.31	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.00	0.11	0.0000	0.06	0.00	0.33	0.00	2.50
10		10	11	5.86	217.17	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.00	0.11	0.0000	0.06	0.00	0.33	0.00	2.50
11		11	12	26.01	243.18	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.01	0.12	0.0000	0.06	0.01	0.34	0.01	2.51
12		12	13	21.76	264.93	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.01	0.13	0.0000	0.06	0.01	0.35	0.01	2.52
13		13	14	32.50	297.43	3.76	0.00	17.00	64.00			0.0000	0.06	2.66	0.00	0.16	0.02	0.15	0.0000	0.06	0.02	0.37	0.02	2.54

**Tabla 3. 3** Velocidades del fluido en la tubería.

Pz I	Pz F	Longitud m	S natural	Q [lps]	D [m]	r [m]	Yo/D	$\theta$ [rad]	A [m <sup>2</sup> ]	nfull	Yo [m]	n/nfull	n	P (m)	Vel (m s-1)	T [m]	Rh	Arrastre Pa	Flujo	Alt Vel	E Esp
1	3	32.66	0.09	2.20	0.2	0.1	0.09	1.23	0.0014	0.009	0.018	1.205	0.011	0.123	1.53	0.12	0.01	11.98	Supercrítico	0.120	0.138
2	3	12.61	0.11	0.02	0.2	0.1	0.01	0.37	0.0000	0.009	0.002	1.003	0.009	0.037	0.47	0.04	0.00	1.72	Supercrítico	0.011	0.013
3	4	13.66	0.17	2.24	0.2	0.1	0.08	1.15	0.0012	0.009	0.016	1.187	0.011	0.115	1.88	0.11	0.01	18.15	Supercrítico	0.180	0.196
4	5	8.29	0.14	2.26	0.2	0.1	0.09	1.20	0.0013	0.009	0.017	1.197	0.011	0.120	1.70	0.11	0.01	14.77	Supercrítico	0.147	0.165
5	6	32.84	0.09	2.36	0.2	0.1	0.10	1.26	0.0015	0.009	0.019	1.213	0.011	0.126	1.53	0.12	0.01	11.93	Supercrítico	0.120	0.139
6	7	44.63	-0.01	2.47	0.2	0.1	0.17	1.71	0.0036	0.009	0.034	1.263	0.011	0.171	0.68	0.15	0.02	2.15	Supercrítico	0.024	0.058
7	8	38.39	0.02	2.49	0.2	0.1	0.16	1.67	0.0034	0.009	0.033	1.259	0.011	0.167	0.74	0.15	0.02	2.51	Supercrítico	0.028	0.061
8	9	20.34	-0.02	2.50	0.2	0.1	0.18	1.74	0.0038	0.009	0.035	1.266	0.011	0.174	0.66	0.15	0.02	2.02	Supercrítico	0.022	0.058
9	10	7.88	0.01	2.50	0.2	0.1	0.15	1.60	0.0030	0.009	0.030	1.250	0.011	0.160	0.84	0.14	0.02	3.30	Supercrítico	0.036	0.066
10	11	5.86	0.05	2.50	0.2	0.1	0.12	1.41	0.0021	0.009	0.024	1.231	0.011	0.141	1.19	0.13	0.01	6.97	Supercrítico	0.073	0.096
11	12	26.01	0.02	2.51	0.2	0.1	0.16	1.64	0.0032	0.009	0.032	1.255	0.011	0.164	0.79	0.15	0.02	2.87	Supercrítico	0.031	0.063
12	13	21.76	0.01	2.52	0.2	0.1	0.16	1.67	0.0034	0.009	0.033	1.259	0.011	0.167	0.74	0.15	0.02	2.55	Supercrítico	0.028	0.061
13	14	32.50	0.38	2.54	0.2	0.1	0.07	1.10	0.0011	0.009	0.015	1.176	0.011	0.110	2.40	0.10	0.01	29.87	Supercrítico	0.294	0.309

**Tabla 3. 4** Cotas constructivas de la red de alcantarillado, recubrimiento del alcantarillado.

POZO		TUBERIA	DIAMETRO	LONGITUD	PENDIENTE	COTA RASANTE		COTA BATEA		COTA CLAVE		COTA ENERGIA		SALTO	RECUBRIMIENTO	
Inicio	Fin	Numero	[mm]	[m]	[%]	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	[cm]	Inicio	Fin
1	3	1	200	32.66	10.31	1715.47	1712.55	1714.37	1711.00	1714.57	1711.20	1714.51	1711.08	10	0.90	1.35
2	3	2	200	12.61	14.95	1713.99	1712.55	1712.89	1711.00	1713.09	1711.22	1712.90	1710.94	10	0.90	1.33
3	4	3	200	13.66	18.30	1712.55	1710.21	1710.90	1708.40	1711.10	1708.60	1710.94	1708.50	0	1.45	1.61
4	5	4	200	8.29	13.28	1710.21	1709.09	1708.40	1707.30	1708.60	1707.50	1708.48	1707.36	0	1.61	1.59
5	6	5	200	32.84	10.05	1709.09	1706.22	1707.30	1704.00	1707.50	1704.20	1707.36	1704.09	0	1.59	2.01
6	7	6	200	44.63	1.12	1706.22	1706.75	1704.00	1703.50	1704.20	1703.70	1704.07	1703.60	0	2.01	3.05
7	8	7	200	38.39	1.04	1706.75	1705.97	1703.50	1703.10	1703.70	1703.30	1703.60	1703.11	0	3.05	2.67
8	9	8	200	20.34	0.98	1705.97	1706.27	1703.10	1702.90	1703.30	1703.10	1703.11	1702.92	10	2.67	3.17
9	10	9	200	7.88	1.27	1706.27	1706.23	1702.80	1702.70	1703.00	1702.90	1702.91	1702.76	10	3.27	3.33
10	11	10	200	5.86	3.41	1706.23	1705.95	1702.60	1702.40	1702.80	1702.60	1702.74	1702.46	0	3.43	3.35
11	12	11	200	26.01	1.54	1705.95	1705.36	1702.40	1702.00	1702.60	1702.20	1702.45	1702.06	0	3.35	3.16
12	13	12	200	21.76	1.38	1705.36	1705.09	1702.00	1701.70	1702.20	1701.90	1702.05	1701.77	10	3.16	3.19
13	14	13	200	32.50	31.56	1705.09	1692.74	1701.60	1691.34	1701.80	1691.54	1701.74	1691.40	-	3.29	1.20

Los planos de la red de alcantarillado sanitario en planta y perfil se encuentran en los anexos 1 y 2 respectivamente.

## **CAPITULO 4: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AGUAS RESIDUALES**

### **4.1.Generalidades**

Toda población estable produce residuos, en este caso nos referimos a las aguas residuales, estas aguas presentan un problema puesto que, por uso del hombre presentan gran cantidad de sustancias y/o microorganismos dañinos para la salud de las propias personas y del medio ambiente. Entonces constituye un problema primordial la correcta disposición final de estos residuos, que en el caso de la comunidad de Pichanillas se tratan de residuos líquidos y sólidos de procedencia doméstica.

El suelo como tal u otras posibles receptoras como ríos y corrientes subterráneas, no son capaces por sí mismas de absorber y neutralizar la carga contaminante de estos residuos, por lo cual el desecho de estas aguas sin un correcto tratamiento, provocan la seria contaminación del suelo, el agua y el ecosistema en general.

Entonces con lo anteriormente dicho, se presenta la necesidad de una planta de tratamiento que deberá satisfacer las necesidades del caudal final calculado de la zona, así como la correcta eliminación de componentes propios de aguas negras y grises. Garantizando la suficiente eliminación de sólidos suspendidos, coliformes fecales, y DBO<sup>1</sup> (Demanda Bioquímica de Oxígeno) que permitan que el producto final cumpla con las condiciones necesarias para ser desechado en el suelo y/o cuerpos de agua, sin que estos sufran de una mayor contaminación.

### **4.2.Caracterización de aguas residuales**

La caracterización del agua se refiere, al análisis físico, químico y microbiológico del líquido, con el fin de conocer que tan contaminada esta, además de identificar cuáles son componentes más nocivos en su contenido. El objetivo de esto es poder decidir cuáles serán los procesos más efectivos para el tratamiento de las aguas residuales estudiadas, permitiendo así garantizar que el tipo de planta diseñado garantice la depuración necesaria para la devolución del agua al entorno.

Este análisis puede ser realizado mediante muchos métodos, según sea el propósito, este debe ser realizado de manera minuciosa desde el momento en el que se toma las muestras, para evitar

---

<sup>1</sup> DBO: es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza durante 5 ó 3 días a 20 °C por lo que se expresa como DBO ó DBO5.

cualquier alteración, así mismo debe ser ejecutado en un laboratorio que cumpla con todas las normas y estándares obligatorios, con el fin de que este estudio sea representativo y lo más exacto posible.

**Figura 4. 1** Elementos utilizados para la toma de muestras.

Para la caracterización de agua de este estudio se tomaron 2 muestras para el análisis Físico Químico en recipientes de 2L y 2 muestras para el análisis microbiológico en recipientes de 100ml, los recipientes y las indicaciones para el muestreo fueron dadas por el laboratorio responsable del examen, además cabe recalcar que las muestras fueron tomadas de la única fosa séptica existente en el lugar. A continuación, en la Tabla 4.1, los resultados de la caracterización.

**Tabla 4. 1** Resultados de la caracterización del agua.

### **4.3.Sistema de depuración de aguas residuales**

Un sistema de depuración de aguas residuales, es una estructura ingenieril que tiene como función la remoción y eliminación de sustancias nocivas presentes en el agua, estos residuos contaminantes pueden ser de origen físico, químico y microbiológico. Con el fin de que el líquido que se devuelva a la naturaleza cumpla con los parámetros mínimos, produciendo la menor contaminación posible del ecosistema, con el objetivo de provocar el menor impacto posible al entorno y moradores del lugar.

El tipo de tratamiento requerido para la depuración de aguas residuales, así como el número de tratamiento necesarios dependerá directamente las características físicas del fluido como: total de sólidos en suspensión, lodos, materia coloidal, turbiedad, color y coliformes fecales totales encontrados en la caracterización del agua. Así como de características químicas encontradas en las muestras, destacando como las más importantes la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno).

Es por esto que es de fundamental el identificar la composición de las aguas a tratar, para saber reconocer las mejores técnicas para su tratamiento, teniendo claro que la complejidad de un sistema de depuración se encuentra en función directa de la demanda propuesta de elementos remover. Es por esto que al contar con un sin número de procesos posibles para el tratamiento de aguas residuales, se distinguen principalmente un tratamiento primario y secundario (Romero, 2008).

Con todo lo anteriormente definido, se determina que lo mejor para este proyecto será un tratamiento doble que conste de un tratamiento primario y secundario. El tratamiento primario se lo hará con un tanque séptico en serie de doble cámara y el tratamiento secundario se lo realizara con un filtro anaerobio de flujo ascendente, que se presumen son los mejores por las condiciones propias del terreno destinado para la planta de tratamiento.

#### 4.3.1. Tratamiento primario

El Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente define que el tratamiento primario (Ministerio del Ambiente, 2017) “contempla el uso de operaciones físicas para la reducción de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, como: cribado, desarenado, sedimentación y manejo y disposición final de sólidos generados en este proceso”.

##### 4.3.1.1.Fosa séptica

La fosa o tanque séptico es una estructura que brinda un correcto tratamiento primario a las aguas servidas de origen doméstico, puesto que esta brinda un porcentaje alto de eliminación del DBO y solidos en suspensión. Uno de los principales parámetros a definir en un tanque séptico será el periodo de retención que este brinde, que pueden variar en periodos de 12 a 24 horas, dependiendo del caudal aportado.

**Tabla 4. 2** Período de retención.

Período de retención (T)			
Contribución L/día		Período de retención	
		Horas	Días(T)
a	6000	24	1
6000	7000	21	0.875
7000	8000	19	0.79
8000	9000	18	0.75
9000	10000	17	0.71
10000	11000	16	0.67
11000	12000	15	0.625
12000	13000	14	0.585
13000	14000	13	0.54
más de	14000	12	0.5

Fuente: (ABNT-Associação, 1997)

El tanque séptico nos producirá dos acciones físicas para la depuración de las aguas, siendo la primera; la sedimentación que con acción de la gravedad depurara de del 16 al 70% dependiendo de su disposición y diseño, así mismo tratara otros compuestos como lodos y

grasas, que serán tratados mediante procesos propios de la sedimentación y de la flotación de estos. Para aumentar la eficacia de esta estructura, la disposición para este proyecto será la de un tanque séptico en serie de dos cámaras.

La eficiencia de la fosa séptica dependerá directamente de su distribución como podemos evidenciar a continuación, en donde podemos ver que el tipo de tanque escogido para este proyecto depurará el DBO en un rango del 35-65%, así mismo como eliminará los sólidos en suspensión en un 16-70%.

**Tabla 4. 3** Posibles eficiencias de remoción de DBO<sub>5</sub>.

Posibles eficiencias de remoción de DBO <sub>5</sub>	
Unidad de Tratamiento	Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub>
Tanques sépticos de cámara única o sobrepuesta	30 - 50 %
Tanques sépticos de cámaras en serie	35 - 65 %
Zanjas de filtración	75 - 95 %
Filtro anaerobio	70 - 90 %

Fuente: (Athayde, 1982)

**Tabla 4. 4** Posibles eficiencias de remoción de sólidos en suspensión.

Posibles eficiencias de remoción de Sólidos en Suspensión	
Unidad de Tratamiento	Eficiencia de remoción de Sólidos en Suspensión
Tanques sépticos de cámaras en serie	16 - 70 %
Filtro anaerobio	64%

Fuente: (Rengel, 2000)

Es importante recordar en este punto que el método seleccionado para dar el tratamiento primario fue el de un tanque séptico de cámara en serie, que presenta un buen porcentaje de eliminación de elementos contaminantes, pero cabe recalcar que este sistema no purifica, solo reduce la carga orgánica para un mejor tratamiento de procesos posteriores

Así mismo, es necesario establecer que el efluente de los tanques sépticos es de un color oscuro y de un olor característico y presenta grandes cantidades de bacterias en comparación con tratamientos de la índole anaerobia. Otro punto importante en el diseño de esta estructura, es saber identificar que el volumen total es igual al volumen útil más el volumen necesario para la circulación de gases que se forman en el tanque. Lo anteriormente mencionado es importante puesto que en los cálculos se buscará el volumen útil de las fosas, para luego sumar los espacios necesarios para los gases producidos para las aguas a tratar.

#### 4.3.1.2. Parámetros de diseño para Fosa Séptica de doble cámara:

Establecemos los parámetros para el diseño de una fosa séptica doble rectangular, que cumplan las normas ecuatorianas, pero basándonos en la Norma Brasileña NB-41/81, para parámetros como la contribución de lodos por persona como especifica en la Tabla 4.5.

**Tabla 4. 5** Contribución de aguas residuales y lodos.

<b>Contribución unitaria de aguas residuales ( C ) y lodos (Lf) por tipo de predios y ocupantes</b>			
<b>Predio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Contribución l/día</b>	
		<b>Aguas residuales ( C )</b>	<b>Lodos (Lf)</b>
<b>1 OCUPANTES PERMANENTES</b>			
<b>RESIDENCIA</b>			
Alta	persona	160	1
Medio	persona	130	1
Bajo	persona	100	1
Hoteles sin cocina y sin lavandería	persona	100	1
Alojamiento provisorio	persona	80	1
<b>2 OCUPANTES TEMPORALES</b>			
Fábricas en general	operario	70	0.3
Edificios Públicos	persona	50	0.2
Restaurantes y Similares	comida	25	0.1
Cinemas, Teatros y Templos	lugar	2	0.02

Fuente: (NBR 7229, 1992)

Como se puede evidenciar, en la tabla anterior podemos ver un aporte para las personas residentes del lugar de 100L/día de aguas residuales y de 1L/día de lodos, así como para los ocupantes habituales de la escuela 50L/día de aguas residuales y 0,2L /día lodos.

Con la contribución anterior de datos recolectados propios de las muestras del lugar, así como de datos recolectados de distintas normas, hemos podido establecer distintos parámetros y datos que nos ayudaran al diseño de la fosa séptica en serie de dos cámaras en la siguiente tabla.

**Tabla 4. 6** Parámetros para el diseño de la fosa séptica.

Parámetros para el diseño de la fosa séptica				
Datos:				
Descripción	Símbolo	Unidad	Datos	Referencia
Número de habitantes servidos	N	hab	64	Tabla 2.11
Contribución Aguas residuales	C	l/hab x día	100	Tabla 2.2
Contribución de lodos	Lf	l/hab x día	1	Tabla 4.5
Número de ocupantes escuela	N	hab	8	Encuesta
Contribución Aguas residuales	C	l/hab x día	50	Tabla 4.5
Contribución de lodos	Lf	l/hab x día	0,2	Tabla 4.5
Periodo de retención	T	días	0,5	Tabla 4.2
Remoción de DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub>	mg/lt	35%	Tabla 4.3

**Tabla 4. 7** Cálculo del volumen de la fosa séptica.

Cálculo del volumen útil de la fosa séptica			
Descripción	Formula	Volumen (L)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Volumen útil domiciliario	$V=1,3*N*(C*T+100*Lf)$	12480	12,48
Volumen útil edificio público (escuela)	$V=1,3*N*(C*T+100*Lf)$	468	0,468
		Volumen útil total (m <sup>3</sup> )	12,948

A partir del volumen útil calculado de la fosa séptica, se estable medidas constructivas para abastecer el volumen necesario.

**Tabla 4. 8** Dimensiones constructivas de la fosa séptica.

Anchoo interno (b)	Largo interno (L)	Profundida d (H)	Volumén real (m <sup>3</sup> )
m	m	m	m <sup>3</sup>
2,3	4,1	1,4	13,202

Como en un principio se estableció que la fosa séptica constará con dos cámaras, el volumen útil se deberá distribuir en dos secciones; cámara 1 y cámara 2, las que deberán ser distribuidas según algunas recomendaciones que se describen a continuación.

Recomendaciones:

Ancho interno mínimo  $b=0,80\text{m}$

Profundidad útil mínima  $h=1,20\text{m}$

Relación Largo/Ancho:  $2 \leq L/b \leq 4$

Ancho interno no debe superar dos veces la profundidad útil:  $b \leq 2h$

Ancho interno de la cámara debe ser menor a la longitud  $b < L$

La relación de volumen de las cámaras

V1 Cámara 1:  $2/3V$

V2 Cámara 2:  $1/3V$

La relación de volumen de las cámaras se cumplirá, aplicando la misma relación en sus longitudes.

**Tabla 4. 9** Dimension de camaras.

Camaras	Volumen total	Dimensionamiento	V	b	L	Profundidad
Camara 1	13,20	$2/3*V$	8,80	2,3	2,7	1,4
Camara 2	13,20	$1/3*V$	4,40	2,3	1,4	1,4

La conexión entre cámaras se localizará a 0,30m por debajo del liquido (Athayde, 1982)

La construcción y armado del tanque séptico estará confeccionado a partir de normas ecuatoriana vigentes.

Los planos de la fosa séptica se encuentran en el Anexo 4 y 5.

#### **4.3.1.3. Lecho de secado**

Una fosa séptica produce acumulación de desechos sólidos (lodo) que deben ser eliminado de manera periódica, mediante trabajo manual. Este mantenimiento depende de algunos parámetros y se lo estima principalmente en base al tiempo requerido para la digestión de lodos, mismo que depende directamente de la temperatura del lugar donde estará funcionando el tanque séptico, tomando como referencia los datos de a Tabla 4.10.

**Tabla 4. 10** Tiempo requerido para digestión de lodos.

Tiempo requerido para digestión de lodos	
Temperatura °C	Tiempo de digestión (días)
5	110
10	76
15	55
20	40
> 25	30

Fuente: (OPS/CEPIS/05.168, 2009)

La comunidad de Pichanillas tiene una temperatura que oscila entre los 15°C y 20°C, por lo que los tiempos correspondientes en días son 55 y 40 respectivamente, por lo cual con una regla de tres se utilizara para el diseño un período de 48 días.

Considerando que existirá una mezcla de lodos frescos con lodos ya digeridos y que estos en un futuro ayudan a una mejor digestión de estos, el intervalo para cada extracción será como mínimo el tiempo que se demore en la descomposición de los sólidos, que en el caso de la planta propuesta será de 48 días, esto exceptuando la primera limpieza de mantenimiento que deberá de ser mínimo a los 96 días del comienzo de su vida útil (OPS/CEPIS/05.168, 2009).

Los lodos retirados de las fosas sépticas a su vez deben ser tratados de manera adecuada y por ningún motivo serán depositados directamente en el suelo u otro medio del entorno, mucho menos en efluentes de agua. De aquí la necesidad del diseño de un lecho de secado, que es la estructura más recomendada para zonas rurales. Es necesario estipular que en cada limpieza de los tanques no se debe retirar la totalidad de lodos, si no habrá que dejar una capa de 10 a 15cm, que sirve de inóculo para la siguiente digestión anaerobia de lodos.

#### 4.3.1.4. Diseño del lecho de secado

El diseño del lecho de secado para la planta de tratamiento de Pichanillas, estará en función de parámetros como; sólidos suspendidos (SS), densidad promedio de lodos, % sólidos contenidos en los lodos, tiempo de digestión y claro el número de habitantes.

**Tabla 4. 11** Parámetros de diseño del lecho de secado.

Lechos de Secado				
Datos				
Descripción	Símbolo	Unidad	Datos	Referencia
Número de habitantes servidos	N	hab	72	Tabla 2.11
Densidad promedio de lodos	p lodo	Kg/l	1,04	
% Sólidos contenido en los lodos		%	10	8-12
Tiempo de digestión en días	Td	días	48	Tabla 4.9
Profundidad de lecho de secado	h	m	0,3	0.20-0.40
Contribución per cápita SS	CpSS	grSS/ hab x día	90	

Fuente: (OPS/CEPIS/05.168, 2009)

Definidos y cuantificados los parámetros propios para nuestro lecho de secado, procedemos al dimensionamiento, sin dejar de lado las condiciones del terreno en el que se va a construir, para que la estructura se adapte de la mejor manera a su entorno.

**Tabla 4. 12** Dimensionamiento del lecho de secado

Descripción	Símbolo	Unidad	Formula	Datos calculados
Carga de solidos que ingresan a la fosa	C	KgSS/día	$C=N*CpSS/1000$	6,48
Masa de sólidos que conforman los lodos	Msd	KgSS/día	$Msd=(0,5*0,7*0,5*C)+(0,5*0,3*C)$	2,11
Volumen diaria de lodos digeridos	Vld	l/día	$Vld=Msd/(plodo*(\%solidos/100))$	20,25
Volumen de lodos a extraerse	Vel	m <sup>3</sup>	$Vel=Vld*Td/1000$	0,97
Volumen real a extraerse	Vr	m <sup>3</sup>	$Vr=90\%*Vel$	0,87

Fuente: (OPS/CEPIS/05.168, 2009)

**Tabla 4. 13** Dimensiones constructivas del Lecho de secado

Ancho	Largo	Porfundidad	Volumén real (m <sup>3</sup> )
m	m	m	m <sup>3</sup>
1,5	2,5	0,3	1,125

Los planos del Lecho de secado se encuentran en el Anexo 4.

### **4.3.2. Tratamiento secundario**

Si bien los tanques sépticos son de gran eficiencia para brindar un primer tratamiento a las aguas residuales, con a porcentaje de reducción de sólidos, grasas y lodos. Esto no es suficiente para garantizar la depuración necesaria para este tipo aguas. Po esto es de gran necesidad establecer un proceso extra, que tomara el nombre de tratamiento secundario. A su vez si existiese la obligación se puede implementar un tratamiento más avanzado, en el caso de nuestro proyecto no existe la necesidad de un tratamiento terciario.

El tratamiento secundario es capaz de eliminar altas cargas orgánicas, principalmente disueltas, mediante procesos biológicos (Gomez, 2018). Con la implementación de este proceso extra las aguas residuales ya deben cumplir con los parámetros necesarios para ser devueltas al entorno. Para el caso de nuestra planta de tratamiento hemos seleccionado un filtro biológico anaerobio de lecho fijo con flujo ascendente, que funciona muy bien en zonas rurales y se adapta de buena manera a la realidad del espacio predestinado para la estructura.

#### **4.3.2.1. Filtro biológico anaerobio de lecho fijo con flujo ascendente**

Consta en un filtro que realiza la depuración, con el accionamiento de microorganismos no aeróbicos, este tipo de filtros permiten una gran reducción de cargas contaminantes. Para esto este tipo de estructuras limpian las aguas residuales domésticas, mediante la maduración de bacterias, que formaran una película biológica, a la cual se le debe garantizar un contacto prolongado con las aguas a tratarse. Esto para mejorar la capacidad de reducir la carga orgánica presente en las aguas residuales. Además, cabe destacar que este tipo de estructura garantiza que la dirección del flujo sea ascendente en su transición por el filtro, para asegurar la eficacia del procedimiento.

Para el caso de nuestro filtro, utilizaremos un tanque rectangular que formara un solo cuerpo con los tanques sépticos. Siendo el principalmente componente de esta estructura, el lecho filtrante en el que generalmente se recomiendan alturas alrededor de 1.20m, en el que usualmente se utiliza como medio filtrante piedras de diámetros pequeños.

#### **4.3.2.2. Parámetros de diseño para filtro biológico anaerobio de lecho fijo y flujo ascendente**

El diseño de esta estructura está basado en la norma peruana y brasileña, así como en otras fuentes bibliográficas que sirvieron para identificar y cuantificar parámetros necesarios en el dimensionamiento del filtro biológico anaerobio de lecho fijo y flujo ascendente.

**Tabla 4. 14** Clasificación de los lechos bacterianos

Clasificación de los lechos bacterianos				
	Alta carga		Media carga	Baja carga
	Piedra	Plástico		
CO (kgDBO/m <sup>3</sup> x día)	0.3 - 1.0	1.0 - 5.0	0.24 - 0.48	0.08 - 0.32
CH (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> xh)	0.5 - 1.5	1.5 - 3.0	4 - 10 m/d	1 - 4 m/d
H (m)	< 3.0	< 7.0	< 3.0	< 3.0
Recirculación (%)	100 - 300	100 - 300	0 - 100	0
Rendimiento (%DBO)	60 - 80	65 - 85	60 - 80	90 - 95

Fuente: (Collado, 1992)

En la Tabla 4.14 podemos ver los parámetros iniciales para nuestro lecho bacteriano según la carga a la cual estará sometido. A continuación, en la Tabla 4.15 otro parámetro importante es el material utilizado en el lecho, de este depende el índice de huecos, para aumentar la biomasa degradante, además de este depende directamente el dimensionamiento del lecho.

**Tabla 4. 15** Características del lecho bacteriano

Características del lecho bacteriano				
Medio de soporte	Tamaño (cm)	Peso específico (Kg/m <sup>3</sup> )	Superficie específica (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Huecos (%)
Plástico	50 - 120	33 - 100	80 - 100	95 - 97
Piedras	2 - 7	1500	64	46
Piedras	10	1120	45	60
Escorias	5 - 8	1130	66	50

Fuente: (Collado, 1992)

Por último, como en los diseños anteriores será de primordial importancia la carga orgánica aportada por cada habitante, puesto que el diseño debe satisfacer esta carga. Se considera que la fosa séptica remueve un 35% de los valores que se muestran a continuación, por lo que se deberá tomar solo el 65% de los valores mostrados en la tabla 4.16.

**Tabla 4. 16** Contribución diaria de vertidos y carga orgánica por tipo de edificio y ocupantes

Contribución diaria de vertidos y carga orgánica por tipo de edificio y ocupantes			
Predio	Unidad	Aguas residuales	Contribución de carga orgánica
		l/día	gDBO <sub>5,20</sub> /d
1 OCUPANTES PERMANENTES			
RESIDENCIA			
Alta	persona	160	50
Medio	persona	130	45
Bajo	persona	100	40
Hoteles sin cocina y sin lavandería	persona	100	30
Alojamiento provisorio	persona	80	30
2 OCUPANTES TEMPORALES			
Fábricas en general	operario	70	25
Edificios Públicos	persona	50	25
Restaurantes y Similares	comida	25	25
Cinemas, Teatros y Templos	lugar	2	1

Fuente: (NBR 13969, 1997)

A continuación, se resume todos los parámetros necesarios para el diseño del filtro anaerobio, adaptando cada uno de ellos para nuestro diseño.

**Tabla 4. 17** Parámetros para el diseño de filtro anaerobio de flujo ascendente

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente				
Descripción	Símbolo	Unidad	Datos	Referencia
Número de habitantes servidos	N	hab	64	Tabla 2.11
Carga orgánica por habitante	Co	grDBO <sub>5,20</sub> /día	26 (65%)	Tabla 4.16
Número de ocupantes edificio público (escuela)	N	hab	8	Encuesta
Carga orgánica por habitante	Co	grDBO <sub>5,20</sub> /día	16,25(65%)	Tabla 4.16

Carga orgánica volumétrica	Lv	kgDBO/m <sup>3</sup> xdia	0,25	Tabla 4.14
Altura del lecho filtrante	hm	m	1,3	
Porosidad del medio filtrante	e	%	46	Tabla 4.15
Remoción de DBO5	DBO5	mg/lt	70%	Tabla 4.3

A partir de los datos de la Tabla 4.17 se calcula carga organica que aporta el efluente.

**Tabla 4. 18** Carga orgánica del efluente

Descripción	Simbolo	Unidad	Fórmula	Datos calculados
Carga orgánica del efluente	L	kgDBO/día	$L=N*Co/1000$	1,794

Fuente: (NBR 13969, 1997)

Con la carga orgánica calculada se procede a estimar el volumen útil incrementándola con relaciones que toman en cuenta los parámetros Lv(Carga orgánica volumétrica) y la porosidad del medio filtrante (e).

**Tabla 4. 19** Dimensionamiento del volumen útil-total del filtro anaerobio

Descripción	Simbolo	Unidad	Fórmula	Datos calculados
Volumén útil del lecho filtrante	V	m <sup>3</sup>	$V=L/Lv$	7,176
Volumén Total	VT	m <sup>3</sup>	$Vt=V/e$	15,6

Fuente: (NBR 13969, 1997)

En el caso de nuestro diseño se considera un tanque rectangular para el filtro anaerobio, con un ancho interno igual al de las fosas sépticas, para lograr que se conforme una sola estructura para nuestra planta de tratamiento.

**Tabla 4. 20** Medidas constructivas del filtro anaerobio

Anchoo interno (b)	Largo interno (L)	Profundida d (H)	Volumén real (m <sup>3</sup> )
m	m	m	m <sup>3</sup>
2,3	5,3	1,3	15,847

Recomendaciones:

Se recomienda utilizar una altura útil mínima de 1,20m.

Los planos del Filtro anaerobio de flujo ascendente se encuentran en el Anexo 6.

#### 4.3.3. Tanque de salida y tubería de disposición final

Una vez las aguas servidas sean tratadas, hay que proceder a la disposición de esta, a pesar de haber sido tratada esta agua todavía mantendrá un olor y color característico, por lo que la disposición final se debe dar de una manera que no afecte estéticamente al lugar.

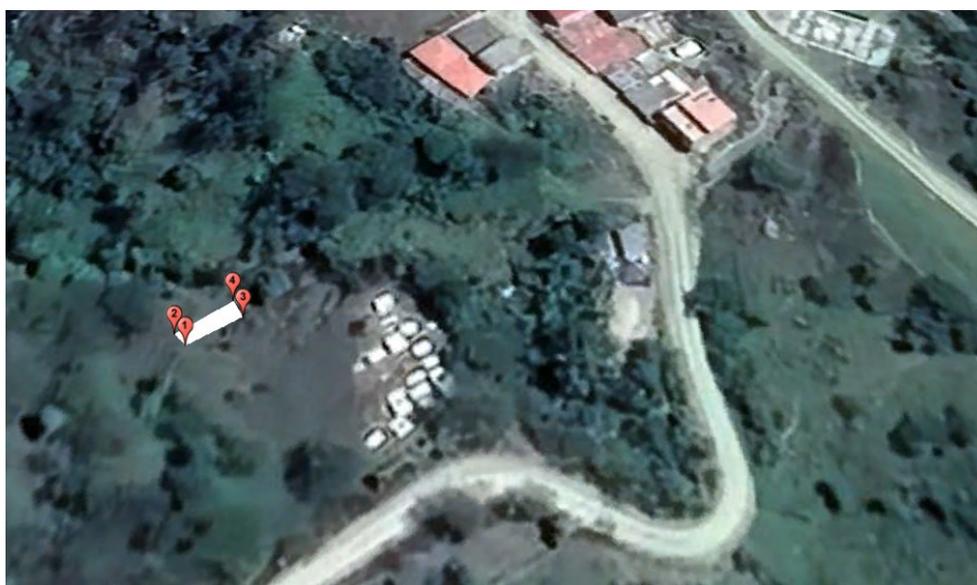
Por esto se dispone de un tanque por el cual pasar el agua ya tratada, que a su vez servirá para dar un control a la planta. De este tanque saldrá una tubería enterrada con dirección a la quebrada, en los metros final de esta tubería trabajará como dren.

El plano tanque de salida se encuentra en el Anexo 4, los planos de la tubería de disposición final se encuentran en el anexo 5.

#### 4.4. Ubicación

La PTAR está ubicada al margen izquierdo de la quebrada S/N, que cruza por un costado del cementerio local de Pichanillas, en las coordenadas del sistema WGS84: X1= 698959.398, Y1= 9639303.082; X2= 698957.717, Y2= 9639305.197; X3= 698967.254, Y3= 9639308.954; X4= 698965.528, Y4= 9639311.031, a una altitud de 1689msnm y con un área aproximada de 100m<sup>2</sup>. El caudal para el cual fue diseñado la planta es de 2,52Lt/s, el cual contempla los aportes por: aguas residuales domésticas, conexiones erradas y el caudal por infiltración que puede sufrir el sistema. Se espera que el GAD de Girón pueda adquirir el terreno en caso de no ser de propiedad pública.

**Figura 4. 2** Ubicación de la planta de tratamiento



## **4.5. Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales**

### **4.5.1. Objetivo**

Establecer toda la información importante sobre la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la comunidad de Pichanillas, que brinde todo el contexto, procesos y procedimientos para su operación y mantenimiento, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la estructura, así como su vida útil; el seguimiento de este manual de operación además previene: contaminación en la zona, posibles problemas de salud pública, impactos ambientales y estéticos que se pudieran generar por la interrupción del servicio.

### **4.5.2. Definiciones<sup>2</sup>**

**Agua residual tratada:** Agua que, al descargar en un cuerpo receptor, cumple con los requisitos u objetivos de calidad.

**Boca de registro, boca de inspección o cámara de inspección:** Son estructuras que permiten el acceso a las conducciones para intervenciones en inspecciones, limpieza, desobstrucciones o reparaciones.

**Confiabilidad del servicio:** Garantía de prestación de un servicio, expresada en porcentaje del tiempo en que este se presta con la calidad mínima establecida.

**Contaminación del agua:** Presencia en el agua de elementos o compuestos objetables o dañinos, en una concentración tal que la hacen no apta para el uso deseado.

**Frecuencia:** En hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un período definido. También, se denomina a la inversa del Período de Retorno.

**Manejo de aguas residuales:** Conjunto de obras de recolección, tratamiento y disposición y acciones de operación, monitoreo y control, en relación con aguas residuales.

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo:** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un componente, equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

---

<sup>2</sup> (EMAAP, 2009)

**Mantenimiento preventivo:** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

#### **4.5.3. Personal**

El GAD de Girón será el encargado de asignar los puestos de trabajo para el mantenimiento de la PTAR en Pichanillas, que se recomienda como mínimo debe contar con: 1 operador de la PTAR y un jornalero. El personal seleccionado para desempeñar esta función debe ser capacitado y entrenado; haciéndole conocer todas sus actividades de mantenimiento, así como las medidas de protección que debe tomar mientras realice estos trabajos. Se recomienda que el GAD municipal de Girón supervise periódicamente el mantenimiento y funcionamiento de la PTAR, además de comprometerse en la recolección de los desechos generados, luego de haber sido tratados en el lecho de secado.

##### **4.5.3.1. Equipos de protección**

Los trabajadores que manejen desechos humanos o aguas residuales deben tener el EPP adecuado, capacitación en cómo usarlo e instalaciones para el lavado de manos. Deben lavarse las manos con agua y jabón inmediatamente después de quitarse el PPE. Los requisitos en cuanto al EPP pueden variar, pero generalmente incluyen lo siguiente: gafas protectoras, mascarilla facial, overoles repelentes de líquidos, guantes a prueba de agua y botas de caucho.

#### **4.5.4. Sistema de tratamiento**

La estructura diseñada para dar tratamiento a las aguas residuales de la comunidad de Pichanillas, está conformada por un tanque séptico en serie de doble cámara, un filtro anaerobio de flujo ascendente. El sistema de tratamiento brindado por el diseño de esta tesis deberá cumplir con las especificaciones del LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA.

**Tabla 4. 21** Limites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sustancias Solubles al hexano	mg/l	0.3
Coliformes Fecales	Nmp/ 100 ml		Remoción > al 99.9%
Demanda Bioquímica de oxígeno a los días	D.B.O 5.	mg/l	100
Demanda Química de oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Sólidos Sedimentables		mg/l	1.0
Sólidos suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600

Fuente: (Ministerio del Ambiente)

Para el cumplimiento de todos los parámetros mencionados en anterioridad, además de prevenir cualquier inconveniente con el sistema de aguas residuales en Pichanillas, se recomienda cumplir con las siguientes acciones de mantenimiento y operación, a ejecutarse por el personal recomendado en este documento en conjunto con el GAD municipal de Girón.

#### 4.5.5. Rejilla al ingreso de la fosa séptica de doble cámara

Se trata de una rejilla de desbaste de sólidos; formada por platinas inclinadas paralelas y uniformemente espaciadas, de acero inoxidable, con una inclinación de 45°, en el ingreso de la fosa séptica de doble cámara.

El mantenimiento necesario se lo hará de manera manual, realizando la limpieza con un rastrillo, el material retirado se lo transportará con ayuda de una carretilla o balde, será depositado temporalmente en el lecho de secado, para su posterior traslado al relleno sanitario de Girón. La frecuencia de la limpieza dependerá del estado de la rejilla, dejando a la consideración del personal designado para la operación de la PTAR.

#### Objetivo:

Evitar obstrucciones que impidan el flujo normal de las aguas residuales al interior de las unidades de depuración.

**Personal:** operador y jornalero

**Equipo:** rastrillo, pala, carretilla.

**Frecuencia estimada:** quincenal.

**Tiempo para limpieza de rejillas:** 30 minutos.

#### **4.5.6. Fosa séptica de doble cámara**

Antes de poner en marcha la vida útil de la fosa séptica, hay que llenarlas con agua, Antes de poner en funcionamiento la fosa séptica, de ser posible además con lodo inoculado proveniente de otra fosa cercana, esto con el fin de acelerar el desarrollo de microorganismo anaeróbicos.

Para toda inspección o ya sea para la limpieza de las cámaras, cuando se abran las compuertas se deben dejar abiertas por un momento para que se aireen, ya que, a pesar de contar con tubos para su ventilación, estas acumulan gases que pueden producir asfixia o ser explosivos al tener contacto con oxígeno puro o la mínima chispa.

La fosa séptica se limpiará cuando la acumulación de sólidos en la fosa llegue al 40% de la altura del agua en su interior (Romero, 2008). Así mismo se debe controlar que la aglomeración de natas no exceda lo admisible, una manera de control es la presencia de turbiedad en el líquido efluente, lo que indica que la nata o los lodos han sobrepasado los límites permisibles y es necesario mantenimiento inmediato. El mantenimiento será retirar las natas en la superficie de agua, así como la extracción parcial del lodo ubicado en el fondo de las cámaras.

Cuando ya se estime que sea necesaria la limpieza de los tanques, se procederá primero a retirar las natas y espumas que estén flotando, con la ayuda de un cernidor de malla fina con el cual se retiraran en su totalidad, para luego ser trasladadas al lecho de secado. Luego se procede a extraer el lodo en el fondo de la unidad, para esto se requiere la abertura de las válvulas para su descarga a gravedad, el lodo retirado de depositarse en el lecho de secado. Es de primordial importancia no extraer la totalidad de lodo, si no dejar una capa entre 10 a 15cm que sirve como inóculo para el próximo proceso de digestión anaerobio, la medición de esta altura se la hace con una vara en cuyo extremo tenga enrollado una tela que permita evidenciar el nivel del lodo.

Los procesos mencionados deben ser realizados primero en la cámara 1 que es la con mayor volumen, ya que esta presentara una mayor cantidad de lodos y natas, para luego de esto realizar la limpieza en la cámara 2, debiendo ser evaluada la necesidad de la extracción de lodos en esta.

**Objetivo:**

Evitar la acumulación excesiva de lodos y natas sobrenadantes, que perjudiquen la eficacia de depuración en la fosa séptica.

**Personal:** operador y Jornalero

**Equipo:** listón de madera, barreta, pala, carretilla, balde, cernidor de malla fina de plástico, bomba.

**Frecuencia estimada:** una vez cada año.

**Tiempo para limpieza de natas:** 1 hora

**Tiempo para limpieza de lodos:** 4 horas

#### **4.5.7. Filtro anaerobio de flujo ascendente**

Se debe considerar que este tipo de filtro anaerobio empezara a trabajar con toda su capacidad después de los 6 a 12 meses de empezada su vida útil, esto por el tiempo requerido por la biomasa para estabilizarse (CONAGUA, 2013).

Para la evaluación de esta estructura, únicamente se verifica que los sólidos no taponen los poros del filtro, este tiempo de puede prolongar ya que una obstrucción parcial aumenta la capacidad de retención del filtro, esto hasta que se evidencie una baja en la eficiencia del filtro.

La limpieza del filtro se la realiza haciendo funcionar el sistema en modo inverso, esto desbloquea la biomasa acumulada y otros solidos que obstruyan. Se puede también extraer y limpiar el filtro, teniendo en cuenta que esto producirá la perdida de la mayoría de biomasa, por lo que se necesitará un nuevo periodo para su estabilización.

Los filtros se limpian haciendo funcionar el sistema en modo inverso para desbloquear la biomasa acumulada y las partículas o se puede extraer y limpiar el filtro, pero teniendo en cuenta el efecto de que se perderá la mayoría de la biomasa por lo que será necesario otro periodo hasta su estabilización nuevamente.

#### **Objetivo:**

Identificar posibles taponamientos del medio filtrante, que disminuyan la eficiencia del filtro.

**Personal:** Operador.

**Equipo:** Cisterna.

**Frecuencia aproximada:** variable de acuerdo a las inspecciones visuales realizadas por el personal de la PTAR.

## **CAPITULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO**

### **5.1.Cuantificación de cantidades de obra**

La cuantificación de cantidades de obra para un proyecto es de suma importancia para una correcta estimación económica, para el cálculo de cantidades de obra nos basaremos en los planos del diseño de la red de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales, en donde lo primero será identificar los recursos y materiales a utilizar, así como la unidad en los que estos se medirán. Con lo anterior estipulado se cuantifica la cantidad estimada de cada uno de los insumos, cada uno de estos será un rubro dentro de nuestro presupuesto.

### **5.2.Análisis de precios unitarios**

En la planificación de un proyecto constructivo es esencial la estimación económica del mismo, esta debe ser lo más precisa posible. Para nuestro proyecto descompondremos el trabajo, en fases más pequeñas llamadas capítulos y subcapítulos que estarán relacionados entre sí por su naturaleza. A partir de este punto procederemos a desglosar nuestros subcapítulos en rubros, para establecer el precio unitario de cada uno de estos a partir de su respectivo análisis.

El análisis de precios unitarios consiste en desglosar el costo por unidad de medida de cada uno de los rubros incluidos en nuestro proyecto, determinando rendimientos, cantidades y costos de cada uno de los materiales y recursos a utilizarse, así descomponiendo el precio por unidad de cada rubro en: materiales, mano de obra, equipos y costos indirectos. Estos componentes estarán basados en bases de datos actualizadas al mes de abril del 2023.

### **5.3.Presupuesto**

El presupuesto referencial de este proyecto, engloba el alcantarillado sanitario, la planta de tratamiento en todas sus estructuras y todos los trabajos necesarios para su construcción, para esto se contabilizo cantidades de obra basándose en los planos elaborados para cada caso. El presupuesto además se realiza en referencia a parámetros nacionales actualizados para la estimación de los precios unitarios de cada uno de los componentes.

**Tabla 5. 1** Presupuesto del Sistema de alcantarillado y planta de tratamiento Pichanillas

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
	Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precios	
					Unitario	Total
1		<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
1,1	1	Replanteo y nivelación	ml	280,03	\$ 1,04	\$ 291,23
1,2	2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	302,93	\$ 3,67	\$ 1.111,75
1,3	3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	1.100,69	\$ 4,68	\$ 5.151,23
1,4	4	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	22,48	\$ 8,16	\$ 183,44
1,5	5	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	81,71	\$ 17,50	\$ 1.429,93
1,6	6	Sum. y colo. de arena para envoltura de tubería	m3	28,55	\$ 23,36	\$ 667,00
1,7	7	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	1.176,49	\$ 5,21	\$ 6.129,51
1,8	8	Relleno compactado con material de mejoramiento al 95%	m3	154,58	\$ 45,79	\$ 7.078,13
1,9	9	Sum + Instalación de tubería PVC 200 mm	ml	280,03	\$ 15,35	\$ 4.298,46
2,0	10	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	6,00	\$ 458,81	\$ 2.752,86
2,1	11	Pozo de revisión h = 2 a 2,5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1,00	\$ 545,87	\$ 545,87
2,2	12	Pozo de revisión h = 2.5 a 3 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1,00	\$ 560,24	\$ 560,24
2,3	13	Pozo de revisión h = 3 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	2,00	\$ 592,48	\$ 1.184,96
2,4	14	Pozo de revisión h = 3.5 a 4 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	4,00	\$ 612,23	\$ 2.448,92
2,5	15	Cargado de material manualmente esponjamiento 30%	m3	14,78	\$ 5,10	\$ 75,38
2,6	16	Cargado de material con minicargadora esponjamiento 30%	m3	200,00	\$ 1,69	\$ 338,00
2,7	17	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	214,78	\$ 3,95	\$ 848,37
2		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				
2.1	18	Replanteo y nivelación	m2	28,00	\$ 2,23	\$ 62,44
2.2	19	Desbroce y limpieza del terreno	m2	28,00	\$ 1,02	\$ 28,56
2.3	20	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	38,89	\$ 8,16	\$ 317,34
2.4	21	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	5,47	\$ 17,50	\$ 95,64
2.5	22	Transporte de material hasta 6km	m3	21,03	\$ 3,95	\$ 83,07
2.6	23	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	7,11	\$ 5,21	\$ 37,04
2.7	24	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	25,90	\$ 9,73	\$ 252,01
2.8	25	Encofrado recto en general	m2	97,83	\$ 13,20	\$ 1.291,36
2.9	26	Encofrado y desencofrado de losas	m2	24,03	\$ 13,81	\$ 331,85
2.10	27	Acero de refuerzo en varillas corrugadas (promedio general)	kg	1.974,87	\$ 1,35	\$ 2.666,07
2.12	28	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	17,00	\$ 132,04	\$ 2.245,21
2.13	29	Bloque alivianado losa 40x20x10 (provisión/timbrado)	unidad	200,00	\$ 0,64	\$ 128,00
2.14	30	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 100x80 e=2mm	unidad	2,00	\$ 124,67	\$ 249,34
2.15	31	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 80x80 e=2mm	unidad	4,00	\$ 120,89	\$ 483,56
2.16	32	Suministro, instalación de Rejilla Hierro (Según Especificación)	m2	0,30	\$ 7,17	\$ 2,15
2.17	33	Suministro, instalación vertedero (acero inoxidable)	unidad	1,00	\$ 8,54	\$ 8,54
2.18	34	Sum. e instal de tubería PVC E/C de 200mm, 1,00 Mpa.	m	22,30	\$ 19,06	\$ 425,04
2.19	35	Sum. e instal de tubería PVC E/C de 160mm, 1,00 Mpa.	m	4,70	\$ 14,84	\$ 69,75
2.20	36	Suministro, codo PVC 200mm E/C 90grad.	unidad	2,00	\$ 39,72	\$ 79,44
2.21	37	Suministro, codo PVC 160mm E/C 90grad.	unidad	2,00	\$ 14,19	\$ 28,38
2.22	38	Sum + Instal, Tee PVC 160mm E/C-Tipo B.	unidad	4,00	\$ 14,79	\$ 59,16
2.23	39	Sum, Valvula HF D=200 mm	unidad	1,00	\$ 464,10	\$ 464,10
2.24	40	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	2,00	\$ 76,00	\$ 152,00
2.25	41	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	8,00	\$ 7,73	\$ 61,84
2.26	42	Drenes tubería PVC D=200 mm	m	6,00	\$ 19,06	\$ 114,36
2.27	43	Enlucido recto manual con mortero 1:3, incluye impermeabilizante.	m2	101,16	\$ 14,03	\$ 1.419,20
2.28	44	Suministro, colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	11,04	\$ 23,40	\$ 258,34
2.29	45	Pintura caucho	m2	97,83	\$ 3,20	\$ 313,06
3		<b>LECHO DE SECADO</b>				
3.1	46	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,13	\$ 8,16	\$ 9,18
3.2	47	Cargada de material a mano	m3	0,92	\$ 5,10	\$ 4,70
3.4	48	Transporte de material hasta 6km	m3	0,92	\$ 3,95	\$ 3,64
3.5	49	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	0,33	\$ 5,21	\$ 1,72
3.7	50	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0,92	\$ 132,04	\$ 121,81
3.9	51	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	1,00	\$ 76,00	\$ 76,00
4		<b>CERRAMIENTO</b>				
4.1	52	Cerramiento de malla galvanizada 50/10 H=2M	m	25,50	\$ 29,52	\$ 752,76
4.2	53	Puerta malla 50/10 tubo 2" (incluye instalacion y pintura)	unidad	3,00	\$ 54,09	\$ 162,27
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 47.954,21</b>
					<b>IVA</b>	<b>5.754,51</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>53.708,72</b>

El presupuesto se lo puede encontrar con más detalle en el Anexo 6.

#### **5.4.Cronograma valorado**

El cronograma valorado ayuda a llevar un control en obra de la ejecución del presupuesto, lo que en obra sirve para determinar el grado de avance del proyecto. A continuación, se detalla el cronograma para la construcción del sistema de alcantarilla y planta de tratamiento. Que se lo a distribuido para un plazo de 81 días. El cronograma valorado más detallado, con la curva de avance programado se lo puede ver en el Anexo 7.

**Tabla 5. 2** Cronograma valorado de la construcción del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento.

PRESUPUESTO				Mes 1								Mes 2								Mes 3								Porcentaje e %			
Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precios		s1		s2		s3		s4		s1		s2		s3		s4		s1		s2		s3					
				Unitario	Total	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor	Cant.	Valor		Cant.	Valor	
1	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO																														
1.1	1	Replanteo y nivelación	ml	280,03	1,04	291,23	280,03	291,23																					100,00%		
1.2	2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar 0<H<2 m	m3	302,93	3,67	1111,75	100	367,00	150	550,5	52,93	194,253																	100,00%		
1.3	3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	1100,69	4,68	5151,23			350	1638	350	1638	350	1638	50,69	237,229													100,00%		
1.4	4	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	22,48	8,16	183,44					22,48	183,437																	100,00%		
1.5	5	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	81,71	17,5	1429,93							40	700	41,71	729,925													100,00%		
1.6	6	Sum. y colo. de arena para envoltura de tubería	m3	28,55	23,36	667							9	210,24	10	233,6	9,55	223,088											100,00%		
1.7	7	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	1176,49	5,21	6129,51									392	2042,32	393	2047,53	391,49	2039,66									100,00%		
1.8	8	Relleno compactado con material de mejoramiento al 95%	m3	154,58	45,79	7078,13									50	2289,5	54,58	2499,22	50	2289,5									100,00%		
1.9	9	Sum + Instalación de tubería PVC 200 mm	ml	280,03	15,35	4298,46							93	1427,55	94	1442,9	93,03	1428,01											100,00%		
1.10	10	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	6	458,81	2752,86			1	458,81	2	917,62	1	458,81	1	458,81	1	458,81											100,00%		
1.11	11	Pozo de revisión h = 2 a 2,5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1	545,87	545,87					1	545,87																	100,00%		
1.12	12	Pozo de revisión h = 2.5 a 3 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1	560,24	560,24							1	560,24															100,00%		
1.13	13	Pozo de revisión h = 3 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	2	592,48	1184,96							1	592,48	1	592,48													100,00%		
1.14	14	Pozo de revisión h = 3.5 a 4 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	4	612,23	2448,92							1	612,23	3	1836,69													100,00%		
1.15	15	Cargado de material manualmente esponjamiento 30%	m3	14,78	5,1	75,38									14,78	75,378													100,00%		
1.16	16	Cargado de material con minicargadora esponjamiento 30%	m3	200	1,69	338									100	169	100	169											100,00%		
1.17	17	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	214,776	3,95	848,37									100	395	114,776	453,365											100,00%		
2	PLANTA DE TRATAMIENTO																														
2.1	18	Replanteo y nivelación	m2	28	2,23	62,44												28	62,44										100,00%		
2.2	19	Desbroce y limpieza del terreno	m2	28	1,02	28,56												28	28,56										100,00%		
2.3	20	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	38,89	8,16	317,34												38,89	317,342										100,00%		
2.4	21	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	5,465	17,5	95,64															5,465	95,6375							100,00%		
2.5	22	Transporte de material hasta 6km	m3	21,03	3,95	83,07															14	55,3	7,03	27,7685					100,00%		
2.6	23	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	7,11	5,21	37,04																			7,11	37,0431			100,00%		
2.7	24	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	25,9	9,73	252,01															25,9	252,007							100,00%		
2.8	25	Encofrado recto en general	m2	97,83	13,2	1291,36															70	924	27,83	367,356					100,00%		
2.9	26	Encofrado y desencofrado de losas	m2	24,03	13,81	331,85															0	24,03	331,854						100,00%		
2.10	27	Aceros de refuerzo en varillas corrugadas (promedio general)	kg	1974,866	1,35	2666,07															1000	1350	974,866	1316,07					100,00%		
2.12	28	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	17,004	132,04	2245,21															4	528,16	7	924,28	6,004	792,768			100,00%		
2.13	29	Bloque alivianado losa 40x20x10 (provisión/timbrado)	unidad	200	0,64	128																		200	128				100,00%		
2.14	30	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 100x80 e=2mm	unidad	2	124,67	249,34																		2	249,34				100,00%		
2.15	31	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 80x80 e=2mm	unidad	4	120,89	483,56																		4	483,56				100,00%		
2.16	32	Suministro, instalación de Rejilla Hierro (Según Especificación)	m2	0,3	7,17	2,15																		0,3	2,151				100,00%		
2.17	33	Suministro, instalación vertedero (acero inoxidable)	unidad	1	8,54	8,54																		1	8,54				100,00%		
2.18	34	Sum, e instal de tubería PVC E/C de 200mm, 1,00 Mpa.	m	22,3	19,06	425,04																			22,3	425,038			100,00%		
2.19	35	Sum, e instal de tubería PVC E/C de 160mm, 1,00 Mpa.	m	4,7	14,84	69,75																			4,7	69,748			100,00%		
2.20	36	Suministro, codo PVC 200mm E/C 90grad.	unidad	2	39,72	79,44																		2	79,44				100,00%		
2.21	37	Suministro, codo PVC 160mm E/C 90grad.	unidad	2	14,19	28,38																		2	28,38				100,00%		
2.22	38	Sum + Instal, Tee PVC 160mm E/C-Tipo B.	unidad	4	14,79	59,16																		4	59,16				100,00%		
2.23	39	Sum, Valvula HF D=200 mm	unidad	1	464,1	464,1																				1	464,1		100,00%		
2.24	40	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	2	76	152																		2	152				100,00%		
2.25	41	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	8	7,73	61,84																				8	61,84		100,00%		
2.26	42	Drenes tubería PVC D=200 mm	m	6	19,06	114,36																		6	114,36				100,00%		
2.27	43	Enlucido recto manual con mortero 1:3, incluye impermeabilizante.	m2	101,155	14,03	1419,2																			6	114,36	41,155	577,405	60	841,8	100,00%
2.28	44	Suministro, colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	11,04	23,4	258,34																			11,04	258,336			100,00%		
2.29	45	Pintura caucho	m2	97,83	3,2	313,06																					97,83	313,056	100,00%		
3	LECHO DE SECADO																														
3.1	46	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,125	8,16	9,18																				1,125	9,18		100,00%		
3.2	47	Cargado de material a mano	m3	0,922	5,1	4,7																				0,922	4,7022		100,00%		
3.4	48	Transporte de material hasta 6km	m3	0,9225	3,95	3,64																				0,9225	3,64388		100,00%		
3.5	49	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	0,33	5,21	1,72																				0,33	1,7193		100,00%		
3.7	50	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0,9225	132,04	121,81																				0,9225	121,807		100,00%		
3.9	51	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	1	76	76																			1	76			100,00%		
4	CERRAMIENTO																														
4.1	52	Cerramiento de malla galvanizada 50/10 H=2M	m	25,5	29,52	752,76																				15	442,8	10,5	309,96	100,00%	
4.2	53	Puerta malla 50/10 tubo																													

## **5.5. Especificaciones técnicas**

### **1. Replanteo y nivelación**

#### a) Definición

Este rubro consiste en la ubicación de las obras en campo, utilizando las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción. Este trabajo debe realizarse con la precisión suficiente que permita la perfecta ubicación en el terreno de cada uno de los tubos, accesorios y demás estructuras.

#### b) Especificaciones

Previo a iniciar los trabajos de replanteo, el Constructor realizará un recorrido al sitio de implantación de cada una de las obras y sugerirá los cambios que crea conveniente.

En el sitio de trabajo se colocarán hitos de hormigón perfectamente identificados y referenciados, que servirán como puntos de control horizontal y vertical de la obra. Si se encontraren discrepancias con los planos del Proyecto, el Contratista y el Fiscalizador deberán realizar las modificaciones necesarias. El Fiscalizador verificará estos trabajos y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropriadamente ubicada. Antes de iniciar la construcción, el Contratista presentará a la Fiscalización el plano constructivo en el que constarán todos los cambios realizados al proyecto, así como el listado definitivo de tuberías, accesorios y anclajes a construirse. Así también, el Fiscalizador suministrará al Contratista los planos y referencias básicas para la localización de las obras con sus coordenadas y elevaciones, las mismas que se señalan en los planos. La entrega de las referencias básicas se hará mediante un Acta firmada por el Fiscalizador y el Contratista, quien las analizará y verificará. La conservación de las referencias básicas correrá por cuenta del Contratista. El replanteo y nivelación de las líneas y puntos secundarios, será hecho por el Contratista. Todas las líneas y niveles estarán sujetos a comprobación por parte del Fiscalizador, sin perjuicio de lo cual será responsabilidad del Contratista la exactitud de tales líneas y niveles. Las observaciones y los cálculos efectuados por el Contratista se registrarán en libretas adecuadas. El Fiscalizador reglamentará la forma de llevar las libretas y de hacer los cómputos y el dibujo. El Contratista deberá mantener informado al Fiscalizador con suficiente anticipación, acerca de las fechas y lugares en que se proyecte realizar cualquier trabajo que requiera de coordenadas y elevaciones a ser suministradas, de tal manera que dicha información le pueda ser entregada oportunamente. El Contratista contará con el personal técnico idóneo y necesario

para la localización, replanteo y referenciación de las obras, según lo establecido en este numeral. El Contratista hará la localización de los ejes de las tuberías de acuerdo con los planos para construcción y datos adicionales que le suministre el Fiscalizador. Los detalles de instalaciones existentes incorporados en los planos relativos a localización, dimensiones y características de las estructuras y ductos subterráneos construidos a lo largo o a través del eje de la tubería, no pretenden ser exactos, sino informativos para el Contratista; razón por la cual a éste corresponde realizar los sondeos y verificaciones necesarios. Para efectos de control, el Contratista deberá colocar un juego de referencias, conformado como mínimo, por un par de mojones de concreto cada 500 metros a lo largo del eje de la tubería o junto a las edificaciones a ejecutarse. Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado: topógrafo, cadenero y peón, utilizando aparatos de precisión, tales como estaciones totales y niveles.

#### c) Medición y Forma de Pago

Para el caso de colectores de alcantarillado, el replanteo y nivelación de ejes se medirá en metros lineales y corresponde a las actividades de colocar los niveles, alineaciones y pendientes, incluyendo los puntos de control

## **2. Excavaciones**

#### a) Definición

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras o instalar las tuberías.

#### b) Especificaciones

Excavaciones incluyen las operaciones que deberá efectuar el Constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera (excavación en conglomerado y/o roca). Comprende también el control de las aguas sean éstas, servidas, potables, provenientes de lluvias o de cualquier otra fuente que no sea proveniente del subsuelo (aguas freáticas), para que las obras se ejecuten de manera que se obtenga (cuando sea factible) un drenaje natural a través de la propia excavación; para lo cual el Contratista acondicionará cuando sean requeridas cunetas, ya sea dentro de las excavaciones o fuera de ellas para evacuar e impedir el ingreso de agua procedente de la escorrentía superficial. Estas

obras son consideradas como inherentes a la excavación y están consideradas dentro de los precios unitarios propuestos. Después de haber servido para los propósitos indicados, las obras de drenaje serán retiradas con la aprobación de la Fiscalización. Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas, a cualquier estructura existente y/o a las propiedades adyacentes, será reparado por el Contratista a su costa y a entera satisfacción de la Fiscalización. Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo a las alineaciones, pendientes, rasantes y dimensiones que se indican en los planos o que ordene la Fiscalización. De preferencia el Contratista utilizará sistemas de excavación mecánicos, debiendo los sistemas elegidos originar superficies uniformes, que mantengan los contornos de excavación tan ajustados como sea posible a las líneas indicadas en los planos, reduciendo al mínimo las sobre excavaciones. La excavación a mano se empleará básicamente para obras y estructuras menores, donde la excavación mecánica pueda deteriorar las condiciones del suelo, conformar el fondo de las excavaciones hechas a máquina, o cuando por condiciones propias de cada obra la Fiscalización así lo disponga. Si los resultados obtenidos no son los esperados, la Fiscalización podrá ordenar y el Contratista debe presentar, sistemas alternativos adecuados de excavación, sin que haya lugar a pagos adicionales o diferentes a los constantes en el contrato. Así mismo, si se encontraren materiales inadecuados para la fundación de las obras, la Fiscalización podrá ordenar una sobre excavación, pagando por este trabajo los mismos precios indicados en el contrato.

Clasificación de Suelos para Excavaciones Con base de los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos, se ha definido la existencia de suelos de tipo: normal (sin clasificar), conglomerado, roca y suelos de alta consolidación, en algunos casos con niveles freáticos altos que originarán presencia de agua en las excavaciones. A continuación, se particularizan especificaciones para cada caso.

Excavación en Suelo Sin Clasificar Se entenderá por terreno normal aquel conformado por materiales finos combinados o no con arenas, gravas y con piedra de hasta 20 cm de diámetro en un porcentaje de volumen inferior al 20%. Es el conjunto de actividades necesarias para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH, CL, MH, ML, OH, OL, o una combinación de los mismos o suelos granulares de tipo GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM, o que lleven doble nomenclatura, que son aflojados por los métodos ordinarios tales como pico, pala o máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no signifiquen actividades 15 complementarias.

a. Excavación en Conglomerado

Se entenderá por conglomerado el terreno con un contenido superior al 60% de piedra de tamaño hasta 50 cm de diámetro, mezclada con arena, grava o suelo fino.

b. Excavación en Roca

Se entenderá por roca el material que se encuentra dentro de la excavación que no puede ser aflojado por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras, sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña u otros análogos, siempre que no alteren el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero Fiscalizador de la obra. El uso de explosivos estará sujeto a las disposiciones que prevea el Ingeniero Fiscalizador. Si la roca se encuentra en pedazos, sólo se considerará como tal aquellos fragmentos cuyo volumen sea mayor de 0.2 m<sup>3</sup>, D = 0.72 m. Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasará más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco resultante de esta remoción será rellenado con un material adecuado aprobado por el Ingeniero Fiscalizador. Este relleno se hará a expensas del Constructor, si la sobre excavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

c. Excavación en Suelos de Alta Consolidación

Es la remoción del estrato de alta consolidación que, por su dureza al corte, permite obtener taludes verticales sin riesgo de desmoronamiento que se reconocen por estar compuestos, generalmente de areniscas cementadas, cangagua, arcillas laminares de profundidad. Para la excavación se requiere de equipos especiales como compresores equipados con rompe-pavimentos, no permite el uso de dinamita u otro sistema de explosión.

Profundidad de las Excavaciones

Para el caso de las excavaciones en zanjas y únicamente en terrenos clasificados como suelos sin clasificar y conglomerado, la extracción de material hasta conseguir llegar al plano de asentamiento de la estructura, se establecen las siguientes profundidades de excavación:

- Excavación de 0 a 2 m: se conceptúa como la remoción y extracción de material desde el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.

- Excavación de 2 a 4 m se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 2 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 4 m.

- Excavación de 4 a 6 m, se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 4 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 6 m.

Tipos de Excavaciones según la manera de ejecutarla

a. Excavación Manual

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos y palas. Se utilizará para excavar la última capa de la zanja, o en aquellos sitios en los que la utilización de equipo mecánico sea imposible.

b. Excavación Mecánica

En este caso se utiliza equipo caminero apropiado para la realización de las excavaciones. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de los terraplenes donde se implantará las diferentes estructuras. Así mismo para la construcción de sub-drenes, de infraestructura sanitaria o aquellas excavaciones requeridas en el lecho de los ríos para la construcción de los pasos subfluviales.

Excavaciones en Zanjas

La excavación de zanjas para tuberías se hará de acuerdo a las dimensiones, pendientes, y alineaciones indicadas en los planos u ordenados por la Fiscalización. La excavación deberá remover raíces, troncos, u otro material que pudiera dificultar la colocación de la tubería. En ningún caso se excavará con maquinaria tan profundo que la tierra del plano de asiento de los tubos sea aflojada o removida. El último material que se vaya a excavar será removido a mano con pico y pala, en una profundidad de 0.10 m. La conformación del fondo de la zanja 16 y la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen se realizará a pico y pala en la última etapa de la excavación, según se expresa para el rubro Preparación de fondo de zanja. En lo posible las paredes de las zanjas deben ser verticales. El ancho de la zanja a nivel de rasante será de mínimo 80 cm. para instalar tubería hasta de 300 mm. En profundidades mayores a los 2.00 m, el ancho de zanja por temas de seguridad y trabajabilidad será de mínimo

1m. Las excavaciones serán afinadas de tal forma que la tolerancia con las dimensiones del proyecto no exceda de 0,05 m, cuidando que esta desviación no se repita en forma sistemática. Para profundidades mayores a 2.00 m, se establece el talud máximo de la pared de la zanja de acuerdo al siguiente detalle:

- De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de, 1H: 8V.
- De 0-4 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 6V.
- De 0-5 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 4V.
- De 0-6 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 4V

La excavación de zanjas no se realizará con la presencia permanente de agua, sea proveniente del subsuelo, de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas u otros. Las zanjas se mantendrán sin la presencia de agua hasta 6 horas después que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados. Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno se colocarán lateralmente a lo largo de un solo lado de la zanja; de manera que no cause inconveniente al tránsito vehicular o peatonal. Se dejará libre acceso a todos los servicios que requieran facilidades para su operación y control. Para efectos de pago se considerarán las profundidades de obra recogidas en la tablade cantidades y precios, es decir, de 0 a 2 m, de 2 a 4 m y de 4 a 6 m, siendo el nivel 0el del terreno natural.

Excavación para la construcción en sitio de tuberías de alcantarillado La excavación se realizará en el eje del colector existente, debiendo tomar todas las precauciones necesarias para evitar la destrucción o suspensión temporal de los servicios de energía eléctrica, telefónica, agua potable y alcantarillado.

Se denomina construcción de tubería en sitio, cuando la construcción se realiza en forma directa en la zanja, mediante la utilización de encofrado interno (moldes neumáticos o metálicos), en el que se produce el vaciado de hormigón. Previo al inicio de la excavación deberán determinarse con sondeos los cruces de redes eléctricas, telefónicas, de agua y alcantarillado, así como domiciliarias para evitar roturas que afecten a los usuarios de los servicios. Cualquier daño que se cause deberá ser reparado por el constructor sin reconocimiento de pago alguno. Los costos de sondeo, así como reparaciones deberán estar incluidos en los costos indirectos de la obra. Para efectos de medición de la excavación, en el caso de tubería construida en sitio, el ancho del fondo de la zanja será  $A = B + 0.30$ , en donde A es igual al ancho del fondo de la excavación, B igual al ancho de la estructura de hormigón y 0.30 m. el ancho para el encofrado

lateral y su apuntalamiento (0.15 m a cada lado). En caso de optar el Contratista por un método constructivo alternativo al de reposición continua del colector existente, en el que no use encofrado y los taludes del terreno sirvan como tal, se deberá tener presente que no se reconocerán sobreechamientos adicionales en el fondo de la zanja, siendo en este caso  $A = B$ . Los volúmenes adicionales de los diferentes ítems que se generen por la aplicación del método constructivo propuesto por el contratista serán de su responsabilidad, sin que por ello el Contratante tenga que pagar valores adicionales a los obtenidos con las dimensiones teóricas calculadas. Dependiendo de la clasificación del suelo, el Constructor está obligado a tomar precauciones para cuidar que no se produzcan derrumbes, y para esto utilizará el entibamiento. En el caso de arcillas y areniscas de alta consolidación no se reconocerá sobreechamientos y el corte se dará en el ancho exacto de la estructura. En este caso el Contratista no requerirá usar encofrados.

La excavación no será mayor al doble del tramo en el cual se fundirá, para evitar que por las condiciones meteorológicas se alteren las paredes, produciéndose deslizamientos. Excavaciones para pozos de revisión.

En el caso de pozos de revisión construidos en sitio la excavación en el fondo será de un diámetro  $A = B + 0.90$ , en donde  $B =$  Diámetro interno del fondo del pozo y  $A =$  diámetro de la excavación. En el caso de pozos de revisión prefabricados la excavación en el fondo será de un diámetro  $A = B + 0.40$ , en donde  $B =$  Diámetro interno del fondo del pozo y  $A =$  diámetro de la excavación.

Para profundidades mayores a 2,0 m las paredes tendrán un talud máximo de acuerdo al siguiente detalle:

- De 0-3 m. de profundidad el talud máximo será de, 1H: 8V.
- De 0-4 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 6V.
- De 0-5 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 4V.
- De 0-6 m. de profundidad el talud máximo será de 1H : 4V.

Excavaciones en presencia de agua

La realización de excavación de zanjas con presencia de agua puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, escorrentía de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros similares; la presencia de agua por estas causas debe ser evitada por el constructor mediante métodos constructivos apropiados, por lo

que no se reconocerá pago adicional alguno por estos trabajos. En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias no se realizarán excavaciones en tiempo lluvioso. Las zanjas deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas. Para el caso de instalación de tuberías de drenaje de hormigón con juntas de mortero, se mantendrá seca la zanja hasta que se consiga el fraguado del cemento. Por las excavaciones de cualquier naturaleza realizadas en presencia de agua no se reconocerá pago adicional.

### c) Medición y Forma de Pago

La medición de las excavaciones a mano o mecánica será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por las líneas teóricas de excavación mostradas en los planos, o definidas por la Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista. El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones. En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra. La excavación final, realizada para instalación de las tuberías o para los pozos de revisión en los 10 últimos centímetros, se pagará como excavación a mano en terreno sin clasificar o conglomerado, y de acuerdo a la profundidad.

## **3. Arena**

a) Definición Se entenderá como la preparación del fondo de la zanja, las adecuaciones requeridas en el terreno y el suministro y colocación de la cama y envoltura de arena antes y después de la instalación de las tuberías.

### b) Especificaciones

Previo a la instalación de las tuberías, se procederá a conformar la rasante del fondo de la zanja, teniendo presente que los tubos deben asentarse uniformemente en toda su longitud, por lo cual es recomendable que se sobre excave en los sitios donde van las uniones, para evitar que éstas actúen como soportes. Una vez que el fondo haya sido rasanteado, en todos los casos, se realizará la compactación con pisón manual del fondo de la zanja para luego colocar una cama de apoyo base de material granular (arena). Los últimos 10 cm. de profundidad de toda la zanja

serán excavados a mano hasta llegar a la cota de proyecto. Adicionalmente se excavará a mano la franja central equivalente a los  $\frac{2}{3}$  del diámetro exterior de la tubería hasta una profundidad de 10 cm. por debajo de la cota de proyecto. Se procederá enseguida a conformar la rasante de la zanja, en el ancho indicado, logrando una superficie uniforme. Sin excepción alguna, a fin de otorgar a las 24 tuberías, independiente del material y tipo, una base adecuada para asegurar una distribución de cargas uniforme sobre el terreno deberá colocarse una capa del espesor no menor a los 0.10 m de arena. Posterior a la colocación de la tubería de igual manera se procederá a colocar arena encima de la misma en una capa de 20 a 30cm con el fin de uniformizar tanto la capa de fondo como la superior de la tubería, pudiendo encima de esta última capa ser colocado material de mejoramiento compactado.

#### c) Medición y Forma de pago

La preparación del fondo y superficie para la colocación de la arena requerida para la correcta ejecución de los trabajos descritos se pagará en metros cúbicos utilizando un alto de acuerdo a lo anterior descrito, un ancho del fondo de la zanja y la longitud que conecta la domiciliaria a la matriz, descontando la tubería existente. La excavación a mano para la colocación del material granular (arena) será considerada en el rubro correspondiente.

### **4. Rellenos**

#### a) Definición

Se entenderá por relleno la colocación de material de mejoramiento y/o aquel extraído de la excavación (de sitio), hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente.

#### b) Especificaciones

Una vez terminadas las obras a satisfacción de la Fiscalización, según lo establecido en las partes pertinentes de estas Especificaciones, se procederá a realizar los rellenos ya sea con material de mejoramiento y/o con material producto de la propia excavación según se indica en los siguientes párrafos.

#### Relleno de Zanjas

Hasta una altura de 30 centímetros por encima de la tubería todas las zanjas deben ser rellenas a mano con material aprobado por la Fiscalización. El material excavado puede ser usado para esta porción del relleno siempre que sea aprobado. No se permitirá que haya piedras en esta primera capa de relleno. Si el material excavado, a juicio del fiscalizador, no fue adecuado para

el relleno, el Contratista suministrará, arena u otro material aprobado, en cantidad suficiente para rellenar la zanja. El material de relleno irá colocado y compactado debidamente, con pisón manual, en capas de quince (15) centímetros de alto hasta una altura mínima de treinta (30) centímetros por encima de la parte superior de la tubería. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de la misma. Especial cuidado debe ponerse para conseguir una compactación apropiada a los lados de la tubería hasta alcanzar un grado de compactación moderado que asegure la transmisión de esfuerzos al suelo adyacente. El material que se encuentre demasiado húmedo será rechazado, y si está demasiado seco deberá ser hidratado antes de utilizarse en el relleno. El resto de la zanja o relleno final se hará ya sea con pisón de mano o con equipo mecánico aprobado, colocando el material en capas de treinta (30) centímetros de espesor, excepto en los casos indicados más adelante. El material de relleno será granular con no más de cuarenta (40) por ciento de tierra fina y sin piedras mayores a diez (10) centímetros de diámetro. Especial cuidado se dará al material y compactación del relleno de zanjas abiertas en vías en las que se debe ejecutar la reposición de calzada como asfaltado o adoquinado. En estos casos, se determinará el grado de compactación mediante la toma de muestras cada 200m para verificar su cumplimiento. El relleno será realizado siempre de tal manera de evitar daño o raspaduras de la superficie de la tubería. Si se produjese algún daño, el Contratista debe repararlo, sin recibir pago adicional alguno por retirar la tubería, reparar el recubrimiento o reponer el tramo de tubería dañado y volverla a instalar. En terrenos en los que se vaya a sembrar césped, el relleno debe terminar quince (15) centímetros por debajo del terreno natural y se utilizará tierra vegetal para completar los quince (15) centímetros faltantes.

#### Relleno con material de reposición (cambio de suelo)

En el proceso de relleno se utilizará de preferencia el material de la excavación, y cuando no fuese apropiado se seleccionará otro que cumpla las condiciones técnicas con el visto bueno de la Fiscalización.

El material de reposición cumplirá con las siguientes especificaciones:

El límite líquido del material ensayado no será superior al 40%.

El índice de plasticidad no será superior al 15%

La densificación del material no será menor al 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado.

El tamaño máximo de los granos no será mayor a 2", en caso de presentarse, deberán ser retirados.

El material de sitio para relleno puede ser cohesivo, pero cumplirá los siguientes requisitos:

No contendrá material orgánico, ni residuos de plásticos u otros elementos que alteren la condición del material a usarse en el relleno y siempre que el límite líquido del suelo sea menor al 50 % y retirando toda partícula mayor a 2". El espesor de cada capa de relleno no será mayor de 30 cm y su densificación deberá ser igual o mayor al 95 % de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado. El Constructor no podrá utilizar el material ni iniciar las tareas de relleno sin la expresa autorización del Contratante, que puede ser a través del libro de obra o de una comunicación escrita. En rellenos de vías y caminos, el material a usarse en las últimas capas será igual al empleado en la estructura del camino, pero conservando los mismos espesores, y los rangos de compactación en cada caso, hasta recuperar el camino en sus condiciones originales, y las planillas se aplicarán a los rubros correspondientes. En caso de presentarse molones de piedra en el material para relleno entre 2 y 10", se procederá al relleno de la zanja por capas alternadas de 30 cm de material fino con tamaño de grano no mayor a 2" y luego sobre esta una capa de piedra acomodada sin que se sobrepongan, hasta completar la altura total de relleno, cuidando de que la primera y última capa sea de material fino.

#### Relleno compactado para terraplenes o plataformas

Todo material aprobado por la Fiscalización, para ser utilizado en los rellenos, debe ser colocado en capas horizontales uniformes y continuas que no excedan de veinte y cinco (25) centímetros de espesor de material suelto, a menos que la Fiscalización indique de otra manera, hidratado y compactado hasta conseguir una densidad igual o mayor al 95% del Proctor Standar Modificado. Cuando la pendiente transversal del terreno a ser relleno sea mayor de 20% se deberá además cortar la ladera en escalones, de ancho suficiente para que pueda operar el equipo de compactación. Cuando se trate de terraplenes, cada capa compactada será escarificada antes de colocar la capa siguiente. Se debe suspender la ejecución de relleno, ante la presencia de lluvias o cuando el contenido de humedad del material no se encuentre dentro del  $\pm 2\%$  de la humedad óptima. En caso de que el Contratista coloque material con un contenido de humedad diferente que el especificado, la Fiscalización ordenará el retiro del material, a costa del Contratista. Cuando los trabajos de relleno se suspendan por lluvias o por amenaza de lluvia, el Contratista debe conformar la superficie del relleno para facilitar el

drenaje. Antes de reiniciar el trabajo debe escarificar la superficie del relleno para obtener una humedad dentro de los límites especificados y en caso necesario debe remover el material que no cumpla con la densidad especificada. Si durante la construcción de un terraplén, se producen interrupciones prolongadas, se debe evitar la circulación sobre la superficie para proteger el relleno. El material alterado será retirado inmediatamente antes de que se reinicien los trabajos. La nivelación y compactación de cada una de las capas del terraplén se realizarán por medio de equipo previamente aprobado por la Fiscalización, tales como: motoniveladoras, rodillos lisos, rodillos pata de cabra, vibradoras, pisones a motor, etc., de acuerdo a la naturaleza del material empleado para el relleno y la facilidad de utilización. No se permitirá la compactación con el paso de tractores o vehículos pesados de transporte, sin la autorización de la Fiscalización.

#### Relleno alrededor de las estructuras

El relleno que se requiera colocar adyacente y/o atrás de las estructuras, se lo deberá compactar hasta que llegue a tener el 95% de la máxima densidad seca según el ensayo Proctor Estándar Modificado. Esta densidad se deberá conseguir, usando una apisonadora manual, o de acción mecánica controlada manualmente. No se deberá operar ningún 26 rodillo vibrador, a una distancia menor a 2.0 m de las estructuras. La compactación del relleno adyacente a las estructuras, no se deberá comenzar antes de que hayan transcurrido 14 días después del vaciado del hormigón. El material se colocará en capas horizontales uniformes de un espesor no mayor a 20 cm. y la última capa no debe tener en ningún caso rocas o piedras retenidas por el tamiz de 76 mm (3"). Se debe tener especial cuidado cuando haya entibados, para no dejar vacíos al extraerlos.

#### Relleno Compactado

Por relleno compactado se define la colocación de material proveniente de la propia zanja o de préstamo, en capas sensiblemente horizontales de no más de 0.20 m de espesor, debidamente compactadas, hasta las alturas definidas por la Fiscalización, con una densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima. La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos, como: rodillo compactador, compactador de talón o rodillo pata de cabra. En zanjas no se aceptará el uso de planchas vibratorias. Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Se debe considerar el suministro de agua. Si el material se encuentra seco, se añadirá la cantidad necesaria de agua, y, si existe exceso de humedad, será necesario secar el

material. Para una adecuada compactación mediante apisonamiento, no será utilizado en el relleno material húmedo excedido con relación a la humedad óptima obtenida en la prueba Proctor T-99, de la ASSHO. El material de relleno será humedecido fuera de la zanja, antes de su colocación, para conseguir la humedad óptima. El equipo mínimo que se deberá utilizar será vibro apisonador, herramienta manual; mano de obra mínima se utilizará peón, operador de equipo liviano, maestro de obra. En caso contrario para eliminar el exceso de humedad, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua. Para iniciar el relleno de las zanjas el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes autorizados, estables, (evitando que se formen “cuevas” donde el relleno no se puede compactar adecuadamente); en caso de haberse producido derrumbes por defectos en el proceso de excavación, originándose socavaciones o bóvedas que impidan una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobre excavación, por cuenta y a costa del contratista.

#### Ensayos

La Fiscalización mantendrá un control de calidad de los materiales para relleno, mediante ensayos que permitan asegurar que los materiales cumplen con los requisitos especificados. El Contratista realizará ensayos en muestras provenientes de cada frente de aprovisionamiento y cuando exista cualquier cambio en los materiales, los resultados los presentará a la Fiscalización para su aprobación. Los ensayos a realizarse serán de abrasión, resistencia a la compresión, análisis petrográfico y otros que la Fiscalización considere necesarios. Para verificar el cumplimiento de la densidad especificada en los rellenos compactados, el Contratista tomará las muestras en presencia de la Fiscalización y realizará los ensayos especificados o los que indique la Fiscalización. Las muestras se tomarán de las capas compactadas en los sitios y en el número indicados por la Fiscalización. La Fiscalización por su parte, en cualquier momento podrá efectuar ensayos de los materiales y de los rellenos para lo cual el Contratista facilitará el acceso y toma de muestras. El Contratista debe suministrar y transportar las muestras, y efectuar los ensayos especificados en un laboratorio previamente aprobado por la Fiscalización. Los costos de las muestras y ensayos corren por cuenta del Contratista.

#### c) Medición y Forma de Pago

La preparación, suministro y colocación de material para conformar los rellenos en las condiciones indicadas en este documento, se medirá en metros cúbicos debidamente

compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización, y se cancelará con los rubros constantes en la tabla de cantidades y precios para cada uno de ellos. No se reconocerá pago adicional por preparación del terreno ni por relleno de depresiones menores. Tampoco se reconocerá pago alguno por los materiales ni por la elaboración de muros de confinamiento necesarios para conformar estos rellenos. Los costos de control de calidad que realizará la Fiscalización serán por cuenta del Contratista. El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo y el suministro y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos a entera satisfacción de la Fiscalización.

## **5. Tubería PVC para alcantarillado**

### **a) Definición**

Contemplan los tubos de Policloruro de vinilo, PVC, con interior liso, sus uniones y accesorios, para instalación en sistemas de alcantarillado. La tubería deberá cumplir lo establecido en la norma INEN 2059: 2004 vigente; podrá ser:

Tipo A1: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil abierto nervado, que se ensambla en circunferencia o en espiral para formar un conducto liso en su parte interior, con nervaduras exteriores.

Tipo A2: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil cerrado que se ensambla en circunferencia o en espiral para formar un conducto liso en sus paredes exterior e interior (perfil cerrado).

Tipo B: Elemento flexible de conducción fabricado con un perfil de extrusión continua, con pared interior lisa y exterior corrugada. Será fabricada con cloruro de polivinilo tipo 1, grado 1, compuesto 12454-B, especificación ASTM D 1784.

### **c) Especificaciones**

#### **Tubería PVC**

Los tubos deberán servir para la evacuación de aguas servidas o lluvias y soportarán rellenos con densidad no menor a 1800 kg/m<sup>3</sup> y compactación mayor al 90 % de la máxima densidad según el ensayo Proctor Standard. Las tuberías de PVC para alcantarillado a instalarse deberán ser mínimo serie 2, (Norma INEN 2059 - Tabla 1). Se deberá evitar que se produzcan deflexiones verticales negativas y estas deberán cumplir con la Norma ASTM D 3835, ASTM

D 3034 y ASTM F 679, ASTM F714 y ASTM F- 949. Con las cargas totales de relleno y en las condiciones de trabajo definitivas, la tubería no se deformará más del 5% del diámetro interno real suministrado, medido en sitio, luego de 30 días de su instalación.

Los tubos y accesorios deben ser rectos, tener una sección transversal circular perpendicular a su eje longitudinal. Estarán libres de hundimientos, grietas, fisuras, perforaciones, protuberancias o incrustaciones de material extraño. Se verificarán por parte del Fiscalizador: el diámetro interior, diámetro exterior, espesor de la pared, los rangos de rigidez, resistencia al impacto y resistencia al aplastamiento, establecidos en la Norma INEN 2059: 2004. También se constatará la resistencia a la acetona, considerando que este ensayo se efectúa mediante la inmersión en acetona de acuerdo con la NTE INEN 507 y que la muestra no deberá presentar signos de desintegración o exfoliación en más de un 10% de su superficie interior, ni en más de un 10% de su superficie exterior.

Los tubos se suministrarán con extremos lisos o con un extremo liso y el otro con campana, según se haya establecido, y deben ser unidos entre sí mediante sellos de caucho o elastómero, cemento solvente o adhesivo especial que garanticen la hermeticidad de la unión, de acuerdo a la naturaleza de la unión. Para el caso de la unión elastomérica se debe considerar dentro de los materiales el caucho o sello elastomérico y el lubricante vegetal; la unión deberá cumplir lo correspondiente a la hermeticidad de las uniones de tubos, Norma INEN 2059: 2004. Los tubos no deben presentar evidencia de fisuras, grietas, roturas o desprendimiento de nervaduras y costuras para el tipo A2 o separación de las dos paredes para tipo B, cuando se somete al ensayo consistente en aplastar tres especímenes entre placas paralelas en una prensa adecuada, hasta que su diámetro interior se reduzca en un 40% de su diámetro original. Las tuberías además deberán cumplir con los requerimientos de calidad y tolerancias de fabricación establecidas en la citada norma INEN 2059, con el objeto de garantizar su buen funcionamiento. En los tubos se debe indicar por escrito, el rotulado que contemple las siguientes características:

Marca del fabricante.

Tipo del tubo A1, A2 o B.

Material de fabricación.

Diámetro Nominal.

Serie del tubo, rigidez y método de ensayo ISO 9969 o 16961.

NTE INEN de referencia.

Número de lote.

La longitud de los tubos podrá ser variable a efecto de que éstos se puedan ajustar a las condiciones del terreno. Esta longitud estará entre 3 y 12 metros con las tolerancias estipuladas en la Norma INEN 2059: 2004. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daños durante el traslado del lugar de almacenamiento al sitio de utilización. El almacenamiento de la tubería se deberá regir por las recomendaciones del fabricante. La tubería se almacenará bajo techo. El manipuleo y almacenamiento de la tubería se realizará mediante equipo mecanizado adecuado, utilizando sogas o cables de manila; en ningún caso se utilizará cables metálicos, estobos, etc., que puedan dañar la tubería. Los tres tipos de tubería establecidos en la Norma, indicada anteriormente, se deben a que el diseño se realiza en función de ciertos diámetros mínimos, definidos en dicha norma. El Contratista, sin embargo, deberá ofertar sólo un tipo de tubería para cada diámetro.

#### Instalación de Tubería PVC para Alcantarillado

La colocación de la tubería comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja, quede situada hacia la parte más alta del tubo. La tubería, deberá seguir una alineación recta entre pozo y pozo, tanto en el sentido vertical (manteniendo la pendiente fijada en el diseño), como en el horizontal. La tubería debe quedar centrada con respecto al lecho preparado y con respecto al ancho de la zanja. Para esto se colocarán “maestras” tanto en el lomo como en el costado de la tubería. En lo posible las cotas definidas en el proyecto se colocarán mediante nivel cada 20 m de longitud. La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de cinco milímetros (5 mm) en la alineación horizontal y vertical del proyecto cuando se trate de tuberías hasta de 600 mm de diámetro, o de diez milímetros (10mm) cuando se trate de diámetros mayores, para tramos completos entre pozo y pozo, independiente de la longitud del tramo. Previo al inicio de las actividades de relleno, se comprobará las alineaciones y pendientes del proyecto. Éstas se controlarán inclusive luego de haber procedido con el relleno lateral y antes de tapar completamente la tubería. La fiscalización aprobará tales trabajos en forma previa y autorizará su ejecución.

#### c) Medición y Forma de Pago

La tubería de Polivinilo (P.V.C.) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con el rubro Sum. + Instalación de tuberías de PVC para Alcantarillado, según su tipo, clase y diámetro una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra a entera satisfacción de la Fiscalización. Incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido y cumplirá con las especificaciones de instalación ya descritas. Además, para todos rubros correspondientes a tubería y accesorios pvc indicados en el presente documento, la mano de obra mínima a utilizar constará de peón, plomero, maestro de obra y como equipo mínimo, herramienta manual para garantizar su correcta instalación.

## **6. Pozos de Revisión**

### a) Definición

Los pozos de revisión son estructuras de la red de alcantarillado ubicados en sitios específicos que hacen posible su inspección y mantenimiento. Los pozos de revisión se clasifican de acuerdo al mayor diámetro de las tuberías que a ellos convergen.

### c) Especificaciones

Pozos de revisión para tuberías de diámetro interior menor a 630mm

Los pozos de revisión para tuberías de diámetro interior menor a 630 mm son estructuras construidas en sitio o prefabricados de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los pozos se ubicarán donde lo señalen los planos o donde lo indique la Fiscalización atendiendo a variaciones en el diseño. De acuerdo a la profundidad del pozo, los niveles de excavación serán los mismos que están especificados para la excavación de zanjas y se planillarán con igual clasificación. Los pozos se asentarán sobre un replantillo de piedra de 0,20 m de espesor, sobre el cual se fundirá una losa de hormigón simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> de 0.15 m de espesor y en el piso del pozo se fundirá una media caña de Hormigón Simple  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para conducir el flujo de agua, tal como se indica en los planos. Las dimensiones en la base se establecen de la siguiente manera:  $A = B + 0,90 \text{ m}$  en pozos construidos en sitio, siendo A el diámetro de excavación en el fondo del pozo, B el diámetro interior en el fondo del pozo; y  $A = B + 0,40 \text{ m}$  en pozos prefabricados. Sobre la losa se conformará en los pozos de hormigón un zócalo de hormigón ciclópeo (60% de H.S. y 40% de piedra de un tamaño no mayor a 0.10m) de una altura tal que cubra a la tubería de mayor diámetro más 10 cm. Las paredes serán de hormigón construidas en sitio o prefabricadas, en ambos casos tendrán una resistencia del hormigón a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Para el caso de elementos prefabricados se aplica lo señalado en "Calificación de

Proveedores” de estas especificaciones. En el caso de ser prefabricados, los anillos deben tener un alto mínimo de 0.30 m, un espesor de pared de 0.10 m, y armados con malla metálica electrosoldada de 10 cm por 10 cm y 5 mm; se colocarán a partir del zócalo, cuya altura se encuentra definido por la posición de la descarga más alta. En caso de producirse filtraciones al 30 interior del pozo de revisión a través de las juntas entre los anillos, la fiscalización podrá ordenar la inmediata impermeabilización de las juntas, debiendo el contratista realizar todas las actividades necesarias para solucionar el problema bajo su responsabilidad y costo. Los terminados interiores de los pozos de revisión serán de la mejor calidad, exigiéndose la utilización de cofres metálicos en buen estado, sin presentar abolladuras. En el caso de porosidad o malos terminados, se exigirá al Constructor el resane de los pozos, sin costo adicional. El zócalo sobre el que se asienta la pared deberá necesariamente ser elaborado en sitio, de acuerdo con los planos respectivos, está conformado por un anillo de hormigón ciclópeo de 0.30 m de ancho, su altura será variable cubriendo la descarga más alta más 10 cm con relación al piso. Adicionalmente se colocará una protección a las tuberías que se conectan al pozo, con un sobreancho de 0.05 m en el zócalo, con una altura sobre la clave equivalente a 10,0 cm, y con un ancho igual  $d+10$  cm; siendo “d” el diámetro de la tubería que entra o sale del pozo. Esta protección cubrirá el contorno del tubo e irá desde la base del pozo. Previa a la construcción del zócalo, deberán colocarse las tuberías de entrada y salida, a fin de formar una estructura monolítica. Para Pozos de revisión construidos en sitio, la pared del pozo será de hormigón simple de 210 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, con un espesor de 0.15m, los cofres externos e internos podrán ser metálicos, el sobreancho lateral de excavación que se requiera para la construcción del pozo, se establece como la excavación que permita la instalación de cofres desde la base hasta el nivel superior del pozo. En lo que respecta al hormigón, se estará a lo señalado en el título “Hormigones” de estas especificaciones. La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos, incluyendo la instalación de sus brocales y tapas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer las condiciones originales del terreno lo antes posible en cada tramo. Todos los pozos de revisión del sistema de alcantarillado dispondrán para el acceso, de una escalerilla conformada por escalones de varillas de acero, cuyas características se indican más adelante.

Pozos de revisión para tuberías de diámetro interior mayor o igual a 630 mm.

Los pozos de revisión para tuberías de diámetro interior mayor o igual a 630 mm son estructuras de hormigón armado, construidas en sitio. La dimensión y forma del cajón está definida por el

diámetro de la tubería, conforme se detalla en los planos respectivos. El hormigón será  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , y el acero de refuerzo  $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Los pozos se asentarán sobre un replantillo de piedra de 0,20 m de espesor, sobre el cual se fundirá la losa y las paredes de hormigón armado de 0.20 m de espesor, tal como se indica en los planos. Las paredes serán de altura variable, dejando en ellas embebidas las tuberías entrantes y salientes del pozo. A continuación, se construirá la losa superior también de hormigón armado, en la que se debe dejar un cerco metálico embebido, para la colocación posterior de tapa de hormigón tipo A. Los pozos, guardarán lo definido en los planos en cuanto a sus dimensiones. Los terminados interiores de los pozos de revisión serán de la mejor calidad, exigiéndose la utilización de encofrados en buen estado. En el caso de porosidad o malos terminados, se exigirá al Constructor el enlucido de los pozos, sin costo adicional.

#### c) Medición y forma de pago

Los pozos de revisión de hormigón construido en sitio o prefabricados de hormigón se medirán por unidad. Para efectos de medición, por altura se entiende la distancia que existe entre el fondo del pozo terminado (por donde corre el agua) y el nivel en donde se asentará el brocal. En cualquier caso, esta altura caerá en uno de los rangos dispuestos en los rubros. El pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para la correcta ejecución del rubro, el mismo que incluye: el replantillo de piedra de 20 cm, la losa de Hormigón simple de 15 cm  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el hormigón ciclópeo para el zócalo, el pozo propiamente dicho y los escalones de acero. No incluye el brocal y la tapa, que se pagan como rubros independientes. Pozos de revisión para tuberías de diámetro interior mayor o igual a 630 mm: El pago de los pozos de revisión para tuberías de diámetro interior mayor o igual a 630 mm se hará por cada rubro que interviene, esto es: Replantillo de piedra,  $e = 20 \text{ cm.}$ , en metros cuadrados. Encofrado recto en metros cuadrados. Acero de refuerzo (Incluye corte doblado y traslapes), en kg. Hormigón simple  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  en metros cúbicos. Suministro e instalación de tapa tipo A y cerco metálico en unidades. Escalones en pozos de revisión por unidad. El pago 31 incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales necesarios para la correcta ejecución de cada rubro.

Brocales y Tapas de Hormigón Pre – fabricado.

#### a) Definición

El brocal y la tapa son estructuras prefabricadas de hormigón armado ( $f'(c) = 300 \text{ kg/cm}^2$ ) que se colocan sobre el cono del pozo, el brocal para proporcionar a la tapa un espacio adecuado y confinado.

#### b) Especificación

Las dimensiones y secciones del brocal y las tapas de hormigón se indican en los planos. Sin embargo, las medidas generales son: alto del brocal: 0,20 m (Tipo A), las tapas son 0,70 m de diámetro; 0,10 o 0,07 m de espesor según sea tapa tipo "A" o "B"; parrillas de hierro (malla electrosoldada) de 10 mm. Son aplicables las Especificaciones Técnicas relativas al hormigón. El cerco metálico a usarse en las tapas será de acero al carbono ASTM A-36, de un espesor mínimo de 4 mm., y con una altura igual a de la tapa (indicada en los planos).

No se aceptarán brocales ni tapas elaborados en el sitio de la obra. Se aplica lo señalado en el título Calificación de Proveedores de estas Especificaciones Técnicas.

Escalones.

#### a) Definición

Los escalones son varillas de acero que facilitan el ingreso a los pozos de revisión.

#### b) Especificación

Los escalones de los pozos de revisión serán de varillas de acero de 20 mm de diámetro, de un ancho igual a 0,30 m, sobresaliendo de las paredes una longitud de 0,20 m colocadas a un espaciamiento vertical de 0,35 m y empotradas firmemente en ella mediante la utilización de resina epóxica, en agujeros de  $1\frac{1}{4}$  "de diámetro previamente perforados.

#### c) Medición y Forma de Pago

Los escalones, en el caso de los pozos de revisión para tuberías de diámetro interno menor a 630 mm, no se medirán ni serán pagados. Su costo estará incluido en el rubro: Pozo de revisión de alcantarillado de acuerdo a su altura. Para los pozos de revisión para tuberías de diámetro interno mayor o igual a 630 mm, se pagarán por unidad, una vez que estén debidamente colocados a entera satisfacción de la Fiscalización.

### **7. Cargado, desalojo, limpieza y sobre acarreo de material**

#### a) Definición

Se entenderá por desalojo de material producto de excavación no apto para relleno, la operación consistente en el cargado de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador. No se incluyen en estos rubros los residuos de materiales, desperdicios y demás sobrantes generados en la obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, son de responsabilidad del Contratista.

b) Especificaciones

El cargado de material producto de excavación se deberá realizar por medio de equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción del tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Para el efecto, los volquetes que transporten el material deberán disponer de una carpa cobertora que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo.

En el caso que el Contratista gestione el Botadero, previo a su utilización deberá presentar a la Fiscalización, el diseño respectivo aprobado por las autoridades municipales 32 competentes.

c) Medición y Forma de Pago

El cargado a mano o a máquina, de materiales de desalojo se pagará en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el porcentaje del 30% de esponjamiento.

## **8. Transporte de material**

a) Definición

Se entenderá por transporte, al movimiento del material obtenido de las excavaciones realizadas en obra y llevadas a los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, ubicados a distancias iguales o menores a 6 km. Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la Fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma, este completamente limpia.

b) Especificaciones

El transporte del material producto de excavación se deberá realizar por medio de volquetes, estos deberán disponer de una carpa cobertura que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo.

c) Medición y Forma de Pago

El transporte de materiales de desalojo hasta 6 km se medirá y pagará en metros cúbicos.

El volumen se medirá sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el 30% de esponjamiento.

## **9. Replanto de piedra**

### a) Definición

Este rubro consistirá en la colocación de un empedrado conformado mayormente por piedra bola, sobre el terreno para conformar la base donde se va a verter el hormigón. Sobre el suelo natural se colocará una capa de piedra bola como base a la cimentación de hormigón, se lo realizará por instrucción del Fiscalizador en base al tipo de suelo del sitio a implantarse la construcción.

### b) Especificaciones

Se realizará el empedrado con piedras de diámetro menor a 15cm, se colocará de manera manual, el material utilizado (piedra bola) deberá satisfacer condiciones mínimas y las aprobadas por fiscalización.

### c) Medición y Forma de pago

El replanto de piedra cumplirá los 15cm de espesor, se pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) ejecutado

## **10. Encofrados**

### a) Definición

Se entiende por encofrado recto las acciones que el contratista deberá efectuar para suministrar e instalar las formaletas de madera o metálicas para alojar el hormigón en estructuras verticales u horizontales que no presenten curvatura alguna, tales como columnas, losas, cadenas, muros, anclajes, etc.

### b) Especificaciones

Los encofrados que se utilicen en la planta de tratamiento, deben ser metálicos o de tablero contrachapado con un máximo de tres usos para obtener una superficie regular, con bordes rectos y lo más lisa posible. Para efectuar los encofrados rectos se seguirán las recomendaciones generales enunciadas anteriormente. Cuando se empleen encofrados de madera, se utilizarán como máximo por tres ocasiones dichas formaletas, luego deberán ser reemplazadas por material nuevo para los siguientes encofrados.

c) Medición y Forma de Pago

Sera medido por la superficie utilizada de encofrado y se pagara por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**11. Hormigón simple 210kg/cm<sup>2</sup>**

a) Definición

Este rubro comprenderá la preparación, colocación y vertido de hormigón simple de una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el cual se empleará en diversos elementos estructurales como son plintos, cadenas de cimentación, columnas, muros, losas, vigas, paredes de tanques, etc.

b) Especificaciones

El hormigón puede ser fabricado en sitio u hormigón premezclado. En caso de utilizarse hormigón mezclado en sitio, el Contratista deberá contar con una o más mezcladoras dosificadoras de tipo aprobado, de una capacidad de 1/2 m<sup>3</sup> o más.

Agregados: Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimientos, los agregados deberán tener un contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 8 por ciento.

Cemento: La dosificación del cemento se la hará al peso, separadamente de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo con los agregados.

Agua: Se dosificará por volumen, mediante recipientes apropiados.

Aditivos: La dosificación deberá corresponder a las recomendaciones de los fabricantes de aditivos.

El hormigón preparado en el sitio deberá ser mezclado en equipos que aseguren dosificaciones exactas. Las mezcladoras que han estado fuera de uso por más de 30 minutos, deberán limpiarse antes de que cualquier hormigón fresco sea mezclado.

c) Colocación del hormigón

No se colocará el hormigón mientras los encofrados de obra falsa no hayan sido revisados y de ser necesario, corregidos y mientras todo el acero de refuerzo no esté completo, amarrado, limpio y debidamente colocado en su sitio. Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI-59 o las especificaciones del ASTM. El Contratista

deberá notificar a la Fiscalización el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco. Todo el proceso de vaciado, se realizará bajo la presencia de la Fiscalización.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá que se vierta el hormigón en dos jornadas.

d) Vibrado del hormigón

Todo elemento estructural de hormigón debe ser vibrado luego de vertido. Los vibradores pueden ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc. No se colocará hormigón fresco sobre otro que haya estado en posición por más de 30 minutos. Durante los 7 días siguientes a la colocación, el hormigón deberá ser protegido contra efectos dañinos, incluyendo lluvia, cambios rápidos de temperatura, resecado y radiación directa de la luz solar. Los métodos de protección usados deberán ser aprobados por Fiscalización.

e) Acabado del hormigón

Para superficies que están permanentemente expuestas a la vista, las formaletas serán cubiertas con planchas gruesas, con bordes cuadrados dispuestos en un patrón uniforme. Alternativamente, madera contrachapada o paneles de metal podrán ser utilizados si están libres de defectos que puedan restar la apariencia general de la superficie terminada. Las juntas entre tablas y paneles serán horizontales y verticales, a menos que fuere indicado de otra manera. Este acabado deberá ser de tal forma, que no requiera rellenado general de huecos en la superficie. Si cualquier porción de las caras se considera insatisfactoria al remover el encofrado, deberá ser eliminada sin dilación y corregida como fuere necesario. No se permitirá ningún empañetado.

f) Reparación del hormigón

Toda reparación del hormigón será realizada por gente experimentada, bajo la aprobación y presencia de la Fiscalización y en el lapso de las 24 horas inmediatas al retiro de los encofrados. Las imperfecciones serán reparadas de tal manera que se produzca la uniformidad, textura y coloración del resto de la superficie.

Según los casos, para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, mortero, hormigón, incluyendo aditivos tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, etc. Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá ser reemplazado a satisfacción de la Fiscalización.

g) Curado del hormigón

El Contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc. del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 7 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiere ocasionar el humedecimiento de su superficie y, continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.

#### h) Medición y Forma de Pago

Sera medido por metro cubico y se pagara después de la revisión por metro cubico (m3).

### **12. Acero de refuerzo 4200kg/cm<sup>2</sup>**

#### a) Definición

El Contratista deberá utilizar acero de refuerzo corrugado, cuya resistencia a la fluencia será de 4200 Kg/cm<sup>2</sup>. El alambre para amarre del acero de refuerzo deberá ser galvanizado, número 18.

#### b) Especificaciones

El hierro estructural para ser colocado en obra debe estar libre de escamas, grasa, arcilla, oxidación, pintura o cualquier materia extraña que pueda reducir o destruir la adherencia. El acero estructural una vez colocado en obra, llevará una marca de identificación que concordará con las establecidas en planos. Todo el acero estructural será de las dimensiones establecidas, doblado en frío, y armado de acuerdo a lo indicado en los planos. Los estribos u otros hierros que estén unidos a otra armadura, serán debidamente asegurados con alambre galvanizado No. 18 en doble lazo. Los extremos del cual serán colocados hacia el cuerpo principal del hormigón a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

Todo el acero estructural será colocado en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento y ligadura. No se permitirá que, contraviniendo las disposiciones establecidas en estas especificaciones, la armadura de cualquier elemento sea menor a la especificada. Toda armadura será aprobada por la Fiscalización, antes de la colocación del hormigón.

En todas las superficies de cimentación y otros miembros estructurales, la armadura tendrá un

recubrimiento mínimo de 2.5 cm.

Cuando sea necesario unir la armadura en otros puntos que los establecidos en los planos estructurales, se empleará una longitud mínima de traslape 24 veces el diámetro de la varilla. En tales uniones las varillas estarán en contacto y sujetas con alambre galvanizado.

Se debe evitar cualquier unión o empate de la armadura en los puntos de máximo esfuerzo. Las uniones deben tener un empalme suficiente, a fin de transmitir los esfuerzos de corte y adherencia entre varillas.

Todo el hierro que se utilice en los elementos estructurales, se someterá a lo previsto en la planilla de hierros, conforme a lo definido para cada una de las marcas a utilizar. Cualquier variación se consultará con la Fiscalización.

Las barras de refuerzo trabajadas, una vez dobladas no serán enderezadas o nuevamente dobladas. El acero será colocado en la posición correcta mediante el uso de espaciadores aprobados, soportes, etc.

c) Medición y Forma de Pago

Por kilogramo cortado, doblado y armado, incluye alambre galvanizado No.18.

**13. Bloque de alivianamiento 40x20x10cm**

a) Definición

Son aquellos elementos de construcción en forma de paralelogramo confeccionados en base a dosificaciones de arena, cemento y piedra pómez. Se utilizan para colocar en las losas según lo indicado en los planos estructurales con el objeto de alivianarla.

b) Medición y Forma de Pago

Por unidad colocada.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Con respecto a la información levantada en las visitas a la comunidad de Pichanillas se evidencia que la gran mayoría de viviendas descarga aguas residuales directamente al suelo o a cuerpos de agua, ya que en el lugar el único pozo séptico que existe es el de la escuela, que no satisface para todos los pobladores. Por lo que definitivamente la comunidad de Pichanillas, presenta deficiencias en el manejo de aguas residuales, lo que provoca un alto riesgo de contraer enfermedades y una constante contaminación del entorno. Por lo que el diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento es una solución integral para el problema.
- El diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, beneficia a todos los pobladores que habitan en el área del proyecto, cumpliendo con todas las recomendaciones de diferentes normas existentes en el país y la región, además de estar adaptado para las condiciones propias del lugar.
- La red de diseño del alcantarillado y condominal es en su totalidad es de PVC diámetro 200mm, cabe recalcar que la gran mayoría del ramal es conformado para el alcantarillado principal que se ubica en la vía principal y da cobertura a la mayoría de viviendas. Este ramal principal es de 280m.
- La planta de tratamiento de aguas residuales se ubica metros a bajo del cementerio de la comunidad de Pichanillas, está constituida por una fosa séptica de doble cámara con un volumen útil de 13,20m<sup>3</sup> y un filtro anaerobio con un volumen de 15,73m<sup>3</sup>, una tubería de disposición final, que al final de su tramo trabajara como dren. Estos elementos permitirán un adecuado tratamiento y disposición de las aguas residuales.
- La infraestructura prevista en esta tesis, conjuntamente con el manual de mantenimiento y operación serán encargados de tratar correctamente las aguas residuales del lugar, para reducir la contaminación en el lugar. Los detalles tanto de la red de alcantarillado y planta de tratamiento serán provisto en los planos del proyecto.
- El presupuesto referencial para la implementación del proyecto, es de \$ 47 954.21, sin incluir IVA, este valor incluye un cerramiento que protegerá la planta de tratamiento, este presupuesto se encuentra desglosado en el punto 5.3

de este documento y en el Anexo 6.

- Se recomienda la implementación del proyecto lo antes posible, puesto que se presenta como una necesidad de primer orden para los habitantes de esta comunidad.
- Cuando se apruebe la construcción del proyecto de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, se deberá socializar el mismo con todos los habitantes de la zona, para explicarles todos los beneficios que este traerá a la comunidad.
- Además, se recomienda realizar las gestiones de parte de las autoridades del GAD de Girón, con la persona dueña del terreno en donde se emplazará la planta de tratamiento, para su adquisición.
- Se recomienda tomar como pauta de inicio los diseños y consideraciones de esta tesis para garantizar el correcto funcionamiento de la infraestructura de saneamiento, y en caso de algún cambio constructivo que sean en consideración del buen juicio del constructor y fiscalización.
- Finalmente, se recomienda un mantenimiento periódico y programado en la planta de tratamiento, para mantener un funcionamiento adecuado y prevenir mantenimientos correctivos, que interrumpan el funcionamiento.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

(s.f.).

- ABNT-Associação. (1997). Tanques sépticos - Unidades de. *NBR 13969*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Arocha, S. (1983). *Cloacas y Drenajes*. Caracas: Ediciones Vega s.r.l.
- Athayde, F. (1982). Tratamiento de aguas residuales domésticas (2ed). Rio de Janeiro, Brasil.
- CNA. (2005). Comisión Nacional del Agua. *Lo que dice el Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Collado, L. R. (1992). *Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades*. Madrid: Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos.
- CONAGUA. (2013). *Comisión Nacional del Agua: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Municipales: procesos aerobios*. México,DF.
- CPE INEN 005-9-2 . (1997). Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.
- EMAAP. (2009). Normas de diseño de alcantarillado EMAAP-Q. *Normas de diseño de alcantarillado EMAAP-Q*. Pichincha, Ecuador: V&M Gráficas.
- Gomez, E. B. (2018). Técnicas y métodos de tratamiento para diferentes tipos de aguas residuales. (págs. 1-2). Santiago de Chile: Biblioteca del congreso nacional de Chile.
- INEC. (1982). Censo de población . Ecuador.
- INEC. (1990). *Censo de Población y Vivienda*. Ecuador.
- INEC. (2001). Censo de Población y Vivienda. Ecuador.
- INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Ecuador.
- Larriva, V. J. (s.f.).
- Metcalf y Eddy, I. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales red de alcantarillado y bombeo (Segunda ed.)*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ministerio del agua viceministerio de servicios básicos. (Abril de 2007). Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. *Reglamento Nacional*. La Paz, Bolivia: Instituto Boliviano de Normalización de Calidad.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua*.
- NBR 13969. (1997). ABNT-Asociación Brasileña de Normas Técnicas Fosas Sépticas Unidades de Tratamiento Complementario y Disposición de los Líquidos del Efluente. *Diseño construcción y operación* . Río de Janeiro.

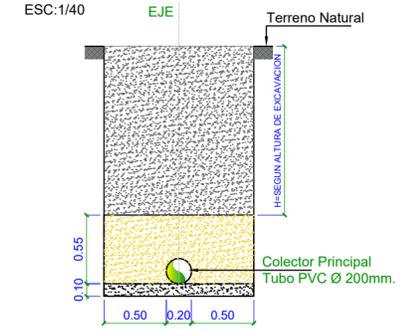
- NBR 7229. (1992). ABNT-Asociación Brasileña de Normas Técnicas Diseño. *Xonstrucción y operación de Fosas Sépticas*. Rio de Janeiro.
- OPS/CEPIS/05.168. (2009). Guía para la operación y mantenimiento de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización. Lima, Perú.
- Rengel, B. (2000). *Tratamiento de aguas residuales*. Cuenca.
- Rocha, A. F. (2007). *Hidráulica de tuberías y canales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Rodriguez, R. P. (2008). *Hidráulica de Canales*. Mexico.
- Romero, J. A. (2008). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SENAGUA. (2014). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposicion de excretas y residuos líquidos en el área rural. NORMA CO 10.7 - 602 - REVISIÓN*.
- SENPLADES-Z6. (2014). Agenda Zonal Z6-Austro., (pág. 9). Quito.
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado - SIAPA. (Febrero de 2014). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la A.M.G. *ALCANTARILLADO SANITARIO*. Jalisco, Mexico.
- Universidad de Cuenca; GAD Municipal de Girón. (2019). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial cantonal de giron conteniendo al plan de uso y gestion del suelo rural. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial cantonal de giron conteniendo al plan de uso y gestion del suelo rural*. Girón.
- Equipo PDOT. (2019). *Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Girón* (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Girón, Ed.). <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-GIRON-2014-2019.pdf>

# ANEXOS



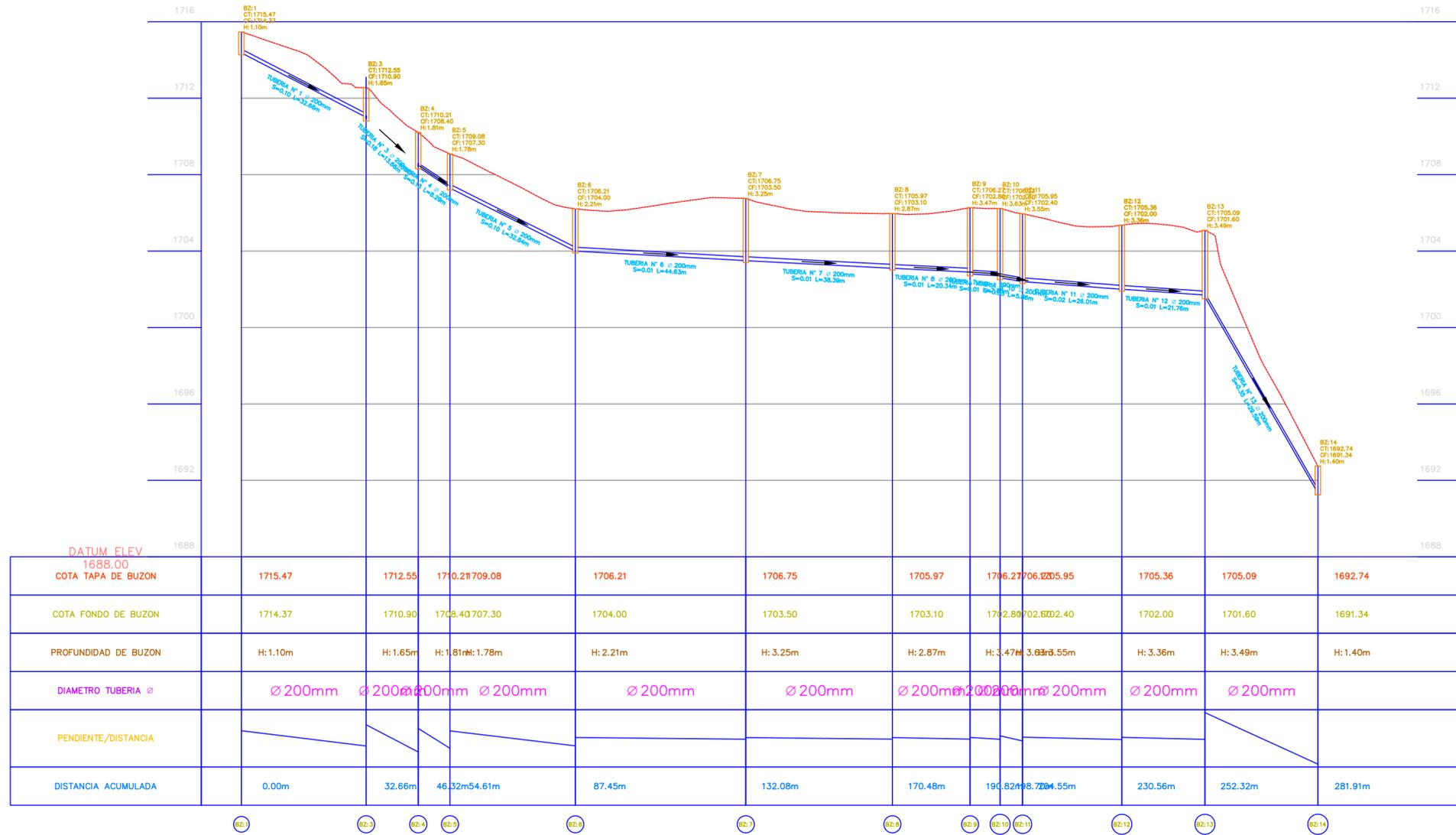
*Plano de Planimetria*  
Escala: 1/2,000

**DETALLE TÍPICO DE CAMA DE APOYO Y RELLENO DE ZANJA**

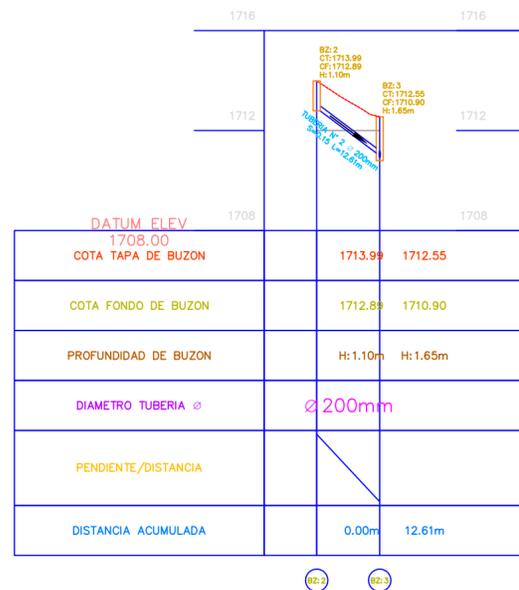


<b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>			
PROYECTISTA:			
PROYECTO: <b>ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD PICHANILLAS</b>	PROVINCIA: AZUAY	CODIGO DE PROYECTO:	#####
	CANTON: GIRON	CODIGO DE ESPECIALIDAD:	ALC-01
	PARROQUIA: ASUNCION	CODIGO DE PLANO:	01
	ESCALA: INDICADA		
	PROF. RESPONSABLE: ING. JOSUE LARRIVA		
	DISEÑO: DIEGO CRIOLLO XAVIER HURTADO		
PLANO DE: <b>PLANTA DE TUBERIAS Y COLECTORES</b>	REVISIÓN: REV. 0	FECHA: ABRIL 2023	PLANO N°: 1de5

PERFIL LONGITUDINAL CALLE\_1  
 ESCALA: H=1:1000 V=1:200



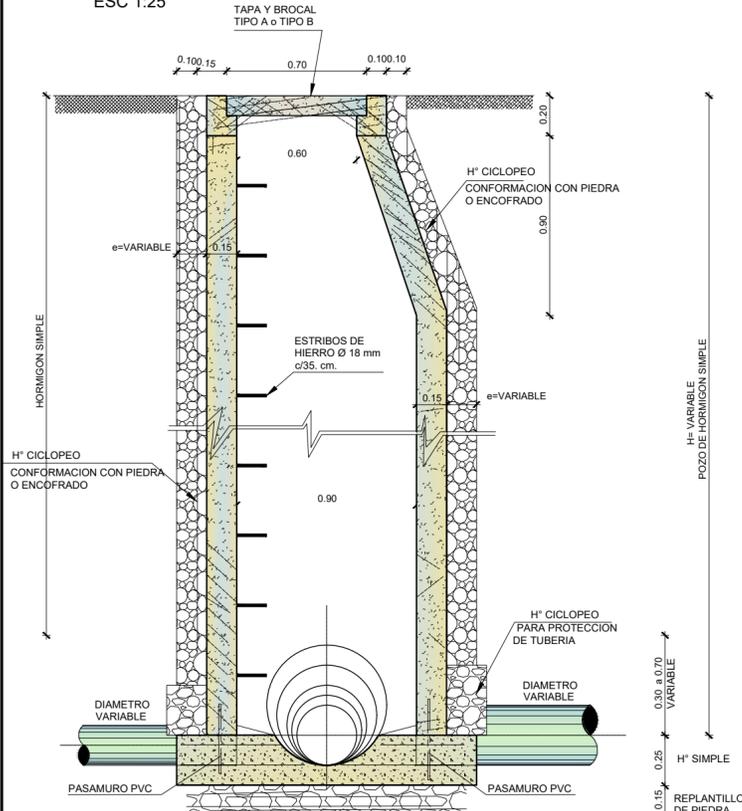
PERFIL LONGITUDINAL CALLE\_2  
 ESCALA: H=1:1000 V=1:200



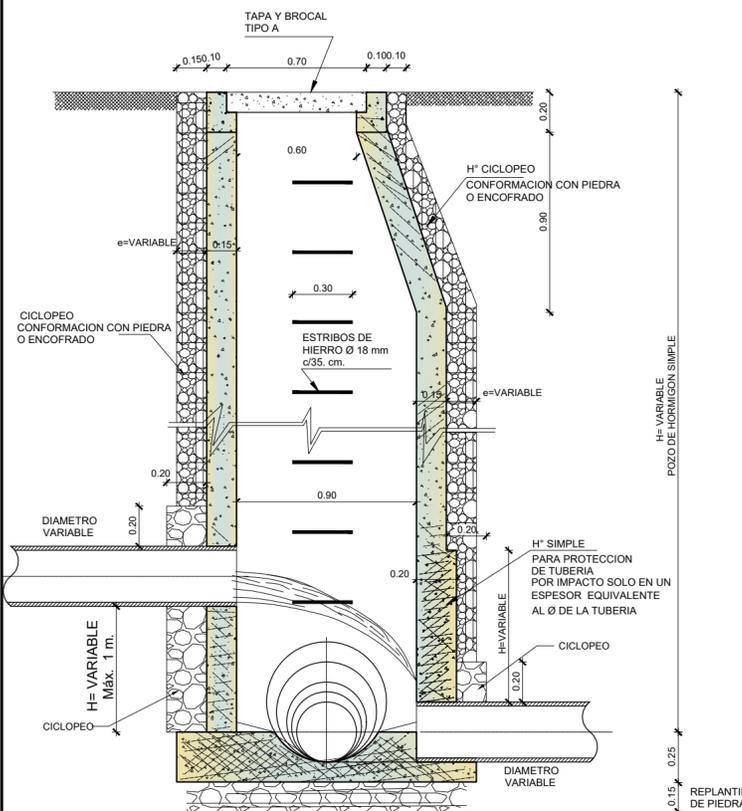
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
PROYECTISTA:		
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD PICHANILLAS	
PROVINCIA:	AZUAY	CODIGO DE PROYECTO:
CANTON:	GIRON	#####
PARROQUIA:	ASUNCION	CODIGO DE ESPECIALIDAD:
ESCALA:	INDICADA	ALC-01
PROF. RESPONSABLE:	ING. JOSUE LARRIVA	CODIGO DE PLANO:
DISEÑO:	DIEGO CRIOLLO XAVIER HURTADO	01
REVISO:	ING. #####	
PLANO DE:	PERFIL DE TUBERIAS Y COLECTORES	PLANO N°:
FECHA:	ABRIL 2023	2de5
REVISION:	REV. 0	

# POZO DE REVISION

ESC 1:25



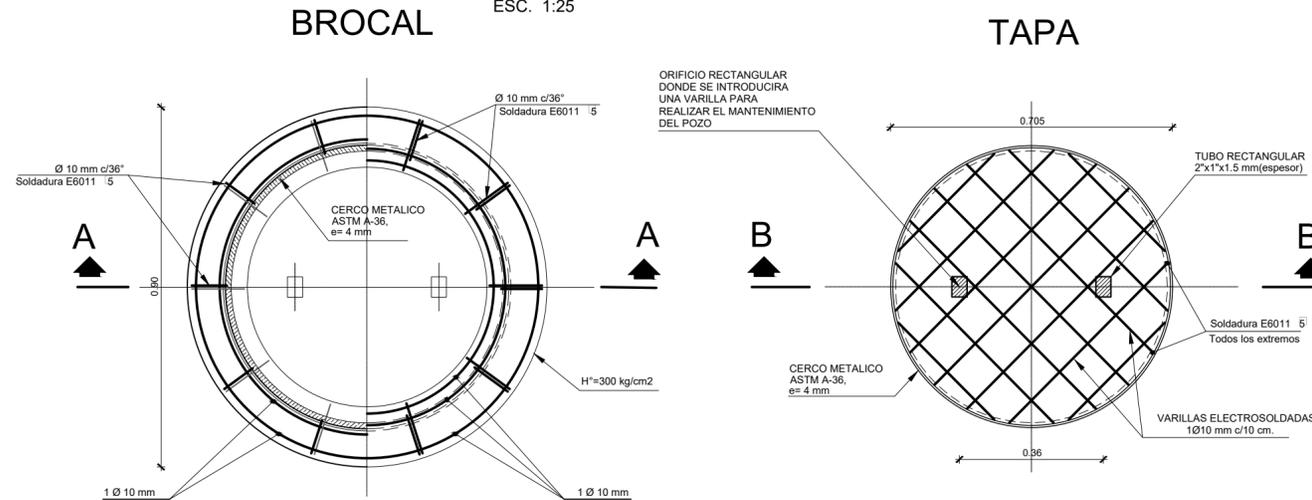
## SECCION TIPO



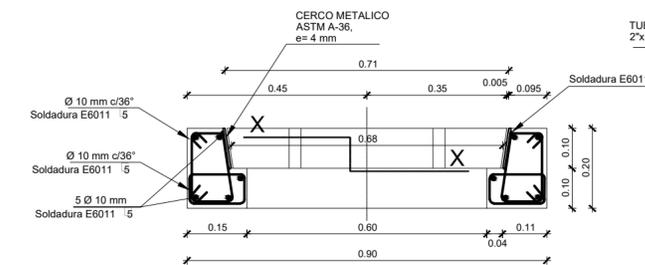
## POZO DE REVISION (SALTO)

# TAPA Y BROCAL TIPO A

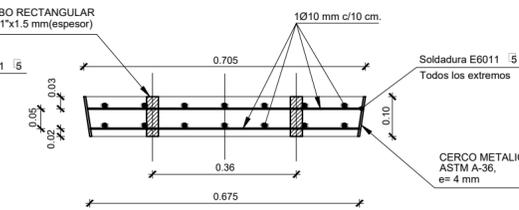
ESC. 1:25



## PLANTA SECCION X-X

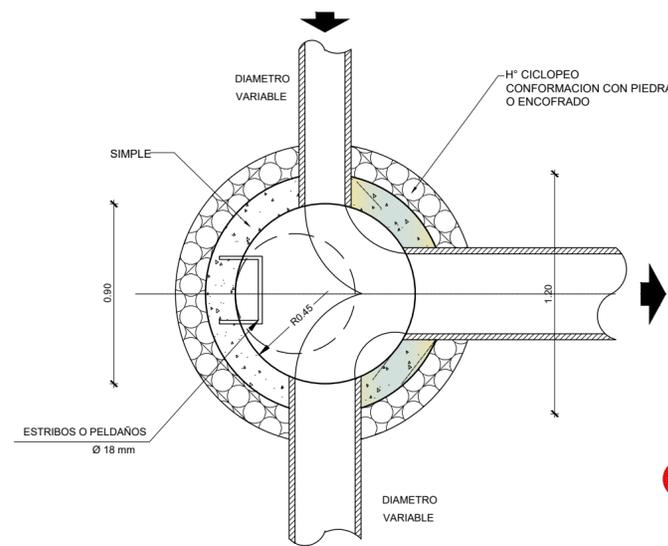


## CORTE A - A



## CORTE B - B

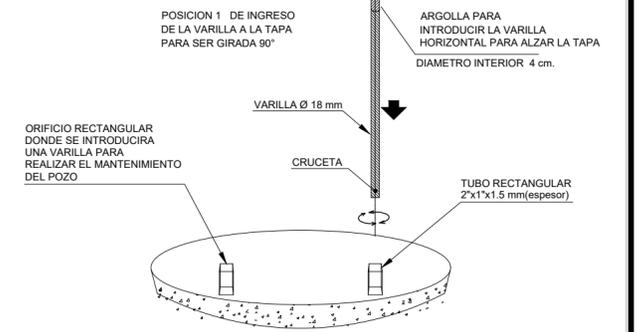
Nota: TODA LA ARMADURA SE SOLDARA EN SUS INTERSECCIONES



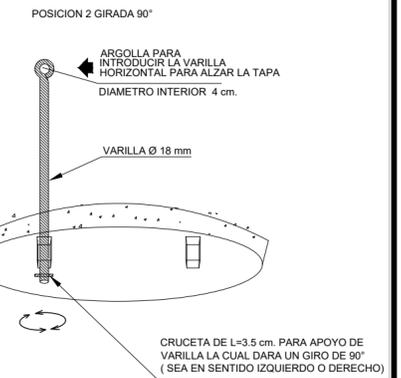
## TIPO DE EMPALME CANALES

# SISTEMA Y ACCESORIOS PARA DESTAPAR LOS POZOS

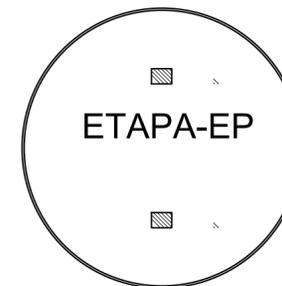
## POSICION 1



## POSICION 2



## NOMENCLATURA EN LA TAPA

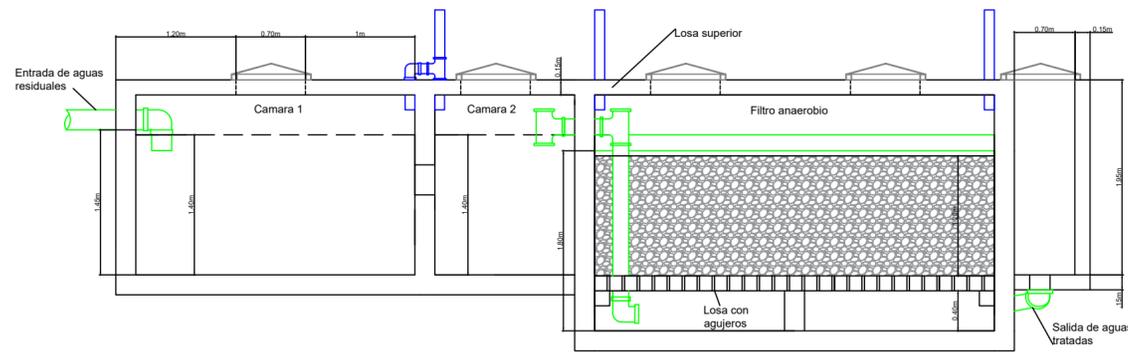


TIPO	AÑO
ALCANTARILLADO	CONSTRUCCION
SAN : ALC. SANITARIO	

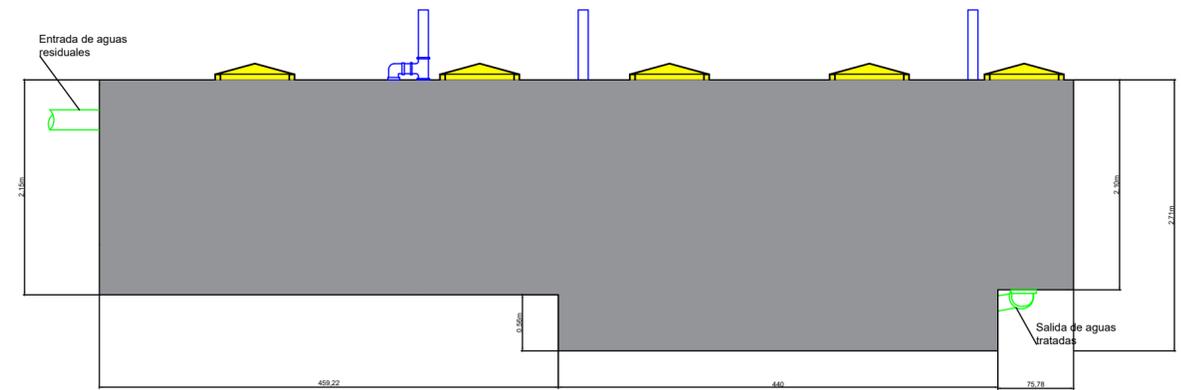
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		
PROYECTISTA:		
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD PICHANILLAS	
PROVINCIA:	AZUAY	CODIGO DE PROYECTO:
CANTON:	GIRON	#####
PARROQUIA:	ASUNCION	CODIGO DE ESPECIALIDAD:
ESCALA:	INDICADA	ALC-01
PROF. RESPONSABLE:	ING. JOSUE LARRIVA	CODIGO DE PLANO:
DISEÑO:	DIEGO CRIOLLO XAVIER HURTADO	01
REVISO:	ING. #####	
PLANO DE:	POZO	PLANO N°:
		3de5
FECHA:	ABRIL 2023	
REVISION:	REV. 0	

POZO

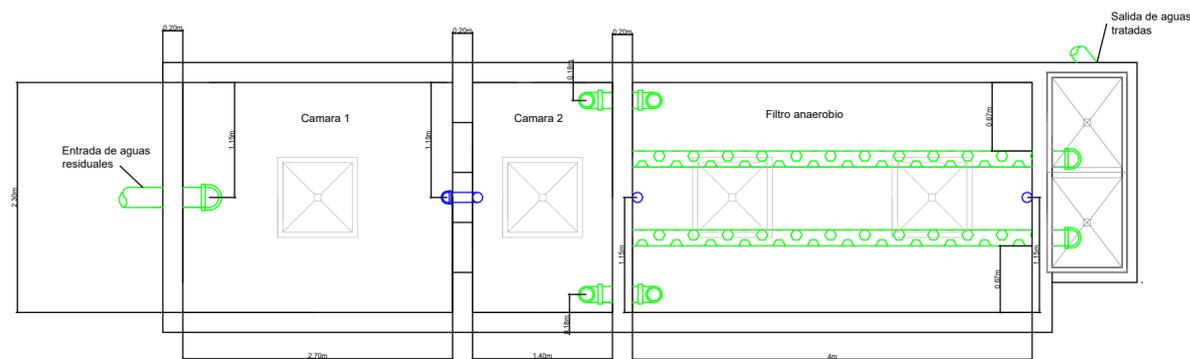
## PLANOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO



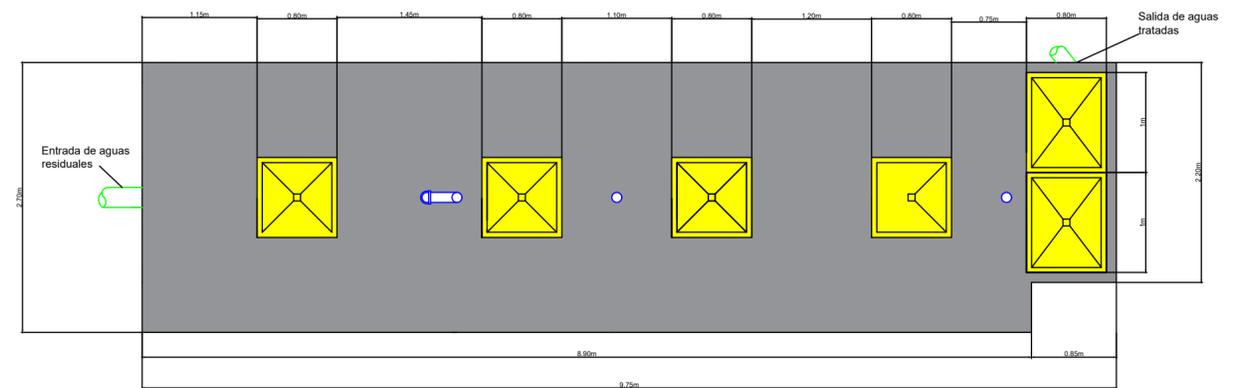
CORTE LONGITUDINAL ESC 1:50



VISTA LATERAL ESC 1:50



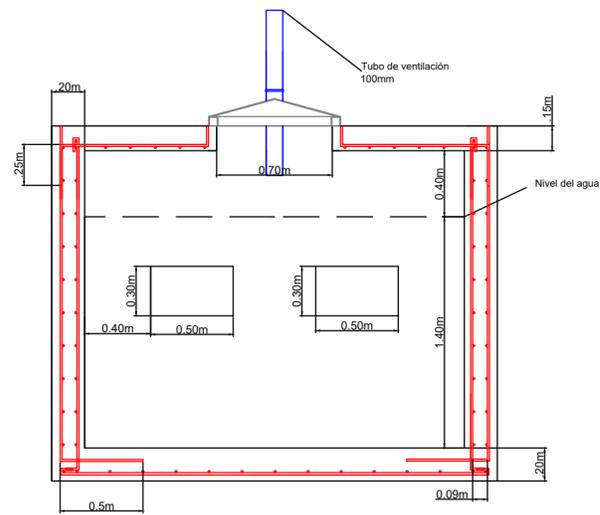
VISTA EN PLANTA ESC 1:50



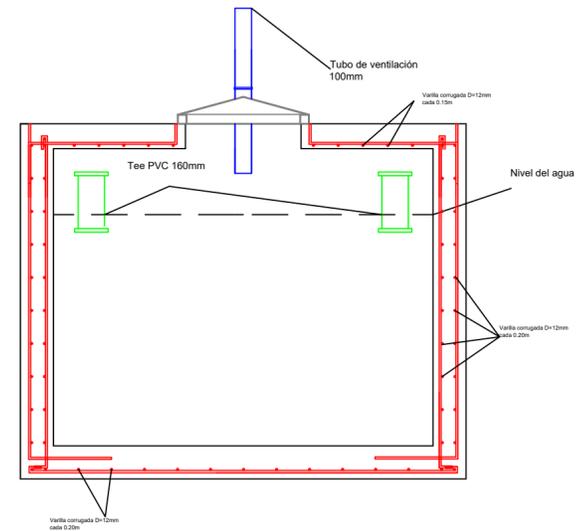
VISTA SUPERIOR ESC 1:50

*Planta de tratamiento detalles*  
Escala: 1/50

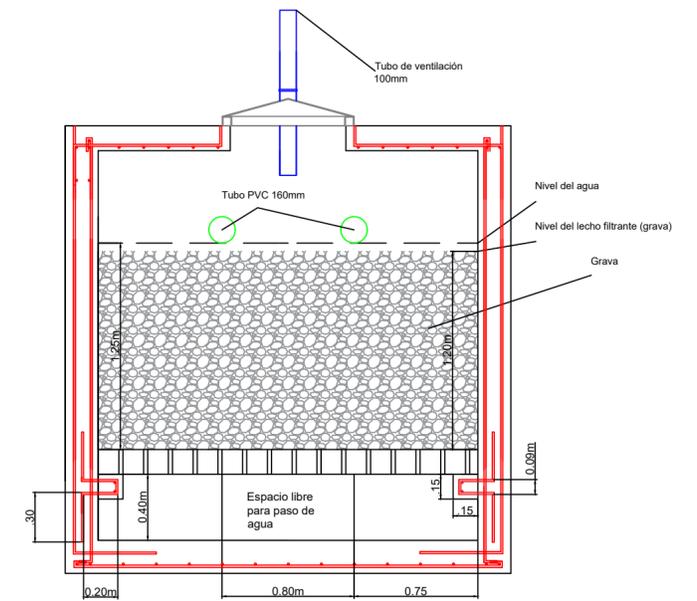
UNIVERSIDAD DEL AZUAY			
PROYECTISTA:			
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD PICHANILLAS	PROVINCIA: AZUAY	CODIGO DE PROYECTO: #####
		CANTON: GIRON	CODIGO DE ESPECIALIDAD: ALC-01
		PARROQUIA: ASUNCION	CODIGO DE PLANO: 01
		ESCALA: INDICADA	
		PROF. RESPONSABLE: ING. JOSUE LARRIVA	
		DISENO: DIEGO CRIOLLO XAVIER HURTADO	
		REVISO: ING. #####	
PLANO DE:	PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA: ABRIL 2023	PLANO N': 4de5
		REVISION: REV.0	



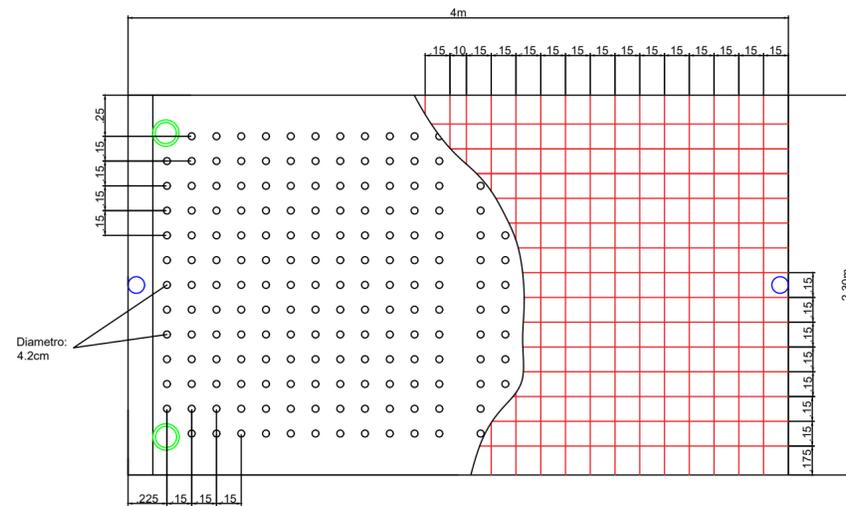
CORTE CAMARA 1 ESC 1:50



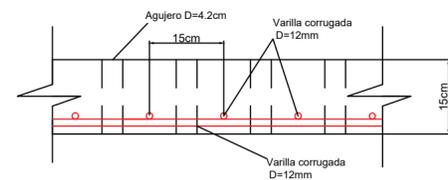
CORTE CAMARA 2 ESC 1:50



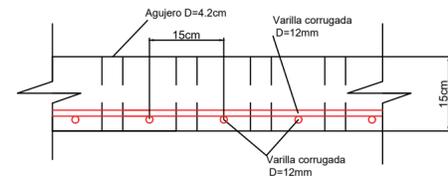
CORTE FILTRO ANAEROBIO ESC 1:50



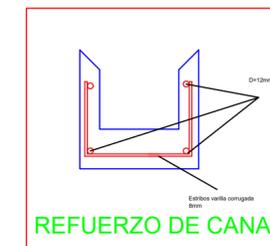
DETALLE LOSA CON AGUJEROS ESC 1:50



CORTE LONGITUDINAL LOSA CON AGUJEROS ESC 1:40



CORTE TRANSVERSAL DE LOSA CON AGUJEROS ESC 1:40



*Planta de tratamiento detalles*  
Escala: 1/30

UNIVERSIDAD DEL AZUAY			
PROYECTISTA:		PROVINCIA:	AZUAY
		CANTON:	GIRON
		PARROQUIA:	ASUNCION
PROYECTO:	ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD PICHANILLAS	ESCALA:	INDICADA
		PROF. RESPONSABLE:	ING. JOSUE LARRIVA
		DISEÑO:	DIEGO CRIOLLO XAVIER HURTADO
		REVISO:	ING. #####
PLANO DE:	PLANTA DE TRATAMIENTO DETALLES	FECHA:	ABRIL 2023
		REVISION:	REV. 0
		CODIGO DE PROYECTO:	#####
		CODIGO DE ESPECIALIDAD:	ALC-01
		CODIGO DE PLANO:	01
		PLANO N°:	5de5

PROYECTO: Alcantarillado Sanitario Comunidad Pichanillas  
 NOMBRE DEL OFERENTE: Diego Criollo, Xavier Hurtado

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS						
	Rubro	Detalle	Und.	Cantidad	Precios	
					Unitario	Total
1		<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
1.1	1	Replanteo y nivelación	ml	280,03	\$ 1,04	\$ 291,23
1.2	2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar 0<H<2 m	m3	302,93	\$ 3,67	\$ 1.111,75
1.3	3	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	1.100,69	\$ 4,68	\$ 5.151,23
1.4	4	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	22,48	\$ 8,16	\$ 183,44
1.5	5	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	81,71	\$ 17,50	\$ 1.429,93
1.6	6	Sum. y colo. de arena para envoltura de tubería	m3	28,55	\$ 23,36	\$ 667,00
1.7	7	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	1.176,49	\$ 5,21	\$ 6.129,51
1.8	8	Relleno compactado con material de mejoramiento al 95%	m3	154,58	\$ 45,79	\$ 7.078,13
1.9	9	Sum + Instalación de tubería PVC 200 mm	ml	280,03	\$ 15,35	\$ 4.298,46
1.10	10	Pozo de revisión h = 1.5 a 2 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	6,00	\$ 458,81	\$ 2.752,86
1.11	11	Pozo de revisión h = 2 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1,00	\$ 545,87	\$ 545,87
1.12	12	Pozo de revisión h = 2.5 a 3 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	1,00	\$ 560,24	\$ 560,24
1.13	13	Pozo de revisión h = 3 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	2,00	\$ 592,48	\$ 1.184,96
1.14	14	Pozo de revisión h = 3.5 a 4 m, incluye encofrado metálico, tapa, cerco y/o brocal, excavacion, cargado y desalojo	un	4,00	\$ 612,23	\$ 2.448,92
1.15	15	Cargado de material manualmente esponjamiento 30%	m3	14,78	\$ 5,10	\$ 75,38
1.16	16	Cargado de material con minicargadora esponjamiento 30%	m3	200,00	\$ 1,69	\$ 338,00
1.17	17	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	214,78	\$ 3,95	\$ 848,37
2		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				
2.1	18	Replanteo y nivelación	m2	28,00	\$ 2,23	\$ 62,44
2.2	19	Desbroce y limpieza del terreno	m2	28,00	\$ 1,02	\$ 28,56
2.3	20	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	38,89	\$ 8,16	\$ 317,34
2.4	21	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	5,47	\$ 17,50	\$ 95,64
2.5	22	Transporte de material hasta 6km	m3	21,03	\$ 3,95	\$ 83,07
2.6	23	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	7,11	\$ 5,21	\$ 37,04
2.7	24	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	25,90	\$ 9,73	\$ 252,01
2.8	25	Encofrado recto en general	m2	97,83	\$ 13,20	\$ 1.291,36
2.9	26	Encofrado y desencofrado de losas	m2	24,03	\$ 13,81	\$ 331,85
2.10	27	Acero de refuerzo en varillas corrugadas (promedio general)	kg	1.974,87	\$ 1,35	\$ 2.666,07
2.12	28	Hormigón simple f'c=210kg/cm2	m3	17,00	\$ 132,04	\$ 2.245,21
2.13	29	Bloque alivianado losa 40x20x10 (provisión/timbrado)	unidad	200,00	\$ 0,64	\$ 128,00
2.14	30	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 100x80 e=2mm	unidad	2,00	\$ 124,67	\$ 249,34
2.15	31	Suministro, instalación y pintura de tapa metálica de tool 80x80 e=2mm	unidad	4,00	\$ 120,89	\$ 483,56
2.16	32	Suministro, instalación de Rejilla Hierro (Según Especificación)	m2	0,30	\$ 7,17	\$ 2,15
2.17	33	Suministro, instalación vertedero (acero inoxidable)	unidad	1,00	\$ 8,54	\$ 8,54
2.18	34	Sum. e instal de tubería PVC E/C de 200mm, 1,00 Mpa.	m	22,30	\$ 19,06	\$ 425,04
2.19	35	Sum. e instal de tubería PVC E/C de 160mm, 1,00 Mpa.	m	4,70	\$ 14,84	\$ 69,75
2.20	36	Suministro, codo PVC 200mm E/C 90grad.	unidad	2,00	\$ 39,72	\$ 79,44
2.21	37	Suministro, codo PVC 160mm E/C 90grad.	unidad	2,00	\$ 14,19	\$ 28,38
2.22	38	Sum + Instal, Tee PVC 160mm E/C-Tipo B.	unidad	4,00	\$ 14,79	\$ 59,16
2.23	39	Sum, Valvula HF D=200 mm	unidad	1,00	\$ 464,10	\$ 464,10
2.24	40	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	2,00	\$ 76,00	\$ 152,00
2.25	41	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	8,00	\$ 7,73	\$ 61,84
2.26	42	Drenes tubería PVC D=200 mm	m	6,00	\$ 19,06	\$ 114,36
2.27	43	Enlucido recto manual con mortero 1:3. incluye impermeabilizante.	m2	101,16	\$ 14,03	\$ 1.419,20
2.28	44	Suministro, colocación Grava (Filtro Anaerobio)	m3	11,04	\$ 23,40	\$ 258,34
2.29	45	Pintura caucho	m2	97,83	\$ 3,20	\$ 313,06
3		<b>LECHO DE SECADO</b>				
3.1	46	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	1,13	\$ 8,16	\$ 9,18
3.2	47	Cargada de material a mano	m3	0,92	\$ 5,10	\$ 4,70
3.4	48	Transporte de material hasta 6km	m3	0,92	\$ 3,95	\$ 3,64
3.5	49	Relleno compactado con material de sitio al 95%	m3	0,33	\$ 5,21	\$ 1,72
3.7	50	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0,92	\$ 132,04	\$ 121,81
3.9	51	Sum, Valvula HF D=160 mm	unidad	1,00	\$ 76,00	\$ 76,00
4		<b>CERRAMIENTO</b>				
4.1	52	Cerramiento de malla galvanizada 50/10 H=2M	m	25,50	\$ 29,52	\$ 752,76
4.2	53	Puerta malla 50/10 tubo 2" (incluye instalacion y pintura)	unidad	3,00	\$ 54,09	\$ 162,27
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 47.954,21</b>
					<b>IVA</b>	<b>5.754,51</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>53.708,72</b>

Cuenca, 01 de mayo de 2023

FECHA

Diego Criollo, Xavier Hurtado

