

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la parroquia  
Santa Fé, Bolívar

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

#### **Ingeniería Civil**

Presentado por:

Angelo Wladimir Haga Moreira

Danny Justin Rosales Herrera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mis abuelitas, a mi hijo, a mis padres que siempre me han inculcado la importancia de los estudios y de la formación profesional.

A mi familia que siempre han sido parte fundamental en mi vida para poder tener esa motivación de seguir adelante y superarme.

**Angelo Wladimir Haga Moreira**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mi abuela, quien me ha cuidado durante todo el periodo universitario en este país.

También lo dedico a mis padres y mi hermana quienes, a pesar de vivir en otro país, han sido mi fuerza para llegar a ser ingeniero y poder darles una mejor vida.

**Danny Justin Rosales Herrera**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud y sabiduría en toda la etapa de mi carrera, a mis padres que me apoyaron para poder culminar esta etapa importante de mi vida.

A mis abuelitas que siempre han sido un pilar importante en mi vida para poder salir adelante.

A mi tutora Msc. Fernanda Mejía que siempre estuvo ahí guiándome en este proyecto y a mi tutor PhD. Eduardo Santos el cual lo considero como un gran profesional de donde aprendí mucho sobre cómo ser un buen ingeniero civil.

A todos mis profesores de la carrera por haberme inculcado todos los conocimientos necesarios para ser un excelente profesional.

A mi compañero de Tesis Danny Rosales que, con su constancia, buen desempeño y compañerismo, se pudo culminar este arduo proyecto.

**Angelo Wladimir Haga Moreira**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud y sabiduría. A mi abuela por apoyarme en toda mi vida estudiantil. Y a mis padres por creer en mí y en el profesional que me quiero convertir.

A mi compañero Angelo Haga por su perseverancia y apoyo que me dio para poder realizar este proyecto.

A los profesores que me guiaron durante esta trayectoria universitaria.

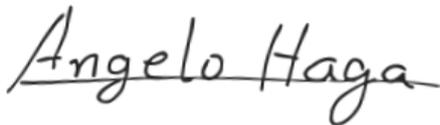
A mi tutora Msc. Fernanda Mejía por su paciencia y sus conocimientos sobre la materia.

Finalmente, a mi novia Camila Viera, quien me ha apoyado para no desistir durante todo el proceso de la carrera.

**Danny Justin Rosales Herrera**

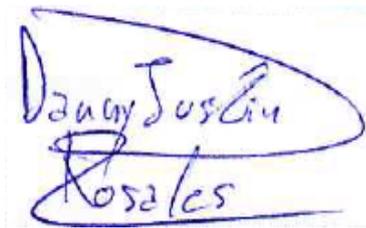
## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Angelo Wladimir Haga Moreira y Danny Justin Rosales Herrera damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Angelo Wladimir Haga Moreira



---

Danny Justin Rosales Herrera

## **EVALUADORES**

---

**PhD. Miguel Chávez Moncayo**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Msc. Fernanda Mejía Peralta**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto busca determinar la factibilidad del diseño de la red de alcantarillado sanitario para la parroquia Santa Fe, cantón Guaranda.

A partir de la topografía obtenida mediante herramientas digitales como Google Earth se trazó la red de alcantarillado sanitario, y se utilizó normativas nacionales, tales como la INEN y la SENAGUA, para el diseño de este sistema.

Mediante dicha bibliografía, se realizaron los cálculos hidráulicos para verificar el cumplimiento de los criterios de diseño, tales como calado máximo, velocidades mínimas y máximas, y tensión tractiva, con tal de garantizar un autolavado del flujo en las tuberías. Además, se realizó el cálculo de la caída del pozo, siguiendo el procedimiento descrito en el libro de López Cualla, y se obtuvo una cantidad de excavación referencial.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el diseño propuesto cuenta con una red de alcantarillado sanitario a gravedad, distribuida en 36 tramos de tubería PVC de 200 mm, los cuales van conectados en 37 pozos de revisión.

**Palabras Clave:** Alcantarillado sanitario, saneamiento, caudal de diseño, aguas residuales, población futura

## **ABSTRACT**

*This project seeks to determine the feasibility of the design of the sanitary sewage system for the Santa Fe parish, Guaranda canton.*

*From the topography obtained through digital tools such as Google Earth, the sanitary sewage system was traced, and national regulations, such as INEN and SENAGUA, were used for the design of this system.*

*Through this bibliography, the hydraulic calculations were made to verify the compliance with the design criteria, such as maximum draft, minimum and maximum speeds, and tractive stress, in order to guarantee self-flushing of the flow in the pipes. In addition, the calculation of the fall of the well was carried out, following the procedure described in the López Cualla's book, and a reference excavation quantity was obtained.*

*From the results obtained, it is concluded that the proposed design has a gravity-fed sanitary sewer network, distributed in 36 sections of 200 mm PVC pipe, which are connected in 37 inspection wells.*

*Keywords: Sanitary sewage, sanitation, design flow, sewage water, future population*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES .....	7
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE IMAGENES.....	XII
CAPÍTULO 1 .....	13
1. Introducción .....	13
1.1 Descripción del problema .....	13
1.2 Justificación del problema.....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos .....	14
1.4 Marco teórico .....	15
1.4.1 Parámetros base para el diseño del sistema de alcantarillado .....	15
1.4.1.1 Periodo de diseño .....	15
1.4.1.2 Población de diseño.....	15
1.4.1.2.1 Método aritmético.....	15
1.4.1.2.2 Método geométrico.....	16
1.4.1.2.3 Método exponencial.....	16
1.4.1.3 Densidad poblacional.....	16
1.4.1.4 Niveles de Servicio .....	17
1.4.1.5 Dotación de agua potable.....	18
1.4.1.6 Coeficiente de retorno.....	18
1.4.1.7 Áreas de aportación.....	18
1.4.1.8 Caudal medio de aguas residuales.....	19
1.4.1.9 Caudal de aguas residuales industriales .....	19

1.4.1.10	Caudal de aguas residuales comerciales.....	20
1.4.1.11	Caudal de aguas residuales institucionales.....	20
1.4.1.12	Caudal medio diario .....	20
1.4.1.13	Caudal máximo horario.....	21
1.4.1.14	Caudal de infiltración .....	22
1.4.1.15	Caudal ilícito o de conexiones erradas .....	22
1.4.1.16	Caudal de diseño.....	23
1.4.2	Otras consideraciones y restricciones del diseño del sistema de alcantarillado sanitario .....	23
1.4.2.1	Velocidad mínima .....	24
1.4.2.2	Velocidad máxima.....	24
1.4.2.3	Pendiente.....	24
1.4.2.3.1	Pendiente mínima.....	24
1.4.2.3.2	Pendiente máxima .....	24
1.4.2.4	Profundidad hidráulica máxima.....	25
1.4.2.5	Fundamentos hidráulicos .....	25
1.4.2.5.1	Velocidad a tubo lleno .....	25
1.4.2.5.2	Caudal a tubo lleno.....	26
1.4.2.5.3	Relaciones hidráulicas.....	26
1.4.2.6	Tensión tractiva .....	27
CAPÍTULO 2	.....	28
2.	Metodología .....	28
2.1	Introducción .....	28
2.2	Visita técnica y laboratorio .....	31
2.3	Población futura y periodo de diseño.....	31
2.3.1	Método aritmético.....	31
2.3.2	Método geométrico.....	32
2.3.3	Método exponencial .....	32
2.4	Dotación y densidad poblacional .....	33
2.4.1	Población futura y dotación .....	33

2.4.2	Densidad poblacional .....	34
2.5	Levantamiento topográfico.....	34
2.6	Estudio del suelo .....	35
2.7	Análisis de alternativas .....	36
2.7.1	Determinación de las consideraciones.....	36
2.7.1.1	Consideraciones sociales .....	36
2.7.1.2	Consideraciones económicas.....	36
2.7.1.3	Consideraciones ambientales .....	37
2.7.1.4	Consideraciones topográficas.....	37
2.7.2	Primera alternativa: Repotenciación y complementación del sistema de alcantarillado .....	37
2.7.3	Segunda alternativa: Diseño nuevo de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a la mayor parte del casco urbano .....	38
2.7.4	Tercera alternativa: Diseño nuevo de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a todo el casco urbano .....	38
2.7.5	Selección de la alternativa óptima.....	39
CAPÍTULO 3.....		41
3.	Diseño y especificaciones.....	41
3.1	Áreas de aportación.....	41
3.2	Periodo de diseño .....	42
3.3	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario .....	42
3.3.1	Área acumulada .....	47
3.3.2	Caudales .....	48
3.3.2.1	Población acumulada.....	48
3.3.2.2	Caudal industrial .....	48
3.3.2.3	Caudal comercial.....	48
3.3.2.4	Caudal institucional.....	48
3.3.2.5	Caudal residual.....	48

3.3.2.6	Caudal máximo horario.....	49
3.3.2.7	Caudal de infiltración.....	49
3.3.2.8	Caudal ilícito o de conexiones erradas.....	49
3.3.2.9	Caudal de diseño.....	50
3.3.3	Pendiente.....	50
3.3.4	Diámetro comercial.....	51
3.3.5	Velocidad a tubería llena.....	51
3.3.6	Caudal a tubería llena.....	51
3.3.7	Tiempo de flujo.....	51
3.3.8	Relaciones hidráulicas.....	52
3.3.9	Calado de diseño.....	53
3.3.10	Velocidad de diseño.....	53
3.3.11	Tensión tractiva.....	53
3.4	Método constructivo del sistema de alcantarillado sanitario.....	54
3.4.1	Cota de terreno.....	54
3.4.2	Profundidad hidráulica.....	54
3.4.3	Número de Froude.....	54
3.4.4	Régimen supercrítico.....	55
3.4.4.1	Entrada de tubería de salida no sumergida.....	56
3.4.4.1.1	Parámetros preliminares.....	56
3.4.4.1.2	Energía específica y altura por pérdidas.....	57
3.4.4.1.3	Caída en el pozo.....	57
3.4.5	Cota de proyecto.....	58
3.4.5.1	Cota invert inicial.....	58
3.4.5.2	Cota invert final.....	59
3.4.6	Profundidad total de excavación.....	59
3.4.7	Ancho de zanja.....	60
3.4.8	Volumen de excavación.....	61

3.4.9	Diseño de pozo de revisión .....	61
CAPÍTULO 4	.....	63
4.	IMPACTO AMBIENTAL .....	63
4.1	INTRODUCCION.....	63
4.2	OBJETIVOS.....	63
4.2.1	OBJETIVO GENERAL .....	63
4.2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	63
4.3	ALCANCE .....	64
4.4	ANALISIS AMBIENTAL .....	65
4.4.1	Medio físico .....	65
4.4.1.1	Relieve.....	65
4.4.1.2	Geomorfología .....	65
4.4.1.3	Altitud .....	65
4.4.1.4	Calidad del Aire .....	66
4.4.1.5	Nivel de Ruido.....	66
4.4.1.6	Hidrología.....	66
4.4.1.7	Calidad de agua.....	67
4.4.1.8	Tipos de suelos.....	67
4.4.1.9	Clima y meteorología.....	67
4.4.2	Medio Biótico.....	68
4.4.2.1	Flora .....	68
4.4.2.2	Fauna.....	68
4.4.3	Medio socioeconómico.....	68
4.4.3.1	Población actual y futura .....	68
4.4.3.2	Actividades productivas y económicas .....	68
4.4.3.3	Salud.....	69
4.5	Información ambiental.....	69
4.6	Actividades del proyecto .....	70
4.6.1	Diseño .....	70

4.6.2	Construcción .....	70
4.6.2.1	Fase inicial para proceso constructivo .....	71
4.6.2.2	Instalación de red de alcantarillado sanitario.....	71
4.6.2.3	Operación y mantenimiento .....	71
4.7	Caracterización de impactos ambientales que se producen durante el proceso constructivo del proyecto .....	71
4.7.1	Impactos que se producen por limpieza y desbroce del sitio .....	71
4.7.2	Impactos que se producen por implantación de campamento in situ .....	72
4.7.3	Impactos que se producen por explotación de material de mejoramiento, excavación desalojo de material de sitio y materiales de construcción. ....	72
4.7.4	Impactos producidos por transporte de material de mejoramiento.....	73
4.7.5	Impactos que se producen por fundición de elementos de hormigón y enlucidos	73
4.8	Caracterización de impactos ambientales que se producen durante la operación y mantenimiento del proyecto .....	74
4.8.1	Impactos que se producen durante el mantenimiento de pozos de revisión.	74
4.9	Valoración de impactos ambientales .....	74
4.10	Medidas de prevención y mitigación durante la ejecución del proyecto.....	85
4.10.1	Análisis general del impacto.....	85
4.10.2	Plan de Prevención y mitigación de impactos (PPM) .....	85
4.10.3	Plan de salud y seguridad ocupacional (PSSO).....	86
4.10.4	Plan de manejo de desechos (PMD).....	88
4.10.5	Plan de monitoreo y seguimiento (PMS) .....	88
4.10.6	Plan de comunicación y capacitación (PCC).....	89
4.10.7	Plan de relaciones comunitarias (PRC).....	89
4.10.8	Plan de cierre de proyecto y entrega de área (PCA).....	89

4.10.9	Plan de Rehabilitación (PR) .....	89
4.11	Medidas de prevención/ mitigación durante la operación y mantenimiento de la obra.....	90
4.11.1	Análisis general de impactos.....	90
4.11.2	Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM) .....	90
4.11.3	Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO).....	90
4.12	Conclusiones y recomendaciones .....	92
4.12.1	Conclusiones.....	92
4.12.2	Recomendaciones.....	92
CAPÍTULO 5.....		93
5.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	93
5.1	Conclusiones .....	93
5.2	Recomendaciones .....	93
BIBLIOGRAFÍA .....		94
6.	Bibliografía .....	94
ANEXOS.....		96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población de la localidad (INEN, 1997).....	17
Tabla 1-2 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio (SENAGUA)..	18
Tabla 1-3 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas (EMAAP-Q, 2009)	18
Tabla 1-4 – Contribución Industrial (EMAAP-Q, 2009) .....	19
Tabla 1-5 Contribución comercial (EMAAP-Q, 2009).....	20
Tabla 1-6 Contribución institucional mínima (EMAAP-Q, 2009) .....	20
Tabla 1-7 Aportes por caudal de infiltración (EMAAP-Q, 2009).....	22
Tabla 1-8 Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial (EMAAP-Q, 2009).....	22
Tabla 1-9 Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial (EMAAP-Q, 2009) .....	23
Tabla 1-10 Relaciones hidráulicas con n constante (Elaboración propia, 2022).....	27
Tabla 2-1 Criterios de evaluación (Elaboración propia, 2022) .....	29
Tabla 2-2 Profundidades de muestra de suelo (Elaboración propia, 2022) .....	31
Tabla 2-3 Análisis de la primera alternativa (Elaboración propia, 2022) .....	39
Tabla 2-4 Análisis de la segunda alternativa (Elaboración propia, 2022) .....	39
Tabla 2-5 Análisis de la tercera alternativa (Elaboración propia, 2022) .....	39
Tabla 2-6 Calificaciones promedio de alternativas (Elaboración propia, 2022) .....	40
Tabla 3-1 Tramos de la red de alcantarillado (Elaboración propia, 2022).....	46
Tabla 3-2 Pendientes tramo 4 (Elaboración propia, 2022).....	50
Tabla 3-3 Cotas de terreno tramo N° 4 (Elaboración propia, 2022) .....	54
Tabla 3-4 Coeficiente K en pozos de unión con caída (Lopez Cualla, 2003).....	57
Tabla 3-5 Parámetros para cotas invert (Elaboración propia, 2022).....	58
Tabla 3-6 Anchos de zanja (Plastigama, 2019) .....	60
Tabla 3-7 Distancias máximas para pozos de revisión (Aldás, 2011).....	62
Tabla 3-8 Diámetros para pozos de revisión (Aldás, 2011) .....	62
Tabla 4-1 Pendientes (Elaboración propia, 2022).....	65
Tabla 4-2 Uso del suelo por área (Elaboración propia, 2022).....	67
Tabla 4-3 Valor de los indicadores del método CRI (Elaboración propia, 2022).....	76

Tabla 4-4 Significancia del impacto en VIA.....	77
Tabla 4-5 Intensidad de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	77
Tabla 4-6 Extensión de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	79
Tabla 4-7 Duración de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	80
Tabla 4-8 Carácter de impacto de factores ambientales (Elaboración propia, 2022).	81
Tabla 4-9 Riesgos de factores ambientales (Elaboración propia, 2022).....	82
Tabla 4-10 Reversibilidad de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	83
Tabla 4-11 Magnitud de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	84
Tabla 4-12 VIA de factores ambientales (Elaboración propia, 2022) .....	85
Tabla 4-13 Plan de prevención y mitigación de impactos (Elaboración propia, 2022)	86
Tabla 4-14 Plan de seguridad y salud ocupacional (Elaboración propia, 2022) .....	88
Tabla 4-15 Medidas de prevención y mitigación de impactos (Elaboración propia, 2022) .....	90
Tabla 4-16 Plan de seguridad y salud ocupacional (Elaboración propia, 2022) .....	91

## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1-1 Tubería con sección parcialmente llena (CEPIS, 2005).....	27
Imagen 2-1 – Propuestas de alternativas .....	30
Imagen 3-1 Áreas de aportación para red de alcantarillado sanitario de Santa Fé (Elaboración propia, 2022).....	41
Imagen 4-1 Ubicación de Santa Fé (Google Earth, 2022) .....	64
Imagen 4-2 Hidrología de la parroquia Santa Fé .....	66
Imagen 4-3 Consulta de Actividades Ambientales.....	70

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua limpia y el saneamiento de la misma debe ser un recurso indispensable para cualquier país del mundo, como lo especifica el ODS #6 “Agua Limpia y Saneamiento”. También muestra datos destacables como que 3 de cada 10 personas carecen de agua potable segura y 6 de cada 10 no cuentan con instalaciones de saneamiento seguras, provocando que al menos 892 millones de personas tienen que defecar al aire libre.

En el territorio ecuatoriano, con respecto al cumplimiento del ODS #6, se tiene que en 2016 el 70,1% de la población cuenta con agua de calidad, cercana, suficiente y de instalaciones mejoradas, mientras que el 85,9% de la población tiene saneamiento a nivel básico. No obstante, no hay datos específicos de saneamiento seguro debido a que no hay información sobre el tratamiento que se le otorga a las aguas residuales, dejando un gran vacío en los datos mostrados.

En la provincia de Bolívar, considerada como una población rural, se considera que únicamente el 36,4% de la población cuenta con agua segura, saneamiento básico e insumos para el lavado de manos, provocando que haya una elevada tasa de enfermedades por agua contaminada y, por ende, la población está disminuyendo conforme pasa el tiempo.

### 1.1 Descripción del problema

La parroquia Santa Fé, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Guaranda de la provincia de Bolívar, cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario construido en 1892, el cual sufre colapsos periódicamente debido a que el tiempo de su vida útil ha finalizado.

### 1.2 Justificación del problema

En la actualidad, la parroquia de Santa Fé cuenta con un sistema de alcantarillado intermitente debido a la culminación de su vida útil, provocando que los habitantes tengan que utilizar pozos sépticos y letrinas cuando éste es interrumpido, produciendo malos olores y contaminación que atenta contra la salud de los residentes, y contaminación a las quebradas del río Guaranda cuando este sistema está en funcionamiento.

El propósito de este proyecto conlleva al diseño de una red de alcantarillado sanitario en la parroquia Santa Fé, el cual restablezca el manejo de las aguas residuales y saneamiento, para dar una mejor calidad de vida a las personas que habitan en esta localidad.

Los beneficios sociales del proyecto están encaminados a ayudar a las autoridades del G.A.D. de Guaranda en la búsqueda de posibles propuestas de solución para este problema de saneamiento del agua que se está presentando en la parroquia de Santa Fé.

Entre los beneficios metodológicos del proyecto se refleja la implementación de un diseño del saneamiento de agua residual de la población en mención, reduciendo las enfermedades por contaminación del agua y del medio ambiente. Además, contribuirá al desarrollo del ODS #6 “Agua Limpia y Saneamiento”.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una red de alcantarillado sanitario ubicada en la parroquia de Santa Fé en el cantón Guaranda de la Provincia de Bolívar, mediante el dimensionamiento hidráulico de las redes de tuberías que transporten las aguas residuales.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recolectar la información preliminar referente al proyecto para la obtención de parámetros de diseño y requerimientos de la normativa vigente.
- Procesar la información topográfica proporcionada por el GADM Guaranda.
- Obtener muestras de suelo en distintos puntos para el análisis del tipo de suelo mediante pruebas de laboratorio.
- Diseñar las redes de alcantarillado sanitario, mediante cálculos hidráulicos, a partir de referencias bibliográficas y lineamientos establecidos en la normativa vigente.
- Realizar un estudio de impacto ambiental del proyecto.
- Elaborar memoria técnica, planos de implantación y perfiles, análisis de precios unitarios y presupuesto; de la alternativa de diseño más idónea.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Parámetros base para el diseño del sistema de alcantarillado

En un proyecto de sistema de alcantarillado sanitario de una población, es necesario la determinación de los parámetros base para el diseño como lo son la población a la que se va a proyectar el diseño, la densidad poblacional, el periodo de retorno junto con la determinación de su coeficiente y la dotación y suministro de agua potable para la obtención del caudal de agua con el que se va a diseñar dicho sistema (Aldás, 2011).

#### 1.4.1.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño es el intervalo de tiempo en el que la obra o proyecto realizado mantiene su eficiencia al 100%. Este parámetro se determina en función de la tasa de crecimiento poblacional, los proyectos de desarrollo y la capacidad económica de la comunidad (Bravo & Solis, 2018).

#### 1.4.1.2 Población de diseño

La población de diseño es el número de habitantes, de un lugar en específico, que se proyecta al final de un periodo de diseño, la cual debe ser estimada combinando variables demográficas, sociales, económicas y tasas urbanas y regionales (Martinez, 2011).

Los métodos de estimación de la población de diseño más conocidos son los siguientes:

##### 1.4.1.2.1 Método aritmético

Este método se representa con un crecimiento poblacional constante, es decir, la variación de la población con respecto al tiempo es constante e independiente de la cantidad de años a los que se quiera realizar el diseño (Lara A. , 2014). Se realiza el cálculo con la ecuación ( 1-1):

$$P_f = P_a * [1 + r * (t_2 - t_1)] \quad ( 1-1)$$

Donde:

$P_f$  = Población futura o proyectada (habitantes)

$P_a$  = Población actual (habitantes)

$t_1$  = Tiempo de censo actual (años)

$t_2 =$  *Tiempo de censo próximo (años)*

$r =$  *Tasa de crecimiento de la población*

#### **1.4.1.2.2 Método geométrico**

Este método se representa con una tasa de incremento proporcional a la población, es decir, la población incrementa proporcionalmente en cada lapso de tiempo. Este es el método más utilizado (Castillo & Hidalgo, 2006). Se realiza el cálculo con la ecuación ( 1-2):

$$P_f = P_0 * (1 + r)^n \quad ( 1-2)$$

Donde:

$P_f =$  *Población futura o proyectada (habitantes)*

$P_0 =$  *Población presente (habitantes)*

$r =$  *Tasa de crecimiento geométrico (%)*

$n =$  *Periodo de diseño (años)*

#### **1.4.1.2.3 Método exponencial**

Este método representa un crecimiento continuo de la población, sin importar el lapso de tiempo (Aguaguña, 2022). Se realiza el cálculo con la ecuación ( 1-3):

$$P_f = P_0 * e^{r*n} \quad ( 1-3)$$

Donde:

$P_f =$  *Población futura o proyectada (habitantes)*

$P_0 =$  *Población presente (habitantes)*

$r =$  *Tasa de crecimiento poblacional (%)*

$n =$  *Periodo de diseño (años)*

#### **1.4.1.3 Densidad poblacional**

La densidad poblacional hace referencia a la cantidad de habitantes que se encuentran en un área territorial, indicando la concentración de personas que habitan en un territorio (Molina, 2011).

$$D_p = \frac{P_f}{A} \quad (1-4)$$

Donde:

$D_p$  = Densidad poblacional (habitantes/Ha)

$P_f$  = Población futura o proyectada (habitantes)

$A$  = Área de la población (Ha)

#### 1.4.1.4 Niveles de Servicio

El nivel de servicio se determina a partir de la cantidad de habitantes que hay en una comunidad, además de la disponibilidad de recursos financieros con la que cuentan y, tanto el abastecimiento de agua como el sistema que utilicen para depositar sus excretas (INEN, 1997). Para esto se utilizará la Tabla 1-1:

No. de habitantes	Nivel de Servicio	Sistema	Descripción
0-250	Ia	AP DE	Grifos públicos Vehículos repartidores
251-500	Ib	AP DE	Letrinas sin arrastre de agua Grifos públicos y unidades de agua Letrinas sin arrastre de agua
501-2500	IIa	AP DE	Conexiones domiciliarias, 1 grifo por casa Letrinas con o sin arrastre de agua
>2500	IIb	AP DRL	Conexiones domiciliarias, más de 1 grifo por casa Alcantarillado Sanitario
AP: Sistema de abastecimiento de agua potable DE: Sistema de disposición de excretas DRL: Sistema de disposición de residuos líquidos			

**Tabla 1-1 Niveles de servicio potencialmente apropiados según la población de la localidad (INEN, 1997)**

#### **1.4.1.5 Dotación de agua potable**

La dotación es la cantidad de agua potable que se le asigna a una población para satisfacer sus necesidades en un día medio anual. Este dato viene dado por el tipo de población a la que se va a abastecer (rural o urbana), el clima, las costumbres y el uso que se le va a dar al agua (SENAGUA). Para la determinación de la dotación es necesario el uso de la Tabla 1-2:

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Clima frío (l/hab*día)</b>	<b>Clima cálido (l/hab*día)</b>
la	25	30
lb	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

**Tabla 1-2 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio (SENAGUA)**

#### **1.4.1.6 Coeficiente de retorno**

El coeficiente de retorno hace referencia a un porcentaje del agua de uso doméstico que se desfoga como aguas servidas al sistema de alcantarillado. Este valor adimensional se considerará constante durante todo el periodo de diseño (EMAAP-Q, 2009). Este valor obedece la Tabla 1-3:

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Coeficientes de retorno</b>
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio alto y alto	0,8 – 0,85

**Tabla 1-3 Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas (EMAAP-Q, 2009)**

#### **1.4.1.7 Áreas de aportación**

Las áreas de aportación son las zonas adyacentes a la línea de tubería o colector propuesto en el diseño, además de un área adicional a la periferia de la topografía, según las características del sector (INEN, 1997).

#### **1.4.1.8 Caudal medio de aguas residuales**

Este caudal corresponde a las aguas de uso doméstico, más conocido como caudal medio, y este parámetro es necesario para realizar el cálculo del caudal máximo diario y caudal máximo horario, además de contribuir al dimensionamiento de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y otras obras relacionadas (Gavilánez & Pillajo, 2010). Para el cálculo se utiliza la ecuación ( 1-5):

$$Q_m = \frac{P_f * D}{86400} * C_r \quad ( 1-5)$$

Donde:

$Q_m$  = Caudal medio (l/s)

$P_f$  = Población futura (habitantes)

$D$  = Dotación (l/habitantes/día)

$C_r$  = Coeficiente de retorno

#### **1.4.1.9 Caudal de aguas residuales industriales**

Este aporte de agua residual depende de la cantidad de industrias que se encuentren en el lugar de estudio y el tamaño de ellas. Además, también se debe considerar la cantidad de desechos industriales que extraen de sus fábricas y con qué grado de contaminación arriban al sistema de alcantarillado sanitario, por esto es que hay que realizar una estimación para las condiciones iniciales y finales del sistema según los planes de desarrollo industrial previstos (EMAAP-Q, 2009). Para la estimación del aporte de este tipo de caudal se tiene que tomar como referencia la Tabla 1-4 – Contribución Industrial Tabla 1-4.

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

**Tabla 1-4 – Contribución Industrial (EMAAP-Q, 2009)**

#### 1.4.1.10 Caudal de aguas residuales comerciales

Este tipo de caudal hace referencia a los comercios y tiendas del lugar, para el cual se tiene que presentar un consumo detallado por persona para establecer el valor de dicho parámetro (EMAAP-Q, 2009). Para zonas mixtas comerciales y residenciales se puede hacer una estimación con la Tabla 1-5, la cual indica un valor de contribución comercial que, junto con el área de aportación, se determina este caudal.

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	CONTRIBUCIÓN COMERCIAL (l/s/ha)
Cualquiera	0.4-0.5

Tabla 1-5 Contribución comercial (EMAAP-Q, 2009)

#### 1.4.1.11 Caudal de aguas residuales institucionales

Para la estimación de este tipo de caudal se procede de la misma manera que con el caudal comercial, viene dado por un registro de consumo y depende del tipo y el tamaño de la institución que se esté analizando, de las cuales pueden ser escuelas, colegios, universidades, hospitales, etc (EMAAP-Q, 2009). La Tabla 1-6 muestra la contribución que se puede aplicar para la estimación de dicho caudal.

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	CONTRIBUCIÓN INSTITUCIONAL MÍNIMA (l/s/ha)
Cualquiera	0.4-0.5

Tabla 1-6 Contribución institucional mínima (EMAAP-Q, 2009)

#### 1.4.1.12 Caudal medio diario

Para un tramo de tubería entre 2 pozos de inspección con un área de aportación determinada, el caudal medio diario de aguas residuales viene dado por la suma de los caudales doméstico, industrial, comercial, institucional del área de análisis (EMAAP-Q, 2009).

$$Q_{md} = Q_d + Q_{ind} + Q_c + Q_{inst} \quad (1-6)$$

Donde:

$Q_{md}$  = Caudal medio diario (l/s)

$Q_d$  = Caudal doméstico (l/s)

$Q_{ind}$  = Caudal industrial (l/s)

$Q_c$  = Caudal comercial (l/s)

$Q_{inst}$  = Caudal institucional (l/s)

#### **1.4.1.13 Caudal máximo horario**

Este caudal refleja la cantidad de agua consumida por los habitantes de una zona de estudio durante la hora de máximo consumo en un día cualquiera del año (INEN, 1997). Este caudal viene dado por el caudal medio diario modificado por un coeficiente de mayoración o coeficiente de flujo máximo, como se muestra en la ecuación ( 1-7):

$$Q_{mh} = K * Q_m \quad ( 1-7)$$

Donde:

$Q_{mh}$  = Caudal máximo horario (l/s)

$Q_m$  = Caudal medio diario (l/s)

$K$  = Coeficiente de flujo máximo

Los coeficientes de flujo máximo más usuales son los mencionados en las ecuaciones ( 1-8), ( 1-9) y ( 1-10) (CEPIS, 2005):

Coeficiente de Harmon

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad ( 1-8)$$

Coeficiente de Babbitt

$$K = \frac{5}{P^{0.2}} \quad ( 1-9)$$

Coeficiente de Flores

$$K = \frac{7}{P^{0.1}} \quad ( 1-10)$$

Donde:

P: Población en miles de habitantes.

#### **1.4.1.14 Caudal de infiltración**

Este tipo de caudal viene dado por la intrusión de aguas al subsuelo a través de paredes, conexiones de tuberías o conexiones rotas y otras estructuras en el sistema de alcantarillado, como drenajes, cajas de penetración, pozos de inspección, etc.

La cantidad de agua que penetra se determina teniendo en cuenta las características del sitio, tales como: altura del nivel freático sobre el fondo del colector, permeabilidad del suelo, precipitación, condición de las aguas residuales, material, dimensiones, etc.

La capacidad del suelo para resistir un sismo también contribuye al nivel de aportación por infiltraciones (EMAAP-Q, 2009). Debido a que no se cuenta con datos específicos de todos los parámetros mencionados, se toma referencia de la Tabla 1-7 para determinar el grado de aportación de este caudal:

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

**Tabla 1-7 Aportes por caudal de infiltración (EMAAP-Q, 2009)**

#### **1.4.1.15 Caudal ilícito o de conexiones erradas**

Este tipo de caudal representa los gastos de agua que no son aguas residuales puras, como agua de lluvia proveniente de malas conexiones en caída de techos y patios, aguas de riego y lavado. Este tipo de caudal demanda un registro de caudales efluentes en áreas características, sin embargo, si no se dispone de información, recomendamos utilizar la Tabla 1-8 o Tabla 1-9:

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s-ha)
Bajo y medio	0.2-2
Medio alto y alto	0.1-1

**Tabla 1-8 Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial (EMAAP-Q, 2009)**

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (l/s/ha)
Bajo y medio	4-20
Medio alto y alto	2-20

**Tabla 1-9 Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial (EMAAP-Q, 2009)**

Cabe recalcar que se toma en cuenta la Tabla 1-8 cuando existe un sistema de alcantarillado pluvial o se tiene previsto construirlo, pero en el caso que no se tenga este sistema, se debe utilizar la Tabla 1-9.

Es necesario la construcción de un sistema pluvial, además de disminuir este tipo de caudal para el diseño, para disminuir la contaminación de las aguas que van a llegar a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y no saturarla.

#### **1.4.1.16 Caudal de diseño**

El caudal de diseño para la red de aguas servidas o residuales se representa con la ecuación ( 1-11) (INEN, 1997):

$$Q_a = Q_{max.h} + Q_{tnf} + Q_{ilic} \quad (1-11)$$

Donde:

$Q_a$  = Caudal de diseño (l/s)

$Q_{max.h}$  = Caudal de maximo horario (l/s)

$Q_{tnf}$  = Caudal de infiltración (l/s)

$Q_{ilic}$  = Caudal ilícito (l/s)

#### **1.4.2 Otras consideraciones y restricciones del diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

Una vez obtenido el caudal de diseño por cada tramo de tubería de la red de alcantarillado sanitario, es necesario considerar algunas limitaciones de diseño, las cuales van a garantizar la vida útil de los accesorios de este sistema y el correcto funcionamiento hidráulico de la misma.

### **1.4.2.1 Velocidad mínima**

Cuando las aguas residuales fluyen durante un periodo de tiempo largo a bajas velocidades, los sólidos pueden quedar estancados en las tuberías, por lo tanto, es necesario que al momento de realizar el diseño de la red de alcantarillado se cumpla con las siguientes condiciones:

1. Verificar que la velocidad de diseño del colector sea  $V_{\text{diseño}} > 0.60$  m/s, con tal de garantizar las velocidades bajas durante periodos muy cortos de tiempo.
2. Verificar que el parámetro de esfuerzo cortante medio del colector sea  $\tau_{\text{diseño}} > 1$  N/m<sup>2</sup>, asegurando que se produzca la autolimpieza del flujo.

Por otra parte, para sistemas de alcantarillado simplificados y más aún en zonas rurales, la velocidad mínima se puede establecer hasta un valor de 0.45 m/s, pero manteniendo la segunda limitación antes mencionada (EMAAP-Q, 2009).

### **1.4.2.2 Velocidad máxima**

Este parámetro depende del tipo de material que se le va a dar a la tubería ya que se debe evitar la abrasión de la misma, sin embargo, el límite permisible al que puede llegar la velocidad sin tomar en cuenta el material es de 5 m/s (Lopez Cualla, 2003). Por otra parte, el constructor deberá ser asesorado por el fabricante para corroborar las velocidades máximas que puede resistir esta tubería sin perder vida útil.

### **1.4.2.3 Pendiente**

#### **1.4.2.3.1 Pendiente mínima**

La pendiente mínima se determina garantizando la autolimpieza del flujo y el control de gases adecuados como se expuso en las limitaciones del apartado 1.4.2.1.

#### **1.4.2.3.2 Pendiente máxima**

De la misma manera, se determina al garantizar que cumpla con el límite permisible de velocidad máxima, como se expuso en el apartado 1.4.2.2.

#### **1.4.2.4 Profundidad hidráulica máxima**

La profundidad hidráulica máxima tiene un límite permisible del 85% del diámetro interno de la tubería, ya que así se asegura que haya una aireación adecuada del flujo de aguas residuales (EMAAP-Q, 2009).

#### **1.4.2.5 Fundamentos hidráulicos**

Como se ha venido anunciando en los apartados anteriores, es necesario que se cumpla la condición de autolimpieza para evitar el depósito de cualquier sustancia sedimentable en las tuberías.

Para el diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad, y por facilidad de cálculo, se debe considerar un flujo uniforme y permanente en las tuberías con tal de que el caudal y la velocidad de diseño se mantengan constantes en una longitud determinada (CEPIS, 2005). Se deben corroborar los siguientes parámetros con tal de cumplir lo antes descrito:

##### **1.4.2.5.1 Velocidad a tubo lleno**

Se debe realizar el cálculo de la velocidad considerando que la tubería esté completamente llena de flujo (CEPIS, 2005). A partir de la ecuación de Manning ( 1-12):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad ( 1-12)$$

Donde:

V: Velocidad a tubería llena (m/s)

n: Número de Manning

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

En el caso que no se tenga el radio hidráulico, se puede asumir que ( 1-13):

$$R \approx \frac{D}{4} \quad ( 1-13)$$

Entonces la ecuación ( 1-12) quedaría de la siguiente manera ( 1-14):

$$V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad ( 1-14)$$

Donde:

V: Velocidad a tubería llena (m/s)

n: Número de Manning

D: Diámetro interno (m)

S: Pendiente (m/m)

#### 1.4.2.5.2 Caudal a tubo lleno

Para el caudal se debe realizar la misma metodología que en el apartado 1.4.2.5.1, por lo tanto, sabiendo que el caudal se define por ( 1-15):

$$Q = V * A \quad ( 1-15)$$

Donde:

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

V: Velocidad (m/s)

A: Área (m<sup>2</sup>)

Entonces, el caudal a tubo lleno viene dado por la ecuación ( 1-16) (CEPIS, 2005):

$$Q = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad ( 1-16)$$

Donde:

Q: Caudal a tubería llena (l/s)

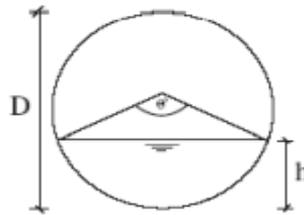
n: Número de Manning

D: Diámetro interno (m)

S: Pendiente (m/m)

#### 1.4.2.5.3 Relaciones hidráulicas

A partir de los parámetros de velocidad y caudal a tubo lleno se deben establecer las relaciones hidráulicas con tal de obtener los valores de los parámetros para tuberías con sección parcialmente llena (CEPIS, 2005).



**Imagen 1-1 Tubería con sección parcialmente llena (CEPIS, 2005)**

Ítem	q/Q	v/V	d/D	teta
1	0.000001	0.019224	0.001	7.249
2	0.000005	0.030507	0.002	10.253
3	0.000011	0.039963	0.003	12.559
4	0.000021	0.048396	0.004	14.504
5	0.000034	0.056141	0.005	16.219
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
996	1.027061	1.027502	0.996	345.496
997	1.023480	1.023765	0.997	347.441
998	1.019191	1.019346	0.998	349.747
999	1.013562	1.013616	0.999	352.751
1000	1.000000	1.000000	1.000	360.000

**Tabla 1-10 Relaciones hidráulicas con n constante (Elaboración propia, 2022)**

#### 1.4.2.6 Tensión tractiva

La tensión tractiva, en términos de fuerza, representa la fuerza tangencial por unidad de área mojada que ejercen las aguas residuales en un colector y en el material depositado, es decir, es la capacidad que tiene un flujo para mover partículas que se encuentran en las paredes de un canal (EMAAP-Q, 2009).

Para obtener este parámetro se tiene la ecuación ( 1-17):

$$\tau = S \cdot \gamma \cdot \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \cdot \sin \theta}{2\pi \cdot \theta} \right) \quad ( 1-17)$$

Donde:

$\tau$ : Tensión tractiva (Pa)

S: Pendiente (m/m)

$\gamma$ : Peso específico del líquido (N/m<sup>3</sup>)

D: Diámetro interior de tubería (m)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Introducción

Este capítulo se va a dividir en tres fases, las cuales se van a describir a continuación:

#### **FASE I: ANÁLISIS PRELIMINAR**

En la fase I se procederá con la evaluación de la zona de estudio, con tal de determinar las condiciones en las que se encuentra tanto el sistema de alcantarillado existente como la población del lugar. Además, se realizará la recopilación de información básica del sitio en el que se va a realizar el proyecto.

Se toma contacto con el cliente, en este caso con el abogado Oswaldo González Tejada, para dar inicio con la visita técnica de la parroquia de Santa Fé, cantón Guaranda, con tal de presentarse ante las autoridades del lugar de estudio y solicitar la información base. Cabe recalcar que ni la comunidad a estudiar ni el GAD Municipal de Guaranda cuenta con la topografía del lugar, por lo que se solicita la realización de este estudio con tal de obtener esta información necesaria e indispensable para la realización del proyecto de grado. Además, se solicitó otros datos como el clima, el uso que le dan al agua y la cantidad de habitantes.

Por otra parte, se volvió a realizar otra visita técnica días posteriores con el fin de obtener muestras de suelo, para las cuales se solicitó ayuda a los trabajadores del GAD Municipal de Guaranda. Estas muestras fueron llevadas a las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), con el objetivo de realizar los ensayos de laboratorio pertinentes para obtener la caracterización del suelo del lugar de estudio.

Con los datos proporcionados por el cliente y la información obtenida de los ensayos de laboratorio, se concluyó con la obtención de datos bases para comenzar con el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

#### **FASE II: DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y RESTRICCIONES**

Mediante el análisis de la problemática que tiene actualmente la parroquia de Santa Fé, se han definido tres alternativas de diseño bajo importantes parámetros, tales como: económico, social, ambiental y topográfico.

Los criterios se evaluarán bajo la métrica cualitativa de la Tabla 2-1:

Muy beneficiosa	Beneficiosa	Parcialmente beneficiosa	Desfavorable	Muy desfavorable
5	4	3	2	1

**Tabla 2-1 Criterios de evaluación (Elaboración propia, 2022)**

### **Análisis económico, social y ambiental**

Santa Fé es una parroquia de bajos recursos y, debido al poco presupuesto que recibe a través del municipio de Guaranda, esta comunidad no dispone de una red de alcantarillado que cumpla con las normas y requerimientos para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona. Actualmente el GAD de Guaranda está priorizando estudios de sostenibilidad para el desarrollo urbano de las parroquias aledañas al cantón, entre ellas se encuentra Santa Fé, buscando mejorar la calidad de los servicios básicos que deben recibir las personas que residen en estos lugares.

El abastecimiento del agua en la zona es de poca cobertura, según la INEC 2010 la dotación de agua en la zona rural es del 19.8% y en la zona urbana es del 99%, y el porcentaje del agua sin tratamiento en la parroquia es del 69%.

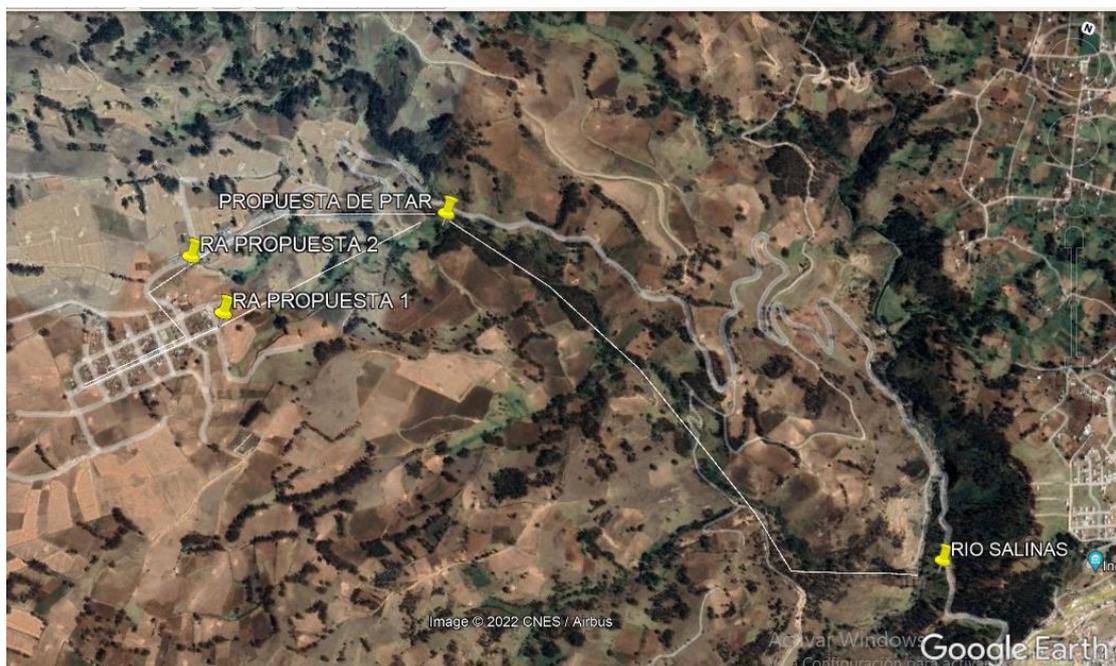
Por otra parte, se conoce que el servicio de alcantarillado que hay en la zona es mixto (sanitario y pluvial). Esta red funciona a través de una red de tuberías de concreto, por las cuales se vierten aguas que no tienen ningún tipo de tratamiento y son descargadas a cielo abierto, provocando una grave contaminación, la cual es un problema que debe solucionarse. La INEC en el 2010 indicó que la cobertura del servicio de alcantarillado en la zona rural es del 37% y en la zona urbana es del 80%, mientras que las casas que no se encuentran conectadas a la red de alcantarillado mixto es del 73%.

Debido a lo datos descritos nuestro proyecto propone tres alternativas de diseño.

1. Repotenciación y complementación del sistema de alcantarillado.
2. Diseño nuevo y total de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a la cabecera parroquial.
3. Diseño nuevo y total de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a la cabecera parroquial y a la zona rural.

Para el análisis de cada alternativa se hicieron varias visitas a la zona de estudio, para verificar los posibles puntos donde se va a realizar la disposición final de las aguas residuales. Tomando en cuenta las descargas de las aguas servidas de la red de alcantarillado actual, estas se realizan al oeste de la parroquia, a través de una quebrada menor que desemboca al río Salinas. Estas descargas se realizan a cielo abierto, las cuales producen contaminación tanto del suelo como del recurso hídrico.

En la Imagen 2-1 se indican la propuesta de la posición de la futura planta de tratamiento de aguas residuales y a su vez dos propuestas de las redes de alcantarillado sanitario.



**Imagen 2-1 – Propuestas de alternativas (Google earth, 2022)**

### **FASE III: DISEÑO FINAL**

A partir de la topografía entregada por el cliente, el GAD de Guaranda y la información base referente a la parroquia de Santa Fé, se escoge la alternativa más óptima y se procede a realizar la elaboración de los planos de diseño y los cálculos para el diseño del sistema de alcantarillado de esta población. Dicho esto, se realizarán las especificaciones técnicas, las cuales van acorde a los planos y cálculos de diseño, para la futura construcción de esta obra sanitaria, junto con un presupuesto referencial y el impacto ambiental que ocasionará esta propuesta al ecosistema de esta comuna.

## 2.2 Visita técnica y laboratorio

Según la Fase I: Análisis preliminar, se solicitó toda la información base necesaria que disponía tanto el GAD municipal de Guaranda como la parroquia de Santa Fé y la realización de la topografía, con tal de poder definir las alternativas de diseño. Además, se obtuvo muestras de suelo en diferentes puntos de la zona de estudio, para realizar los ensayos de laboratorio en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y obtener la caracterización del suelo, las cuales se extrajeron de la siguiente manera:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Profundidad 1	0.0 m	0.0 m	0.0 m
Profundidad 2	0.5 m	0.5 m	0.5 m
Profundidad 3	1.0 m	1.0 m	1.0 m
Profundidad 4	1.5 m	1.5 m	1.5 m
Profundidad 5	2.0 m	2.0 m	2.0 m

**Tabla 2-2 Profundidades de muestra de suelo (Elaboración propia, 2022)**

## 2.3 Población futura y periodo de diseño

Para la proyección de la población o población futura que se va a tener cuenta en el diseño final, se toma en cuenta la cantidad de habitantes del censo de 2014 y se proyectará para un periodo de diseño de 20 años. Cabe recalcar que es el único censo nacional que indica información sobre la parroquia de Santa Fé, por lo tanto, es necesario la proyección de los habitantes de la parroquia para obtener el dato de la población actual en 2022, y posterior a esto realizar una segunda estimación con tal de obtener la población futura para el periodo de diseño mencionado. Para el cálculo de la población futura se utilizó las ecuaciones ( 1-1), ( 1-2) y ( 1-3) mencionadas en el apartado 1.4.1.2, como se describe a continuación:

### 2.3.1 Método aritmético

#### Primera estimación

Donde:

$$P_a = 706 \text{ habitantes}$$

$$r = 1\%$$

$$t_1 = 2014$$

$$t_2 = 2022$$

$$P_f = 706 * [1 + 0.01 * (2022 - 2014)]$$

$$P_f = 762 \text{ habitantes}$$

### 2.3.2 Método geométrico

#### Primera estimación

Donde:

$$P_a = 706 \text{ habitantes}$$

$$r = 1\%$$

$$n = 8 \text{ años}$$

$$P_f = 706 * (1 + 0.01)^8$$

$$P_f = 764 \text{ habitantes}$$

#### Segunda estimación

Donde:

$$P_a = 764 \text{ habitantes}$$

$$r = 1\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$P_f = 764 * (1 + 0.01)^{20}$$

$$P_f = 932 \text{ habitantes}$$

### 2.3.3 Método exponencial

#### Primera estimación

Donde:

$$P_a = 706 \text{ habitantes}$$

$$r = 1\%$$

$$t_1 = 2014$$

$$t_2 = 2022$$

$$P_f = P_a * e^{0.01*(2022-2014)}$$

$$P_f = 765 \text{ habitantes}$$

En este caso, como la parroquia de Santa Fé es una zona rural, a pesar de que se realizó los tres cálculos para la primera estimación, solo se considera el método geométrico quedando un valor de 764 habitantes, por lo tanto, se utiliza el mismo método para la estimación de la población futura con un periodo de retorno de 20 años desde el año en curso, arrojando una población de diseño de 932 habitantes.

## **2.4 Dotación y densidad poblacional**

### **2.4.1 Población futura y dotación**

En el apartado 2.3 se estimó cual será nuestra población de diseño, la cual se estimó a partir del método geométrico reflejando un valor de 932 habitantes como población futura. Una vez obtenido esto, se precede a seleccionar el nivel de servicio pertinente para la parroquia de Santa Fé, cantón Guaranda, para lo cual es necesario las siguientes variables:

- Cantidad de habitantes en el lugar de estudio.
- Descripción del servicio que se quiere proveer.

Tomando en cuenta la primera consideración, según la primera estimación realizada, es de 764 habitantes, se consideraría un nivel de servicio IIa, y al realizar la segunda estimación, dándole un valor de 20 años al periodo de diseño, se considera una población futura de 932 habitantes, dejando el mismo nivel de servicio ya que se mantiene en el mismo rango de número de habitantes, sin embargo, teniendo en cuenta el alcance de este proyecto, el cual conlleva al diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, se determina que el nivel de servicio óptimo para esta comunidad es IIb.

Por lo tanto, se utiliza la Tabla 1-2 para la determinación del consumo de esta población, siendo este de 75 l/hab\*día, según la (SENAGUA).

### 2.4.2 Densidad poblacional

Para el cálculo de la densidad poblacional se utilizó la población futura ya calculada en el apartado 2.3, junto con el área de aportación, la cual se obtiene de la topografía realizada. Por lo tanto, a partir de la ecuación ( 1-4) se obtiene:

Donde:

$$P_f = 932 \text{ habitantes}$$

$$A = 8.803 \text{ ha}$$

$$D_p = \frac{932}{8.803}$$

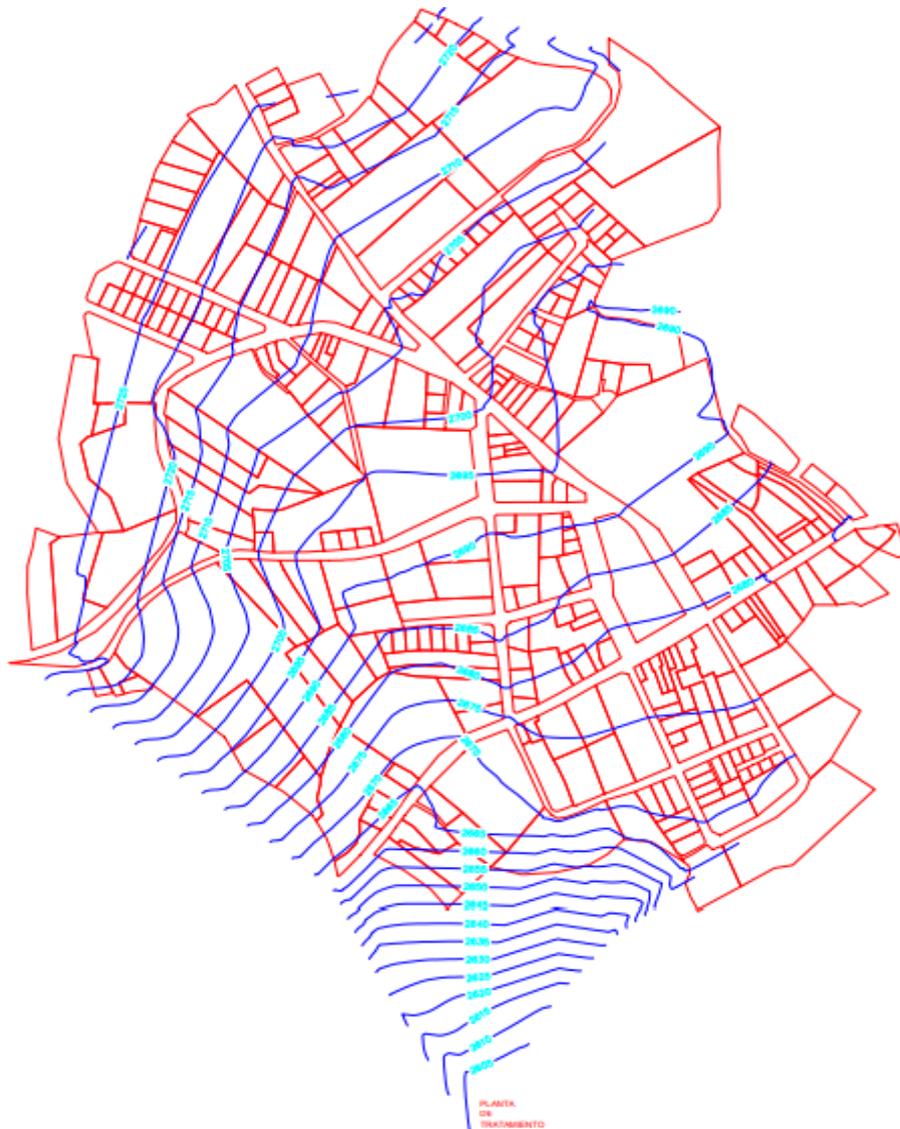
$$D_p = 105.87 \text{ Habitantes/Ha}$$

### 2.5 Levantamiento topográfico

Para la realización de la topografía, se solicitó ayuda al personal técnico de Obras Públicas del GAD Municipal de Guaranda para lo cual se tomó contacto con el ing. Galo Patín, Director de Obras Públicas del GAD Municipal de Guaranda, quien asignó al ing. Fredy Pujos, Técnico de Topografía del GAD Municipal de Guaranda, para realizar el trabajo solicitado.

Esta información se entregó después de 1 mes de haberla solicitado debido a que el GAD Municipal de Guaranda no cuenta con el personal suficiente para la realización de más de un trabajo topográfico a la vez y al estado de paro que sufrió el país durante 2 semanas, aproximadamente.

Posterior a la realización de la topografía, el Ing. Fredy Pujos, Técnico de Topografía del GAD Municipal de Guaranda, realizó y entregó un archivo de extensión .dwg, el cual se puede abrir con el programa Autocad, siendo de mayor utilidad para la realización directa del diseño. En la Imagen 2-2 se presenta una vista en planta del archivo entregado:



**Imagen 2-2 Topografía Santa Fé (GAD Municipal de Guaranda, 2022)**

## **2.6 Estudio del suelo**

Para la extracción de las muestras de suelo, se solicitó ayuda al ing. Galo Patín, Director de Obras Públicas del GAD Municipal de Guaranda, para que asigne a 1 chofer y 2 trabajadores con pico y pala para realizar calicatas manuales, las cuales se realizaron en tres diferentes puntos en las profundidades 0.00, 0.50, 1.00, 1.50 y 2.00m.

Se observó que en las tres primeras profundidades (0.00, 0.50 y 1.00 m), el material extraído era oscuro y humedecido, como la tierra de cultivo, mientras que en las 2 últimas profundidades (1.50 y 2.00 m), el material observado era de color anaranjado y seco, de lo cual se percató al tocarlo que tenía mayor dureza.

El tipo de suelo que hay en la zona de estudio es limoso-arcilloso, por lo tanto, se prevé que se va a necesitar material de mejoramiento de cascajo grueso para colocar tanto en las bases de los pozos de inspección como en las bases de las tuberías.

## **2.7 Análisis de alternativas**

### **2.7.1 Determinación de las consideraciones**

Para la selección de la alternativa óptima para el sistema de alcantarillado sanitario se analizaron las siguientes consideraciones:

#### **2.7.1.1 Consideraciones sociales**

Las consideraciones sociales implican a los habitantes de la parroquia Santa Fé, tanto en su participación en la obra, como la manera en que les afecta el proyecto en cuestión de su salud ya que tiene en cuenta la disminución de enfermedades por la toma de agua y, por lo tanto, la mejora de su calidad de vida.

La primera consideración de este tipo toma en cuenta lo siguiente:

- a) Interrupción del tráfico vehicular por rompimiento de calle
- b) Riesgo de accidentes con peatones por uso inapropiado de maquinaria.

La segunda consideración de este tipo toma en cuenta lo siguiente:

- a) Percepción de malos olores.
- b) Presencia de insectos y plagas.
- c) Presencia de bacterias y virus.

La tercera consideración de este tipo toma en cuenta lo siguiente:

- a) Cantidad de habitantes con sistema de alcantarillado sanitario.

#### **2.7.1.2 Consideraciones económicas**

Las consideraciones económicas hacen referencia al presupuesto que se debe presentar al entregar el proyecto de construcción para su realización. Este presupuesto debe considerar lo siguiente:

- a) Costos de materiales
- b) Costos de equipos y maquinarias
- c) Costos de mano de obra
- d) Gastos administrativos

e) Gastos operativos

Adicional, el presupuesto debe llevar un cronograma de construcción, el cual sirve para llevar un buen control del avance de la obra.

### **2.7.1.3 Consideraciones ambientales**

Las propuestas que se mostrarán a continuación reflejan el diseño de un sistema que recolecte las aguas servidas y, únicamente, se dejará establecido la posible ubicación de la planta de tratamiento de agua potable ya que por falta de tiempo no se puede realizar el diseño de la misma. Esta obra dará un gran avance en la calidad de vida de los pobladores, sin embargo, toda obra de ingeniería civil produce cierto grado de afectación de manera directa o indirecta al medio ambiente, como pueden ser los siguientes factores:

- a) Destrucción de la flora debido a excavaciones y desalojo de material.
- b) Destrucción del hábitat de la fauna.
- c) Riesgo de exfiltración e infiltración en acuíferos.
- d) Generación de polvo al realizar excavaciones y movimientos de tierra.
- e) Generación de malos olores.
- f) Generación de ruido debido al uso de las diferentes maquinarias.

### **2.7.1.4 Consideraciones topográficas**

En todas las alternativas de diseño se verificará la topografía para saber las pendientes que va a tener el colector principal ya que, a mayor pendiente, mayor velocidad lo cual reflejaría daños en las tuberías por corrosión.

## **2.7.2 Primera alternativa: Repotenciación y complementación del sistema de alcantarillado**

En la parroquia de Santa Fé, Bolívar, se cuenta con un sistema de alcantarillado obsoleto, es decir, ya ha cumplido su vida útil, por lo que la primera propuesta a considerar es de una repotenciación y complementación del mismo sistema de alcantarillado. Para la realización de esta propuesta es necesario los planos de dicho sistema, por lo que se le solicitó tanto al presidente de la parroquia como al GAD Municipal de Guaranda para lo que se negó la existencia de dichos planos, dejando

a esta alternativa como muy desfavorable debido a que habría que realizar un estudio preliminar para saber por dónde circula el colector principal y los ramales. Cabe recalcar que no toda la población de dicha comunidad cuenta con sistema de alcantarillado lo que dificulta aún más la realización de esta propuesta ya que habría que conectar tuberías antiguas con nuevas provocando discordia entre las familias que van a tener alcantarillado nuevo y las que van a tener alcantarillado repotenciado.

### **2.7.3 Segunda alternativa: Diseño nuevo de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a la mayor parte del casco urbano**

La segunda alternativa conlleva realizar un diseño totalmente nuevo de la red de alcantarillado sanitario, en la cual, el colector principal pasaría por la calle Miguel Calero, siendo esta la calle principal de la parroquia Santa Fé, dando servicio a todo el casco urbano de la misma. Luego de que el colector principal llegue al final de la calle, éste seguirá en línea recta hacia la quebrada más cercana, pasando por gran parte de zona de vegetación, causando gran impacto ambiental, para llegar hasta la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) y, posterior a esto, desembocaría en el río Salinas.

Cabe recalcar que se dejará planteada la localización más apropiada para la PTAR, pero no se realizará el cálculo de la misma debido a que no se encuentra en el alcance del proyecto ya que no se cuenta con el tiempo necesario para la realización de esto.

### **2.7.4 Tercera alternativa: Diseño nuevo de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a todo el casco urbano**

La tercera alternativa presenta la realización de un nuevo diseño de la red de alcantarillado sanitario, en la cual, el colector principal pasaría por la calle Simón Bolívar hasta la intersección con la calle Manuel Badillo, donde se realizaría un desvío hacia esta última para poder dar servicio a todo al casco urbano que reside en esta comunidad. Al terminar la loma donde están construidas las últimas casas de la parroquia, se volvería a tomar un desvío que vaya hacia la quebrada más

cercana, pasando primeramente por la planta de tratamiento de agua residual (PTAR), y ésta a su vez, desembocaría en el río Salinas.

Cabe recalcar que se dejará planteada la localización más apropiada para la PTAR, pero no se realizará el cálculo de la misma debido a que no se encuentra en el alcance del proyecto ya que no se cuenta con el tiempo necesario para la realización de esto.

### 2.7.5 Selección de la alternativa óptima

Para la definición de la alternativa óptima se considerará la Tabla 2-1, en la cual se presentó una métrica cualitativa, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 2-3, Tabla 2-4 y Tabla 2-5:

Aspecto social	Aspecto económico	Aspecto ambiental	Aspecto topográfico
3	2	2	1

**Tabla 2-3 Análisis de la primera alternativa (Elaboración propia, 2022)**

Aspecto social	Aspecto económico	Aspecto ambiental	Aspecto topográfico
3	3	3	3

**Tabla 2-4 Análisis de la segunda alternativa (Elaboración propia, 2022)**

Aspecto social	Aspecto económico	Aspecto ambiental	Aspecto topográfico
4	3	4	4

**Tabla 2-5 Análisis de la tercera alternativa (Elaboración propia, 2022)**

Primeramente, ante la Tabla 2-3, se tiene una calificación promedio de 2 puntos dejando a esta alternativa como desfavorable. Esto se debe a que no se cuenta con los planos del alcantarillado existente, por lo cual, habría que realizar aperturas en todas las calles para saber el estado en el que se encuentra cada segmento de esta línea, provocando un mayor presupuesto necesario para la realización de este

proyecto y mayor contaminación en el ambiente, causando molestias a toda la población y una disminución en la calificación de todos los aspectos.

Por otra parte, analizando la Tabla 2-4, se tiene que, al pasar gran parte de la línea del colector principal por una zona de vegetación, desde el final de la calle Miguel Calero hasta la posible localización de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) y posterior a esto hasta la quebrada que desemboca en el río Salinas, provoca una disminución en el aspecto ambiental. Por otra parte, se tiene una calificación parcialmente favorable para el aspecto topográfico, debido a que al revisar la pendiente que hay justo en el tramo mencionado, se tiene que es de un 15%, siendo esta muy pronunciada pudiendo provocar mayor desgaste en las tuberías y, por ende, posibles fracturas. Además, para esta propuesta no se considera a los habitantes que residen en la entrada de esta parroquia, por lo que el aspecto social no se considera favorable. Por último, cabe recalcar que el GAD Municipal de Guaranda, quien es el que provee del presupuesto a las diferentes parroquias del cantón, no cuenta con grandes cantidades de dinero para la realización de proyectos tan grandes, lo que hace disminuir el aspecto económico. Por último, se realiza la calificación de la tercera propuesta, donde se pueden ver los resultados en la Tabla 2-5, quedando en posición favorable los aspectos sociales, ambientales y topográficos debido a que para esta propuesta se consideraría toda la población del casco urbano pasando la línea del colector principal por las calles mencionadas en el apartado 2.7.4, provocando un menor impacto ambiental ya que pasa por un tramo pequeño de zona de vegetación, y la pendiente promedio de esta línea es aproximadamente del 12%. Para el aspecto económico se tiene la misma situación que el análisis de la segunda alternativa.

Ante lo expuesto, las calificaciones mostradas en la Tabla 2-6:

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2	3	3.75

**Tabla 2-6 Calificaciones promedio de alternativas (Elaboración propia, 2022)**

Por lo tanto, la alternativa más óptima siguiendo las restricciones mencionadas en el punto 2.7 – Determinación de consideraciones, y la tabla 2.6 – Calificaciones promedio de alternativas, es la propuesta 3.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES

### 3.1 Áreas de aportación

Previo a la realización del diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la propuesta óptima para la parroquia Santa Fé, Bolívar, se debe determinar tanto el área de aportación total como el área de aportación por tramo, es decir, entre pozos de inspección. Para esto, es necesario revisar la topografía entregada por el GAD Municipal de Guaranda, la cual se encuentra incompleta, por lo que se procedió a realizar una exportación de puntos con la ayuda de la herramienta Google Earth y se obtuvo las siguientes áreas de aportación:

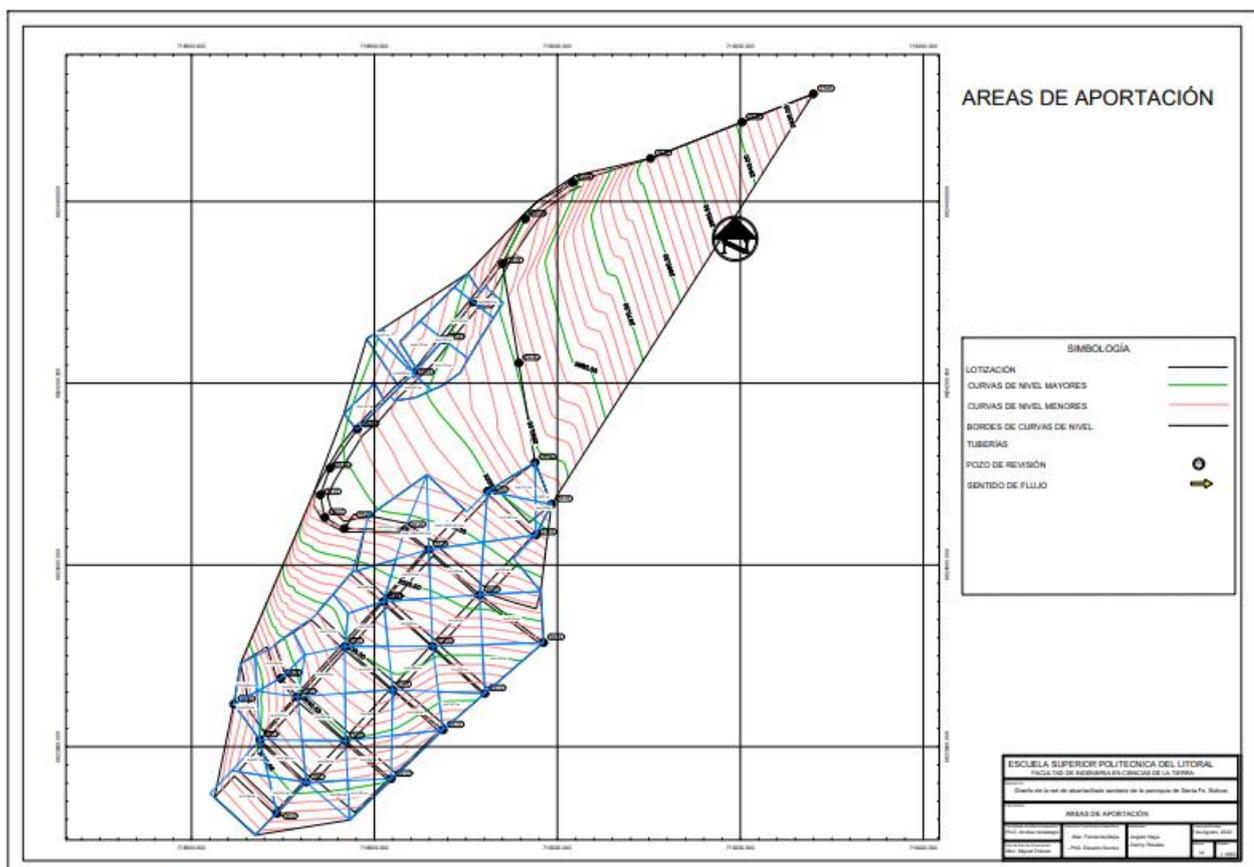


Imagen 3-1 Áreas de aportación para red de alcantarillado sanitario de Santa Fé  
(Elaboración propia, 2022)

A partir de la Imagen 3-1, se conocen las áreas de aportación establecidas y se determina que el área total es de 8.803 Ha, la cual comprende todo el casco urbano, incluso las pocas casas ubicadas a la entrada de la parroquia, hasta la bajada de la carretera por donde continuaría el colector principal del sistema de alcantarillado sanitario.

### **3.2 Periodo de diseño**

Comenzando con las bases del diseño, se debe establecer el periodo de diseño que va a tener la propuesta seleccionada. Según el punto 4.1.1 de la quinta parte del (INEN, 1997), se establece que, para obras civiles de disposición de residuos líquidos, el periodo de diseño deberá ser de 20 años, siendo el año actual 2022, se realizará un diseño que tenga vida útil hasta el año 2042.

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

Se procede a diseñar la red del sistema de alcantarillado sanitario siguiendo la “Tercera alternativa: Diseño nuevo de una red de alcantarillado sanitario que dé servicio a todo el casco urbano”, descrita en el apartado 2.7.4 y seleccionada como la alternativa más óptima en el apartado 2.7.5.

Se elaboró el trazado del colector principal y colectores secundarios para la recolección de aguas servidas de todas las viviendas. Cabe recalcar que mediante la herramienta Google Earth se revisó las pendientes de todas las calles de esta parroquia para poder determinar la dirección de cada uno de los colectores con tal de implementar un sistema de alcantarillado sanitario que en su totalidad haya un flujo de aguas residuales por gravedad, ya que, al no cumplirse las pendientes, es necesario la consideración de estaciones de bombeos como parte del sistema, provocando un incremento en costos tanto de materiales, como de mano de obra y en mantenimientos futuros que se le realice al sistema. Posterior a esto, se colocó los pozos de inspección en el plano, considerando el cruce de calles, los cambios de dirección, obteniendo un total de 37 pozos y 36 tramos, los cuales se consideran entre pozos, como se muestra en la Tabla 3-1:

Tramo	Nº Pozo	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)	Cota terreno (m)	Longitud Parcial (m)	Área de aporte Parcial (m)
1	2	3	4	5	6	7
1	P-6	718693.5	9823726.8	3054.1		
					46.70	0.309
	P-7	718725.3	9823761	3047.6		
2	P-7	718725.3	9823761	3047.6		
					68.86	0.365
	P-1	718674.7	9823807.7	3049.8		
3	P-16	718646.3	9823846.9	3058.5		
					48.41	0.084
	P-1	718674.7	9823807.7	3049.8		
4	P-1	718674.7	9823807.7	3049.8		
					62.86	0.147
	P-2	718716.1	9823855	3040.7		
5	P-12	718818.2	9823764.7	3049.8		
					64.94	0.103
	P-8	718768.5	9823806.5	3040.7		
6	P-8	718768.5	9823806.5	3040.7		
					71.40	0.433
	P-2	718716.1	9823855	3040.7		
7	P-17	718697.5	9823875.4	3044.2		
					27.61	0.185
	P-2	718716.1	9823855	3040.7		
8	P-2	718716.1	9823855	3040.7		
					75.57	0.568
	P-3	718767.6	9823910.3	3030.7		
9	P-13	718875	9823818.5	3046.1		
					70.64	0.133
	P-9	718819.9	9823862.7	3031.8		

Tramo	Nº Pozo	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)	Cota terreno (m)	Longitud Parcial (m)	Área de aporte Parcial (m)
1	2	3	4	5	6	7
10	P-9	718819.9	9823862.7	3031.8		
					70.72	0.509
	P-3	718767.6	9823910.3	3030.7		
11	P-3	718767.6	9823910.3	3030.7		
					65.18	0.714
	P-4	718810	9823959.8	3023.9		
12	P-14	718920.6	9823858.6	3038.5		
					77.16	0.107
	P-10	718863.6	9823910.6	3027.9		
13	P-10	718863.6	9823910.6	3027.9		
					72.76	0.513
	P-4	718810	9823959.8	3023.9		
14	P-4	718810	9823959.8	3023.9		
					75.65	0.67
	P-5	718859.4	9824017.1	3014.1		
15	P-15	718984.8	9823914.7	3025.2		
					87.12	0.18
	P-11	718915.2	9823967.1	3017		
16	P-11	718915.2	9823967.1	3017		
					74.92	0.662
	P-5	718859.4	9824017.1	3014.1		
17	P-5	718859.4	9824017.1	3014.1		
					34.05	0.532
	P-20	718833	9824038.6	3012.3		
18	P-20	718833	9824038.6	3012.3		
					66.11	0.502
	P-21	718766.9	9824039.9	3014.5		

Tramo	Nº Pozo	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)	Cota terreno (m)	Longitud Parcial (m)	Área de aporte Parcial (m)
1	2	3	4	5	6	7
19	P-18	718976.5	9824032.9	3002.7		
					37.97	0.289
	P-33	718993.6	9824066.8	2994.5		
20	P-33	718993.6	9824066.8	2994.5		
					49.49	0.033
	P-34	718975.6	9824112.9	2991.2		
21	P-19	718923.5	9824081.2	3001.2		
					60.99	0.598
	P-34	718975.6	9824112.9	2991.2		
22	P-34	718975.6	9824112.9	2991.2		
					110.85	0.149
	P-35	718957.75	9824222.3	2989.33		
23	P-35	718957.75	9824222.3	2989.33		
					110.84	0
	P-29	718939.9	9824331.7	2990.8		
24	P-21	718766.9	9824039.9	3014.5		
					24.61	0
	P-22	718745.7	9824052.4	3012.8		
25	P-22	718745.7	9824052.4	3012.8		
					25.18	0
	P-23	718740.8	9824077.1	3011.5		
26	P-23	718740.8	9824077.1	3011.5		
					31.12	0
	P-24	718751.3	9824106.4	3011.2		
27	P-24	718751.3	9824106.4	3011.2		
					52.37	0
	P-25	718781.2	9824149.4	3008.1		

Tramo	Nº Pozo	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)	Cota terreno (m)	Longitud Parcial (m)	Área de aporte Parcial (m)
1	2	3	4	5	6	7
28	P-25	718781.2	9824149.4	3008.1		
					86.48	0
	P-26	718842.3	9824210.6	3002.9		
29	P-26	718842.3	9824210.6	3002.9		
					49.99	0.264
	P-27	718875.8	9824247.7	3001		
30	P-27	718875.8	9824247.7	3001		
					52.59	0.339
	P-28	718908.1	9824289.2	2997.2		
31	P-28	718908.1	9824289.2	2997.2		
					53.08	0.318
	P-29	718939.9	9824331.7	2990.8		
32	P-29	718939.9	9824331.7	2990.8		
					54.96	0.1
	P-30	718964.8	9824380.7	2989.9		
33	P-30	718964.8	9824380.7	2989.9		
					65.95	0
	P-31	719017	9824421	2981.6		
34	P-31	719017	9824421	2981.6		
					88.81	0
	P-32	719101.8	9824447.4	2957.2		
35	P-32	719101.8	9824447.4	2957.2		
					107.61	0
	P-36	719201.75	9824487.27	2938.84		
36	P-36	719201.75	9824487.27	2938.84		
					84.03	0
	P-37	719279.8	9824518.4	2924.5		

**Tabla 3-1 Tramos de la red de alcantarillado (Elaboración propia, 2022)**

Para verificar que tanto las pendientes como las distancias por cada tramo sean favorables para los cálculos hidráulicos, se utilizó el programa Civil 3D con tal de obtener curvas de nivel y perfiles por cada tramo. Además, se trazaron las áreas propias por cada tramo obtenido, dividiendo en secciones triangulares la aportación de una manzana hacia cada tramo, es decir, en 1 manzana hay 4 tramos formando un cuadrado, por lo que se divide en 4 mediante el trazado de 2 diagonales para obtener los triángulos mencionados y cada uno de ellos va a aportar a su tramo correspondiente.

A continuación, se presenta el análisis detallado de un tramo de la red de alcantarillado sanitario, con tal de justificar los diferentes parámetros de diseño mencionados en el marco teórico. Se colocará como ejemplo la sección que va desde el P-1 al P-2, correspondiente al tramo 4.

### **3.3.1 Área acumulada**

Basado en la exportación de puntos, mediante la herramienta Google Earth, se realizó el trazado de las áreas de aportación para proceder con el cálculo del área propia, área tributaria y área acumulada por cada tramo de la red de alcantarillado sanitario, como se muestra a continuación:

#### **Para el pozo de revisión P-1:**

- Área propia: hace referencia a las áreas que contribuyen directamente al pozo de revisión, en este caso se toman en cuenta las áreas que aporta al tramo 4.

$$\text{Área propia} = 0.0704 + 0.0768 = 0.147 \text{ Ha} \quad (3-1)$$

- Área tributaria: hace referencia a las áreas de aportación previas al pozo de revisión que se está analizando, en este caso se toman en cuenta las áreas de los tramos 2 y 3.

$$\text{Área tributaria} = 0.084 + 0.674 = 0.758 \text{ Ha} \quad (3-2)$$

- Área acumulada: hace referencia a todas las áreas de aportación correspondientes al pozo de revisión analizado, es decir, a la suma del área propia y el área tributaria.

$$\text{Área acumulada} = 0.147 + 0.758 = 0.905 \text{ Ha} \quad (3-3)$$

## 3.3.2 Caudales

### 3.3.2.1 Población acumulada

Para realizar el cálculo de los caudales, es necesario determinar primeramente la población acumulada, como se muestra en la ecuación ( 3-4):

$$\text{Población acumulada} = \text{Densidad poblacional} * \text{Área acumulada} \quad (3-4)$$

$$\text{Población acumulada} = 105.87 * 0.905 = 96 \text{ habitantes}$$

### 3.3.2.2 Caudal industrial

El caudal industrial hace referencia a las industrias que se tenga pensado construir o que ya haya actualmente, pero siendo Santa Fé una parroquia de bajos recursos y poca población, no se considera que vaya a sufrir una expansión futura, por lo que este caudal no se va a considerar en ningún tramo.

### 3.3.2.3 Caudal comercial

El caudal comercial hace referencia a las áreas destinadas a comercios o pequeñas tiendas que influyan económicamente a la parroquia Santa Fé, sin embargo, la zona de estudio se la considera como mayormente residencial más no de comercio, por lo que no se considera este caudal para tramo alguno.

### 3.3.2.4 Caudal institucional

Este tramo de la red de alcantarillado sanitario no cuenta con un área institucional aportante, es decir, no cuenta con escuelas, institutos o edificaciones municipales.

### 3.3.2.5 Caudal residual

En el apartado 2.4 se había seleccionado una dotación de 75 l/hab\*día para el cálculo de caudales, sin embargo, teniendo en cuenta que la cantidad de aportes por comercios, industrias e instituciones es mínima, se tomará una dotación de 80 l/hab\*día para todos los tramos por facilidad de cálculos. Por lo tanto, el caudal residual se obtiene aplicando la ecuación ( 1-5):

$$Q_d = \frac{96 * 80}{86400} * 0.8 = 0.071 \text{ l/s}$$

### 3.3.2.6 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario se representa ante la suma del caudal residual doméstico con el caudal industrial, comercial e institucional, modificado por un coeficiente de mayoración, como se muestra en las ecuaciones ( 1-6) y ( 1-7):

$$Q_{md} = 0.08 + 0 + 0 + 0 = 0.071 \text{ l/s}$$

Para el coeficiente de mayoración se va a utilizar la fórmula de Harmon ( 1-8):

$$M = \frac{18 + \sqrt{0.932}}{4 + \sqrt{0.932}} = 3.8$$

Entonces el caudal máximo horario obtenido es:

$$Q_{mh} = M * Q_{md} = 3.8 * 0.071 = 0.271 \text{ l/s}$$

### 3.3.2.7 Caudal de infiltración

Para determinar este tipo de caudal, se debe considerar el tipo de rasante y suelo que hay en la zona de estudio. Siendo este un suelo adoquinado y al cual se le tiene que colocar un suelo de mejoramiento para cumplir con las condiciones de la norma SUCS, se considera infiltración alta, por lo que, a partir de la Tabla 1-7, se tiene una contribución de 0.15 l/s\*ha y se obtiene el caudal de infiltración mediante la ecuación ( 3-5):

$$Q_{inf} = \text{Contribución infiltración} * \text{Área acumulada} \quad ( 3-5)$$

Para este tramo se tiene el siguiente caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = 0.15 * 0.905 = 0.136 \text{ l/s}$$

### 3.3.2.8 Caudal ilícito o de conexiones erradas

Para determinar este tipo de caudal, se debe considerar las aguas provenientes de aguas lluvias que llegan al sistema de alcantarillado sanitario por malas conexiones. Se debe considerar la Tabla 1-9 debido a que la parroquia Santa Fé no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial y un nivel de complejidad bajo dejando un aporte de 4 l/s\*ha para utilizar la ecuación ( 3-6):

$$Q_{ilic} = \text{Contribución ilicito} * \text{Área acumulada} \quad ( 3-6)$$

Para este tramo se tiene el siguiente caudal de infiltración:

$$Q_{iii} = 4 * 0.905 = 3.62 \text{ l/s}$$

### 3.3.2.9 Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño, se utiliza la ecuación ( 1-11):

$$Q_{diseño} = 0.271 + 0.136 + 3.62 = 4.027 \text{ l/s}$$

### 3.3.3 Pendiente

La pendiente tiene que cumplir las condiciones de diseño para velocidades mínimas y máximas, así como el calado máximo y la tensión tractiva mínima para que pueda haber un autolavado de la tubería. Para esto se determina la pendiente entre cotas de terreno con tal de tener una referencia de cuánto puede llegar a aumentar la pendiente:

$$S = \frac{C_{Ti} - C_{Tf}}{L} \quad (3-7)$$

Donde:

S: Pendiente

C<sub>Ti</sub>: Cota de terreno inicial

C<sub>Tf</sub>: Cota de terreno final

L: Longitud de tubería

Se realiza el cálculo de la pendiente de terreno para el tramo N° 4:

$$S = \frac{3049.8 - 3040.7}{62.86} = 144.766 (0/00)$$

Para el tramo 4, el cual corresponde a la tubería que va del P-1 al P-2, se adaptó la siguiente pendiente:

TRAMO	Nº POZO	Longitud Parcial (m)	Cotas	Pendiente de terreno (0/00)	Pendiente adaptada (0/00)
			Cota Terreno		
4	P-1		3049.8		
		62.86		144.766	140
	P-2		3040.7		

**Tabla 3-2 Pendientes tramo 4 (Elaboración propia, 2022)**

Cabe recalcar que la pendiente mostrada se presenta en (0/00).

### 3.3.4 Diámetro comercial

Las dimensiones de la tubería, es decir, tanto el diámetro nominal como el interno y el espesor, se obtienen de los catálogos de las diferentes empresas proveedoras de tuberías para alcantarillado. Cabe recalcar que Plastigama es la empresa más conocida por sus productos de calidad y su amplio catálogo de diámetros en tuberías PVC NOVAFORT PLUS, por lo tanto, es la guía que se va a escoger para el diseño (Plastigama, 2019).

Se escogió el diámetro comercial de 200 mm, el cual tiene un diámetro nominal de 220 mm, para todos los tramos y se fue revisando que cumpliera tanto la velocidad mínima como máxima de diseño, junto con la relación del calado máximo y la tensión tractiva mínima.

### 3.3.5 Velocidad a tubería llena

La ecuación ( 1-14) descrita en el apartado 1.4.2.5.1, se va a utilizar para obtener la velocidad a tubería llena:

$$V_0 = \frac{0.397}{0.011} (0.2^{2/3}) (0.140^{1/2})$$
$$V_0 = 4.617 \text{ m/s}$$

### 3.3.6 Caudal a tubería llena

Una vez obtenida la velocidad a tubería llena, se debe calcular el caudal del flujo a tubería llena, a partir de la ecuación ( 1-16):

$$Q_0 = \frac{\pi \cdot 0.2^2}{4} \cdot 4.617$$
$$Q_0 = 0.14503/s = 145.03 \text{ l/s}$$

### 3.3.7 Tiempo de flujo

Se considera que el flujo tiene que cruzar las tuberías que van entre pozos en un tiempo menor a 5 minutos, el cual se obtiene a partir de la ecuación ( 3-8):

$$t_f = \frac{L}{V_0} \quad (3-8)$$

Donde:

L: Longitud de tubería

$V_0$ : Velocidad a tubería llena

Para el tramo analizado se tiene:

$$t_f = \frac{62.86}{4.617}$$

$$t_f = 13.61 \text{ s} = 0.227 \text{ min} \therefore \text{CUMPLE}$$

### 3.3.8 Relaciones hidráulicas

Ahora, para proseguir con el diseño, es necesario realizar una tabla de relaciones hidráulicas considerando una relación  $d/D$  desde 0.001 hasta 1. Esta tabla es necesaria para obtener las relaciones hidráulicas a tubo parcialmente lleno, las cuales son:  $q/Q$ ,  $V/V_0$ ,  $d/D$  y el ángulo  $\theta$ .

Donde:

$q$ : Caudal de diseño (l/s)

$Q$ : Caudal a tubería llena (l/s)

$V$ : Velocidad de diseño (m/s)

$d$ : Calado de diseño (mm)

$D$ : Diámetro interior de tubería (mm)

$\theta$ : ángulo teta

Para utilizar la tabla mencionada, es necesario obtener la relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubería llena, siendo esta calculada mediante la ecuación ( 3-9):

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_0} \quad (3-9)$$

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_0} = \frac{4.027}{145.03} = 0.028$$

Posterior a esto, se procede a ir a la tabla donde se busca el valor obtenido y se escogen las demás relaciones hidráulicas, las cuales se presentan a continuación:

$$\theta = 78.9 \quad (3-10)$$

$$\frac{v}{V_0} = 0.436 \quad (3-11)$$

$$\frac{d}{D} = 0.114 \quad (3-12)$$

### 3.3.9 Calado de diseño

Para obtener el calado de diseño se utiliza la ecuación ( 3-12), la cual tiene que ser menor a 0.75, caso contrario es necesario aumentar el diámetro de la tubería.

El calado de diseño para este tramo fue el siguiente:

$$\frac{d}{D} = 0.114$$

$$d = 0.114 \cdot 200$$

$$d = 22.8 \text{ mm}$$

### 3.3.10 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño se obtiene de la misma manera que el calado de diseño, considerando que la velocidad mínima es de 0.45 para zonas rurales, como lo es la parroquia de Santa Fé, y la velocidad máxima es de 5 m/s, ya que el material de la tubería es de plástico. El cálculo está dado por:

$$\frac{v}{V_0} = 0.436$$

$$v = 0.436 \cdot 4.617$$

$$v = 2.012 \text{ m/s}$$

Cabe recalcar que, a pesar de que hay tramos con pendientes muy elevadas debido a las condiciones del terreno, estos cumplen con las velocidades máximas permitidas.

### 3.3.11 Tensión tractiva

Según la (EMAAP-Q, 2009), el valor mínimo para la tensión tractiva es de  $1\text{N/m}^2=1\text{Pa}$ , por lo tanto, es de vital importancia que todos los tramos de tubería cumplan esto. Para este tramo se tiene un valor de tensión tractiva:

$$\tau = 0.140 \cdot 9800 \cdot \frac{0.2}{4} \left(1 - \frac{360 \cdot \sin \theta}{2\pi \cdot \theta}\right)$$

$$\tau = 19.751 \text{ Pa}$$

El tramo analizado cumple con todos los criterios de diseño por lo que se procede a realizar los cálculos para determinar las cotas de proyecto o cotas invert.

Cabe recalcar que todos los tramos están dentro de los rangos permisibles de diseño con tal de asegurar las velocidades, calado, tiempo y tensión tractiva óptimas.

### 3.4 Método constructivo del sistema de alcantarillado sanitario

#### 3.4.1 Cota de terreno

La cota de terreno corresponde a la altura con respecto al nivel del mar que se muestra en la topografía realizada por la herramienta Google Earth. Para el tramo en análisis se tienen los siguientes datos:

Cota de Terreno	
Inicial	Final
P1	P2
3049.80	3040.70

Tabla 3-3 Cotas de terreno tramo N° 4 (Elaboración propia, 2022)

#### 3.4.2 Profundidad hidráulica

La profundidad hidráulica se calcula a partir de la ecuación ( 3-13):

$$H = \frac{D}{8} * \left( \frac{\theta - \sin \theta}{\sin \frac{\theta}{2}} \right) \quad (3-13)$$

Entonces, para el tramo N° 4 se tiene lo siguiente:

$$H = \frac{0.2}{8} * \left( \frac{78.9 - \sin 78.9}{\sin \frac{78.9}{2}} \right)$$

$$H = 0.016 \text{ m}$$

#### 3.4.3 Número de Froude

El número de Froude nos va a permitir determinar si el flujo es subcrítico o supercrítico, a partir de la siguiente relación:

$$(subcrítico) \ 0.9 \leq NF \leq 1.1 \ (supercrítico)$$

Este parámetro se determina a partir de la ecuación ( 3-14):

$$NF = \frac{v}{\sqrt{g * H}} \quad (3-14)$$

Para el tramo en cuestión se tiene el siguiente número de Froude:

$$NF = \frac{2.012}{\sqrt{9.81 * 0.016}}$$
$$NF = 5.145$$

Por lo tanto, en este tramo se tiene un flujo supercrítico.

Como nota, los tramos que no tengan un régimen establecido se considerarán como flujos supercríticos aplicando un método conservador. Por ende, todos los tramos de este sistema de alcantarillado son supercríticos.

#### 3.4.4 Régimen supercrítico

En el régimen supercrítico existen 2 metodologías de cálculo, sin caída y con caída, de las cuales se escogió la segunda debido a que no se cuenta con el espacio suficiente en el terreno como para contemplar la primera opción.

Dentro la metodología seleccionada, se puede realizar el diseño con la entrada de la tubería de salida sumergida o no, dependiendo del diámetro y el caudal de esta misma tubería (Lopez Cualla, 2003)

Para determinar si la tubería no está sumergida, se utiliza la ecuación ( 3-15):

$$\frac{Q}{D_s^2 \sqrt{g * D_s}} \leq 0.62 \quad (3-15)$$

Donde:

Q: Caudal de salida (m<sup>3</sup>/s)

D<sub>s</sub>: Diámetro de tubería de salida (m)

g: gravedad (9.81 m<sup>2</sup>/s)

Se procede a determinar lo mencionado para el tramo en análisis:

$$\frac{4.027}{0.2^2 \sqrt{9.81 * 0.2}} \leq 0.62$$
$$0.072 \leq 0.62$$

Se cumple la tubería no sumergida, por lo tanto, se procederá a realizar el cálculo para una un flujo en régimen supercrítico con tubería de salida no sumergida.

En la mayoría de los tramos diseñados se cumple con esta metodología, únicamente los últimos 5 tramos no cumplen con esto y es necesario diseñarlos con un fujo en régimen supercrítico con tubería de salida sumergida.

### 3.4.4.1 Entrada de tubería de salida no sumergida

#### 3.4.4.1.1 Parámetros preliminares

Primeramente, es necesario obtener el ángulo  $\theta_c$  que cumpla con la ecuación ( 3-16):

$$\frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{\sqrt{2} (\theta_c - \sin \theta_c)^{1.5}}{32 \left(\sin \frac{\theta_c}{2}\right)^{0.5}} D^2 \quad (3-16)$$

$$\frac{0.004027}{\sqrt{9.81}} = \frac{\sqrt{2} (\theta_c - \sin \theta_c)^{1.5}}{32 \left(\sin \frac{\theta_c}{2}\right)^{0.5}} 0.2^2$$

$$\theta_c = 1.72606 \text{ rad}$$

Esto se realiza para poder obtener los parámetros de las ecuaciones ( 3-17), ( 3-18) y ( 3-19):

$$Y_c = \frac{D}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta_c}{2}\right) \quad (3-17)$$

$$Y_c = \frac{0.2}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta_c}{2}\right)$$

$$Y_c = 0.03499 \text{ m}$$

$$A_c = \frac{D^2}{8} * (\theta_c - \sin \theta_c) \quad (3-18)$$

$$A_c = \frac{0.2^2}{8} * (\theta_c - \sin \theta_c)$$

$$A_c = 0.00369 \text{ m}^2$$

$$V_c = \frac{Q}{A_c} \quad (3-19)$$

$$V_c = \frac{0.004027}{0.00369}$$

$$V_c = 1.091 \text{ m/s}$$

### 3.4.4.1.2 Energía específica y altura por pérdidas

Una vez obtenidos los parámetros preliminares, se debe calcular la energía específica para condiciones de flujo crítico y el incremento de altura debido a las pérdidas, a partir de las ecuaciones ( 3-20) y ( 3-21):

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g} \quad (3-20)$$

$$H_e = 0.589 * D_s \left( \frac{Q}{D_s \sqrt{g * D_s}} \right)^{2.67} \quad (3-21)$$

Se procede a realizar el cálculo para el tramo N° 4:

$$H_c = 0.03499 + \frac{1.091^2}{2 * 9.81}$$

$$H_c = 0.096 \text{ m}$$

$$H_e = 0.589 * 0.2 * \left( \frac{0.004067}{0.2 \sqrt{9.81 * 0.2}} \right)^{2.67}$$

$$H_e = 1.4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

### 3.4.4.1.3 Caída en el pozo

A partir de todos los cálculos realizados, se calcula la caída del pozo, siendo esta determinada por la ecuación ( 3-22):

$$\frac{H_w}{D_s} = K \left( \frac{H_c}{D_s} + \frac{H_e}{D_s} \right) \quad (3-22)$$

El valor K viene dado por la Tabla 3-4, la cual relaciona el diámetro del pozo (0.9 m) con el diámetro de la tubería de salida (0.2 m):

$D_p/D_s$	K
>2.0	1.2
1.6-2.0	1.3
1.3-1.6	1.4
<1.3	1.5

**Tabla 3-4 Coeficiente K en pozos de unión con caída (Lopez Cualla, 2003)**

Por lo tanto, se determina el valor K a partir de la ecuación ( 3-23):

$$\frac{D_p}{D_s} \quad (3-23)$$

$$4.5 > 2$$

$$K = 1.2$$

Por último, se determina la caída del pozo con la ecuación ( 3-22):

$$\frac{H_w}{0.2} = 1.2 \left( \frac{0.096}{0.2} + \frac{1.4 \cdot 10^{-6}}{0.2} \right)$$

$$H_w = 0.115 \text{ m}$$

### 3.4.5 Cota de proyecto

La cota de proyecto corresponde a la altura con respecto al nivel del mar que tiene el pozo de inspección. Para obtener esta cota es necesario la pendiente y, además, las cotas de terreno y proyecto del tramo anterior. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

Tramo	Nº Pozo	Longitud de tubería (m)	Pendiente (0/00)	Salto	Cota Terreno (m)	Cota Proyecto (m)
1	2	3	4	5	6	7
3	P-16				3058.5	3053.5
		48.41	165	-		
4	P-1				3049.8	3045.512
		62.86	140	0.115		
	P-2				3040.7	-

**Tabla 3-5 Parámetros para cotas invert (Elaboración propia, 2022)**

#### 3.4.5.1 Cota invert inicial

La cota invert inicial del tramo corresponde a la altura sobre el nivel del mar del pozo inicial, para esto es necesario el uso de la cota de proyecto del tramo anterior y del salto o caída del pozo calculado en el apartado 3.4.4.1.3, como se ilustra en la ecuación ( 3-24):

$$Cota_{invert\ inicial} = Cota_{invert\ anterior} - Salto \quad (3-24)$$

Para el tramo N° 4 se tiene la siguiente cota invert inicial:

$$Cota_{invert\ inicial\ TRAMO\ 4} = 3045.512 - 0.115$$

$$Cota_{invert\ inicial\ TRAMO\ 4} = 3045.398\ m$$

### 3.4.5.2 Cota invert final

La cota invert final del tramo corresponde a la altura sobre el nivel del mar a la que la tubería del tramo arriba al pozo final, para esto es necesario el uso de la pendiente y la longitud de tubería de este mismo tramo, como se muestra en la ecuación ( 3-25):

$$Cota_{invert\ final} = Cota_{invert\ inicial} - (Pendiente * Longitud) \quad (3-25)$$

Para el tramo N° 4 se tiene la siguiente cota invert final:

$$Cota_{invert\ inicial\ TRAMO\ 4} = 3045.398 - (0.140 * 62.86)$$

$$Cota_{invert\ inicial\ TRAMO\ 4} = 3036.597\ m$$

### 3.4.6 Profundidad total de excavación

Para determinar la profundidad total de excavación, se ha de considerar una profundidad promedio entre las cotas de proyecto y añadir una profundidad adicional de 40 cm, de los cuales 10 cm pertenecen a un encamado de material fino, mientras que los 30 cm posteriores corresponden a suelo de mejoramiento (altura promedio en caso de ser necesario) con cascajo grueso debido a que el suelo de la parroquia de Santa Fé es de tipo limoso-arcilloso. Para cada tramo de tubería se ha de realizar el cálculo como se muestra en las ecuaciones ( 3-26) y ( 3-27):

$$Prof.\ excav.\ prom. = \frac{Prof.\ proy.\ ini. + Prof.\ proy.\ fin.}{2} \quad (3-26)$$

Para este tramo se tiene una profundidad de excavación promedio:

$$Prof.\ excav.\ prom. = \frac{4.403 + 4.103}{2}$$

$$Prof.\ excav.\ prom. = 4.25\ m$$

Este tramo cuenta con una profundidad total de excavación:

$$\begin{aligned}
 Prof.tot.excav. & \\
 &= Prof.excav.prom.+Prof.enca.+Prof.mej. \quad (3-27) \\
 Prof.excav.ini. &= 4.25 + 0.1 + 0.3 \\
 Prof.excav.ini. &= 4.65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 3.4.7 Ancho de zanja

Para determinar el ancho de zanja se debe realizar según la norma ASTM D 2321, para la cual se tiene la Tabla 3-6:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ANCHO DE ZANJA MÍNIMO (m)
125	0.50
175	0.55
220	0.60
280	0.65
335	0.75
400	0.80
440	0.85
540	1.00
650	1.10
760	1.25
875	1.40
975	1.50

**Tabla 3-6 Anchos de zanja (Plastigama, 2019)**

A parte del ancho de zanja mínimo, se tiene que considerar que el trabajador tiene que tener condiciones de seguridad y el ancho suficiente para maniobrar con la tubería. Por lo tanto, se calculará un ancho de zanja a partir de la ecuación ( 3-28):

$$\text{Ancho de zanja} = \text{Diámetro nominal} + \text{Ancho mínimo} \quad (3-28)$$

Por lo tanto, se tiene el siguiente ancho de zanja:

$$\text{Ancho de zanja} = 0.22 + 0.6$$

$$\text{Ancho de zanja} = 0.82 \text{ m}$$

### 3.4.8 Volumen de excavación

Para determinar el volumen de excavación se debe considerar tanto la longitud de tubería como la profundidad de excavación total y el ancho de zanja, como se muestra en la ecuación ( 3-29):

$$\text{Vol. excavación} = L \cdot \text{Prof. excav. total} \cdot \text{Ancho de zanja} \quad (3-29)$$

Por ende, el volumen de excavación para el tramo N°4 es:

$$\text{Vol. excavación} = 62.86 \cdot 4.65 \cdot 0.82$$

$$\text{Vol. excavación} = 239.68 \text{ m}^3$$

Cabe recalcar que este tramo se lo va a apuntalar con tablestaca metálica ya que llega a una profundidad mayor a 2.5 metros; mientras que, para los tramos con profundidades menores a la mencionada, se hará un talud con relación 1:6, siendo 1 ancho y 6 altura.

### 3.4.9 Diseño de pozo de revisión

A partir de la topografía realizada en Google Earth, se van a considerar pozos de revisión en las intersecciones de las calles, colocados en dirección suroeste, donde las redes terciarias tengan que descargar sus aguas sanitarias. La función de estos pozos conlleva a la revisión y mantenimiento de las tuberías sanitarias.

También ayudó a establecer las profundidades del pozo con tal de que cumplan las condiciones del calado máximo, velocidades mínimas y máximas, y la tensión tractiva, establecidas en las secciones anteriores. En este proyecto se tienen profundidades de pozo que van desde la mínima, 1.20 metros, hasta los 5.00 metros, que es la medida máxima.

El diámetro de las tuberías y la distancia que hay entre pozos tienen una relación directamente proporcional, como muestra la Tabla 3-7:

Distancias máximas para pozos de revisión	
Diámetro (mm)	Distancia (m)
<350	100
400-800	150
>800	200

**Tabla 3-7 Distancias máximas para pozos de revisión (Aldás, 2011)**

Se va a establecer pozos de revisión circular, por lo tanto, para la determinación de su diámetro, es necesario seguir las especificaciones de la Tabla 3-8:

Diámetros para pozos de revisión	
Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del pozo (m)
Menor e igual a 550	0.9
Mayor a 550	Diseño especial

**Tabla 3-8 Diámetros para pozos de revisión (Aldás, 2011)**

Debido a que el diámetro interior de las tuberías es de 200 mm, se establecen cámaras circulares con diámetro interno de 0.9 m. Se le va a colocar una losa en la base de 0.10 m de espesor y  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , el cual va a estar rodeado por los 10 cm de encamado fino y sobre los 30 cm de suelo de mejoramiento de cascajo grueso (en caso de ser necesario). Además, en la parte superior del pozo se le va a agregar una tapa metálica, la cual provee de daños y resistencia a cargas vehiculares que pasen sobre él.

# CAPÍTULO 4

## 4. IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 INTRODUCCION

En la actualidad toda obra de ingeniería tiene como objetivo principal mejorar la calidad de vida de los habitantes que se benefician del proyecto que se va a realizar en la zona donde esta se realiza. Cada proyecto que se desarrolla genera impactos ambientales los cuales pueden ser positivos o negativos para la naturaleza, por eso es de vital importancia realizar estudios previos, para mitigar las consecuencias y efectos que se pueden producir en el medio ambiente.

El tipo de impacto ambiental y con qué intensidad son puntos clave que se deben considerar al momento de identificarlos, y en qué grado este puede afectar tanto como a las personas que habitan en la zona y a la naturaleza. Nosotros como ingenieros debemos trabajar de forma ímpolita juntos con las autoridades pertinentes, para generar planes que ayuden a minimizar el daño que se le puede ocasionar al medio ambiente al realizar proyectos de ingeniería civil, así cumplimos con lo estipulado en las ODS, de tener un desarrollo sostenible cumpliendo con parámetros y requerimientos para garantizar un mejor estilo de vida para cada habitante.

### 4.2 OBJETIVOS

#### 4.2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto ambiental del proyecto de diseño de la red de alcantarillado sanitario de la parroquia Santa Fé, Bolívar, mediante el análisis de los diferentes medios ambientales que componen la línea base para la realización de medidas que disminuyan los efectos durante las etapas de implantación, construcción y operación del proyecto.

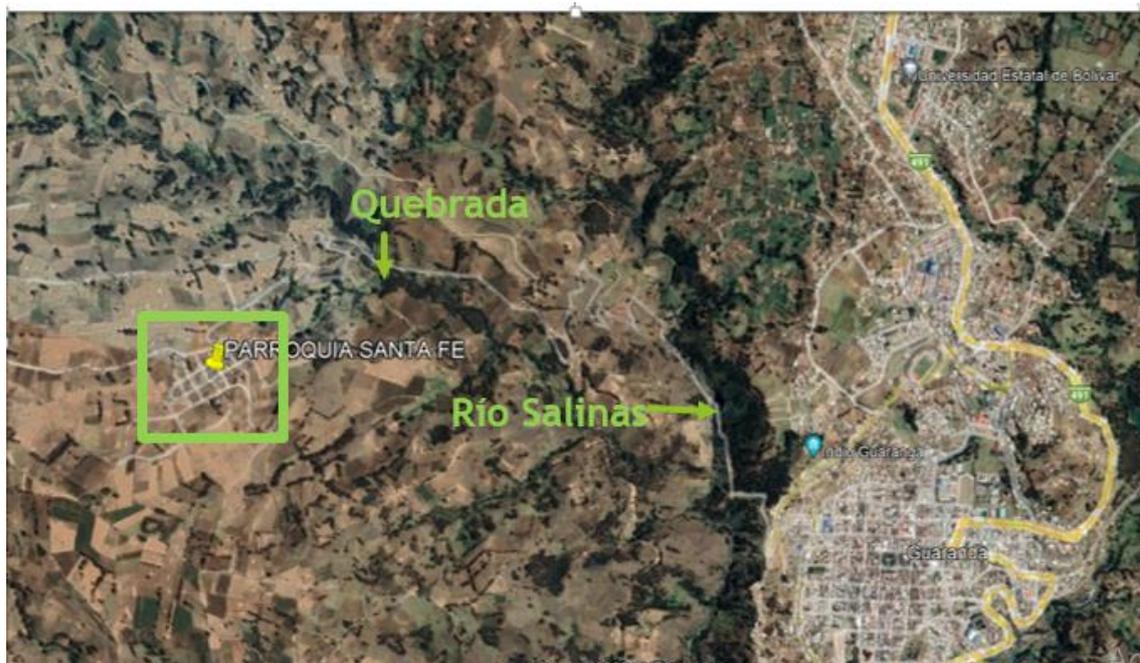
#### 4.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mitigar el impacto ambiental que conlleva la construcción del alcantarillado sanitario en la parroquia de Santa Fé.

- Recomendar medidas necesarias que impidan situaciones de contingencia a través de planes que prevengan y gestionen los residuos.
- Obtener el permiso que amerite la aprobación del plan de impacto ambiental en la parroquia.
- Emitir evaluación actual del área donde se va a realizar el alcantarillado sanitario.
- Realizar la valoración de cada medida tomada para una baja intensidad del daño ecológico.

### 4.3 ALCANCE

El proyecto está relacionado con la investigación y el diseño de la red de alcantarillado ubicada en la parroquia de Santa Fé, la cual se encuentra ubicada al sur oeste del cantón Guaranda a una distancia de 6 km (GAD MUNICIPAL, 2015).



**Imagen 4-1 Ubicación de Santa Fé (Google Earth, 2022)**

Los requerimientos del proyecto son:

Elegir el mejor plan de distribución de la red de alcantarillado sanitario, que cumpla con los estándares de diseño y se adapte al terreno del sitio, que esta red tengan pozos donde se puedan revisar el estado de las alcantarillas.

Propuesta de la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales para mitigar el impacto ambiental que este produce debido a la descarga de aguas servidas de la zona al río Salinas.

#### **4.4 ANALISIS AMBIENTAL**

Para poder determinar el impacto ambiental que abarca el proyecto y en qué intensidad, se realiza una descripción preliminar del área de estudio. Para determinar esta línea base, se va a tener en cuenta los parámetros constructivos del proyecto, los cuales afectarán el medio ambiente que cubre el área de estudio.

Según el PDOT, 2015, estos componentes se clasifican:

##### **4.4.1 Medio físico**

###### **4.4.1.1 Relieve**

Santa Fé es una parroquia que está ubicada en la zona central de la provincia de Bolívar, sus principales características topográficas son muy irregulares, tiene pendientes de regular inclinación las cuales están entre el 5% y el 12%, fuertes que oscilan entre el 25-50%, pendientes muy fuertes de 50-70% y varias zonas montañosas con pendientes mayores al 70%.

###### **CUADRO DE PENDIENTES**

Tipo de pendiente	Área (km <sup>2</sup> )
Suave-regular 5-12%	0.13
Fuerte 25-50%	9.14
Muy fuerte 50-70%	5.25
Quebrada	12.43

**Tabla 4-1 Pendientes (Elaboración propia, 2022)**

###### **4.4.1.2 Geomorfología**

En la parroquia de Santa Fé hay colinas, relieves empinados, relieves montañosos, valles encauzados, zonas con depresión.

###### **4.4.1.3 Altitud**

Santa Fé se encuentra a una altura de 2694 m.s.n.m. aproximadamente.

#### 4.4.1.4 Calidad del Aire

La red de alcantarillado actual ya ha cumplido su vida útil, además el 20% de los habitantes que residen en la zona no cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario, por lo que usan letrinas y pozos sépticos que causan malos olores, los cuales atentan contra la salud de las personas.

#### 4.4.1.5 Nivel de Ruido

La parroquia de Santa Fé, es una zona rural, por lo que la intensidad de ruido es baja, la mayoría de sus habitantes se dedica a la agricultura, sus vías de tránsito son de 3er nivel, lo que indica que el tránsito en sus vías es de poca afluencia, se puede asumir una intensidad de ruido entre 50 y 60 dB según la norma técnica.

#### 4.4.1.6 Hidrología

Santa Fé se sustenta hidrológicamente, al este por medio de quebradas pequeñas como la Molino Huayco y Verde Tingo las cuales provienen del río Chimbo y al oeste con quebradas Verde Pamba y Pianda provenientes del río Caluma. La precipitación media anual que se produce en esta zona está entre 500-1000 mm<sup>3</sup>.

La parroquia forma parte de la cuenca del río Guayas, la sub cuenca del río Babahoyo y el río Yaguachi, la cual es una micro cuenca representativa del río Molino Huaycu.

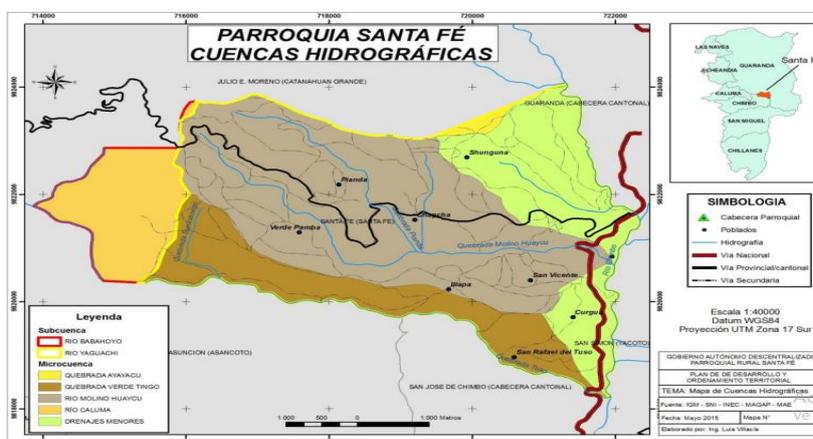


Imagen 4-2 Hidrología de la parroquia Santa Fé

#### **4.4.1.7 Calidad de agua**

La parroquia de Santa Fé cuenta con una baja cobertura y mala calidad del suministro de agua para uso doméstico, aproximadamente el 69% de la parroquia recibe agua no tratada INEC, 2010, las cuales provienen de las vertientes que existen en la zona, este suministro se hace en su mayoría por medio de tuberías, de esta administración se encuentra encargada la junta de agua de Santa Fé.

#### **4.4.1.8 Tipos de suelos**

En la parroquia de Santa Fé se tiene que el 70% del terreno es bosque intercalado, el 30% es pasto, además esta zona es puramente agrícola, el terreno se utiliza principalmente para la producción de cultivos de corta duración. También tiene gran variedad de arbustos en zonas altas y medias.

<b>Cobertura</b>	<b>Uso</b>	<b>Área (km2)</b>
70% Bosque intervenido/ 30% pasto	Agropecuario forestal	2.48
Cultivos de corta duración	Agrícola	20.58
Pasto cultivado	Pecuario	3.83
Vegetación arbustiva	Conservación y protección	0.07

**Tabla 4-2 Uso del suelo por área (Elaboración propia, 2022)**

#### **4.4.1.9 Clima y meteorología**

Santa Fé presenta periodos lluviosos en los meses de enero a mayo, mientras que los meses más secos son de junio a diciembre. La temperatura media anual de este clima generalmente oscila entre 12-20°C, pero estas temperaturas pueden variar en las zonas menos expuestas a los rayos solares.

## **4.4.2 Medio Biótico**

### **4.4.2.1 Flora**

La parroquia cuenta con gran variedad de flora, los principales son: Marco, malva ruda, floripondios, sauco, lechero, aliso, mortiño, chilca, arrayan, ciprés.

La zona también cuenta con frutas, tales como: aguacate, granadilla, taxo, capulí moro, y árboles como el pino y el eucalipto.

### **4.4.2.2 Fauna**

Hay gran variedad de animales, como principales especies están: colibrís, raposas, golondrinas, patos, mirlos negros, tórtolas, quindes, venados, lobos, zorros, chucuris.

## **4.4.3 Medio socioeconómico**

### **4.4.3.1 Población actual y futura**

Santa Fé tiene 706 habitantes, la zona tiene un decrecimiento poblacional, en el año del 2010 según la NEC, la parroquia tenía un total de 1752 habitantes, alrededor de 822 hombres y 930 mujeres.

### **4.4.3.2 Actividades productivas y económicas**

Uno de los objetivos de este componente es comprender sus características económicas y dinámicas con un enfoque en áreas funcionales clave, así como vínculos entre agregados de bienes y servicios.

La parroquia de Santa Fé, constituida como territorio rural, está dotada de agricultura, el 60% de la población económicamente activa se dedica a esta actividad, especialmente para cultivos estacionales, es decir, un modelo de producción autosuficiente, para el consumo de los habitantes de la zona. El otro 40% se desarrolla en otras áreas tales como la construcción, educación, salud, transporte, marketing y servicios financieros.

La actividad agropecuaria es la principal actividad económica y de progreso, predomina el monocultivo en la zona, se extiende al menos un 60% de uso de suelo, siendo los cultivos más típicos el maíz y el Yagual el cual tiene un

rendimiento de 120-150 sacos/ha. La producción de trigo también tiene una gran importancia en el territorio.

Según datos proporcionados por la junta directiva provincial del MAGAP Bolívar en el año 2014, la crianza de ganado comprende el 4% de la zona, estos son vacunos, porcinos, cuyes, ovinos, estas actividades no han crecido debido a las características topográficas de la zona. La producción avícola se está desarrollando actualmente con una alternativa de productividad en algunos sectores.

#### **4.4.3.3 Salud**

En Santa Fé existe un Sub centro de Salud, sus habitantes por la cercanía también concurren al hospital de Guaranda.

Las patologías del sistema respiratorio son las que más ocurren en el territorio como lo podemos observar en el cuadro adjunto, el mismo que determina que la principal causa de esta prevalencia se debe a la exposición de la población a condiciones climáticas a bajas temperatura.

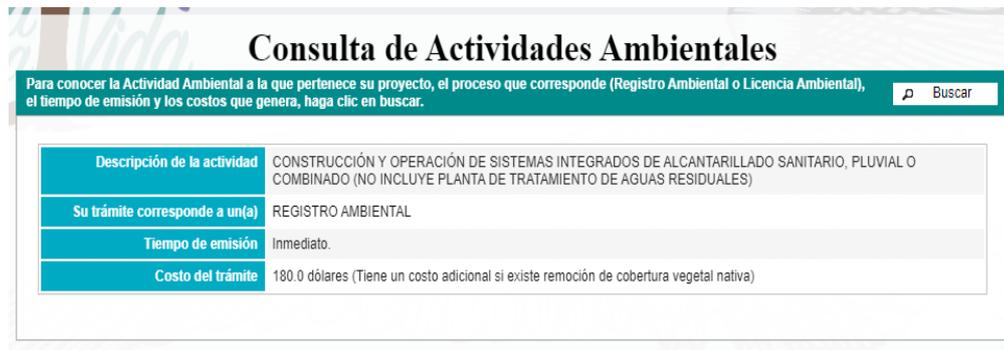
Otra causa de morbilidad con un alto porcentaje de incidencia son las enfermedades digestivas provocadas principalmente por el consumo de agua sin tratamiento.

Si bien se observa que las enfermedades respiratorias han disminuido, lo preocupante en cambio es el incremento de las enfermedades digestivas.

## **4.5 Información ambiental**

Se ingresó al SUIA (sistema único de información ambiental) para establecer qué tipo de estudio ambiental se relaciona con el proyecto que se quiere desarrollar.

Como nuestro estudio trata de la construcción de una red de alcantarillado sanitario, se encontró la siguiente descripción:



**Imagen 4-3 Consulta de Actividades Ambientales**

## 4.6 Actividades del proyecto

Las fases en nuestro proyecto son: diseño, construcción, operación y mantenimiento, las cuales serán descritas a continuación.

### 4.6.1 Diseño

El diseño corresponde a la primera fase del proyecto, en la que se tendrán en cuenta los aspectos técnicos de higiene, así como la implementación del concepto de sostenibilidad del proyecto. Los cálculos hidráulicos que se necesitan para el funcionamiento correcto de todo el sistema, que incluye determinar el diámetro y longitud de las tuberías, profundidad de excavación y relleno, y la cantidad de pozos de revisión que se van a implementar en la red de alcantarillado. En base a todos estos parámetros definidos, se establece un cronograma válido para el manejo de material, proceso constructivo y otros asuntos logísticos.

En esta fase no se considera impacto ambiental en la zona de estudio.

### 4.6.2 Construcción

En esta fase se espera la implementación de todas las actividades propuestas en el diseño, las cuales serán más rigurosas en el cumplimiento de la normativa, teniendo en cuenta la seguridad y el bienestar de las personas. La construcción se gestiona con la correspondiente selección de personal y su formación, el suministro de equipos y materiales, para posteriormente llevar el control de los materiales que se van a usar diariamente. En esta fase, la mayor parte de los impactos ambientales del proyecto se van a generar en la zona.

Para la etapa de implantación del proceso constructivo para la red de alcantarillado sanitario, se van a efectuar las siguientes actividades:

#### **4.6.2.1 Fase inicial para proceso constructivo**

- Limpieza y desbroce
- Nivelación y replanteo
- Implantación de campamento in situ
- Excavación usando maquinaria
- Desalojo de material
- Transporte de material de mejoramiento

#### **4.6.2.2 Instalación de red de alcantarillado sanitario**

- Tabla o estacas metálicas
- Suministro e instalación de tuberías para la red de alcantarillado sanitario
- Relleno con material
- Suministro e instalación de armado para los pozos de revisión
- Fundición de pozos
- Impermeabilización

#### **4.6.2.3 Operación y mantenimiento**

Cuando finaliza una obra de saneamiento, es de gran necesidad tener una gestión de mantenimiento para el proyecto, esto para que cumpla con el periodo de vida útil para el cual se diseñó el proyecto. Para llevar a cabo esta fase, se consideran las siguientes actividades:

- Mantenimiento de cámaras de revisión

### **4.7 Caracterización de impactos ambientales que se producen durante el proceso constructivo del proyecto**

#### **4.7.1 Impactos que se producen por limpieza y desbroce del sitio**

##### **Limpieza y desbroce**

- Generación de residuos líquidos peligrosos.
  - Contaminación por fuga de aceites y grasas.

- Emisión de niveles de presión sonora.
  - Contaminación acústica.
- Emisión de partículas.
  - Contaminación del aire por polvo.
- Emisión de gases de combustible.
  - Contaminación por gases.
- Remoción de cobertura vegetal.
  - Afectación de la calidad del suelo.

#### **4.7.2 Impactos que se producen por implantación de campamento in situ**

##### **Implementación de campamento de obra**

- Generación de residuos sólidos.
  - Contaminación de la biota y calidad del suelo.
- Emisión de niveles de presión sonora.
  - Contaminación del ambiente por ruido.
- Demanda de mano de obra.
  - Generación de empleo
- Escasez de salud y seguridad ocupacional.
  - Accidentes laborales.
  - Enfermedades

#### **4.7.3 Impactos que se producen por explotación de material de mejoramiento, excavación desalojo de material de sitio y materiales de construcción.**

##### **Explotación de material de mejoramiento**

- Emisión de partículas
  - Contaminación del aire por polvo.
- Emisión de niveles altos de presión sonora
  - Contaminación del ambiente por ruido.
- Emisión de gases por combustión
  - Contaminación por gases.
- Alteración de tránsito de vehículos

- Aumento de tráfico
- Inestabilidad del suelo
  - Cambio de la calidad del suelo y su composición
- Inestabilidad de taludes
  - Erosión de suelo

#### **4.7.4 Impactos producidos por transporte de material de mejoramiento**

##### **Transporte de material de mejoramiento**

- Generación de residuos peligrosos
  - Contaminación por fuga de aceites y grasas
- Emisión de niveles altos de presión sonora
  - Contaminación del ambiente por ruido
- Emisión de gases por combustión
  - Contaminación por gases.
- Alteración de tránsito de vehículos
  - Molestia por tráfico
  - Aumento en accidentes de tránsito

#### **4.7.5 Impactos que se producen por fundición de elementos de hormigón y enlucidos**

##### **Fundición de elementos de hormigón**

- Generación de residuos peligrosos
  - Contaminación por fuga de grasas y aceites
- Acumulación de sólidos
  - Afectación de la biota por encofrado
- Emisión de gases por concretera
  - Contaminación del aire por gases
- Demanda de mano de obra
  - Generación de empleo

## **4.8 Caracterización de impactos ambientales que se producen durante la operación y mantenimiento del proyecto**

### **4.8.1 Impactos que se producen durante el mantenimiento de pozos de revisión.**

#### **Mantenimiento de pozos de revisión**

- Generación de residuos peligrosos
  - Cambio en la composición del suelo
- Emisión de niveles altos de presión sonora
  - Contaminación del ambiente por ruido
- Degradación del paisaje
  - Cambio del componente paisajístico

## **4.9 Valoración de impactos ambientales**

Ya identificado cada uno de los impactos ambientales de cada aspecto ambiental, se va a realizar la valoración cualitativa de cada uno de ellos, usando el método de los criterios relevantes integrados propuesto por (Buroz, 1994). Este método consiste en la obtención de un valor numérico para cada uno de los impactos que será producido por la ejecución del proyecto en la zona, esto a través de indicadores que ayudarán a ponderar este valor, los cuales ayudarán a definir la magnitud del impacto ambiental, para así poder establecer el valor índice ambiental ponderado (VIA).

Estos indicadores que conforman el valor de impacto ambiental (VIA) han sido obtenidos a través de (Neuberger-Cywiak, 2018):

1. **Carácter de impacto:** este indicador califica o establece si el impacto de cada una de las actividades del proyecto es conveniente y constituye una mejoría en relación al estado previo a la acción o desfavorable que produzca un deterioro o variación al estado previo a la acción. En caso de que esta actividad ocasione impactos imperceptibles, esta no recibirá calificación.
2. **Intensidad de impacto (I):** este indicador analiza el parámetro del alcance de la fuerza con que se presenta el proceso de una de las actividades, muestra la cuantía de cambio. De tal forma se puede determinar el estado que se produce al

llevar a cabo una actividad en el aspecto ambiental, está vinculado a la blandura y comprensión del mismo.

3. **Extensión del impacto (E):** este indicador toma como referencia el impacto que se produce en la delimitación geográfica de la zona en el ámbito ecológico o ambiental, de forma directa o indirecta. Esta variable puede ser estimada con porcentajes.
4. **Duración (D):** indicador que toma el tiempo o lapso que va a durar el efecto del impacto ambiental al realizar una actividad. La duración no depende de la reversibilidad.
5. **Magnitud (M):** este indicador no es calificado, se obtiene por medio de la relación de los tres indicadores anteriores: duración, extensión e intensidad. Correspondiente a la consecuencia de la acción.

$$M = \pm[(I * W_I) + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

Como son factores adimensionales, esto se va a considerar para su ponderación en el cálculo. Es de gran importancia conocer que la suma de los tres indicadores deber ser igual a 1. Por lo qué, se presentan los siguientes valores para cada peso:

$$W_I = 0.40$$

$$W_E = 0.40$$

$$W_D = 0.20$$

6. **Reversibilidad del impacto (RV):** indicador que considera la capacidad de regresar a los medios iniciales cuando ya se ha finalizado la actividad que ha producido el impacto.
7. **Riesgo o Probabilidad (RG):** se hace una valoración de la probabilidad que ocurra el impacto sobre el elemento ambiental que se ha analizado.

Ya definidos todos los indicadores y la magnitud de los impactos, a continuación, se realiza un análisis del índice de impacto ambiental. Este valor es dependiente de la reversibilidad, incidencias, magnitud y valores de peso.

$$VIA = (RV^{Xr} * RV^{XG} * |M|^{Xm})$$

Con una cantidad de peso de:

$$Xr = 0.23$$

$$XG = 0.16$$

$$Xm = 0.62$$

Luego, se procede a presentar una tabla con escalas y valores de cada índice anteriormente indicado:

Indices	ESCALA	Valor
Intensidad (I)	Baja	1 a 3
	Media	4 a 6
	Alta	7 a 10
Extensión (E)	Puntual	2
	Local	5
	Extenso	10
Duración (D)	Corto	2
	Mediano	5
	Largo	10
Reversibilidad (RV)	Reversible	2
	Parcialmente reversible	5
	Baja o irrecuperable	8
	Irreversible	10
Riesgo o probabilidad del suceso (RG)	Baja	2
	Media	5
	Alta	10

**Tabla 4-3 Valor de los indicadores del método CRI (Elaboración propia, 2022)**

Para representar de forma óptima el valor de impacto ambiental (VIA), se establecerán 3 rangos: bajo, medio y alto, valores que se definen en la siguiente tabla:

VALOR VIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
0-3	BAJA
4-6	MEDIA
7-10	ALTA

**Tabla 4-4 Significancia del impacto en VIA**

Aplicando los criterios ya establecidos, se obtiene como resultados como se representa en las siguientes tablas, para todas las actividades para la ejecución de proyecto:

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES - INTENSIDAD												
	SUELO			AIRE		AGUA		BÍOTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biot a terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	9	9	4	8	8	3	3	7	0	9	4	0	5
Instalación de campamento de obra	8	4	9	0	1	2	0	3	0	8	0	8	3
Explotación de material de préstamo	9	9	0	9	8	1	1	9	0	9	0	0	5
Transporte de material de préstamo	0	0	8	9	8	0	0	0	10	3	5	7	2
Excavación y desalojo de material	9	6	2	8	7	4	4	6	0	8	6	8	2
Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	7	7	0	0	0	10	2	5	0	0
Fundición de elementos de hormigón	0	0	10	6	3	0	0	6	0	0	0	8	0

**Tabla 4-5 Intensidad de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)**

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES - EXTENSIÓN												
	SUELO			AIRE		AGUA		BIÓTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biot a terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	5	2	2	5	5	0	0	2	0	5	2	0	0
Instalación de campamento de obra	2	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2
Explotación de material de préstamo	10	10	0	5	5	0	0	5	0	2	0	0	5
Transporte de material de préstamo	0	0	2	5	5	0	0	0	10	2	2	5	0
Excavación y desalaje de material	5	2	0	5	5	2	2	2	0	2	2	2	2
Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	5	5	0	0	0	10	2	5	0	0
Fundición de elementos de hormigón	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	5	0

Tabla 4-6 Extensión de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES - DURACIÓN												
	SUELO			AIRE		AGUA		BÍOTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biota terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	5	5	2	5	5	0	0	5	0	2	5	5	2
Instalación de campamento de obra	2	0	2	0	0	2	0	2	0	5	2	0	2
Explotación de material de préstamo	10	10	0	5	5	2	2	5	0	2	10	10	0
Transporte de material de préstamo	0	0	2	5	2	0	0	0	5	0	0	0	2
Excavación y desalaje de material	5	5	2	10	5	0	0	5	0	2	5	5	2
Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	5	5	0	0	0	10	2	0	0	0
Fundición de elementos de hormigón	0	0	5	2	2	0	0	2	0	0	0	0	5

Tabla 4-7 Duración de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES – CARÁCTER DE IMPACTO												
	SUELO			AIRE		AGUA		BÍOTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biota terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
Instalación de campamento de obra	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
Explotación de material de préstamo	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
Transporte de material de préstamo	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	-1
Excavación y desaloteo de material	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1
Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0

Fundición de elementos de hormigón	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	-1
------------------------------------	---	---	----	----	----	---	---	----	---	---	---	---	----

Tabla 4-8 Carácter de impacto de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES – RIESGOS												
	SUELO			AIRE		AGUA		BÍOTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biot a terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	10	5	2	10	10	5	2	2	0	10	5	5	10
Instalación de campamento de obra	2	2	5	2	5	2	2	2	2	5	2	5	2
Explotación de material de préstamo	10	5	2	10	10	0	2	2	0	10	0	0	10
Transporte de material de préstamo	0	0	5	10	10	2	0	2	8	5	2	5	0
Excavación y desalaje de material	2	2	5	10	10	2	2	2	0	5	2	5	2
Transporte de tubería PVC NF													

y relleno plástico	0	0	0	10	10	0	0	0	8	5	2	8	0
Fundición de elementos de hormigón	2	2	5	5	2	2	2	2	2	5	2	5	2

Tabla 4-9 Riesgos de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES – REVERSIBILIDAD												
	SUELO			AIRE		AGUA		BIÓTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje superficial	Calidad de agua superficial y subterránea	Biot a terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud ocupacional	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	10	8	5	10	10	5	5	5	0	10	5	10	8
Instalación de campamento de obra	10	5	5	0	8	2	0	2	0	10	2	10	5
Explotación de material de préstamo	8	5	8	10	10	2	2	5	0	10	0	8	5
Transporte de material de préstamo	0	0	5	10	10	0	0	0	8	2	2	0	0
Excavación y desalaje de material	8	8	5	10	10	5	5	5	0	10	5	8	8

Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	10	10	0	0	0	8	2	2	0	0
Fundición de elementos de hormigón	0	0	10	8	8	0	0	5	0	0	0	0	0

Tabla 4-10 Reversibilidad de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES - MAGNITUD													
	SUELO			AIRE		AGUA		BIÓTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO				
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos sólidos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje	Calidad de agua superficial y	Biota terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística	
Limpieza y Desbroce del Sitio	-7	-5	-3	-6	-6	-1	0	-5	0	-6	-3	0	-2	-44
Instalación de campamento de obra	-4	-2	-5	0	0	-2	0	-2	0	-5	0	5	-2	-18
Explotación de material de préstamo	-10	-10	0	-7	-6	-1	-1	-7	0	-5	0	0	-5	-50
Transporte de material de préstamo	0	0	-4	-7	-6	0	0	0	-9	-2	0	-6	0	-33
Excavación y desalojo de material	-7	-4	-1	-7	-6	-2	-2	-4	0	-4	-3	4	0	-37

Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	-6	-6	0	0	0	-10	0	0	0	0	-22
Fundición de elementos de hormigón	0	0	-6	-4	-2	0	0	-4	0	0	0	6	0	-9
<b>TOTAL DE MAGNITUD POR FACTOR AMBIENTAL</b>	-27	-21	-19	-36	-32	-6	-3	-21	-16	-22	-6	9	-9	

Tabla 4-11 Magnitud de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES - VIA												
	SUELO			AIRE		AGUA		BIÓTICO	TRÁFICO	SOCIO - ECONÓMICO			
	Calidad del suelo	Erosión	Generación de residuos	Niveles de polvo	Niveles de ruido	Sistema de drenaje	Calidad de agua	Biota terrestre (flora)	Alteración de tráfico vehicular	Seguridad y salud	Seguridad y salud pública	Actividad económica	Degradación paisajística
Limpieza y Desbroce del Sitio	8	6	3	7	7	2	0	4	0	8	4	0	3
Instalación de campamento de obra	5	2	5	0	0	2	0	2	0	6	0	6	4
Explotación de material de préstamo	9	7	0	8	7	0	1	5	0	6	0	0	0
Transporte de material de préstamo	0	0	5	8	7	0	0	0	9	2	0	5	0
Excavación y desalojo de material	6	4	2	8	8	3	3	4	0	8	3	5	0
Transporte de tubería PVC NF y relleno plástico	0	0	0	7	7	0	0	0	9	0	0	0	0
Fundición de elementos de hormigón	0	0	6	5	3	0	0	4	0	0	0	7	0

**Tabla 4-12 VIA de factores ambientales (Elaboración propia, 2022)**

#### **4.10 Medidas de prevención y mitigación durante la ejecución del proyecto**

##### **4.10.1 Análisis general del impacto**

Los componentes ambientales pueden verse afectados no solo durante la etapa de construcción, sino también en fases anteriores, como la operación y el transporte del material de préstamo.

Se debe considerar los niveles de polvo y ruido como tipos de impactos ambientales, de manera similar ya presentes en la etapa de construcción durante la excavación y remoción, limpieza y desbroce. En menor medida, uno de los otros componentes que son afectados es la calidad del suelo y el ambiente biológico, lo que pueden ser ocasionados por derrame de materiales, diésel, aceite de toda la maquinaria usada para las actividades antes señaladas. Además de tener un impacto significativo en la inmunidad y seguridad de los obreros, que pueden tener afectaciones por falta de equipos que protegen al personal o incidentes en el trabajo por falta de señalización.

##### **4.10.2 Plan de Prevención y mitigación de impactos (PPM)**

Como principal objetivo, se tiene el controlar la contaminación del aire, el ruido la producción de sólidos residuales.

Para evitar que se contamine la atmosfera durante y después de la etapa de construcción del proyecto, se deben tomar medidas, tales como se muestran en la siguiente tabla:

<b>IMPACTO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MEDIDA PROPUESTA</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VERIFICACION</b>
Generación de polvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y remoción en situ</li> <li>• Excavación y desalojo de tierra</li> </ul>	Remojar el suelo en situ para evitar la elevación de polvo	Agua usada para el riego del suelo, depreciación de la cantidad de polvo	Observaciones en situ y en oficina a través de fotografías. Inspecciones del residente de

				obra y fiscalizador
Generación de Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y remoción en situ</li> <li>• Transporte de tierra</li> <li>• Construcción de campamento en situ</li> </ul> Transporte de materiales	Mantenimiento de maquinaria.  Uso de equipo para protección de ruido	Depreciación del ruido generado en la parroquia	Informe del estado de maquinarias y equipos
Producción de solidos residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición de concreto</li> <li>• Construcción de campamento en situ</li> </ul>	Contar con un área donde pueda ser depositada todo tipo de residuos sólidos para luego ser evacuada adecuadamente por servicio de recolección del municipio	Limpieza y mantenimiento en situ	Revisión en situ y registros a través de fotografías

**Tabla 4-13 Plan de prevención y mitigación de impactos (Elaboración propia, 2022)**

#### **4.10.3 Plan de salud y seguridad ocupacional (PSSO)**

Como principal objetivo este plan tiene que controlar los accidentes de trabajo, garantizar la seguridad de los obreros y de los habitantes.

Generalmente, las actividades que se realizan durante la etapa de construcción, pueden generar riesgos potenciales de incidentes que atentan contra la salud y bienestar de los obreros, así mismo de las personas que habitan cerca al sitio de la

construcción. Algunos de los riesgos que se producen comúnmente durante las operaciones incluyen:

- Accidentes de tránsito.
- Incidentes en la obra como caídas, algún tipo de lesión durante la construcción.
- Fugas de gasolina o residuos tóxicos que atenten contra la salud de los habitantes.
- Riesgo por infección o contagio por el COVID-19

Se necesita que todo el personal del proyecto cuente con equipo de seguridad personal para minimizar este tipo de impactos durante la construcción, estos equipos son:

- Botas con punta de acero.
- Casco.
- chaleco reflectivo.
- Gafas.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Tapones auditivos.

Para los accidentes de tránsito es necesario señalizar toda el área donde se va ejecutar el proyecto, para proteger a los obreros, peatones y los vehículos que circulan por la zona, generalmente se usan: conos, pancartas, letreros de señales.

IMPACTO	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	VERIFICACIÓN
Salud y seguridad del personal de la obra	Construcción del proyecto	Charlas de capacitación desseguridad y salud (diario)  Entrega de EPP Simulacros (Plan de contingencia)  Instalación de señalización desseguridad	Cantidad de Charlas    Cantidad de simulacros	Registros fotográficos    Firmas de Charlas de seguridad
Infección por virus (COVID-	Actividades del proyecto	Pruebas COVID-19 Periódicamente  Registro de temperatura diario en obra	    Sin contagios	Registro de toma de temperatura, encuestas covid-19 y pruebas covid-19

19)		Alcohol, lavamanos móvil Mascarillas KN-95 Encuestas COVID-19 semanales		Entrega de EPP (mascarillas)
-----	--	--	--	------------------------------------

**Tabla 4-14 Plan de seguridad y salud ocupacional (Elaboración propia, 2022)**

#### **4.10.4 Plan de manejo de desechos (PMD)**

Como objetivo de este plan es controlar el manejo y transporte de los materiales.

##### **Medidas de control para el transporte de materiales**

Este manejo es importante para el cumplimiento de las actividades del transporte de los materiales que serán usados para la ejecución del proyecto, estos son: piedra, arena, tuberías, rellenos, etc. Todo vehículo pesado y extra pesado va a usar las vías principales de acceso a la parroquia de Santa Fé, por lo que se va a generar un aumento del tráfico, por lo que es importante tomar en cuenta estos aspectos:

- Todo material granular deberá ser cubierto con una lona, el cual ayudará a disminuir la producción de polvo y evitará la caída de piedras o arena en la vía.
- Mantenimiento previo de volquetas y maquinaria para evitar retrasos en la ejecución del proyecto.
- Todo vehículo que circule por las vías de acceso a la zona de trabajo deberá hacerlo con una velocidad de entre 30-45km/h.

##### **Medidas para el control de la salida de los materiales residuales**

- Todo material residual será desalojado acatando la normativa ambiental por medio de colectores municipales autorizados.
- Permisos de desalojo de residuos.
- Registro de cada viaje y cantidades de materiales desalojados.

#### **4.10.5 Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)**

Se va a realizar una planificación adicional para el control de polvo, ruido, aire, además estas actividades de monitoreo serán realizadas por una consultoría especializada en estudios ambientales, para que se cumplan las medidas propuestas.

#### **4.10.6 Plan de comunicación y capacitación (PCC)**

Este plan se diseñará de tal forma que los obreros trabajen para cumplir con el desempeño diario requerido para el progreso del trabajo y respeten el horario general. Si no se cuenta con un plan para comunicar las medidas de seguridad y medio ambiente, lo que causará inconvenientes en un futuro con la comunidad y el municipio, también afectando la seguridad de cada obrero. Debido a esto se proponen las siguientes actividades:

- Charlas de seguridad con respecto a cada actividad que se va a realizar en el proyecto.
- Capacitación de seguridad en obra.

#### **4.10.7 Plan de relaciones comunitarias (PRC)**

Al igual que se plantea un plan de capacitación y comunicación para los obreros, existe la necesidad de capacitar a la comunidad. Esto se hará a través de charlas para socializar y concientizar el impacto ambiental que se puede generar si no se lleva a cabo este plan antes del inicio del proyecto.

#### **4.10.8 Plan de cierre de proyecto y entrega de área (PCA)**

Una vez finalizado el proceso de construcción del proyecto, debe haber un plan organizado para proceder con la remoción de escombros, maquinas, letreros y limpieza del sitio de trabajo. Asegúrese de que la entrada principal, los caminos laterales y las aceras de las casas de los habitantes se encuentren en buen estado.

#### **4.10.9 Plan de Rehabilitación (PR)**

En caso de daño a los recursos de la naturaleza, se implementará un plan de remediación y compensación medio ambiental, para que la biota se estabilice, teniendo en cuenta que parte de la comunidad es considerada área preservada para el patrimonio natural de la humanidad. Como plan se establece los siguientes:

- Reforestación de zonas afectadas por construcción del proyecto.

- Regenerar elementos que fueron afectados por ejecución del proyecto.

#### 4.11 Medidas de prevención/ mitigación durante la operación y mantenimiento de la obra.

##### 4.11.1 Análisis general de impactos

De acuerdo con el conjunto de datos elaborados para el estudio de todas las actividades que se van a realizar durante la ejecución de la obra y su respectivo sostenimiento, las actividades que van a generar un gran impacto en el medio ambiente, serían el mantenimiento de los pozos de revisión.

##### 4.11.2 Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)

Los contaminantes ambientales como la generación de materiales residuales y la de ruidos durante la ejecución del proyecto, permanecerán hasta después de que la construcción de la obra concluya, debido a esto se plantean las siguientes medidas:

IMPACTO	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	INDICADORES	VERIFICACIÓN
Generación de emisión de niveles de presión sonora (ruido)	Mantenimiento de pozos de inspección	Análisis de ruido de ambiente	Minimización de ruido en la comunidad	Registros fotográficos
Generación de residuos sólidos	Mantenimiento de pozos de inspección	Transportarlos a sitios autorizados	Mejorar los suelos de la zona	Registros fotográficos

**Tabla 4-15 Medidas de prevención y mitigación de impactos (Elaboración propia, 2022)**

##### 4.11.3 Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)

Se requieren equipos de protección personal para los obreros que van a trabajar en la ejecución del proyecto, cuidando así de que no haya algún tipo de accidente para garantizar el bienestar de cada trabajador. Como riesgos más suscitados durante la ejecución de la obra, se tiene:

- Incidencias de tránsito.

- Riesgo por contagio del virus del covid 19.
- Caídas e incidentes dentro del área de trabajo.

Para evitar este tipo de accidentes todo el personal del proyecto debe contar con el equipo de protección personal, tales como:

- Casco.
- chaleco reflectivo.
- Botas de punta de acero.
- Guantes.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Tapones auditivos.

Y para evitar los accidentes de tránsito se debe de contar con suficiente señalización dentro y en los alrededores donde se lleva a cabo el proyecto.

<b>IMPACTO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MEDIDA PROPUESTA</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>
Salud y seguridad del personal de la obra	Construcción del proyecto	Charlas de capacitación de seguridad y salud (semanal) Entrega EPP	Cantidad de Charlas Cantidad de simulacros	Registros fotográficos Firmas de charlas de seguridad
Infección por virus (COVID-19)	Actividades del proyecto	Pruebas COVID-19 Periódicamente	Sin contagios	Pruebas covid- 19 negativas

**Tabla 4-16 Plan de seguridad y salud ocupacional (Elaboración propia, 2022)**

## **4.12 Conclusiones y recomendaciones**

### **4.12.1 Conclusiones**

- Se identificaron elementos del medio, físico, biológico y socioeconómico en la parroquia de Santa Fé, esto con ayuda de la normativa medioambiental, PDOT, para la evaluación del impacto ambiental, se encontró que los factores más vulnerables fueron la calidad del suelo, los niveles del sonido y la producción de polvo, así como la producción de residuos sólidos y el bienestar de los trabajadores.
- Se han propuesto las medidas necesarias para minimizar, impedir o crear medidas, a través de planes de prevención, gestión de residuos, seguridad, vigilancia, comunicaciones, emergencia, restauración y cierre, trabajando, dando varias actividades como las charlas de seguridad, control de equipo utilizado, control de operación de máquinas y equipo de protección completo.

### **4.12.2 Recomendaciones**

- El plan de gestión ambiental deberá presentarse al ministerio de medio ambiente, agua y transición ecológica, con carácter previo al inicio de la construcción de la estructura para continuar con el proceso de obtención de la licencia ambiental que permita el desarrollo completo del plan de gestión ambiental propuesto.
- Proporcionar un plan de manejo ambiental a los trabajadores y supervisores para que se implementen todas las medidas de reducción propuestas y se realice el seguimiento correspondiente.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se diseñó la red de alcantarillado sanitario de la parroquia Santa Fé, cantón Guaranda, provincia Bolívar, el cual funciona en su totalidad a gravedad.
- Se utilizó herramientas digitales como Google Earth y programas de diseño de ingeniería civil como Civil 3D para la visualización de los datos obtenidos y realizar el trazo de la red de alcantarillado sanitario de la zona de estudio.
- Se utilizó el programa Microsoft Excel para realizar cálculos matemáticos con los cuales se determinaron los caudales, velocidades, diámetros y profundidades de diseño con tal de cumplir con los criterios establecidos en las normativas ecuatorianas vigentes. Resultando un sistema de AASS conformado por 2307.58 km de tubería PVC de 200 mm y 37 pozos de revisión.
- Se determina que la suma de los costos directos e indirectos necesarios para llevar a cabo este proyecto de ingeniería civil se eleva a los \$630.000, aproximadamente.
- Se elaboró un cronograma de trabajo a partir del presupuesto realizado, con tal de estimar la cantidad de meses que duraría la obra, la cual es de 5 meses.

### 5.2 Recomendaciones

- Elaborar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la localización propuesta, con el fin de disminuir la contaminación de estos líquidos y, a su vez, minimizar la cantidad de residuos que son depositados a la quebrada más cercana, la cual desemboca en el río Salinas.
- Debido a que el presente trabajo desarrolla una propuesta de diseño a nivel de factibilidad, es recomendable realizar los ajustes técnicos que sean pertinentes de cara a la información topográfica.

# BIBLIOGRAFÍA

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguaguíña, M. (2022). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la calidad de vida de los caseríos Chumaquil, Sigualo Pamatug y Chambiatode la parroquia García Moreno, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Aldás, J. (2011). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de 4 lotizaciones unidas (varios propietarios), del cantón el Carmen*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Escuela de Civil, Quito.
- Bravo, D., & Solis, E. (2018). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Los Laureles, comunidad de Nero, de la parroquia Baños, cantón Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Castillo, D., & Hidalgo, D. (2006). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para la cabecera cantonal "Malimpia" ubicada en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Comisión Nacional del agua, M. (s.f.). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. doi:978-607-626-036-4
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado - EMAAP-Q*. Obtenido de [https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. Quito: Marcial Punguil.
- Gavilánez, E., & Pillajo, E. (2010). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial de la comunidad de El Chaupi, del cantón Mejía*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- INEN, I. E. (1997). *CÓDIGO DE PRÁCTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*. Quito.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización, I. (1990). *Sistemas de eliminación de residuos líquidos. Requisitos.* Quito: INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1752.pdf>
- Lara, A. (2014). *Las aguas residuales y pluviales y su incidencia en la calidad de vida de los moradores de la parroquia Santa Fé centro de la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Martinez, O. (2011). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.* Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Molina, F. (2011). *Sistema de alcantarillado sanitario para mejorar el estado de vida de los habitantes del sector El Mariscal Sucre Occidental del cantón Saquisilí de la Provincia de Cotopaxi.* Ambato.
- SENAGUA. (s.f.). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.*

# **ANEXOS**





RUBRO	UNIDAD	Cantidad Contractual	Precio Unitario Neto	Valor Total Contractual
COLECTORES DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
1. PRELIMINAR				\$4 740.21
1.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO	m	2 307.58	\$2.05	\$4 740.21
2 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS AASS				\$493 002.25
2.1 EXCAVACIÓN DE ZANJA A MÁQUINA	m3	6 270.46	\$5.47	\$34 303.78
2.2 DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA DE 0 KM - 5 KM	m3	6 270.46	\$8.11	\$50 828.07
2.3 TABLAESTACA METÁLICA CON ARRIOSTRAMIENTO PARA EXCAVACIONES DE TUBERIAS DE ALCANTARILLADO	m2	9 532.44	\$24.98	\$238 165.87
2.4 MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	601.85	\$22.39	\$13 474.61
2.5 REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	206.61	\$25.70	\$5 309.67
2.6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200-220 MM	m	2 307.58	\$31.63	\$72 985.45
2.7 RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	1 100.40	\$25.98	\$28 587.05
2.8 RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	4 675.13	\$10.56	\$49 347.75
3. CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN AASS				\$14 718.30
3.1 EXCAVACIÓN DE ZANJA A MÁQUINA	m3	295.97	\$5.47	\$1 619.16
3.2 DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA DE 0 KM - 5 KM	m3	295.97	\$8.11	\$2 399.12
3.3 TABLAESTACA METÁLICA CON ARRIOSTRAMIENTO PARA EXCAVACIONES DE TUBERIAS DE ALCANTARILLADO	m2	161.94	\$0.00	\$0.00

RUBRO	UNIDAD	Cantidad Contractual	Precio Unitario Neto	Valor Total Contractual
3.4 MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)	m3	6.23	\$22.39	\$139.48
3.5 REPLANTILLO DE H.S. F'C=180 KG/CM2	m3	2.08	\$154.88	\$322.14
3.6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS	kg	1 858.14	\$2.58	\$4 784.77
3.7 HORMIGÓN F'C = 280 KG/CM2 CON ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE-ACELERANTE (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	4.07	\$307.21	\$1 250.80
3.8 RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"	m3	10.67	\$26.31	\$280.73
3.9 RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO	m3	47.71	\$15.89	\$758.19
3.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURA DE LOSA DESMONTABLE	kg	409.54	\$2.58	\$1 054.58
3.11 HORMIGÓN F'C = 350 KG/CM2 CON ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE-ACELERANTE (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	2.49	\$331.62	\$825.11
3.12 INSTALACIÓN DE LOSA DESMONTABLE	u.	36.00	\$35.67	\$1 284.22
3.13 TAPA DE HIERRO DUCTIL DN 600mm CLASE D 400 (*)	u.	36.00	\$197.70	\$7 117.20
	TOTAL COLECTORES			\$512 460.76
OBRAS ADICIONALES				
4 RUBROS AMBIENTALES				\$4 034.64
4.1 MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO	h	48.00	\$31.88	\$1 530.24
4.2 MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO	u	6.00	\$40.00	\$240.00
4.3 CONTROL DE POLVO (AGUA)	m3	60.00	\$3.06	\$183.60

RUBRO	UNIDAD	Cantidad Contractual	Precio Unitario Neto	Valor Total Contractual
4.4 MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE	h	48.00	\$38.25	\$1 836.00
4.5 INSTRUCTIVOS AMBIENTALES	u	80.00	\$3.06	\$244.80
5 RUBROS DE SEGURIDAD				\$11 597.04
5.1 LETREROS	u	2.00	\$205.00	\$410.00
5.2 CINTAS PLÁSTICAS DE SEGURIDAD (REFLECTIVAS)	m	2 806.00	\$0.23	\$645.38
5.3 CHALECO REFLECTIVO	u	20.00	\$5.00	\$100.00
5.4 GUANTES DE CUERO	u	20.00	\$5.00	\$100.00
5.5 CASCO	u	20.00	\$7.00	\$140.00
5.6 CAMPAMENTO DE PERSONAL Y BODEGA	u	1.00	\$1 056.42	\$1 056.42
5.7 ALQUILER DE BATERIAS SANITARIAS	mes	4.00	\$250.06	\$1 000.24
5.8 LIMPIEZA DE OBRA	m2	3 000.00	\$2.72	\$8 145.00
	TOTAL AMBIENTAL SEGURIDAD			\$15 631.68
	(A) TOTAL DE COSTO DIRECTO			\$528 092.44
	(B) TOTAL DE COSTO INDIRECTO 20%			\$98 437.34
	VALOR TOTAL DE LA OBRA (A+B)			\$626 529.78

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	1.1			Unidad	m
Detalle:	1.1 PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO			Rendimiento	0.08 h/m
				Rendimiento	12.50 m/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Camioneta	0.2500	6.0000	15000	0.0800	0.12
Estación total topografía	10000	8.0000	8.0000	0.0800	0.64
Herramienta menor (5% MO)			-		0.05
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( M )</b>					<b>0.81</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O C1 Topógrafo	10000	4.0600	4.0600	0.0800	0.32
E.O D2 Cadenero	2.0000	3.6600	7.3200	0.0800	0.59
E.O C2 Dibujante	0.5000	3.8600	19300	0.0800	0.15
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( N )</b>					<b>1.06</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Papelera - ploteo	Global	10000	0.0500	0.0500	
Tira de madera 2x5x2 cm	m	0.1050	0.3800	0.0399	
Clavos 2-8	UNIDAD	0.1050	0.8000	0.0840	
Estacas de madera	kg	0.0150	0.1500	0.0023	
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( O )</b>					<b>0.18</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( P )</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M +N +O +P)</b>					<b>2.05</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>0.41</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO (CD + CI)</b>					<b>2.47</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.47</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	2.2			<b>Unidad</b>	m3
<b>Detalle:</b>	2.2 DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA DE 0 KM - 5 KM		<b>Rendimiento</b>	0.11	h/m3
			<b>Rendimiento</b>	9.09	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Volqueta de 8 m3	10000	30.0000	30.0000	0.1100	3.30
Retroexcavadora de 75 HP	0.7500	35.0000	26.2500	0.1100	2.89
Herramienta menor (5%MO)			-		0.09
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>6.28</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	2.0000	3.6200	7.2400	0.1100	0.80
E.O C1 Chofer	1.0000	5.3100	5.3100	0.1100	0.58
E.O C1 Operador	1.0000	4.0600	4.0600	0.1100	0.45
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>1.83</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>-</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>8.11</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>1.62</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>9.73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>9.73</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>ID Rubro:</b>	2.3			<b>Unidad</b>	m2	
<b>Detalle:</b>	2.3 TABLAESTACA METÁLICA CON ARRIOSTRAMIENTO PARA EXCAVACIONES DE TUBERIAS DE ALCANTARILLADO			<b>Rendimiento</b>	0.07 h/m2	
				<b>Rendimiento</b>	14.29 m2/h	
EQUIPOS		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
Excavadora de 15HP	0.5000	45.0000	22.5000	0.6154	13.85	
Camión plataforma 9 metros	0.1000	37.0000	3.7000	0.6154	2.28	
Herramienta menor (5% MO)					0.139	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>						<b>16.26</b>
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.6154	2.23	
E.O E2 CAT. II Ayudante de Fierro	0.2500	3.6200	0.9050	0.6154	0.56	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>						<b>2.78</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB	
Tablaestaca metálica		kg	19227	2.88	5.54	
Soga		kg	0.1000	4.00	0.40	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>						<b>5.94</b>
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB	
					-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>						<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>						<b>24.98</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>						<b>5.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>29.98</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>29.98</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	2.4			Unidad	m3
Detalle:	2.4 MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)			Rendimiento	0.25 h/m3
				Rendimiento	4.00 m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Retroexcavadora de 75 HP	0.7500	35.0000	26.2500	0.2500	6.56
Herramienta menor (5%MO)					0.12
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>6.68</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.2500	0.91
E.O C1M aestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5000	4.0600	2.0300	0.2500	0.51
E.O C1Operador	10000	4.0600	4.0600	0.2500	1.02
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>2.43</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Cascajo grueso	m3	13000	8.00	10.40	
Pruebas de laboratorio cascajo	u	10000	0.9500	0.95	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>11.35</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte cascajo grueso	m3	10500	0.1000	0.11	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>0.11</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>20.57</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>4.11</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>24.68</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>24.68</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>ID Rubro:</b>	2.5		<b>Unidad</b>	m3								
<b>Detalle:</b>	2.5 REPLANTILLO DE PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"		<b>Rendimiento</b>	0.25	h/m3							
			<b>Rendimiento</b>	4.00	m3/h							
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
Cargadora de 95HP/15M3	10000	30.0000	30.0000	0.250	7.50							
Herramienta menor (5%MO)				-	0.121							
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>7.62</b>							
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.250	0.91							
E.O C1M aestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5000	4.0600	2.0300	0.250	0.51							
E.O C1Operador	10000	4.0600	4.0600	0.250	1.02							
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>2.43</b>							
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
Piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10200	14.33	14.62								
Prueba de laboratorio de piedra	u	10000	0.7500	0.75								
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>15.37</b>							
<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
Transporte de replantillo de piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10500	0.27	0.28								
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>0.28</b>							
<table border="1"> <tr> <td><b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b></td> <td><b>25.70</b></td> </tr> <tr> <td><b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b></td> <td><b>5.14</b></td> </tr> <tr> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b></td> <td><b>30.84</b></td> </tr> <tr> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td><b>30.84</b></td> </tr> </table>					<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>25.70</b>	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	<b>5.14</b>	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>30.84</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>30.84</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>25.70</b>											
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	<b>5.14</b>											
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>30.84</b>											
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>30.84</b>											
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>												

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>ID Rubro:</b>	2.6			<b>Unidad</b>	m	
<b>Detalle:</b>	2.6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200-220 MM			<b>Rendimiento</b>	0.26 h/m	
				<b>Rendimiento</b>	3.85 m/h	
EQUIPOS		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
Camión pequeño 4 ton	0.0500	14.0000	0.7000	0.2600	0.18	
Teodolito incluye trípode, mira y dos jalones	1.0000	2.7500	2.7500	0.2600	0.72	
Retroexcavadora de 75 HP	1.0000	35.0000	35.0000	0.2600	9.10	
Herramienta menor (5% MO)					0.242	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( M )</b>						<b>10.24</b>
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
E.O E2 Peón	2.0000	3.6200	7.2400	0.2600	1.88	
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1000	4.0600	0.4060	0.2600	0.11	
E.O C1Topógrafo 2, Titulo, Experiencia mayor a 5 años	0.8000	4.0600	3.2480	0.2600	0.84	
E.O D2 CAT III Tubero	1.0000	3.6600	3.6600	0.2600	0.95	
E.O C1Operador	1.0000	4.0600	4.0600	0.260	1.06	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( N )</b>						<b>4.84</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
TUBO PVC D INTERIOR 200 MM SERIE 5	m	1.0000	15.97	15.97		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( O )</b>					<b>15.97</b>	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( P )</b>					<b>-</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>31.05</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>6.21</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>37.26</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>37.26</b>	
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	2.7		<b>Unidad</b>	m3	
<b>Detalle:</b>	2.7 RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"		<b>Rendimiento</b>	0.53	h/m3
			<b>Rendimiento</b>	1.89	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Cargadora de 95HP/15M3	0.2000	35.0000	7.0000	0.6670	4.67
Herramienta menor (5%M.O)					0.242
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>4.91</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.6670	2.41
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1000	4.0600	0.4060	0.6670	0.27
E.O C1Operador	10000	4.0600	4.0600	0.530	2.15
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>4.84</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10500	14.23	14.94	
Prueba de laboratorio de piedra	u	10000	0.7500	0.75	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>				<b>15.69</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte de replantillo de piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10500	0.2700	0.2835	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>				<b>0.28</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)					25.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)					5.14
COSTO TOTAL DEL RUBRO					30.87
VALOR OFERTADO					30.87
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>ID Rubro:</b>	3.1			<b>Unidad</b>	m3	
<b>Detalle:</b>	3.1 EXCAVACIÓN DE ZANJA A MÁQUINA			<b>Rendimiento</b>	0.107	h/m3
				<b>Rendimiento</b>	9.35	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
Retroexcavadora de 75 HP	10000	35.0000	35.0000	0.1070	3.75	
Herramienta menor (5% MO)					0.08	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( M )</b>						<b>3.83</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
E.O E2 Peón	2.0000	3.6200	7.2400	0.1070	0.77	
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	10000	4.0600	4.0600	0.1070	0.43	
E.O C1 Operador	10000	4.0600	4.0600	0.1070	0.43	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( N )</b>						<b>1.64</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( O )</b>						<b>-</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( P )</b>						<b>-</b>
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>5.47</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>		<b>1.09</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>6.56</b>
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>6.56</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	3.2			<b>Unidad</b>	m3
<b>Detalle:</b>	3.2 DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA DE 0 KM - 5 KM		<b>Rendimiento</b>	0.11	h/m3
			<b>Rendimiento</b>	9.09	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Volqueta de 8 m3	10000	30.0000	30.0000	0.100	3.30
Retroexcavadora de 75 HP	0.7500	35.0000	26.2500	0.100	2.89
Herramienta menor (5%MO)			-		0.09
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>6.28</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	2.0000	3.6200	7.2400	0.100	0.80
E.O C1 Chofer	1.0000	5.3100	5.3100	0.100	0.58
E.O C1 Operador	1.0000	4.0600	4.0600	0.100	0.45
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>1.83</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>-</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>8.11</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>1.62</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>9.73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>9.73</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>ID Rubro:</b>	3.3			<b>Unidad</b>	m2	
<b>Detalle:</b>	3.3 TABLAESTACA METÁLICA CON ARRIOSTRAMIENTO PARA EXCAVACIONES DE TUBERIAS DE ALCANTARILLADO			<b>Rendimiento</b>	0.07 h/m2	
				<b>Rendimiento</b>	14.29 m2/h	
EQUIPOS		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
Excavadora de 15HP	0.5000	45.0000	22.5000	0.6154	13.85	
Camión plataforma 9 metros	0.1000	37.0000	3.7000	0.6154	2.28	
Herramienta menor (5% MO)					0.139	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>						<b>16.26</b>
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.6154	2.23	
E.O E2 CAT. II Ayudante de Fierro	0.2500	3.6200	0.9050	0.6154	0.56	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>						<b>2.78</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB	
Tablaestaca metálica		kg	19227	2.88	5.54	
Soga		kg	0.1000	4.00	0.40	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>						<b>5.94</b>
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>						<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						<b>24.98</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>						<b>5.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>29.98</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>29.98</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	3.4			Unidad	m3
Detalle:	3.4 MATERIAL DE MEJORAMIENTO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO GRUESO (PIEDRAS > 15 CM)			Rendimiento	0.25 h/m3
				Rendimiento	4.00 m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Retroexcavadora de 75 HP	0.7500	35.0000	26.2500	0.2500	6.56
Herramienta menor (5% MO)					0.12
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>6.68</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.2500	0.91
E.O C1 Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5000	4.0600	2.0300	0.2500	0.51
E.O C1 Operador	10000	4.0600	4.0600	0.2500	102
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>2.43</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Cascajo grueso	m3	13000	8.00	10.40	
Pruebas de laboratorio cascajo	u	10000	0.9500	0.95	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>11.35</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte cascajo grueso	m3	10500	0.1000	0.11	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>0.11</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>20.57</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>4.11</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>24.68</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>24.68</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	3.6		<b>Unidad</b>	kg	
<b>Detalle:</b>	3.6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURAS		<b>Rendimiento</b>	0.05	h/kg
			<b>Rendimiento</b>	20.00	kg/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Cortadora dobladora de hierro	0.05	0.50	0.026	0.050	0.001
Herramienta menor (5% MO)			-		0.021
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>0.02</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	0.9000	3.6200	3.2580	0.0500	0.16
E.O D2 CAT. III Fierro	1.0000	3.6600	3.6600	0.0500	0.18
E.O C1 Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.4000	4.0600	16.240	0.0500	0.08
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>0.43</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Acero corrugado, fy=4200 kg/cm2	kg	10.500	0.81	0.85	
Alambre recocido # 18	kg	0.0500	2.5400	0.13	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>				<b>0.98</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte de acero corrugado, fy=4200 kg/cm2	kg	10.500	10.800	1.13	
Transporte de Alambre recocido # 18	kg	0.4600	0.0300	0.01	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>				<b>1.15</b>	
		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>2.58</b>
		<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>			<b>0.52</b>
		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>3.09</b>
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>3.09</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	3.7		Unidad	m3	
Detalle:	3.7 HORMIGÓN F'c = 280 KG/CM2 CON ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE-ACELERANTE (INCLUYE ENCOFRADO)		Rendimiento	2.9	h/m3
			Rendimiento	0.34	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Vibrador de manguera a gasolina de 5.5 HP	0.3500	3.7500	13.125	2.9000	3.81
Herramienta menor (5% MO)					0.613
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>4.42</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	2.9000	10.50
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1500	4.0600	0.6090	2.9000	1.77
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>12.26</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Encofrado para cámaras	m3	0.9997	66.8200	66.80	
Hormigón f'c=280 kg/cm2	m3	10600	116.2100	123.18	
Sikament HE 200	kg	4.5100	5.6600	25.53	
SikaFUME	kg	22.4800	2.9500	66.32	
Prueba laboratorio hormigón	u	10000	8.7000	8.70	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>290.53</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>		<b>307.21</b>
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>		<b>61.44</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>368.65</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>368.65</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS												
ID Rubro:	3.8		Unidad	m3								
Detalle:	3.8 RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON PIEDRA GRADUADA DE 1/2" - 3/4"		Rendimiento	0.53	h/m3							
			Rendimiento	1.89	m3/h							
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
Cargadora de 95HP/15M3	0.2000	35.0000	7.0000	0.6670	4.67							
Herramienta menor (5%M.O)					0.242							
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>4.91</b>							
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.6670	2.41							
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1000	4.0600	0.4060	0.6670	0.27							
E.O C1Operador	10000	4.0600	4.0600	0.530	2.15							
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>4.84</b>							
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
Piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10500	14.23	14.94								
Prueba de laboratorio de piedra	u	10000	0.7500	0.75								
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>15.69</b>							
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
Transporte de replantillo de piedra graduada de 1/2" - 3/4"	m3	10500	0.2700	0.2835								
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>0.28</b>							
<table border="1"> <tr> <td>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</td> <td>25.72</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</td> <td>5.14</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td>30.87</td> </tr> <tr> <td>VALOR OFERTADO</td> <td>30.87</td> </tr> </table>					TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	25.72	INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	5.14	COSTO TOTAL DEL RUBRO	30.87	VALOR OFERTADO	30.87
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	25.72											
INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	5.14											
COSTO TOTAL DEL RUBRO	30.87											
VALOR OFERTADO	30.87											
NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA												

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	3.9		<b>Unidad</b>	m3	
<b>Detalle:</b>	3.9 RELLENO COMPACTADO MECANICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO		<b>Rendimiento</b>	0.4	h/m3
			<b>Rendimiento</b>	2.50	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Cargadora de 95 HP/15 m3	0.3000	35.0000	10.5000	0.4000	4.20
Compactador mediano manual a gasolina 4 HP	0.2500	4.4300	1.1075	0.4000	0.44
Herramienta menor (5% MO)			-		0.17
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>4.81</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	0.4000	1.45
E.O C1M aestro mayor en ejecución de obras civiles	0.2000	4.0600	0.8120	0.4000	0.32
E.O C1Operador	10000	4.0600	4.0600	0.400	1.62
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>3.40</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Combustible	galón	0.2000	1.85	0.37	
Cascajo fino	m3	12000	5.2900	6.35	
Pruebas laboratorio Cascajo	u	10000	0.8500	0.85	
Agua	m3	0.0200	3.0000	0.06	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>				<b>7.63</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte cascajo fino	m3	12000	0.0400	0.0480	
Transporte de combustible	galón	0.2000	0.0300	0.0060	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>				<b>0.05</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>					<b>15.89</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>3.18</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>19.07</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>19.07</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>ID Rubro:</b>	3.10		<b>Unidad</b>	kg	
<b>Detalle:</b>	3.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ARMADURAS PARA ESTRUCTURA DE LOSA DESMONTABLE		<b>Rendimiento</b>	0.05	h/kg
			<b>Rendimiento</b>	20.00	kg/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Cortadora dobladora de hierro	0.05	0.510	0.026	0.050	0.001
Herramienta menor (5%MO)			-		0.021
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>0.02</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	0.9000	3.6200	3.2580	0.0500	0.16
E.O D2 CAT. III Fierro	1.0000	3.6600	3.6600	0.0500	0.18
E.O C1M maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.4000	4.0600	16240	0.0500	0.08
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>0.43</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Acero corrugado, fy=4200 kg/cm2	kg	10500	0.81	0.85	
Alambre recocido # 18	kg	0.0500	2.5400	0.13	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>				<b>0.98</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Transporte de acero corrugado, fy=4200 kg/cm2	kg	10500	1.0800	1.13	
Transporte de Alambre recocido # 18	kg	0.4600	0.0300	0.01	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>				<b>1.15</b>	
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>2.58</b>	
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	<b>0.52</b>	
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3.09</b>	
			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3.09</b>	
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	3.11		Unidad	m3	
Detalle:	3.11 HORMIGÓN F'c = 350 KG/CM2 CON ADITIVO SUPER PLASTIFICANTE-ACELERANTE (INCLUYE ENCOFRADO)		Rendimiento	9	h/m3
			Rendimiento	0.11	m3/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Vibrador de manguera a gasolina de 5.5 HP	0.3000	3.7500	1.1250	5.5000	6.19
Herramienta menor (5%MO)					1.63
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>7.35</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	10000	3.6200	3.6200	5.5000	19.91
E.O C1 Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1500	4.0600	0.6090	5.5000	3.35
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>23.26</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Encofrado para cámaras	m3	0.9997	66.8200	66.80	
Hormigón f'c=350 kg/cm2	m3	1.0600	126.1000	133.67	
Sikament HE 200	kg	4.5100	5.6600	25.53	
SikaFUME	kg	22.4800	2.9500	66.32	
Prueba laboratorio hormigón	u	1.0000	8.7000	8.70	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>301.01</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>		<b>331.62</b>
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>		<b>66.32</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>397.94</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>397.94</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>ID Rubro:</b>	3.12			<b>Unidad</b>	u
<b>Detalle:</b>	3.12 INSTALACIÓN DE LOSA DESMONTABLE			<b>Rendimiento</b>	1.2 h/u
				<b>Rendimiento</b>	0.83 u/h
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Retroexcavadora de 75Hp	0.8500	30.0000	25.5000	12000	30.60
Herramienta menor (5%M.O)					0.242
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>30.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	1.0000	3.6200	3.6200	12000	4.34
E.O C1M aestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1000	4.0600	0.4060	12000	0.49
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>4.83</b>
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>-</b>
<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>	
DESCRIPCIÓN	qq	A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>35.67</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>7.13</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>42.81</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>42.81</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS												
ID Rubro:	3.13			Unidad	u							
Detalle:	3.13 TAPA DE HIERRO DUCTIL DN 600mm CLASE D 400 (*)											
<b>EQUIPOS</b>												
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					-							
<b>MANO DE OBRA</b>												
	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO							
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR							
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					-							
<b>MATERIALES</b>												
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
Tapa de hierro ductil DN 600 mm Clase D 400(*)	UNIDAD	10000	197.7000	197.7000								
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>197.70</b>							
<b>TRANSPORTE</b>												
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO								
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB								
				-								
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					-							
<table border="1"> <tr> <td>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</td> <td>197.70</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</td> <td>39.54</td> </tr> <tr> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b></td> <td><b>237.24</b></td> </tr> <tr> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td><b>237.24</b></td> </tr> </table>					TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	197.70	INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	39.54	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>237.24</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>237.24</b>
TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	197.70											
INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	39.54											
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>237.24</b>											
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>237.24</b>											
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>												

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS														
<b>ID Rubro:</b>	4.1			<b>Unidad</b>	h									
<b>Detalle:</b>	4.1 MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO													
<b>EQUIPOS</b>														
	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>									
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR									
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>						-								
<b>MANO DE OBRA</b>														
	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>									
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR									
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>						-								
<b>MATERIALES</b>														
		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>									
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB									
Monitoreo y medición de polvo		h	10000	312500	312500									
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>						<b>31.25</b>								
<b>TRANSPORTE</b>														
		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>									
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB									
Transporte Monitoreo y medicion de polvo			10000	0.6300	0.6300									
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>						<b>0.6300</b>								
<table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 70%;"><b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b></td> <td style="text-align: right;"><b>31.88</b></td> </tr> <tr> <td><b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b></td> <td style="text-align: right;">6.38</td> </tr> <tr> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b></td> <td style="text-align: right;">38.26</td> </tr> <tr> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>38.26</b></td> </tr> </table>							<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>31.88</b>	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	6.38	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	38.26	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>38.26</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>31.88</b>													
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	6.38													
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	38.26													
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>38.26</b>													
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>														



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ID Rubro:	4.3			Unidad	m3	
Detalle:	4.3 CONTROL DE POLVO (AGUA)					
<b>EQUIPOS</b>						
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					-	
<b>MANO DE OBRA</b>						
	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					-	
<b>MATERIALES</b>						
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
Control de polvo	m3	10000	3.0000	3.0000		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					3.00	
<b>TRANSPORTE</b>						
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB		
Transporte Control de polvo		10000	0.0600	0.0600		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					0.0600	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	3.06	
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	0.61	
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	3.67	
				<b>VALOR OFERTADO</b>	3.67	
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>						





ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																		
ID Rubro:	5.1			Unidad	u													
Detalle:	5.1 LETREROS																	
<b>EQUIPOS</b>																		
	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>													
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR													
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>						-												
<b>MANO DE OBRA</b>																		
	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>													
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR													
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>						-												
<b>MATERIALES</b>																		
		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>													
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB													
Letrero		UNIDAD	10000	205.0000	205.0000													
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>						<b>205.00</b>												
<b>TRANSPORTE</b>																		
		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>													
DESCRIPCIÓN			A	B	C=AXB													
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>						-												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td><b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b></td> <td style="text-align: right;"><b>205.00</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b></td> <td style="text-align: right;">41.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b></td> <td style="text-align: right;">246.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>246.00</b></td> </tr> </table>								<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>205.00</b>		<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	41.00		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	246.00		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>246.00</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>205.00</b>																
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>	41.00																
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	246.00																
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>246.00</b>																
<p>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</p>																		





ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS																		
ID Rubro:	5.4			Unidad	u													
Detalle:	5.4 GUANTES DE CUERO																	
<b>EQUIPOS</b>																		
	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO													
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR													
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>						-												
<b>MANO DE OBRA</b>																		
	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO													
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR													
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>						-												
<b>MATERIALES</b>																		
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO														
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB														
Guantes de cuero	UNIDAD	10000	5.0000	5.0000														
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>						<b>5.00</b>												
<b>TRANSPORTE</b>																		
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO														
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB														
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>						-												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td><b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b></td> <td style="text-align: right;"><b>5.00</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</td> <td style="text-align: right;">1.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>6.00</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>6.00</b></td> </tr> </table>								<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>5.00</b>		INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	1.00		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.00</b>		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6.00</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>	<b>5.00</b>																
	INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)	1.00																
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.00</b>																
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6.00</b>																
NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA																		



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	5.6			Unidad	u
Detalle:	5.6 CAMPAMENTO DE PERSONAL Y BODEGA		Rendimiento	15	h/u
			Rendimiento	0.07	u/h
EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
Herramienta menor (5%MO)					14.591
<b>SUBTOTAL EQUIPOS (M)</b>					<b>14.59</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCIÓN	A	B	C=AXB	R	D=CXR
E.O E2 Peón	4.0000	3.6200	14.4800	15.0000	217.20
E.O C1M aestro mayor en ejecución de obras ci	10000	4.0600	4.0600	15.0000	60.90
E.O D2 Albañil	0.2500	3.6600	0.9150	15.0000	13.73
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)</b>					<b>291.83</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
Campamento y bodegas	UNIDAD	10000	750.0000	750.0000	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (O)</b>					<b>750.00</b>
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCIÓN		A	B	C=AXB	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (P)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)</b>					<b>1 056.42</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (20%)</b>					<b>211.28</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1267.70</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1 267.70</b>
<b>NOTA: PRECIO NO INCLUYE IVA</b>					













