

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS  
SERVIDAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA BENEFICIO  
DEL RECINTO LA BARRANCA-SAMBORONDÓN”**

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**EDUARDO ALEXIS LEÓN PIEDRA**

**GILSON EDUARDO LINDAO PALMA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por su fidelidad en todo tiempo y su inmenso amor que me cuesta entender y por más estrecho que sea el camino, todo lo puedo en Cristo que me fortalece. A mi papá Leonel Lindao, mi mamá Tania Palma y hermanos Taniuxi y David por sentar las bases de la perseverancia y superación en mi vida y apoyarme en todo tiempo. A mis profesores por todas las enseñanzas impartidas durante toda mi carrera universitaria.

Gilson Lindao Palma

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su infinito amor y por haberme permitido culminar una etapa más en mi vida. A mi padre Washington León, mi madre Zoila Piedra y hermanos Washington, Gabriel, Kevin y Jeremy por estar presentes en todo momento, han sido la motivación para lograr este objetivo. A mis profesores por los conocimientos y enseñanzas brindadas para mi formación como profesional.

Eduardo León Piedra

## **DEDICATORIA**

El proyecto se lo dedico a mis padres, hermanos, familiares y amigos que me demuestran su amor y me ayudaron a cumplir este objetivo, especialmente a mi abuela Haydée Vera de Palma que está en cielo y que se sentiría orgullosa de mi por este nuevo logro obtenido.

Gilson Lindao Palma

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mis padres y hermanos, pilar fundamental en mi vida, han sido ayuda y consejo en todos estos años de estudió. A mis amigos porque con ellos se comparte y vive el día a día en toda la vida universitaria. Y lo dedico a Dios porque sin Él nada es posible.

Eduardo León Piedra

# TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....  
Miguel Ángel Chavez, Ph.D.

.....  
Alby del Pilar Aguilar, Msc

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y 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"

.....  
Eduardo León Piedra

.....  
Gilson Lindao Palma

## RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el diseño del sistema de evacuación de aguas servidas y planta de tratamiento para beneficio del recinto La Barranca ubicado en el cantón Samborondón.

La población carece de un sistema de alcantarillado sanitario por lo que se construyen pozos ciegos sin ningún criterio para el alojamiento de las excretas. Este proyecto busca disminuir el riesgo de enfermedades para los pobladores al estar en contacto con las aguas servidas.

Se presentan tres alternativas para solucionar los problemas existentes: La red del sistema de alcantarillado sanitario usando una tubería de pared estructurada PVC como colector principal del sistema, el diseño del colector para la red sanitaria usando una tubería de hormigón simple y la planta de tratamiento de aguas servidas.

Para la ejecución del proyecto se realizó un levantamiento topográfico para observar los relieves del terreno y escoger la ruta más óptima para la ubicación de los colectores. Se recopiló toda la información geológica, hidrológica y climática que sirvan como base para la solución de los problemas existentes para el diseño del sistema de alcantarillado.

El sistema está compuesto por la red principal de alcantarillado y obras complementarias como pozos de inspección, cajas domiciliarias necesarias para evacuar las aguas residuales de la comunidad, estas serán impulsadas por la línea de bombeo para llegar a la planta de tratamiento

Este proyecto se complementa con las especificaciones técnicas necesarias para la elección de los procesos constructivos y materiales que garanticen un funcionamiento óptimo del sistema.

Finalmente se presenta un presupuesto referencial de cada alternativa para la construcción y operación del proyecto con el respectivo cronograma valorado para realizar el seguimiento de la obra. Se escoge la alternativa más óptima, viable y que cumpla los requerimientos técnicos, sociales y ambientales.

Se presentan los anexos donde se muestran cálculos más detallados, planos memorias técnicas y fotográficas para la elaboración del proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>TRIBUNAL DE EVALUACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>XX</b>
<b>SIMBOLOGÍAS</b> .....	<b>XXI</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1.ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>1</b>
1.1    INTRODUCCIÓN .....	1
1.2    OBJETIVOS .....	2
1.2.1    OBJETIVOS GENERALES .....	2
1.2.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4    DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	4
1.5    HIDROLOGÍA .....	5
1.6    CLIMATOLOGÍA.....	5
1.7    GEOLOGÍA .....	6
1.8    RELIEVE.....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>2.TRABAJO DE CAMPO Y ENSAYOS</b> .....	<b>7</b>
2.1    LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	7
2.2    ESTUDIOS DE SUELOS.....	8
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>12</b>
<b>3.BASES DE DISEÑO</b> .....	<b>12</b>
3.1    PERIODO DE DISEÑO .....	12
3.2    POBLACIÓN FUTURA .....	12
3.3    NIVELES DE SERVICIO.....	13
3.4    ÁREAS DE DRENAJE.....	14
3.5    DOTACIÓN .....	15
3.6    CAUDALES DE DISEÑOS.....	15
3.6.1    FACTOR DE RETORNO.....	15

3.6.2	CAUDAL MEDIO.....	15
3.6.3	COEFICIENTE DE MAYORACIÓN.....	16
3.6.4	CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	17
3.6.5	CAUDAL DE INFILTRACIÓN.....	17
3.6.6	CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS.....	20
3.6.7	CAUDAL DE DISEÑO.....	20
3.7	VELOCIDAD MÍNIMA.....	21
3.8	VELOCIDAD MÁXIMA.....	21
3.9	POZOS DE REVISIÓN.....	22
3.10	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	23
3.11	CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	24
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>28</b>
<b>4.</b>	<b>DISEÑO.....</b>	<b>28</b>
4.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.....	28
4.2	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO (ALTERNATIVA 3).....	38
4.2.1	TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	38
4.2.1.1	DIMENSIONAMIENTO DE REJILLA.....	38
4.2.2	SISTEMA DE BOMBEO.....	41
4.2.2.1	CÁLCULO DE VOLUMEN MÍNIMO DEL CÁRCAMO DE BOMBEO.....	41
4.2.2.2	DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	43
4.2.2.3	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA DE IMPULSIÓN.....	45
4.2.2.4	GOLPE DE ARIETE.....	46
4.2.3	TRATAMIENTO MEDIANTE SEDIMENTADOR PRIMARIO.....	49
4.2.3.1	DIMENSIONAMIENTO.....	50
4.2.4	TRATAMIENTO MEDIANTE LAGUNA FACULTATIVA.....	56
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>62</b>
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>62</b>
5.1	VENTAJAS Y RESTRICCIONES DEL PROYECTO INTEGRADOR.....	63
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>66</b>
6.1	INTRODUCCIÓN.....	66
6.2	OBJETIVOS.....	67
6.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	67

6.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	67
6.3	MARCO LEGAL .....	67
6.4	INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO .....	77
6.5	DESCRIPCIÓN DE LÍNEA BASE .....	77
6.6	ACTIVIDADES A REALIZAR.....	78
6.6.1	FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	78
6.6.2	FASE DE OPERACIÓN.....	79
6.6.3	FIN DE VIDA ÚTIL .....	79
6.7	RECURSOS AFECTADOS .....	80
6.7.1	MEDIOS ABIÓTICOS .....	80
6.7.2	MEDIOS BIÓTICOS .....	82
6.7.3	FACTORES SOCIOECONÓMICOS .....	82
6.8	MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL .....	83
6.8.1	FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	87
6.8.2	FASE DE OPERACIÓN .....	93
6.8.3	FIN DE VIDA ÚTIL .....	99
6.9	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	105
6.9.1	OBJETIVOS .....	105
6.9.2	DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	106
6.9.3	PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN .....	106
6.9.4	PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	111
6.9.5	PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS. ....	113
6.9.6	PLAN DE CONTINGENCIA. ....	114
6.9.7	PLAN DE CAPACITACIÓN.....	115
6.9.8	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	116
6.10	PRESUPUESTO AMBIENTAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	117
6.11	CRONOGRAMA VALORADO AMBIENTAL PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	119
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>122</b>
<b>7. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>		<b>122</b>
7.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	122
7.1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA. ....	122
7.1.2	TRAZADO Y REPLANTEO. ....	123
7.1.3	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍA (INCLUYE DESALOJO). ....	124

7.1.4	EXCAVACIÓN MANUAL.....	124
7.1.5	RELLENO CON CAMA DE ARENA.....	125
7.1.6	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO (INCLUYE TRANSPORTE).....	126
7.1.7	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO .....	127
7.1.8	CÁMARA DE INSPECCIÓN DE H.A. F°C 280 KG.CM2 TIPO 1.....	128
7.1.9	CÁMARA DE INSPECCIÓN DE H.A. F°C 280 KG.CM2 TIPO 2.....	130
7.1.10	CÁMARA DE INSPECCIÓN DE H.A. F°C 280 KG.CM2 TIPO 3.....	131
7.1.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC=110MM.....	133
7.1.12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC=200MM.....	134
7.1.13	CAJA DE REGISTRO CON TAPA H.A. (60x60 INTERIOR).....	135
7.1.14	BOMBEO.....	136
7.1.15	PRUEBAS HIDROSTÁTICAS.....	137
7.2	PRESUPUESTO GENERAL.....	138
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>142</b>
	BIBLIOGRAFÍA.....	146
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE ECUACIONES

[Ecuación 1]	Porcentaje de finos .....	9
[Ecuación 2]	Población futura.....	12
[Ecuación 3]	Caudal Medio.....	16
[Ecuación 4]	Coefficiente de mayoración de caudal .....	16
[Ecuación 5]	Caudal máximo diario .....	17
[Ecuación 6]	Caudal de infiltración .....	19
[Ecuación 7]	Caudal de diseño.....	20
[Ecuación 8]	Grado sexagesimal de la tubería .....	24
[Ecuación 9]	Área de sección de tubería .....	25
[Ecuación 10]	Caudal en la tubería.....	25
[Ecuación 11]	Perímetro mojado .....	25
[Ecuación 12]	Radio hidráulico .....	25
[Ecuación 13]	Ancho superior libre .....	25
[Ecuación 14]	Número de froude.....	26
[Ecuación 15]	Velocidad.....	26
[Ecuación 16]	Esfuerzo cortante.....	26
[Ecuación 17]	Área de la rejilla de desbaste .....	38
[Ecuación 18]	Altura de canal.....	39
[Ecuación 19]	Altura total de canal .....	39
[Ecuación 20]	Longitud de barras.....	39
[Ecuación 21]	Suma de ancho de barras.....	40
[Ecuación 22]	Número de barras.....	40
[Ecuación 23]	Pérdida de carga entre barras .....	40
[Ecuación 24]	Volumen del cárcamo .....	41
[Ecuación 25]	Velocidad en la línea de impulsión.....	43
[Ecuación 26]	Caudal de bombeo.....	44
[Ecuación 27]	Cota de bombeo .....	44
[Ecuación 28]	Altura estática .....	44
[Ecuación 29]	Pérdida por fricción .....	44
[Ecuación 30]	Pérdidas menores.....	45
[Ecuación 31]	Altura dinámica total .....	45
[Ecuación 32]	Potencia calculada de la bomba .....	45
[Ecuación 33]	Altura de sobrepresión debido al golpe de ariete .....	46
[Ecuación 34]	Celeridad de la onda.....	46
[Ecuación 35]	Módulo de masa del agua.....	46
[Ecuación 36]	Tiempo de cierre de válvulas .....	47
[Ecuación 37]	Presión en la tubería.....	48
[Ecuación 38]	Área del sedimentador.....	50
[Ecuación 39]	Volumen del sedimentador .....	51
[Ecuación 40]	Carga superficial.....	52
[Ecuación 41]	Tiempo de retención en el sedimentador .....	52
[Ecuación 42]	Velocidad de arrastre.....	53
[Ecuación 43]	Velocidad horizontal en el sedimentador.....	53

<b>[Ecuación 44]</b>	% de Remoción de concentraciones .....	<b>54</b>
<b>[Ecuación 45]</b>	Carga de superficie de DBO de la laguna .....	<b>57</b>
<b>[Ecuación 46]</b>	Área de laguna facultativa.....	<b>57</b>
<b>[Ecuación 47]</b>	Profundidad de laguna facultativa .....	<b>58</b>
<b>[Ecuación 48]</b>	Volumen parcial de laguna facultativa.....	<b>58</b>
<b>[Ecuación 49]</b>	Volumen de laguna facultativa .....	<b>59</b>
<b>[Ecuación 50]</b>	Tiempo de retención en laguna.....	<b>59</b>
<b>[Ecuación 51]</b>	Remoción de coliformes.....	<b>60</b>
<b>[Ecuación 52]</b>	Constante de mortalidad neto .....	<b>60</b>
<b>[Ecuación 53]</b>	Remoción de DBO.....	<b>60</b>
<b>[Ecuación 54]</b>	Cálculo de matriz de magnitud.....	<b>84</b>
<b>[Ecuación 55]</b>	Cálculo de matriz VIA.....	<b>85</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Vista Satelital del recinto La Barranca, cantón Samborondón .....	4
<b>Figura 2.1</b>	Relieve del recinto La Barranca, cantón Samborondón.....	7
<b>Figura 2.2</b>	Contenido de humedad de la muestra.....	11
<b>Figura 3.1</b>	Pozo de inspección convencional .....	23
<b>Figura 3.2</b>	Pozo de inspección convencional .....	24
<b>Figura 4.1</b>	Detallamiento cámara de bombeo.....	48
<b>Figura 4.2</b>	Detallamiento Sedimentador. ....	55
<b>Figura 4.3</b>	Detallamiento en planta del Sedimentador. ....	55
<b>Figura 6.1.</b>	Foto satelital recinto La Barranca – Samborondón.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Masa de la muestra a utilizar .....	9
<b>Tabla II.</b> Datos de laboratorio para el ensayo de límite líquido.....	9
<b>Tabla III.</b> Datos de laboratorio para el ensayo de límite plástico. ....	10
<b>Tabla IV.</b> Resultados Límites de Atterberg .....	11
<b>Tabla V.</b> Tasa de crecimiento poblacional. ....	13
<b>Tabla VI.</b> Niveles de Servicio.....	13
<b>Tabla VII.</b> Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicios .....	15
<b>Tabla VIII.</b> Valores de Caudales de Infiltración .....	18
<b>Tabla IX</b> Velocidades máximas y coeficientes de rugosidad.....	21
<b>Tabla X.</b> Diámetros de pozos de revisión .....	23
<b>Tabla XI.</b> Datos del proyecto alternativa 1 .....	28
<b>Tabla XII.</b> Crecimiento poblacional anual de las descargas de aguas servidas alternativa 1. ....	29
<b>Tabla XIII.</b> Área de aportaciones y caudal de diseño para cada pozo de inspección alternativa 1. ....	30
<b>Tabla XIV.</b> Diseño de colectores del Recinto La Barranca – Samborondón Alternativa 1 .....	31
<b>Tabla XV.</b> Tipos de cámara de inspección.....	32
<b>Tabla XVI.</b> Datos del proyecto alternativa 2.....	33
<b>Tabla XVII.</b> Crecimiento poblacional anual de las descargas de aguas servidas alternativa 2. ....	34
<b>Tabla XVIII.</b> Área de aportaciones y caudal de diseño para cada pozo de inspección alternativa 2. ....	35
<b>Tabla XIX.</b> Diseño de colectores del Recinto La Barranca – Samborondón Alternativa 2 .....	36
<b>Tabla XX.</b> Tipos de cámara de inspección.....	37
<b>Tabla XXI.</b> Información usual para el diseño de rejillas de limpieza manual. ....	38
<b>Tabla XXII.</b> Resumen de diseño de rejilla .....	41
<b>Tabla XXIII.</b> Lapso de arranque de motores .....	42
<b>Tabla XXIV.</b> Valores de las constantes empíricas a y b.....	54
<b>Tabla XXV.</b> Resumen de diseño del sedimentador.....	55
<b>Tabla XXVI.</b> Temperatura de diseño para lagunas facultativas.....	56
<b>Tabla XXVII.</b> Resumen de diseño de laguna .....	61
<b>Tabla XXVIII.</b> Presupuesto referencial alternativa 1 y 2 .....	62
<b>Tabla XXIX.</b> Matriz de Intensidad en la fase de construcción. ....	87
<b>Tabla XXX.</b> Matriz de Extensión en la fase de construcción .....	87
<b>Tabla XXXI.</b> Matriz de Duración en la fase de construcción.....	87
<b>Tabla XXXII.</b> Matriz Signo en la fase de construcción.....	88
<b>Tabla XXXIII.</b> Matriz de Magnitud en la fase de construcción. ....	89
<b>Tabla XXXIV.</b> Matriz de Reversibilidad en la fase de construcción. ....	90
<b>Tabla XXXV.</b> Matriz de Riesgo en la fase de construcción. ....	90
<b>Tabla XXXVI.</b> Matriz VIA en la fase de construcción.....	91
<b>Tabla XXXVII.</b> Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental en la fase de construcción. ....	92
<b>Tabla XXXVIII.</b> Matriz de Intensidad en la fase de operación. ....	93
<b>Tabla XXXIX.</b> Matriz de Extensión en la fase de operación.....	93

<b>Tabla XL.</b> Matriz de Duración en la fase de operación. ....	<b>94</b>
<b>Tabla XLI.</b> Matriz Signo en la fase de operación. ....	<b>94</b>
<b>Tabla XLII.</b> Matriz de Magnitud en la fase de operación. ....	<b>95</b>
<b>Tabla XLIII.</b> Matriz de Reversibilidad en la fase de operación. ....	<b>96</b>
<b>Tabla XLIV.</b> Matriz de Riesgo en la fase de operación. ....	<b>96</b>
<b>Tabla XLV.</b> Matriz VIA en la fase de operación. ....	<b>97</b>
<b>Tabla XLVI.</b> Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental en la fase de operación. ....	<b>98</b>
<b>Tabla XLVII.</b> Matriz de Intensidad al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>99</b>
<b>Tabla XLVIII.</b> Matriz de Extensión al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>99</b>
<b>Tabla XLIX.</b> Matriz de Duración al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>100</b>
<b>Tabla L.</b> Matriz Signo al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>100</b>
<b>Tabla LI.</b> Matriz de Magnitud al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>101</b>
<b>Tabla LII.</b> Matriz de Reversibilidad al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>102</b>
<b>Tabla LIII.</b> Matriz de Riesgo al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>102</b>
<b>Tabla LIV.</b> Matriz VIA al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>103</b>
<b>Tabla LV.</b> Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental al final de la vida útil del proyecto. ....	<b>104</b>

## ABREVIATURAS

AASS	Aguas Servidas
CEC	Código Ecuatoriano de la Construcción
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CS	Carga de superficie
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PVC	Policloruro de Vinilo
SUCS	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos
SST	Sólidos Suspendidos totales

# SIMBOLOGÍAS

m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
$P_F$	Población futura
$P_a$	Población actual
$n$	Período de diseño
$r$	Tasa geométrica poblacional
$Q_m$	Caudal medio en L/s
$f$	Factor de retorno
$D$	Dotación en L/hab*día
$Q_{md}$	Caudal máximo diario en L/s
$K$	Coefficiente de mayoración
$Q_l$	Caudal de infiltración (l/s)
$Q_e$	Caudal de conexiones erradas L/s
$\theta$	Ángulo central
$y$	Tirante del agua
$D$	Diámetro de tubería
$A$	Área mojada de la tubería
$n$	Número de Manning
$Q$	Caudal
$P_m$	Perímetro mojado
$R_h$	Radio hidráulico
$T$	Ancho superior libre
$F$	Número de Froude
$\tau$	Tensión tractiva
$g$	Aceleración de la gravedad
$s$	Pendiente de la tubería
$\rho$	Densidad del agua
$hf$	Pérdidas por fricción
$hm$	Pérdidas menores
$L$	Longitud de la línea de impulsión
$C$	Coefficiente de fricción (PVC=150)
$THD$	Altura dinámica total.
	Altura de presión debido al golpe de ariete
$\alpha$	Celeridad de la onda
$C_{fc}$	Remoción de coliformes totales
$C_{DBO}$	Remoción de DBO

# CAPITULO I

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Introducción

La Barranca es un recinto que se encuentra ubicado en el cantón Samborondón en la provincia del Guayas y se ubica en el Km 13.8 vía Samborondón.

En las cercanías del recinto se encuentra la urbanización Ciudad Celeste en la parte sur y el río Babahoyo que será el cuerpo hídrico donde se realizará la descarga de las aguas tratadas en la planta de tratamiento La Barranca.

La población de La Barranca es de 905 habitantes y carece de un sistema de evacuación de aguas servidas en base a esto los pobladores construyen pozos ciegos en cada hogar para alojar las excretas.

Este proyecto propone el diseño del sistema de evacuación de aguas servidas y la planta de tratamiento para el recinto a nivel de prefactibilidad planteando distintas alternativas para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivos Generales

- Diseñar un sistema de evacuación de aguas servidas con su respectiva planta de tratamiento para el recinto La Barranca respetando las normativas nacionales y reglamentos locales.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Presentar las alternativas de diseño para el proyecto escogiendo la más viable, tomando en cuenta todos los aspectos técnicos, económicos y sociales.
- Plantear un plan de manejo ambiental y mitigación para el proyecto.
- Determinar los caudales, diámetros de tuberías, colectores del sistema de aguas servidas y línea de impulsión hacia la planta de tratamiento.

### **1.3 Justificación**

Una de las necesidades fundamentales de las poblaciones es contar con los servicios básicos para tener una vida llena de salud y confort, uno de estos servicios es contar con un sistema de evacuación de aguas servidas con una correcta y eficiente conducción de estas aguas a plantas de tratamiento previo a la descarga hacia los cuerpos de agua.

El recinto La Barranca es una población que carece de servicios básicos y la implementación de un sistema de evacuación de aguas residuales evitaría el uso de letrinas y pozos sépticos que actualmente son utilizados, sistemas poco saludables ya que se tendrá emisión gases tóxicos, resultado de la descomposición de la materia fecal y demás desechos, estos gases contaminan el aire que respiramos provocando enfermedades, además de las aguas negras que son directamente evacuadas en canales de riego sin ningún tipo de tratamiento y luego descargadas al río Babahoyo. Con este estudio se podrá definir una posible solución a esta problemática en beneficio de la salud, desarrollo social y económico de la población.

#### 1.4 Descripción de la zona

El recinto La Barranca está ubicado en el cantón Samborondón, provincia del Guayas, geográficamente se encuentra al sur oeste del Ecuador en la región costa con coordenadas de referencia UTM N: 9772951.27m E: 629349.81m limitada al sur por Ciudad Celeste, y se puede tener acceso al recinto al norte por la vía al PAN y al este se encuentra el río Babahoyo a una distancia de 2.2km.

Su extensión aproximada es de 12 hectáreas, con una población de 905 habitantes, este poblado no cuenta con vías asfaltadas, ni sistema de agua potable y alcantarillado, se encuentra conectado al río Babahoyo mediante un canal de riego el cual es una fuente para las actividades agrícolas que se desarrollan en el sector.



**Figura 1.1** Vista Satelital del recinto La Barranca, cantón Samborondón  
**Fuente:** Google Earth

## **1.5 Hidrología**

Samborondón se encuentra en la parte baja de la cuenca del río Guayas y los ríos Daule y Babahoyo son los principales cuerpos hídricos que rodean al cantón. El río Babahoyo es una fuente de desarrollo económico, social y turístico para el sector en base a sus principales tributarios que son los ríos: Catarama-Zapotal, Yaguachi, Vinces y Los tintos.

El recinto La Barranca no cuenta con cuerpos hídricos que lo rodean y solo existen un canal de riego conectado con el río Babahoyo y que es fuente de dotación para los pobladores del recinto en sus actividades agrícolas. GAD Samborondón (2014).

## **1.6 Climatología**

El sector se encuentra en un clima tropical mega-térmico seco y húmedo con precipitaciones de 500 y 1000 mm anuales. La temporada seca comprende desde junio hasta diciembre con temperaturas de 23 a 25 grados centígrados y la temporada invernal comprende de enero a mayo de 26 a 32 grados centígrados. La temperatura anual de Samborondón es de 25 grados centígrados. El número de meses secos van de seis a nueve y la humedad tiene un promedio del 70% en época de lluvias y en época seca presenta un 60%. GAD Samborondón. (2014).

## **1.7 Geología**

El cantón Samborondón se encuentra atravesado por la formación geológica Piñón que constituye el núcleo de la cordillera Chongón-Colonche, esta presenta una gran cantidad de rocas basálticas en el sector, depósitos aluviales producto del nacimiento de ríos, aglomeración de materiales de la cordillera y depósitos coluviales. En general el sector se encuentra sobre una planicie de depósitos sedimentarios. Presenta una morfología relativamente plana con pendiente del 0.5%. GAD Samborondón. (2014).

## **1.8 Relieve**

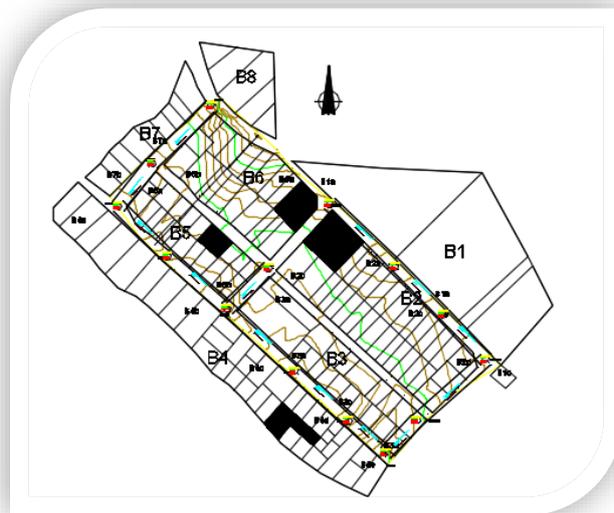
El recinto La Barranca perteneciente al cantón Samborondón presenta cotas que van desde los 3 a 6 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) en grandes extensiones de terrenos y en sectores como santa Ana presentan cotas hasta de 217 m.s.n.m. La Barranca se ha caracterizado por presentar suelos aluviales debido a que se encuentra bajo la cuenca del río guayas y sus tributarios Babahoyo y Daule enlazados con las descargas de nutrientes en el sector. GAD Samborondón. (2014).

# CAPITULO II

## 2. TRABAJO DE CAMPO Y ENSAYOS

### 2.1 Levantamiento topográfico

Para la realización del proyecto se realizó un levantamiento topográfico del sector para obtener así la planimetría y altimetría del recinto La Barranca, para así poder utilizar la información de niveles y posiciones en la creación de alineamientos de colectores principales y secundarios, colocación de pozos de inspección, cajas de registro que intervendrán en la elaboración del diseño del sistema de evacuación de aguas servidas.



**Figura 2.1** Relieve del recinto La Barranca, cantón Samborondón  
**Fuente:** Autores

## 2.2 Estudios de suelos

El estudio de suelos se ejecuta para conocer las propiedades geotécnicas del sector y analizar el tipo de cimentación que tendrá el alcantarillado sanitario en sus respectivas alternativas y si requerirá un mejoramiento del suelo.

### Metodología del Estudio de Suelos

Los ensayos a realizarse son los siguientes

- Granulometría
- Humedad Relativa
- Limite Líquido
- Limite plástico

### Granulometría

Una cantidad de 200 kg del suelo seco se pesa y se colocan en el tamiz 200, se procede a lavar muestra hasta que el agua salga limpia y todo el contenido retenido en el tamiz 200 se coloca en un recipiente y se procede a ubicar la muestra en el horno a 105 grados de temperatura, 24 horas después se procede a pesar la muestra y se obtienen estos resultados.

**Tabla I.** Masa de la muestra a utilizar

<b>Masa (sin lavado)</b>	217,6 gr
<b>Masa (con lavado)</b>	2,7 gr

$$\% \text{ de finos} = \frac{\text{Peso sin lavado} - \text{Peso con lavado}}{\text{Peso sin lavado}} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

$$\% \text{ de finos} = \frac{217.6 \text{ gr} - 2.7 \text{ gr}}{217.6 \text{ gr}}$$

$$\% \text{ porcentaje de finos} = 98,76\%$$

#### Limite líquido

Para la realización de este ensayo se tomaron cinco muestras para determinar el porcentaje de humedades y usando el método de Casagrande se determinan el número de golpes. Los resultados son los siguientes:

**Tabla II.** Datos de laboratorio para el ensayo de límite líquido.

<b>Limite liquido de muestra del Punto 1</b>					
<b>No. Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>No. Recipiente</b>	93	74	17	42	80
<b>Wh+r (gr)</b>	15.75	18.8	19.81	16.54	19.88
<b>Ws+r (gr)</b>	12.12	13.65	14.74	12.7	14.54
<b>Wr (gr)</b>	6.05	6.08	6.1	6.4	6.1
<b>Ww (gr)</b>	3.63	5.15	5.07	3.84	5.34
<b>Ws (gr)</b>	6.07	7.57	8.64	6.3	8.44
<b>W%</b>	60%	68%	59%	61%	63%
<b>No. Golpes</b>	26	10	18	23	32
<b>Log (golpes)</b>	1.415	1.000	1.255	1.362	1.505

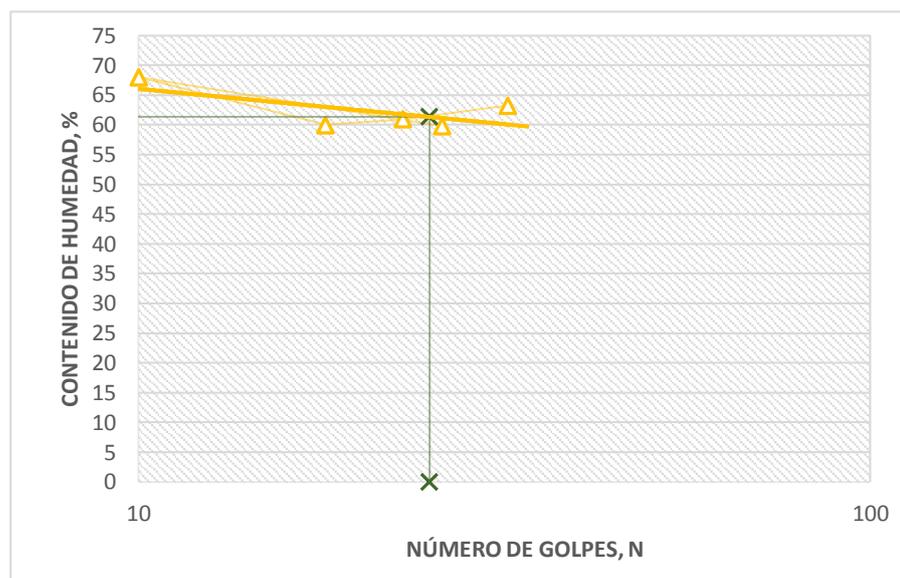
## Limite plástico

Para la realización de este ensayo se tomaron tres muestras de suelo y variando la cantidad de agua en cada una de ellas, se tomó los respectivos pesos húmedos y secos para obtener tres valores de humedad.

Se procede a sacar una media aritmética de los valores y se presenta los siguientes resultados:

**Tabla III.** Datos de laboratorio para el ensayo de límite plástico.

<b>Limite plástico de muestra del punto 1</b>			
<b>No. Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>No. Recipiente</b>	87	86	12
<b>Wh+r (gr)</b>	6.24	6.46	6.44
<b>Ws+r (gr)</b>	6.2	6.41	6.38
<b>Wr (gr)</b>	6.09	6.29	6.13
<b>Ww (gr)</b>	0.04	0.05	0.06
<b>Ws (gr)</b>	0.11	0.12	0.25
<b>W%</b>	36%	42%	24%
<b>No. Golpes</b>	32	32	32
<b>Log (golpes)</b>	1.505	1.505	1.505



**Figura 2.2** Contenido de humedad de la muestra  
**Fuente:** Autores

Con los valores obtenidos del contenido de humedad y números de golpes se procede a encontrar el índice plástico (IP) resumidos en la siguiente tabla:

**Tabla IV.** Resultados Límites de Atterberg

humedad	31.08%
WL%	62%
WP%	34%
IP	27.6%

Estos valores serán ubicados en la carta de plasticidad y obtenemos un suelo de tipo limo arcilloso de alta plasticidad (OH-MH) en base al Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (SUCS) por lo se concluye que se necesita un material de mejoramiento para la cimentación de las tuberías y la planta de tratamiento.

# CAPITULO III

## 3. BASES DE DISEÑO

### 3.1 Periodo de Diseño

Para diseñar la red de alcantarillado sanitario se debe estimar el tiempo de funcionamiento óptimo del proyecto y de acuerdo a la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, serán diseñadas para un periodo de 20 años.

### 3.2 Población Futura

Es el número de habitantes que se espera obtener al término del periodo de diseño de la obra.

El método geométrico será utilizado para calcular la población futura y la ecuación está definida de la siguiente manera.

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad \text{[Ecuación 2]}$$

$P_f$  = Población futura

$P_a$  = Población actual

$n$  = Período de diseño

$r$  = Tasa geométrica poblacional

El INEC no presenta datos de la tasa de crecimiento poblacional del recinto La barranca, por lo tanto, se escogerá la tasa poblacional del código emitido por la secretaría nacional del Agua.

**Tabla V.** Tasa de crecimiento poblacional.

Región Geográfica	r (%)
Sierra	1.0
Costa. Oriente y Galápagos	1.5

**Fuente:** CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992).

Para el proyecto se escogerá un  $r=1.5$  por estar ubicado en la costa, La población actual de La Barranca está estimada en 905 habitantes.

$$P_f = 905 * (1 + 0.015)^{20}$$

$$P_f = 1219 \text{ habitantes}$$

### 3.3 Niveles de Servicio

**Tabla VI.** Niveles de Servicio

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP  EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
1a	AP	Grifos públicos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
Ila	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
Ilb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERLA	Sistema de alcantarillado sanitario
AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquidos		

Fuente: CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992).

### 3.4 Áreas de Drenaje

El trazado de la red de alcantarillado sanitario debe seguir las calles de corregimiento. El tipo y extensión de áreas tributarias dependerá del tipo de trazado a diseñar. Las áreas de drenaje se medirán en los planos y su delimitación tiene que ser coherente con las redes de drenaje natural.

### 3.5 Dotación

**Tabla VII.** Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicios

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

Fuente: CEC. (2001).

El recinto la Barranca se encuentra en la Provincia del Guayas, situada en la costa ecuatoriana que tiene la característica de tener un clima cálido. Analizando la tabla se había escogido previamente el nivel de servicio IIb y clima cálido, la dotación obtenida es de 100 L/hab\*día.

### 3.6 Caudales de diseños

#### 3.6.1 Factor de retorno

Es la relación entre el agua potable con el agua servida tomando en cuenta que toda el agua potable que se consuma no regresara al alcantarillado sanitario por lo tanto se define el factor en 0.8.

#### 3.6.2 Caudal Medio

Es el caudal de agua calculado para la población futura y se lo determina de la siguiente forma.

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} * \text{Dotación futura}}{86400} * f \quad [\text{Ecuación 3}]$$

Donde:

$Q_m$  =Caudal medio en L/s

$f$  = Factor de retorno

$P_f$  =Población futura

$D$  =Dotación en L/hab\*día

$$Q_m = \frac{1219 \text{ hab} * 100 \frac{\text{L}}{\text{hab} * \text{día}}}{86400 \text{ s}} * 0,8$$

$$Q_m = 1.1 \text{ L/s}$$

### 3.6.3 Coeficiente de Mayoración

Se denomina coeficiente de mayoración a la relación entre el caudal medio diario y caudal máximo horario. Para el cálculo del coeficiente usamos la ecuación de Tchobanoglous.

$$K = \frac{3.70}{Q_m^{0.07332}} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

$$K = \frac{3.70}{(1.1 \frac{\text{L}}{\text{s}})^{0.07332}}$$

$$K = 3.67 \text{ L/s}$$

#### 3.6.4 Caudal máximo diario

Se define como el caudal máximo aportado en un día durante un periodo de un año. Se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = K * Q_m \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

$Q_{md}$  =Caudal máximo diario en L/s

$K$  = Coeficiente de mayoración

$Q_m$  =Caudal medio en L/s

$$Q_m = 3,67 * 1,1 \text{ L/s}$$

$$Q_{md} = 4,1 \text{ L/s}$$

#### 3.6.5 Caudal de Infiltración

Caudal que se infiltra en el alcantarillado y esto se debe a juntas mal ejecutadas, fisuras en los colectores o en la unión de las cámaras de inspección con los colectores.

El coeficiente de infiltración varía según:

- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual
- Profundidad del nivel freático sobre la parte baja del colector
- Estado, dimensiones tipo de alcantarillas y una construcción adecuada de las cámaras de inspección

En la siguiente tabla se presenta los valores del caudal de infiltración que están relacionados con el nivel freático del sector, tipo de unión y el material de la tubería.

**Tabla VIII.** Valores de Caudales de Infiltración

	<b>Caudales de Infiltración (L/s/km)</b>							
	<b>Tubo de cemento</b>		<b>Tubo de arcilla</b>		<b>Tubo de arcilla vitrificada</b>		<b>Tubo de P.V.C.</b>	
<b>Unión</b>	<b>Cemento</b>	<b>Goma</b>	<b>Cemento</b>	<b>Goma</b>	<b>Cemento</b>	<b>Goma</b>	<b>Cemento</b>	<b>Goma</b>
<b>Nivel Freático bajo</b>	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
<b>Nivel Freático alto</b>	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.15	0.5

Fuente: Norma Boliviana NB 688-01 de Alcantarillado Sanitario

El recinto la Barranca presenta un nivel freático alto y las uniones de las tuberías serán de cemento, por lo tanto, los valores serán:

Tubería PVC con unión de cemento: 0,15 L/s/km

Tubería Cemento con unión de cemento: 0,8 L/s/km

La longitud total del colector es de 0.78 km y este valor será multiplicado por los valores de infiltración.

$$Q_i = f * L \quad \text{[Ecuación 6]}$$

Alternativa 1 (tubería PVC)

$$Q_i = \frac{0,15L}{Km} * 0,78 km$$

$$Q_i = 0,12 L/s$$

Alternativa 2 (tubería hormigón)

$$Q_i = \frac{0,8L}{Km} * 0,78 km$$

$$Q_i = 0,62 L/s$$

### 3.6.6 Caudal por Conexiones Erradas

Las conexiones erradas o malas conexiones nos dan un caudal a considerar e incluyen a las conexiones clandestinas en los hogares. Los valores de este caudal van desde el 5 al 10% del caudal máximo horario. En nuestro caso se tomará el valor del 5%.

### 3.6.7 Caudal de diseño

Es el caudal máximo que presenta el alcantarillado con el debido control de las conexiones domiciliarias, es la suma del caudal de aguas servidas, caudal de conexiones erradas y el caudal de infiltración.

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e \quad \text{[Ecuación 7]}$$

$Q_d$  =Caudal de diseño L/s

$Q_{md}$  =Caudal máximo diario en L/s

$Q_i$  = Caudal de infiltración (l/s)

$Q_e$  =Caudal de conexiones erradasL/s

Alternativa 1

$$Q_d = 4.5 \text{ L/s}$$

Alternativa 2

$$Q_d = 4.4 \text{ L/S}$$

### 3.7 Velocidad mínima

La velocidad mínima permite verificar la autolimpieza de las alcantarillas en los horarios donde el potencial de acumulación de sólidos es máximo y el caudal de aguas residuales es mínimo.

La norma (CEPIS,2005) indica que la velocidad mínima del líquido para un colector primario o secundarios será de 0,45 m/s y preferiblemente mayor a 0.6 m/s para que se produzca la autolimpieza en la tubería y evitar la acumulación del gas sulfhídrico en este.

### 3.8 Velocidad máxima

Se debe tomar en cuenta que un exceso de velocidad en la tubería puede producir un daño en la parte interior de este o un daño en la conexión con las cajas domiciliarias o pozo de revisión. La siguiente tabla nos indica las máximas velocidades en base a su material.

**Tabla IX** Velocidades máximas y coeficientes de rugosidad.

<b>MATERIAL</b>	<b>VELOCIDAD MÁXIMA m/s</b>	<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD</b>
Hormigón simple: Con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5-4	0,013
	4,5-5	0,011
Asbesto cemento	4,5	0,11
Plástico		

**Fuente:** CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992

### **3.9 Pozos de revisión**

Son elementos que sirven para verificar el correcto funcionamiento de la red del colector. Se realizan operaciones de limpieza, mantenimiento y recepción de las aguas provenientes de los distintos ramales de la red. La separación máxima entre pozos de revisión es 100 m, tomando en cuenta que el diámetro mínimo del peso es de 0,60m.

Se colocarán pozos de revisión en:

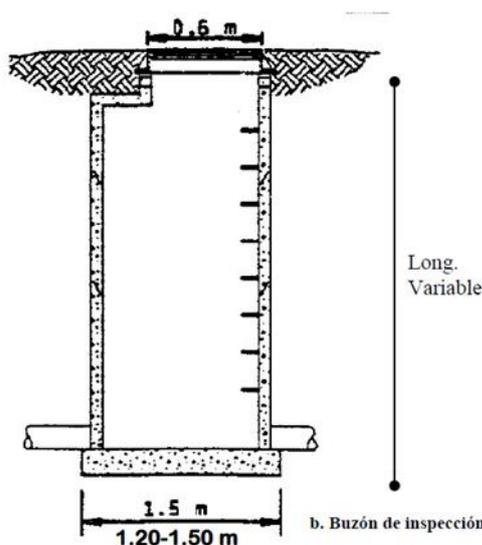
- Cambios de pendientes
- Cambios de dirección
- Cambio del material de tubería
- Cambio de diámetro de tubería

La ubicación de los pozos será de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos, caso contrario se diseñaran tapas herméticas especiales que impidan el acceso de la escorrentía superficial. Las tapas serán de hierro fundido, circular y ajustada con un dispositivo para evitar pérdidas de las tapas. Se instalarán escaleras portátiles para tener un acceso más adecuado a los pozos. (CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992)

**Tabla X.** Diámetros de pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DIÁMETRO DEL POZO m
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

Fuente: CPE INEN 5 Parte 9-1, 1992

**Figura 3.1** Pozo de inspección convencional

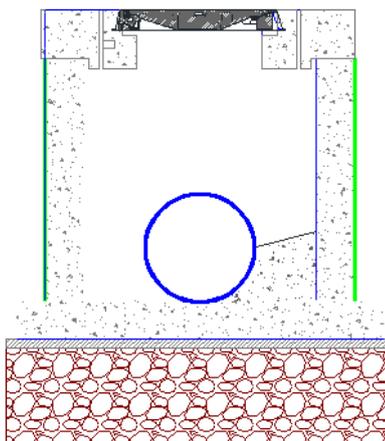
Fuente: Organización Panamericana de la Salud, OPS.

### 3.10 Conexiones Domiciliarias

La conexión domiciliar comienza desde una estructura denominada como caja de revisión, la cual estará conectada con una tubería domiciliar. El objetivo de la caja de revisión es facilitar la limpieza de las conexiones domiciliarias. Ávila, P. (2014)

La conexión domiciliar tendrá un diámetro de 110mm y se considera una pendiente del 1% hasta llegar a la caja de registro. La pendiente mínima de la

red terciaria que empieza desde la caja de registro hasta el colector será de 4 por mil (CEPIS,2005). Se construirán cajas de registro de 60 x 60cm de hormigón armado.



**Figura 3.2** Pozo de inspección convencional  
**Fuente:** Autores

### 3.11 Cálculos Hidráulicos

Fórmulas para el diseño de alcantarillado

Se emplean las siguientes ecuaciones para el diseño de alcantarillados de las alternativas presentadas:

Grado sexagesimal de la tubería

$$\theta = 2 \cos^{-1}\left(1 - \frac{2y}{D}\right) \quad \text{[Ecuación 8]}$$

Área de la sección

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta - \sin \theta) \quad [\text{Ecuación 9}]$$

Caudal

$$Q = \frac{D^2}{8n} (\theta - \sin \theta) \left[ \frac{D}{4\theta} (\theta - \sin \theta) \right]^{\frac{2}{3}} \quad [\text{Ecuación 10}]$$

Perímetro Mojado

$$P_m = \frac{D}{2} \theta \quad [\text{Ecuación 11}]$$

Radio Hidráulico

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta} \right) \quad [\text{Ecuación 12}]$$

Ancho superior libre

$$T = D * \sin \frac{\theta}{2} \quad [\text{Ecuación 13}]$$

Numero de Froude

$$F_r = \frac{Q}{\sqrt{g \frac{A}{T}}} \quad \text{[Ecuación 14]}$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{[Ecuación 15]}$$

Esfuerzo cortante

$$\tau = g * \rho * R_h * S \quad \text{[Ecuación 16]}$$

Donde

$\theta$  = Ángulo central

$y$  = Tirante del agua

$D$  = Diámetro de tubería

$A$  = Área mojada de la tubería

$n$  = Número de Manning

$Q$  = Caudal

$P_m$  = Perímetro mojado

$R_h$  = Radio hidráulico

$T$  = Ancho superior libre

$F$  = Número de Froude

$\tau$  = Tensión tractiva

$g$  = Aceleración de la gravedad

$s$  = Pendiente de la tubería

$\rho$  = Densidad del agua

# CAPITULO IV

## 4. DISEÑO

### 4.1 Diseño del sistema de evacuación de aguas servidas

#### Alternativa 1

Se plantea realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario del recinto La Barranca utilizando la tubería PVC para los colectores y redes terciarias en el proyecto. En el capítulo 3 se determinó el periodo de diseño, la población inicial y futura, dotaciones, caudales de infiltraciones, conexiones erradas y caudales de diseño para la proyección de aguas residuales hasta su periodo de diseño.

**Tabla XI.** Datos del proyecto alternativa 1

Datos del Proyecto	
Población inicial	905 hab
Población futura	1219 hab
Área de aportación	11.8 Ha.
Dotación	100 L/hab día
Caudal máximo horario	4.1 l/s
Longitud de la red principal	0.796km
Caudal de infiltración	0.33 l/s
Caudal de diseño	4.5 l/s

En base a los datos mencionados se procede a calcular el crecimiento poblacional de las demandas de AASS en la población. Se calcula el caudal

máximo, y a su vez será multiplicado con el factor de mayoración para obtener el caudal máximo horario. Luego se lo suma con la dotación inferior y se obtiene el Caudal de diseño del año 2016 hasta el 2036.

**Tabla XII.** Crecimiento poblacional anual de las descargas de aguas servidas alternativa 1.

<b>CALCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL, DEMANDAS DE AAPP Y DESCARGAS DE AASS</b>							
Período	Año	Población	Aguas Residuales (L/s)				
			Qaass	k	Qaass,mh	Qinf	Qaass,dis
0	2016	905	0.8	3.7	3.1	0.3	3.4
1	2017	919	0.9	3.7	3.2	0.3	3.5
2	2018	932	0.9	3.7	3.2	0.3	3.5
3	2019	946	0.9	3.7	3.3	0.3	3.5
4	2020	961	0.9	3.7	3.3	0.3	3.6
5	2021	975	0.9	3.7	3.4	0.3	3.6
6	2022	990	0.9	3.7	3.4	0.3	3.7
7	2023	1004	0.9	3.7	3.5	0.3	3.7
8	2024	1019	0.9	3.7	3.5	0.3	3.8
9	2025	1035	1.0	3.7	3.6	0.3	3.9
10	2026	1050	1.0	3.7	3.6	0.3	3.9
11	2027	1066	1.0	3.7	3.7	0.3	4.0
12	2028	1082	1.0	3.7	3.7	0.3	4.0
13	2029	1098	1.0	3.7	3.8	0.3	4.1
14	2030	1115	1.0	3.7	3.8	0.3	4.1
15	2031	1131	1.0	3.7	3.9	0.3	4.2
16	2032	1148	1.1	3.7	3.9	0.3	4.2
17	2033	1166	1.1	3.7	4.0	0.3	4.3
18	2034	1183	1.1	3.7	4.0	0.3	4.4
19	2035	1201	1.1	3.7	4.1	0.3	4.4
20	2036	1219	1.1	3.7	4.1	0.4	4.5

**Fuente:** Autores

Se presenta la siguiente la tabla donde se muestra la distribución de las áreas de aportación de cada pozo de inspección empezando desde el punto más lejano que definimos como P1 hasta el último pozo de inspección (P9), sobre

cual se realizara la conducción de las aguas residuales hasta la planta de tratamiento mediante el sistema de bombeo. Se presenta la densidad futura, caudal medio final, caudal máximo horario y el caudal de diseño de cada pozo de inspección.

**Tabla XIII.** Área de aportaciones y caudal de diseño para cada pozo de inspección alternativa 1.

Pozo	Área (ha)	N Futura	$\rho$ Futura (Pob/ha)	Q futuro (l/s)	media de k	Q,mh (l/s)	Qinf (l/s)	Q <sub>d</sub> dis (l/s)
P1	0.32	47	146.3	0.04	4.00	0.17	0.01	0.19
P2	0.67	189	282.3	0.17	4.00	0.70	0.05	0.75
P3	0.25	40	162.3	0.04	4.00	0.15	0.01	0.16
P4	0.39	67	264.7	0.06	4.00	0.25	0.02	0.27
P5	0.33	61	229.0	0.06	4.00	0.22	0.02	0.24
P6	0.52	187	390.9	0.17	4.00	0.69	0.05	0.75
P7	0.22	120	540.9	0.11	4.00	0.44	0.03	0.48
P8	0.36	90	385.4	0.08	4.00	0.33	0.03	0.36
P9	0.35	79	201.3	0.07	4.00	0.29	0.02	0.32
P10	0.09	15	168.9	0.01	4.00	0.05	0.00	0.06
P11	0.15	31	203.9	0.03	4.00	0.11	0.01	0.12
P12	0.79	135	277.3	0.12	4.00	0.50	0.04	0.54
P13	0.11	40	381.0	0.04	4.00	0.15	0.01	0.16
P14	0.96	117	131.2	0.11	4.00	0.43	0.03	0.47
<b>Total general</b>	5.51	1219	276.52	1.129	4.000	4.514	0.353	4.867

Fuente: Autores

### Diseño de la red

Se realiza el trazado de la red de alcantarillado tratando de seguir la topografía natural del terreno para evitar grandes excavaciones. Los colectores tendrán un diámetro de 200 mm y la red terciaria 110 mm según la norma **INEN 1992**. En base a las ecuaciones presentadas en el capítulo 3 se realiza el diseño del alcantarillado sanitario.

**Tabla XIV. Diseño de colectores del Recinto La Barranca – Samborondón Alternativa 1**

DISEÑO DE COLECTORES DEL RECINTO LA BARRANCA -SAMBORONDON																																	
PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO - ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO (PVC)																																	
DATOS BASICOS (S original)				DISEÑO DE COLECTORES																		COTA TERRENO		COTA PROYECTO		CORTE							
n	X	Y	0.009	PREDISEÑO														VALORES PARA VERIFICACION DE RESULTADOS															
POZO	CAUDAL DISEÑO (L/s)	CAUDAL DISEÑO ACUMULADO (Qd)	LONGITUD (m)	%D (Asumido)	$\nu$ Viscosidad Cinemática a 20°C (m <sup>2</sup> /s)	Ks Rugosidad Absoluta (PVC) (m)	S (Asumido) %	D (Asumido) m	Yrli = %D m	$\theta$ (rad)	A (m <sup>2</sup> )	P <sub>m</sub> Perímetro Mojado (m)	R <sub>b</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q > Qd? Si/No	D (definitivo) (m)	Y <sub>n</sub> Calculado (m)	$\theta$ Calculado (rad)	A (definitivo) (m <sup>2</sup> )	P <sub>m</sub> (definitivo) (m)	R <sub>b</sub> (definitivo) (m)	T (m)	Fr	V (Q/A) m/s	T (esfuerzo cortante - AUTOLIMPIEZA) Pa	AGUAS ARRIBA		AGUAS ABAJO		AGUAS ARRIBA		AGUAS ABAJO	
				%	(m <sup>2</sup> /s)	(m)	%	m	m	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	Si/No	(m)	(m)	(rad)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	m/s	Pa							
P1			0.19	0.19	74.67	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0208	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0548	SI	0.182	0.0079	0.84	0.000	0.076	0.005	0.074	2.09	0.48	1.05	7.73	6.26	6.80	5.25	0.93	1.01
P2			0.75	0.94	47.10	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0079	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0321	SI	0.182	0.0212	1.40	0.002	0.127	0.013	0.117	1.47	0.56	1.03	6.26	6.36	5.25	4.88	1.01	1.48
P3			0.16	1.10	62.99	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0044	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0235	SI	0.182	0.0263	1.56	0.002	0.142	0.016	0.128	1.13	0.48	0.71	6.36	6.31	4.88	4.60	1.48	1.71
P4			0.27	1.37	69.80	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0112	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0390	SI	0.182	0.0233	1.47	0.002	0.133	0.015	0.122	1.78	0.70	1.60	6.31	6.32	4.60	3.82	1.71	2.50
P6			0.75	0.75	49.13	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0157	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0469	SI	0.182	0.0162	1.21	0.001	0.110	0.010	0.103	2.01	0.66	1.58	6.47	6.32	4.59	3.82	1.88	2.50
P5			0.24	2.36	69.40	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0061	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0278	SI	0.182	0.0353	1.83	0.004	0.166	0.021	0.144	1.36	0.67	1.27	6.32	6.15	3.82	3.40	2.50	2.75
P7			0.48	2.84	64.06	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0025	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0171	SI	0.182	0.0482	2.16	0.006	0.197	0.028	0.160	0.89	0.51	0.69	6.15	6.33	3.40	3.24	2.75	3.09
P8			0.36	3.20	50.61	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0099	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0364	SI	0.182	0.0363	1.85	0.004	0.168	0.022	0.145	1.74	0.87	2.12	6.33	6.05	3.24	2.74	3.09	3.31
P14			0.47	0.47	74.70	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0090	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0346	SI	0.182	0.0147	1.15	0.001	0.105	0.009	0.099	1.51	0.47	0.83	7.30	6.77	6.30	5.63	1.00	1.14
P13			0.16	0.63	59.41	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0072	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0307	SI	0.182	0.0179	1.28	0.001	0.116	0.011	0.108	1.38	0.48	0.81	6.77	6.73	5.63	5.20	1.14	1.53
P12			0.54	1.17	56.12	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0075	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0313	SI	0.182	0.0238	1.48	0.002	0.135	0.015	0.123	1.45	0.58	1.09	6.73	6.86	5.20	4.78	1.53	2.08
P11			0.12	1.29	69.09	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0111	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0389	SI	0.182	0.0227	1.45	0.002	0.131	0.014	0.120	1.77	0.69	1.56	6.86	6.54	4.78	4.01	2.08	2.53
P10			0.06	1.35	48.90	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0260	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0619	SI	0.182	0.0190	1.32	0.001	0.120	0.012	0.111	2.64	0.94	3.06	6.54	6.05	4.01	2.74	2.53	3.31
P9			0.32	4.87	100.03	75%	1.0040E-06	1.5000E-06	0.0026	0.1817	0.1363	4.19	0.021	0.38	0.055	0.0174	SI	0.182	0.0632	2.52	0.008	0.229	0.035	0.173	0.90	0.61	0.89	6.05	4.00	2.74	2.48	3.31	1.52

Fuente: Autores

Los resultados generados nos indican que las velocidades en los tramos de colectores son mayores a 0,45 m/s y la tensión tractiva es mayor a 0.6 MPA lo que garantiza la autolimpieza de la red. Se realiza tomando en consideración que la tubería estará llena a un 75%.

Los diámetros del colector son de 200 mm y se realizaran cortes menores a 3,31 m lo que indica valores bajos de excavación. El caudal acumulado por todo el sistema es de 4,865 l/s, este será el caudal de diseño para la planta de tratamiento. Las variables mencionadas cumplen con los requerimientos de la norma CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992).

La diferencia entre la cota del proyecto con la cota invert obtenemos el tipo de pozo para cada cámara de inspección.

**Tabla XV.** Tipos de cámara de inspección.

Tipo de cámara	
Tipo 1 $H < 2.50\text{m}$	9 pozos
Tipo 2 $2.50\text{m} < H < 3.50\text{m}$	4 pozo
Tipo 3 $H > 3.50\text{m}$	1 pozos

**Fuente:** Autores

## Alternativa 2

La siguiente alternativa es realizar un diseño de la red de alcantarillado sanitario usando el material de hormigón como tubería en los colectores. Se construirán cajas de revisión de (60x60) cm, la red terciaria de 110 mm PVC y el colector de 300mm de hormigón.

Se presenta los datos iniciales para la elaboración del diseño:

**Tabla XVI.** Datos del proyecto alternativa 2

Datos del proyecto	
Población inicial	905 hab
Población final	1219 hab
Área de aportación	11.8 ha
Dotación	100 l/ hab*día
Caudal máximo horario	4.0 l/s
Longitud de la red principal	0.796 km
Caudal de infiltración	0.3 l/s
Caudal de diseño	4.4 l/s

**Fuente:** Autores

Se presenta el crecimiento poblacional de las demandas de AASS en la población. Se realiza el cálculo basado en periodo de diseño descrito en el capítulo 3. Se obtienen los caudales máximos, caudal máximos horarios para obtener el caudal de diseño en periodo previamente establecido.

**Tabla XVII.** Crecimiento poblacional anual de las descargas de aguas servidas alternativa 2.

<b>CALCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL, DEMANDAS DE AAPP Y DESCARGAS DE AASS</b>							
<b>Período</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Aguas Residuales (L/s)</b>				
			<b>Qaass</b>	<b>k</b>	<b>Qaass,mh</b>	<b>Qinf</b>	<b>Qaass,dis</b>
0	2016	875	0.8	3.8	3.0	0.3	3.3
1	2017	888	0.8	3.8	3.1	0.3	3.3
2	2018	901	0.8	3.7	3.1	0.3	3.4
3	2019	915	0.8	3.7	3.2	0.3	3.4
4	2020	929	0.9	3.7	3.2	0.3	3.5
5	2021	943	0.9	3.7	3.3	0.3	3.5
6	2022	957	0.9	3.7	3.3	0.3	3.6
7	2023	971	0.9	3.7	3.4	0.3	3.6
8	2024	986	0.9	3.7	3.4	0.3	3.7
9	2025	1000	0.9	3.7	3.4	0.3	3.7
10	2026	1015	0.9	3.7	3.5	0.3	3.8
11	2027	1031	1.0	3.7	3.5	0.3	3.8
12	2028	1046	1.0	3.7	3.6	0.3	3.9
13	2029	1062	1.0	3.7	3.6	0.3	4.0
14	2030	1078	1.0	3.7	3.7	0.3	4.0
15	2031	1094	1.0	3.7	3.7	0.3	4.1
16	2032	1110	1.0	3.7	3.8	0.3	4.1
17	2033	1127	1.0	3.7	3.8	0.3	4.2
18	2034	1144	1.1	3.7	3.9	0.3	4.2
19	2035	1161	1.1	3.7	4.0	0.3	4.3
20	2036	1178	1.1	3.7	4.0	0.3	4.4

Fuente: Autores

La alternativa dos tiene el mismo trazado que la primera y la nomenclatura de los pozos van desde el P1 hasta el P14. En tabla se presenta las áreas de aportación por cada pozo de inspección y los caudales de diseño para el respectivo cálculo de los colectores.

**Tabla XVIII.** Área de aportaciones y caudal de diseño para cada pozo de inspección alternativa 2.

Pozo	Área (ha)	N Futura	$\rho$ Futura Pob/ha	Q futuro (l/s)	media de k	Q,mh (l/s)	Qinf (l/s)	Q,dis (l/s)
P1	0.32	47	146.3	0.04	4.00	0.17	0.01	0.19
P2	0.67	189	282.3	0.17	4.00	0.70	0.05	0.75
P3	0.25	40	162.3	0.04	4.00	0.15	0.01	0.16
P4	0.39	67	264.7	0.06	4.00	0.25	0.02	0.27
P5	0.33	61	229.0	0.06	4.00	0.22	0.02	0.24
P6	0.52	187	390.9	0.17	4.00	0.69	0.05	0.75
P7	0.22	120	540.9	0.11	4.00	0.44	0.03	0.48
P8	0.36	90	385.4	0.08	4.00	0.33	0.03	0.36
P9	0.35	79	201.3	0.07	4.00	0.29	0.02	0.32
P10	0.09	15	168.9	0.01	4.00	0.05	0.00	0.06
P11	0.15	31	203.9	0.03	4.00	0.11	0.01	0.12
P12	0.79	135	277.3	0.12	4.00	0.50	0.04	0.54
P13	0.11	40	381.0	0.04	4.00	0.15	0.01	0.16
P14	0.96	117	131.2	0.11	4.00	0.43	0.03	0.47
<b>Total general</b>	5.51	1219	276.52	1.129	4.000	4.514	0.353	4.867

Fuente: Autores

Se realizan los cálculos para el diseño de colectores y los resultados son los siguientes:

**Tabla XIX. Diseño de colectores del Recinto La Barranca – Samborondón Alternativa 2**

DISEÑO DE COLECTORES DEL RECINTO LA BARRANCA -SAMBORONDON																																		
PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO - ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO (Hormigón Simple)																																		
DATOS BASICOS (S original)					DISEÑO DE COLECTORES													VALORES PARA VERIFICACION DE RESULTADOS					COTA TERRENO		COTA PROYECTO		CORTE							
n	X	Y	CAUDAL DISEÑO (L/s)	CAUDAL DISEÑO ACUMULADO (Qd)	LONGITUD (m)	%D (Asumido)	$\nu$ Viscosidad Cinemática a 20°C (m <sup>2</sup> /s)	Ks Rugosidad Absoluta HORMIGON (m)	S (Asumido)	D (Asumido)	Yn1 = %D	$\theta$	A	P <sub>m</sub> Perimetro Mojado (m)	R <sub>n</sub>	Q	Q > Qd?	D (definitivo)	V <sub>n</sub> Calculado	$\theta$ Calculado	A (definitivo)	Pm (definitivo)	R <sub>n</sub> (definitivo)	T	Fr	V (Q/A)	T (esfuerzo cortante AUTOLAVABILIDAD)	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	
P1			0.19	0.19	74.7	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0566	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.2617	SI	0.300	0.0066	0.59	0.000	0.089	0.004	0.088	2.34	0.49	2.41	7.73	6.26	6.73	2.50	1.00	3.76	4.38
P2			0.75	0.94	47.1	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0110	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1147	SI	0.300	0.0204	1.06	0.002	0.158	0.013	0.151	1.23	0.45	1.43	6.26	6.36	2.50	1.98	3.76	4.38	
P3			0.16	1.10	63.0	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0105	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1117	SI	0.300	0.0223	1.11	0.002	0.166	0.014	0.157	1.20	0.46	1.47	6.36	6.31	1.98	1.32	4.38	4.99	
P4			0.27	1.37	69.8	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0099	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1085	SI	0.300	0.0251	1.17	0.003	0.176	0.016	0.166	1.19	0.49	1.56	6.31	6.32	1.32	0.63	4.99	5.69	
P6			0.75	0.75	49.1	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0798	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.3108	SI	0.300	0.0115	0.79	0.001	0.118	0.008	0.115	3.04	0.84	5.90	6.47	6.32	4.55	0.63	1.92	5.69	
P5			0.24	2.36	69.4	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0053	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.0793	SI	0.300	0.0376	1.45	0.005	0.217	0.024	0.199	0.92	0.46	1.23	6.32	6.15	0.63	0.26	5.69	5.89	
P7			0.48	2.84	64.1	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0067	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.0892	SI	0.300	0.0389	1.47	0.005	0.221	0.024	0.202	1.03	0.53	1.60	6.15	6.33	0.26	-0.17	5.89	6.50	
P8			0.36	3.20	50.6	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0057	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.0823	SI	0.300	0.0428	1.55	0.006	0.232	0.027	0.210	0.96	0.52	1.49	6.33	6.05	-0.17	-0.46	6.50	6.51	
P14			0.47	0.47	74.7	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0222	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1694	SI	0.300	0.0125	0.82	0.001	0.123	0.008	0.120	1.62	0.46	1.78	7.30	6.77	6.30	4.64	1.00	2.13	
P13			0.16	0.63	59.4	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0163	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1398	SI	0.300	0.0154	0.91	0.001	0.137	0.010	0.132	1.43	0.46	1.60	6.77	6.73	4.64	3.67	2.13	3.06	
P12			0.54	1.17	56.1	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0127	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1229	SI	0.300	0.0219	1.09	0.002	0.164	0.014	0.156	1.32	0.50	1.75	6.73	6.86	3.67	2.96	3.06	3.90	
P11			0.12	1.29	69.1	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0109	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.1138	SI	0.300	0.0238	1.14	0.003	0.171	0.015	0.162	1.24	0.49	1.62	6.86	6.54	2.96	2.21	3.90	4.33	
P10			0.06	1.35	48.9	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0546	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.2569	SI	0.300	0.0166	0.95	0.002	0.143	0.011	0.137	2.64	0.88	5.78	6.54	6.05	2.21	-0.46	4.33	6.51	
P9			0.32	4.87	100.0	75%	1.0040E-06	3.0000E-04	0.0036	0.3000	0.2250	4.19	0.057	0.63	0.091	0.0649	SI	0.300	0.0586	1.83	0.010	0.275	0.035	0.238	0.79	0.50	1.25	6.05	4.00	-0.46	-0.82	6.51	4.82	

Fuente: Autores

Los resultados obtenidos nos indican que las velocidades son mayores a 0.45 m/s en todos los colectores de la red. En los tramos P2-P3, P3-P4, P13-P14, P13-P12 se presentan valores muy cercanos a 0,45 m/s debido a que su área de aportación es muy baja y como resultado tenemos caudales bajos, pero de igual forma se garantiza autolimpieza en la red. Todos los parámetros a considerar en el diseño del colector fueron comparados con la norma CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992)

Se presentan cortes de excavación que varían desde 1 a 7 m lo que representa valores altos de excavación para que cumplan los parámetros de pendiente, velocidad y tensión tractiva en cada colector. El caudal de diseño es de 4.865 l/s y será utilizado para el cálculo de la línea de impulsión de bombeo y a su vez realizar el tratamiento de las aguas residuales.

La diferencia entre la cota del proyecto con la cota invert obtenemos el tipo de pozo para cada cámara de inspección.

**Tabla XX.** Tipos de cámara de inspección.

Tipo de cámara	
Tipo 1 $H < 2.50\text{m}$	4 pozos
Tipo 2 $2.50\text{m} < H < 3.50\text{m}$	1 pozo
Tipo 3 $H > 3.50\text{m}$	9 pozos

**Fuente:** Autores

## 4.2 Diseño de planta de tratamiento (Alternativa 3)

### 4.2.1 Tratamiento preliminar

#### 4.2.1.1 Dimensionamiento de rejilla

- Área de la rejilla

En base a la ecuación de continuidad se determina la sección de la rejilla, considerando un sistema de limpieza manual la velocidad de aproximación considerada para el análisis es 0.6 m/s y un caudal de diseño de 0.00487m<sup>3</sup>/s.

**Tabla XXI.** Información usual para el diseño de rejillas de limpieza manual.

Parámetro	Unidad	Limpieza manual
Tamaño de la barra:		
Ancho	pulg	0.2 - 0.6
Profundidad	pulg	1.0 - 1.5
Espaciamiento entre barras	pulg	1.0 - 2.0
Inclinación con la vertical	grados	30 - 45
Velocidad de aproximación	pie/s	1.0 - 2.0
Pérdidas admisibles	pulg	6

**Fuente:** Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones, Crites & Tchobanoglous

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{Q}{v} \quad [\text{Ecuación 17}]$$

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{0.00487 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \text{ m/s}}$$

$$\text{Área de la rejilla} = 0.008117 \text{ m}^2 = 81.17 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de la rejilla} = 82\text{cm}^2$$

- Cálculo de la altura del canal

Se asume un ancho de canal de 25cm.

$$\text{Altura de canal} = \frac{\text{área de la rejilla}}{\text{ancho de canal}} \quad [\text{Ecuación 18}]$$

$$\text{Altura de canal} = \frac{82\text{cm}^2}{25\text{cm}}$$

$$\text{Altura de canal} = 3.28\text{cm}$$

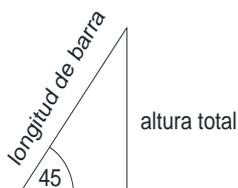
$$\text{Altura total} = \text{altura total} + \text{altura de seguridad} \quad [\text{Ecuación 19}]$$

$$\text{Altura total} = 3.28\text{cm} + 25\text{cm}$$

$$\text{Altura total} = 28.8\text{cm} \cong 30\text{cm}$$

- Cálculo de la longitud de barras

Se considera una inclinación de barras de 45°.



**Fuente: Autores**

$$\text{Longitud de barra} = \frac{\text{altura total}}{\text{seno}(45^\circ)} \quad [\text{Ecuación 20}]$$

$$\text{Longitud de barra} = \frac{30\text{ cm}}{\text{seno}(45^\circ)}$$

*Longitud de barra = 42 cm*

- **Cálculo del número de barras**

Para el cálculo del número de barras se considera un ancho de barras (s) de 1 cm con un espaciado máximo (e) de 2 cm.

$$bg = \left( \frac{\text{ancho de canal} - e}{s + e} + 1 \right) e \quad [\text{Ecuación 21}]$$

$$bg = \left( \frac{25\text{cm} - 2\text{cm}}{1\text{cm} + 2\text{cm}} + 1 \right) 2\text{cm} = 17.33 \text{ cm}$$

$$n = \frac{bg}{e} - 1 = 7.66 \text{ barras} \quad [\text{Ecuación 22}]$$

$$n = 8 \text{ barras}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga entre barras**

$$hf = \beta \left( \frac{s}{e} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{v^2}{2g} \text{seno}(45^\circ) \quad [\text{Ecuación 23}]$$

$$hf = 1.79 \left( \frac{1\text{cm}}{2\text{cm}} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{(0.6 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \text{seno}(45^\circ)$$

$$hf = 0.0092 \text{ m}$$

**Tabla XXII.** Resumen de diseño de rejilla

Características	Dimensiones
Área de la rejilla	82 cm <sup>2</sup>
Altura del canal	30 cm
Ancho del canal	25 cm
Longitud de barras	42 cm
Número de barras	8
Ancho de barras	1 cm
Separación de las barras	2 cm

#### 4.2.2 Sistema de bombeo

El sistema de bombeo permite elevar el agua desde un nivel inferior a uno superior e introduce energía de presión al sistema hidráulico. Se dispondrá de dos tipos de cámaras, cámara húmeda que es aquella donde se descargará el caudal proveniente del sistema de aguas servidas también llamado cárcamo de bombeo y la cámara seca que es el lugar donde se colocarán los equipos de bombeo.

##### 4.2.2.1 Cálculo de volumen mínimo del cárcamo de bombeo

El volumen del cárcamo de bombeo (cámara húmeda) se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$V_{\text{cárcamo}} = \frac{Q_{\text{diseño}} t}{4} \quad [\text{Ecuación 24}]$$

El caudal a utilizar será el saliente del último pozo P9 (0.00487m<sup>3</sup>/s) el cual pasa por un sistema de desbaste previo hasta llegar a la estación de bombeo.

El volumen mínimo del cárcamo de bombeo se determinará en base al mínimo ciclo (t), permisible por el fabricante de los equipos, entre arranques consecutivos de los motores. Para motores de inducción y como valores referenciales en la siguiente tabla se indican los lapsos de tiempo entre arranques consecutivos. [1]

**Tabla XXIII.** Lapsos de arranque de motores

Potencia Motores KW	Lapso entre arranques (min)
<15	10 a 15
15 a 75	15 a 20
75 a 200	20 a 30
>200	Consultar al fabricante

Fuente: INEN 1992

Se asume un tiempo de retención de 10 minutos puesto que se considera que no se requerirá bombas que excedan los 20Hp (15Kw).

$$V_{cárcamo} = \frac{0.00487 \frac{m^3}{s} * 10min * \frac{60s}{1min}}{4}$$

$$V_{cárcamo} = 0.7305 \frac{m^3}{s} \cong 0.75 \frac{m^3}{s}$$

Por tanto se define una profundidad de 0.75m con un largo y ancho de un 1m.

#### 4.2.2.2 Diseño de línea de impulsión

La línea de impulsión es el tramo por el cual se transportará el caudal de aguas residuales proveniente desde la estación de bombeo hasta el sistema de sedimentación.

Para el diseño de la línea de impulsión la velocidad recomendada en la tubería de impulsión varía entre 1.2 a 1.8 m/s según la norma INEN, por lo que se adopta una velocidad de 1.5m/s.

Tubería de impulsión de 110mm con un diámetro interior de 103.2mm

Área de tubería de impulsión:  $0.008364\text{m}^2$

Caudal de diseño ( $Q_{\text{diseño}}$ ):  $0.00487 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Cota invert: 2.48m

Longitud de línea de impulsión (L): 397.5m

$$v = \frac{Q_{\text{diseño}}}{A_{110\text{mm}}} \quad \text{[Ecuación 25]}$$

Donde:

v: velocidad de circulación en la tubería de 100mm.

$A_{110\text{mm}}$ : área de tubería de 100mm.

$$v = \frac{0.00487 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.008364\text{m}^2} = 0.58 \text{ m/s}$$

$$v = 0.58 \frac{m}{s} < 1.5m/s$$

La velocidad calculada es menor a la recomendada por lo cual se debe calcular el caudal de bombeo con la velocidad recomendada.

$$Q_b = A_{110mm} * v_r \quad \text{[Ecuación 26]}$$

$Q_b$ : caudal de bombeo.

$v_r$ : velocidad recomendada en la tubería de impulsión.

$$Q_b = 0.008364m^2 * 1.5 \frac{m}{s}$$

$$Q_b = 0.0125 \frac{m^3}{s}$$

$$Cota\ de\ bombeo = Cota\ invert - prof\ pozo - 0.5m \quad \text{[Ecuación 27]}$$

$$Cota\ de\ bombeo = 2.48m - 0.75m - 0.5m$$

$$Cota\ de\ bombeo = 1.23m$$

$$h_e = cota\ invert - cota\ de\ bombeo \quad \text{[Ecuación 28]}$$

$$h_e = 2.48m - 1.23m = 1.25m$$

Se determinará las pérdidas por fricción mediante la ecuación Hazen-Williams:

$$h_f = 10.674 * L * \frac{Q_b^{1.852}}{C^{1.852} * D_{int}^{4.871}} \quad \text{[Ecuación 29]}$$

$h_f$ : pérdidas por fricción.

$h_m$ : pérdidas menores (15% $h_f$ )

L: longitud de la línea de impulsión.

C: coeficiente de fricción (PVC=150)

D<sub>int</sub>: diámetro interior de la tubería.

THD: altura dinámica total.

$$h_f = 10.674 * 397.5m * \frac{\left(0.0125 \frac{m^3}{s}\right)^{1.852}}{(150)^{1.852} * (0.1032m)^{4.871}}$$

$$h_f = 7.59m$$

$$h_m = 15\%h_f \quad \text{[Ecuación 30]}$$

$$h_m = 15\%(7.59m) = 1.14m$$

Por lo tanto:

$$TDH = h_e + h_f + h_m \quad \text{[Ecuación 31]}$$

$$TDH = 1.25m + 7.59m + 1.14m = 9.98m$$

#### 4.2.2.3 Cálculo de la potencia de bomba de impulsión

$$P = \frac{Qb * TDH}{75 * \eta} \quad \text{[Ecuación 32]}$$

Donde:

P: potencia de la bomba.

η: eficiencia de la bomba (70%)

$$P = \frac{0.0125 \frac{m^3}{s} * 9.98m}{75 * 0.70} = 2.39Hp$$

Se adopta dos bombas con una potencia de 3Hp según la norma INEN como requerimiento mínimo, la segunda bomba estaría provisional para servicios de mantenimiento y fallas mecánicas.

#### 4.2.2.4 Golpe de ariete

Este fenómeno consiste en las depresiones y sobrepresiones que se producen con el movimiento de líquido dentro de las tuberías es decir básicamente variaciones de presión que podrían hacer colapsar la tubería de impulsión.

Se determinará la sobrepresión debido al golpe de ariete mediante la fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \frac{\alpha v}{g} \quad \text{[Ecuación 33]}$$

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{Dint}{e}}} \quad \text{[Ecuación 34]}$$

$$k = \frac{10^{10}}{\varepsilon} \quad \text{[Ecuación 35]}$$

Donde:

$\Delta H$ : altura de presión debido al golpe de ariete.

$\alpha$ : celeridad de la onda

$g$ : gravedad

$k$ : módulo de masa del agua

$e$ : espesor de la pared de la tubería. (6.8mm)

$$k = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

Donde  $\xi$  para PVC es  $3 \cdot 10^8 \text{ kg/m}^2$

$$k = \frac{10^{10}}{300000000 \text{ kg/m}^2} = 33.33 \text{ m}^2/\text{kg}$$

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 3.33 * \frac{0.1032 \text{ m}}{0.0068 \text{ m}}}} = 420.65 \text{ m/s}$$

Tiempo de cierre de válvulas

$$T = 2 \frac{L}{\alpha}$$

[Ecuación 36]

$$T = 2 \frac{397.5 \text{ m}}{420.65 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1.88 \text{ seg}$$

$$\Delta H = \frac{420.65 \frac{\text{m}}{\text{s}} 0.583 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$\Delta H = 24.96 \text{ m} \cong 25 \text{ m}$$

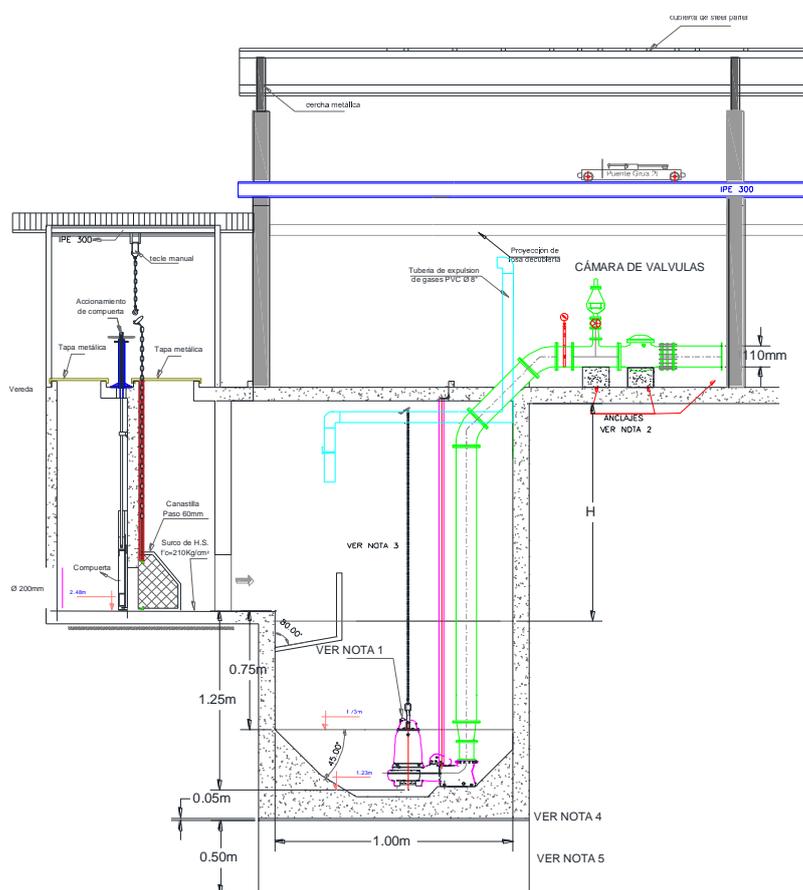
*Presión en la tubería =  $\Delta H + h_e$*

[Ecuación 37]

*Presión en sistema de tuberías = 25m + 1.25m*

*Presión en la tuberías = 26.25m*

Que aproximadamente es una presión de al menos 0.263 MPa y según el material seleccionado para la tubería de impulsión en este caso PVC de 110mm que soporta una presión nominal del 0.80MPa.



**Figura 4.1** Detallamiento cámara de bombeo.

#### 4.2.3 Tratamiento mediante sedimentador primario

Para un tratamiento de aguas residuales mediante un sistema de sedimentación se busca remover sólidos sedimentables y materia flotante y así disminuir con concentración de sólidos suspendidos. Este sistema puede remover entre un 50% y 70% de SST y entre un 25% y 40% de DBO<sub>5</sub>.

Según la norma INEN se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **5.8.1.2** El período de retención será de 4 h a 12 h.
- **5.8.1.3** La profundidad recomendada está comprendida entre 1,5 m y 2,5 m, excluyendo el borde libre y la altura para acumulación de lodos.
- **5.8.1.4** Se recomiendan las siguientes relaciones de las dimensiones: longitud/ancho = 4 a 6; longitud/profundidad = 5 a 20.
- **5.8.1.8** Podrán utilizarse como dispositivos de salida vertederos lisos o dentados, orificios sumergidos y otros. La longitud del vertedero debe fijarse sobre la base de que el gasto no supere los 140 m<sup>3</sup>/d a 220 m<sup>3</sup>/d por metro de vertedero. Para orificios, su área será el 40% del área transversal del sedimentador y la velocidad a través de los mismos, de 0,1 m/s a 0,2 m/s.
- **5.8.1.10** Se deberá prever el volumen adicional en el sedimentador para almacenamiento de lodos, dependiendo dicho volumen de la calidad del

agua y del tiempo transcurrido entre limpiezas consecutivas; este volumen estará entre el 10% y el 25% del volumen útil del sedimentador.

- **5.8.1.11** Para el almacenamiento de los sedimentos, se podrán diseñar tolvas que se ubicarán bajo el dispositivo de entrada, con pendiente mínima 1,2:1 vertical a horizontal, o se incrementará la profundidad del sedimentador dando una pendiente máxima del 8% al 12% al piso hacia una canaleta central que llevará el lodo al exterior. El diámetro de la tubería de drenaje estará de acuerdo con el volumen del sedimentador y permitirá el vaciado de éste en un plazo no mayor de 4 h.

#### 4.2.3.1 Dimensionamiento

- Área del sedimentador

El área del sedimentador se determinará en base a la relación de caudal y carga de superficie (CS), el valor de la carga de superficie según la norma INEN varía generalmente entre 2 y 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>día.

$$CS = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día} = 0.000231481 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{seg}$$

$$\text{Área del sedimentador} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{CS} \quad [\text{Ecuación 38}]$$

$$\text{Área del sedimentador} = \frac{0.00487 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.000231481 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{seg}}$$

$$\text{Área del sedimentador} = 21.0384 \text{ m}^2$$

- Relación largo ancho del sedimentador

Se ha tomado una relación largo ancho en la sección del sedimentador de 4 a 1, por lo tanto

Ancho:  $L1$

Largo:  $L2$

$$L2=4L1$$

$$L1 * L2 = \text{área del sedimentador}$$

$$L1 * 4L1 = 21.0384m^2$$

$$L1 = \sqrt{\frac{21.0384m^2}{4}} = 2.29m$$

Se adopta un valor de  $L1= 2.5m$  por lo tanto  $L2=10m$

- Profundidad del sedimentador

Se adopta una profundidad recomendada de 2.5m y un metro adicional como borde libre en el reactor.

Profundidad= 3.5m

- Volumen del sedimentador

$$\text{Volumen} = L1 * L2 * \text{profundidad} \quad [\text{Ecuación 39}]$$

$$\text{Volumen} = 2.5m * 10m * 3.5m = 87.5 m^3$$

Se incluirá un volumen adicional por almacenamiento de lodos del 15% del volumen calculado.

$$VTOTAL = 87.5 \text{ m}^3 * 1.15 = 100.625 \text{ m}^3$$

- Carga superficial

Se procede a determinar la carga superficial con las dimensiones del sedimentador.

$$\text{Área del sedimentador} = L1 * L2$$

$$\text{Área del sedimentador} = 2.5\text{m} * 10\text{m} = 25\text{m}^2$$

$$CS = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{Área del sedimentador}} \quad [\text{Ecuación 40}]$$

$$CS = \frac{0.00487 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{25 \text{ m}^2} = 0.0001948 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$CS = 16.83 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ día}}$$

- Tiempo de retención

$$t_{\text{retención}} = \frac{\text{volumen}}{Q_{\text{diseño}}} \quad [\text{Ecuación 41}]$$

$$t_{\text{retención}} = \frac{100.625 \text{ m}^3}{0.00487 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 20662.21 \text{ s} = 5.74 \text{ h}$$

- Velocidad de arrastre

Las velocidades horizontales en un sedimentador deben mantenerse a niveles bajos para que las partículas no sean resuspendidas, para determinar la velocidad de arrastre de las partículas se usará la ecuación desarrollada por Shields y Camp.

$$v_H = \sqrt{\frac{8k(\gamma-1)gD}{f}} \quad \text{[Ecuación 42]}$$

- Constante de cohesión  $k = 0.05$
- Gravedad Especifica  $s = 1.25$
- Aceleración de la gravedad  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- Diámetro de partículas  $D = 150 \mu\text{m}$
- Factor de fricción de Darcy-Weisbach  $f = 0.025$

$$v_H = \sqrt{\frac{8(0.05)(1.25 - 1)9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (150\mu\text{m})}{0.025}}$$

$$v_H = 0.0767 \text{ m/s}$$

- Velocidad horizontal en el sedimentador para el caudal de diseño.

$$v_x = \frac{Q_{\text{diseño}}}{A_x} \quad \text{[Ecuación 43]}$$

$$v_x = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{ancho} * \text{profundidad}}$$

$$v_x = \frac{0.00487 \frac{m^3}{s}}{2.5m * 3.5m} = 0.000557 \text{ m/s}$$

La velocidad horizontal en el sedimentador ( $v_x$ ) es considerablemente menor que la velocidad de arrastre ( $v_H$ ) por lo tanto no existirá resuspensión.

- Remoción de DBO y SST

Mediante una familia de curvas que relaciona tiempo de retención y porcentaje de remoción para diferentes concentraciones de DBO y SST se ha determinado un modelo matemático que en base al tiempo de retención y constantes empíricas (a, b) determine la remoción del sedimentador.

$$R = \frac{t_{retención}}{a + bt_{retención}} \quad \text{[Ecuación 44]}$$

**Tabla XXIV.** Valores de las constantes empíricas a y b

Variable	a	b
DBO	0.018	0.02
SST	0.0075	0.014

**Fuente:** Crites & Tchobanoglous

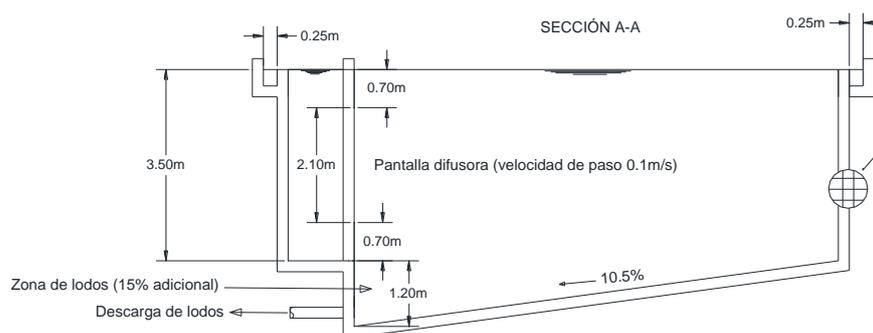
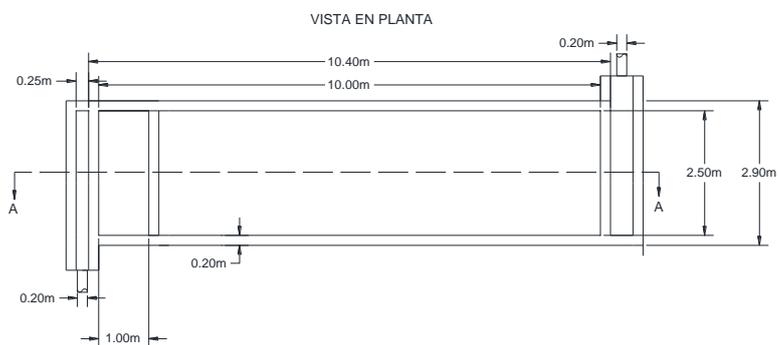
$$t_{retención} = 5.94h$$

$$R_{DBO} = \frac{5.74h}{0.018 + 0.02(5.74h)} = 44\%$$

$$R_{SST} = \frac{5.74h}{0.0075 + 0.014(5.74h)} = 66\%$$

**Tabla XXV.** Resumen de diseño del sedimentador

Características	Dimensiones
Área del sedimentador	25 m <sup>2</sup>
Largo	10m
Ancho	2.5m
Profundidad	3.5m
Volumen (87.5m <sup>3</sup> +15%)	100.625m <sup>3</sup>
CS	16.83m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> día
tiempo retención	5.74h
velocidad de arrastre de partículas	0.0767m/s
velocidad horizontal en el reactor	0.000557 m/s
Remoción de DBO	44%
Remoción de SST	66%

**Figura 4.2** Detallamiento Sedimentador.**Figura 4.3** Detallamiento en planta del Sedimentador.

#### 4.2.4 Tratamiento mediante laguna facultativa

Este tipo de tratamiento es un sistema combinado de procesos aerobios y anaerobios conocidos también como estanques de estabilización facultativas.

Este proceso se desarrolla en tres zonas:

- Zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica.
- Zona inferior en la que se da un proceso de descomposición activa de sólidos acumulados por acción de bacterias anaerobias.
- Zona intermedia en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas.

(Peralta, Yungan & Ramirez, 1999)

- Cálculo de la carga superficial de diseño

**Tabla XXVI.** Temperatura de diseño para lagunas facultativas

Ciudad	Mes más frío	Temperatura del agua °C
Quito	Agosto	17
Guayaquil	Agosto	24.5
Cuenca	Julio	18.7
Portoviejo	Agosto	24.5

Fuente: INEN 1992

$$CS = 357.4 * 1.085^{T^{\circ}-20} \quad \text{[Ecuación 45]}$$

$$CS = 357.4 * 1.085^{24.5-20}$$

$$CS = 515.927 \text{ kgDBO5/ha} * \text{dia}$$

$$CS = 51.593 \text{ gDBO5/m}^2 * \text{dia}$$

- **Área de laguna facultativa**

$$A_{Laguna} = \frac{LiQ_{diseño}}{CS} \quad \text{[Ecuación 46]}$$

Donde:

$A_{laguna}$ : área de laguna

Li: DBO último del afluente a la laguna facultativa

$Q_{diseño}$ : caudal de diseño

CS: carga de superficie de DBO de la laguna

$$A_{Laguna} = \frac{LiQ_{diseño}}{CS}$$

$$A_{Laguna} = \frac{200 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} 420.768 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{51.5927 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \text{día}}} = 1631.11 \text{ m}^2$$

- **Profundidad de la laguna facultativa**

Según la norma CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992) "Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes" para evitar el crecimiento de plantas

acuáticas con raíces en el fondo la profundidad mínima de las lagunas debe sobrepasar de 1.2, la profundidad mínima recomendada es de 1.5m, sumando a esta altura un valor adicional para acumulación de lodos, generalmente 0.3m.

$$prof_{laguna} = prof_{mín} + prof_{acum. lodos} \quad [\text{Ecuación 47}]$$

$$prof_{laguna} = 1.50m + 0.30m = 1.8m$$

- Volumen parcial de la laguna facultativa

$$Volumen_{p.laguna} = A_{p.Laguna} * prof_{laguna} \quad [\text{Ecuación 48}]$$

$$Volumen_{p.laguna} = 1631.11 m^2 * 1.8m = 2936.005 m^3$$

- Cálculo largo y ancho de la laguna

Ancho: L1

Largo: L2

$$L2=2L1$$

$$Volumen_{p.laguna} = A_{Laguna} * prof_{laguna}$$

$$Volumen_{p.laguna} = L1 * L2 * prof_{laguna}$$

$$Volumen_{p.laguna} = 2L1^2 * prof_{laguna}$$

$$L1 = \sqrt{\frac{Volumen_{p.laguna}}{2prof_{laguna}}}$$

$$L1 = \sqrt{\frac{2936.005 \text{ m}^3}{2(1.8\text{m})}} = 28.55 \text{ m}$$

Se ha tomado una relación largo ancho de 2 a 1 por lo tanto  $L1=28.5\text{m}$   $L2=58\text{m}$ .

Por tanto se realiza una corrección en el área y el volumen de la laguna.

$$A_{Laguna} = L1 * L2$$

$$A_{Laguna} = 28.5\text{m} * 58\text{m} = 1653.0\text{m}^2$$

$$Volumen_{laguna} = A_{Laguna} * prof_{laguna} \quad [\text{Ecuación 49}]$$

$$Volumen_{laguna} = 1653.0 \text{ m}^2 * 1.8\text{m}$$

$$Volumen_{laguna} = 2975.40 \text{ m}^3$$

- Tiempo de retención

$$t = \frac{Volumen_{laguna}}{Q_{diseño}} \quad [\text{Ecuación 50}]$$

$$t = \frac{2975.40\text{m}^3}{0.00487 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 610965.09\text{s}$$

$$t = 7.07 \text{ días}$$

- Remoción de coliformes

La remoción de coliformes fecales se calculará mediante la siguiente expresión:

$$C_{fc} = \frac{C_{fa}}{1+k_{fc}*t} \quad \text{[Ecuación 51]}$$

Donde la constante  $K_{fc}$  es el coeficiente de mortalidad neto a una temperatura  $T^\circ$  en la zona de la Barranca, se adoptará un valor referencial para  $C_{fa}$  de  $0.926 \times 10^8 \text{NMP}/100\text{mL}$ . (pág. 244 INEN)

$$k_{fc} = 0.841(1.07)^{T-20} \quad \text{[Ecuación 52]}$$

$$k_{fc} = 0.841(1.07)^{24.5-20} = 1.14/\text{día}$$

$$C_{fc} = \frac{0.926 \times 10^8 \text{NMP}/100\text{mL}}{1 + \frac{1.14}{\text{día}} * 7.07 \text{ día}}$$

$$C_{fc} = 0.1022 \times 10^8 \text{NMP}/100\text{ml}$$

- Remoción de DBO

$$C_{DBO} = \frac{C_o}{1+k_T t} \quad \text{[Ecuación 53]}$$

Se asume una  $C_o$  de DBO de  $200\text{mg}/\text{L}$ .

$$k_T = 0.28(1.029)^{T-20}$$

$$k_T = 0.28(1.029)^{24.5-20} = 0.318/\text{día}$$

$$C_{DBO} = \frac{200\text{mg/L}}{1 + \frac{0.318}{\text{día}} * 7.07 \text{ día}} = 61.50\text{mg/L}$$

**Tabla XXVII.** Resumen de diseño de laguna

<b>Características</b>	<b>Dimensiones</b>
Área de laguna	1653.0 m <sup>2</sup>
Largo	58 m
Ancho	28.5 m
Profundidad	1.8 m
Volumen	2975.40 m <sup>3</sup>
CS	515.927 kgDBO <sub>5</sub> /ha*día
t retención	7.07 días
Remoción de coliformes	0.1022x10 <sup>8</sup> NMP/100ml
Remoción de DBO	61.50mg/L

# Capítulo V

## 5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Las alternativas 1 y 2 cumplen con los parámetros establecidos en las normas nacionales e internacionales sobre el sistema de alcantarillado.

La alternativa 1 propone el uso de tubería PVC para colectores y la alternativa 2 se utiliza tuberías de H.S. El coeficiente de rugosidad de la alternativa 2 en la tubería es mayor que el coeficiente de la alternativa 1 lo que implica menores velocidades de conducción y que las pendientes sean más pronunciadas y en base a eso los cortes de excavación son mayores que la primera alternativa. En el aspecto económico se realizó la evaluación del presupuesto de las dos alternativas con el respectivo análisis de precios unitarios lo que nos indica los siguientes resultados:

**Tabla XXVIII.** Presupuesto referencial alternativa 1 y 2

Presupuesto alternativa 1 (\$)	288232.81
Presupuesto alternativa 2 (\$)	407574.80

Al realizar la comparación de los presupuestos de cada alternativa observamos una diferencia de \$119341,99 dólares entre las alternativas lo que

nos indica que la alternativa 1 más adecuada en comparación en la optimización de recursos.

En la alternativa 3 se presentan dos sistemas de tratamiento para la reutilización de las aguas servidas de la comunidad del recinto La Barranca. Se realizó los cálculos pertinentes de cada sistema. Una laguna de oxidación y un sedimentador son las propuestas planteadas.

La laguna de oxidación requiere un área de 1631.11 m<sup>2</sup> para su funcionamiento mientras que el sedimentador necesita un área de 25 m<sup>2</sup>. El sedimentador requiere una menor área de excavación reduciendo los costos de maquinarias y mano de obra comparados con la laguna de oxidación. Se deberá expropiar el terreno para realizar la construcción de la planta de tratamiento lo que indicaría llegar un acuerdo con el dueño del terreno para realizar el respectivo pago para tomar posesión de las tierras, en este caso el sedimentador sería la mejor opción al momento de elegir una planta de tratamiento.

### **5.1 Ventajas y Restricciones del proyecto integrador**

En diseño del sistema de evacuación de aguas servidas y la planta de tratamiento del recinto La Barranca se toma en cuenta algunas ventajas y restricciones para la ejecución del proyecto, las cuales son:

### **Ventajas**

- En la alternativa 1 existen cortes de excavación bajos lo que indica un menor movimiento de tierras y ahorro en el costo de proyecto.
- Las aguas servidas que serán transportadas al sedimentador y luego pasarán por un proceso de desinfección con cloro para finalmente ser reutilizadas en el riego de sembríos y arrozales beneficiando a la comunidad.
- Al ser un área rural la laguna de oxidación estará una distancia mayor de 500 m alejadas de las viviendas como indica la CPE INEN 5 Parte 9-1. (1992).
- En el aspecto social, existirá fuentes de trabajo para los habitantes del sector por la construcción del sistema de evacuación de aguas servidas con su respectiva planta de tratamiento.
- Se eliminará el uso de pozos sépticos debido a que son construido sin ningún criterio técnico, lo que generan problemas ambientales y generación de malos olores a mediano y largo plazo.

### **Restricciones**

- Para la construcción del sistema de alcantarillado se recomienda realizarlo en temporada de verano para mantener los plazos de ejecución de obra y respetar el cronograma valorado.

- Se debe realizar expropiaciones para la ejecución de la planta de tratamiento que estará ubicada sobre terrenos destinados a la producción de arroz.
- Al no existir información topográfica detallada del recinto La barranca se procedió a realizar un levantamiento topográfico del sector para la realización del proyecto.
- El suelo es de muy alta plasticidad por lo que requiere un material de mejoramiento que será donde repose la tubería.
- Al no existir información de las características físicas de las aguas servidas del sector, se utilizaron datos de las fuentes bibliográficas al ser un análisis de prefactibilidad el diseño de la planta de tratamiento.

# Capítulo VI

## 6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 6.1 Introducción

El presente estudio de impacto ambiental corresponde al análisis del diseño del sistema de evacuación de aguas servidas y planta de tratamiento del recinto La Barranca-Samborondón.

Será de vital importancia determinar los recursos que se verán afectados en las fases de construcción, operación y fin de la vida útil de la obra a ejecutarse, estableciendo un plan de manejo ambiental, el cual se preocupará de la remediación de los recursos afectados, apegando este plan a la normativa ambiental vigente. Mediante una ejecución adecuada de las actividades a realizarse en las diferentes fases de la obra, se garantizará la mínima afectación a los recursos ya sea agua, aire, suelo, flora, fauna en pro de la conservación del medio ambiente y el desarrollo socioeconómico del recinto La Barranca.

## **6.2 Objetivos**

### 6.2.1 Objetivo general

- Evaluar los impactos ambientales que generará en sus diferentes etapas de construcción, operación y fin de vida útil del sistema de evacuación de aguas servidas y planta de tratamiento para el recinto La Barranca.

### 6.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto.
- Determinar los recursos que se verán afectados en base a las actividades realizadas.
- Determinar las actividades que generarán mayor impacto las cuales deberán contar con sistema de remediación.

## **6.3 Marco Legal**

### **TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE**

### **TITULO PRELIMINAR “DE LAS POLITICAS BASICAS AMBIENTALES DEL ECUADOR”**

**Art. 1.-** Establécense las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador:

Políticas básicas ambientales del Ecuador.

13. Reconociendo que una herramienta efectiva para la prevención del daño ambiental es la obligación, por parte del interesado, del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y de la propuesta de Planes de Manejo Ambiental (PMA), para cada caso, acompañando a las solicitudes de autorización para realizar actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, que deben someterse a la revisión y decisión de las autoridades competentes.

El Estado Ecuatoriano establece como instrumento obligatorio previamente a la realización de actividades susceptibles de degradar o contaminar el ambiente, la preparación, por parte de los interesados a efectuar estas actividades, de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y del respectivo Plan de Manejo Ambiental (PMA) y la presentación de éstos junto a solicitudes de autorización ante las autoridades competentes, las cuales tienen la obligación de decidir al respecto y de controlar el cumplimiento de lo estipulado en dichos estudios y programas a fin de prevenir la degradación y la contaminación, asegurando, además, la gestión ambiental adecuada y sostenible. El Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental deberán basarse en el principio de lograr el nivel de actuación más adecuado al respectivo espacio o recurso a proteger, a través de la acción más eficaz.

15. Reconociendo que se han identificado los principales problemas ambientales, a los cuales conviene dar una atención especial en la gestión ambiental, a través de soluciones oportunas y efectivas. El Estado

Ecuatoriano, sin perjuicio de atender todos los asuntos relativos a la gestión ambiental en el país, dará prioridad al tratamiento y solución de los siguientes aspectos reconocidos como problemas ambientales prioritarios del país:

- a) La pobreza, (agravada por el alto crecimiento poblacional frente a la insuficiente capacidad del Estado para satisfacer sus requerimientos, principalmente empleo). - La erosión y desordenado uso de los suelos.
- b) La deforestación.
- c) La pérdida de la biodiversidad y recursos genéticos.
- d) La desordenada e irracional explotación de recursos naturales en general.  
- La contaminación creciente de aire, agua y suelo.
- e) La generación y manejo deficiente de desechos, incluyendo tóxicos y peligrosos.
- f) El estancamiento y deterioro de las condiciones ambientales urbanas.
- g) Los grandes problemas de salud nacional por contaminación y mal nutrición.
- h) El proceso de desertificación y agravamiento del fenómeno de sequías. - Los riesgos, desastres y emergencias naturales y antrópicas.

## **LIBRO VI “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”**

### **TITULO II**

#### **POLITICAS NACIONALES DE RESIDUOS SOLIDOS**

**Art. 30.-** El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales que se determinan a continuación.

**Art. 31.- AMBITO DE SALUD Y AMBIENTE**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de salud y ambiente las siguientes:

- a) Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.
- b) Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- c) Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.
- d. Desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica en poblaciones y grupos de riesgo relacionados con la gestión integral de los desechos sólidos.
- d) Promoción de la educación ambiental y sanitaria con preferencia a los grupos de riesgo.

**Art. 32.- AMBITO SOCIAL**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito social las siguientes:

- a) Construcción de una cultura de manejo de los residuos sólidos a través del apoyo a la educación y toma de conciencia de los ciudadanos.
- b) Promoción de la participación ciudadana en el control social de la prestación de los servicios, mediante el ejercicio de sus derechos y de sistemas regulatorios que garanticen su efectiva representación.
- c) Fomento de la organización de los recicladores informales, con el fin de lograr su incorporación al sector productivo, legalizando sus organizaciones y propiciando mecanismos que garanticen su sustentabilidad.

**Art. 33.- AMBITO ECONÓMICO – FINANCIERO**

Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito económico - financiero las siguientes:

- a. Garantía de sustentabilidad económica de la prestación de los servicios, volviéndolos eficientes y promoviendo la inversión privada.
- b. Impulso a la creación de incentivos e instrumentos económico - financieros para la gestión eficiente del sector.

c. Desarrollo de una estructura tarifaria nacional justa y equitativa, que garantice la sostenibilidad del manejo de los residuos sólidos. d. Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, considerándolos un bien económico.

## **CAPITULO V**

### **DEL REGULADO**

#### **Sección I De los Deberes y Derechos del Regulado**

##### **Art. 81.-Reporte Anual**

Es deber fundamental del regulado reportar ante la entidad ambiental de control, por lo menos una vez al año, los resultados de los monitoreos correspondientes a sus descargas, emisiones y vertidos de acuerdo a lo establecido en su PMA aprobado. Estos reportes permitirán a la entidad ambiental de control verificar que el regulado se encuentra en cumplimiento o incumplimiento del presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas contenidas en los Anexos, así como del plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control.

##### **Art. 82.- Reporte de Descargas, Emisiones y Vertidos**

Solamente una vez reportadas las descargas, emisiones y vertidos, se podrá obtener el permiso de la entidad ambiental de control, para efectuar éstas en el siguiente año.

**Art. 83.- Plan de Manejo y Auditoría Ambiental de Cumplimiento**

El regulado deberá contar con un plan de manejo ambiental aprobado por la entidad ambiental de control y realizará a sus actividades, auditorías ambientales de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y con su plan de manejo ambiental acorde a lo establecido en el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales.

**NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES:****RECURSO AGUA****LIBRO VI ANEXO 1**

**4.1.4** Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

**4.2 Criterios generales para la descarga de afluentes**

**4.2.1** Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.

**4.2.1.1** El regulado deberá mantener un registro de los afluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los afluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos,

identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados, sea respaldado con datos de producción.

**4.2.1.2** En las tablas # 11, 12 y 13 de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecerla normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

**4.2.1.3** Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluirlos afluentes líquidos no tratados.

**4.2.1.4** Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

**4.2.1.5** Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del

servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

**4.2.1.6** Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

**4.2.1.7** Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa (Tablas 11, 12 y 13), deberá aplicarse un tratamiento avanzado.

**4.2.1.8** Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.

**4.2.1.9** Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores. **4.2.1.10** Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

**4.2.1.11** Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreo; recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

**4.2.1.12** Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

**4.2.1.13** Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.

**4.2.1.14** El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

#### **6.4 Información general del sitio**

**Lugar:** Recinto La Barranca.

**Ubicación:** Samborondón-Guayas.

**Vida útil:** 20 años.

**Coordenadas:** UTM N: 9772951.27m E: 629349.81m

**Autoridad:** Ing. José Yúnez - Alcalde



**Figura 6.1.** Foto satelital recinto La Barranca – Samborondón

#### **6.5 Descripción de Línea Base**

El recinto La Barranca es un sector cuyo enfoque económico está en la actividad agrícola, su acceso principal cuenta con una vía asfaltada pero todas las vías de circulación dentro del recinto son caminos de tierra, la población del sector no cuenta con servicios básicos como alcantarillado sanitario y pluvial, la dotación de agua para consumo se da mediante tanqueros, en la

actualidad se encuentra en proceso de construcción el sistema de recolección de aguas lluvias.

En vista de las necesidades de la población se propuso el diseño del sistema de evacuación de aguas servidas y planta de tratamiento con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los moradores del sector en cuanto a servicios básicos.

## **6.6 Actividades a realizar**

Las actividades que intervienen en la ejecución de un proyecto de obra civil deben ser analizadas para las etapas de construcción, operación y fin de vida útil de la obra, puesto que en todas estas etapas los diferentes recursos se pueden ver afectados.

### 6.6.1 Fase de construcción

- Limpieza y desbroce
- Excavación manual
- Excavación mecánica
- Movimiento de tierra
- Relleno
- Compactación
- Figurado y armado de hierro

- Encofrado
- Hormigonado
- Instalación de tuberías
- Instalación de cajas de registro y pozos de inspección.

#### 6.6.2 Fase de Operación

- Mantenimiento y reparación de tuberías.
- Mantenimiento y reparación de cajas de registro y pozos de inspección.
- Mantenimiento de bombas.
- Mantenimiento de mecanismos de control y aforo.
- Mantenimiento y limpieza de sistema de tratamiento.

#### 6.6.3 Fin de vida útil

- Excavación manual
- Excavación mecánica
- Desmontaje de tuberías
- Desmontaje de cajas de registro y pozos de inspección.
- Demolición de estructura de tratamiento.
- Desalojo

## **6.7 Recursos afectados**

### **6.7.1 Medios Abióticos**

#### **Recurso Agua**

El agua es uno de los recursos más usados el cual se ve afectado en todas las etapas de una obra civil, ya sea para limpieza de herramientas y el área de trabajo, como componente al momento de una dosificación de concreto o para la hidratación en el proceso de curado luego de hormigonar.

Al terminar un proceso de hormigonado queda un líquido residual conocido como lechada, si la disposición final de este residuo no es controlado podría entrar en contacto con agua superficial e ir a desembocar en el cuerpo de hídrico más cercano o infiltrarse entrando en contacto con agua subterránea. Luego de realizar excavaciones ya sean calicatas o excavaciones medianamente profundas puede tenerse material contaminado, el cual puede entrar en contacto con charcos y flujos superficiales contaminándolos.

#### **Recurso Suelo**

Este recurso se verá afectado en diferentes actividades en el proceso constructivo, como se tiene:

- Deterioro del suelo por exceso de carga debido al transporte de maquinaria pesada.
- Retiro de la capa de cobertura vegetal en el proceso de limpieza y desbroce.
- Derrames de líquidos y aceites provenientes de maquinarias y equipos de compactación.
- Residuos de hormigón que al endurecerse quedan en contacto con el suelo y luego se mezclan con el mismo.

### **Recurso Aire**

**Ruido.-** Procesos como compactación, hormigonado con concreteira, cortes con moladora, transporte de carga pesada de materiales y escombros son actividades que general altos niveles de ruido que superan los decibeles máximos que puede admitir una persona.

**Polvo.-** Procesos como excavación manual, excavación mecánica, transporte de material en volquetas son actividades que provocan levantamiento de polvo lo cual aumenta el material particulado presente en el aire los cuales son perjudiciales para la salud.

**Gas.-** Emisiones de gases contaminantes (CO<sub>2</sub>) por utilizar equipos y maquinarias de combustión en el proceso constructivo.

## **6.7.2 Medios Bióticos**

### **Recurso Fauna**

Para la ejecución del proyecto deberá existir expropiación de tierras de ser necesario en las cuales existirán grupos de animales de todo tipo que tiene como hogar el habitat donde se construirá la obra, estos animales deberán ser reubicados en otras zonas con similares condiciones para su adaptación y así evitar su extinción.

### **Recurso Flora**

En el proceso inicial de limpieza y desbroce se retira la capa vegetal eliminando así flora existente en donde pueden estar incluidas plantas endémicas del sector.

## **6.7.3 Factores socioeconómicos**

Los proyectos de obras civiles siempre general desarrollo económico y social en las poblaciones luego de que la obra esté en funcionamiento, pero en el proceso constructivo también es fuente generadora de empleo dentro de la población.

## **6.8 Matrices de impacto ambiental**

### **Matriz Intensidad (I)**

El rango de valores de valores de esta matriz va de 1-10,1 para impactos de baja percepción, 10 para impactos mayores y en el caso de existir impactos leves o imperceptibles se usará el valor 0.

### **Matriz Extensión (EX)**

Esta matriz evalúa el impacto generado tomando en cuenta la extensión afectada por las actividades realizadas en el sitio, las valoraciones son:

- 1 para impactos puntuales.
- 5 para impactos con una extensión local.
- 10 para impactos regionales.

### **Matriz Duración (D)**

Esta matriz depende de la duración en años de afección que causa cierta actividad, siendo:

- 0 cuando no aplica.
- 1 para impactos menores a 5 años.
- 5 para impactos de más de 5 años pero menos de 10 años.

- 10 para impactos de más de 10 años.

### **Matriz de Bondad de Impacto - SIGNO**

Se la valorará con:

- 0 para actividades que no generan impacto sobre el recurso.
- +1 para actividades que causan un impacto positivo.
- -1 para actividades que causan un impacto negativo.

### **Matriz Magnitud (M)**

Los valores obtenidos en esta matriz son calculados por las cuatro matrices antes presentadas, las cuales serán consideradas por un factor dado por la importancia del impacto generado. Involucran a tres factores, de intensidad, extensión y duración que serán establecidos por los auditores, basándose en la información de la obra y el tipo de obra.

$$M = \pm ( FI * I + FEX * EX + FD * D) \quad \text{[Ecuación 54]}$$

$$FI + FEX + FD = 1$$

### **Matriz de Reversibilidad (RV)**

Cuantifica la probabilidad de que el recurso vuelva a su estado original, después de la ejecución obra.

- 0 cuando no aplica
- 1 impactos reversibles
- 5 impactos parcialmente reversibles
- 8 impacto reversibles a largo plazo
- 10 impactos irreversibles

### **Matriz de Riesgo (RG)**

Mide la probabilidad de ocurrencia de impacto de las diferentes actividades.

- 0 cuando no aplica
- 1 para baja ocurrencia
- 5 para media ocurrencia
- 10 para alta ocurrencia

### **Matriz de Valoración de Impacto ambiental (VIA)**

Esta matriz se calcula basándose en los resultados arrojados de la matriz magnitud, matriz riesgo y matriz reversibilidad; con factores de riesgo, reversibilidad y magnitud que dependen del proyecto. Y viene dada por la siguiente ecuación.

$$VIA = RV^{FRV} * RG^{FRG} * IM^{FM}$$

[Ecuación 55]

$$\text{FRV} + \text{FRG} + \text{FM} = 1$$

### **Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental**

Indica el nivel de impacto que tendrán las actividades sobre cada uno de los componentes ambientales, su valor numérico varía de 0 a 10, siendo:

- 0 para Impacto Neutro
- 1 – 3.9 bajo impacto
- 4 – 6.9 impacto medio
- 7 - 10 altos impact

## 6.8.1 Fase de construcción

Tabla XXIX. Matriz de Intensidad en la fase de construcción.

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	SALUD
CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	4	0	4	5	5	0	0	8	0	8	10	5
	EXCAVACIÓN MANUAL	4	4	4	5	5	0	0	0	0	8	6	5
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	4	4	4	5	5	0	0	0	0	8	6	5
	DESAJULO DE MATERIAL	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	5
	RELLENO	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	5
	COMPACTACIÓN	5	0	0	5	5	0	0	0	0	0	6	5
	FIGURADO Y ARMADO DE HIERRO	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	6	5
	DISPOSICIÓN FINAL DE ENCOFRADOS	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	6	0
	HORMIGONADO	5	0	5	5	5	0	0	0	0	0	10	0
	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	10	0
	INSTALACIÓN DE CAJAS Y POZOS	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	10	0

Tabla XXX. Matriz de Extensión en la fase de construcción.

MATRIZ DE EXTENSIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	SALUD
CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	5	0	5	5	5	0	0	5	0	5	5	5
	EXCAVACIÓN MANUAL	5	5	5	5	5	0	0	0	0	5	5	1
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	5	5	5	5	5	0	0	0	0	5	5	1
	DESAJULO DE MATERIAL	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	1
	RELLENO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1
	COMPACTACIÓN	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	1
	FIGURADO Y ARMADO DE HIERRO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5	1
	DISPOSICIÓN FINAL DE ENCOFRADOS	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	HORMIGONADO	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5	0
	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	5	0
	INSTALACIÓN DE CAJAS Y POZOS	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	5	0

Tabla

XXXI.  
Matriz



Tabla XXXIII. Matriz de Magnitud en la fase de construcción.

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	SALUD
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	-3.1	0	-3.1	-3.4	-3.4	0	0	-4.3	0	-4.3	4.9	-3.4
	EXCAVACIÓN MANUAL	-3.1	-3.1	-3.1	-3.4	-3.4	0	0	0	0	-4.3	3.7	-2.2
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	-3.1	-3.1	-3.1	-3.4	-3.4	0	0	0	0	-4.3	3.7	-2.2
	DESAJOLO DE MATERIAL	0	0	0	-3.4	0	0	0	0	0	0	3.7	-2.2
	RELLENO	-2.2	0	0	0	-2.2	0	0	0	0	0	3.7	-2.2
	COMPACTACIÓN	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	0	0	0	0	0	3.7	-2.2
	FIGURADO Y ARMADO DE HIERRO	0	0	0	-2.2	0	-2.2	0	0	0	0	3.7	-2.2
	DISPOSICION FINAL DE ENCOFRADOS	0	0	-4.3	0	0	0	0	0	0	0	3.7	0
	HORMIGONADO	-2.2	0	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0	0	0	4.9	0
	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	-3.4	-3.4	-3.4	0	0	0	0	0	0	4.9	0
	INSTALACIÓN DE CAJAS Y POZOS	0	-3.4	-3.4	-3.4	0	0	0	0	0	0	4.9	0

FACTORES	
F Intensidad	0.3
F Extensión	0.3
F Duración	0.4



Tabla XXXVI. Matriz VIA en la fase de construcción.

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTO AMBIENTAL														
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS		
		AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		EMPLEO	SALUD		
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA			TERRESTRE	
CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	2.43	0.00	2.79	2.54	2.54	0.00	0.00	3.29	0.00	3.29	0.00	0.00	16.88
	EXCAVACIÓN MANUAL	2.43	2.43	2.79	2.54	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29	0.00	0.00	16.02
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	2.43	2.43	2.79	2.54	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29	0.00	0.00	16.02
	DESAJOLO DE MATERIAL	0.00	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54
	RELLENO	2.05	0.00	0.00	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.09
	COMPACTACIÓN	2.05	0.00	0.00	2.35	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.75
	FIGURADO Y ARMADO DE HIERRO	0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40
	DISPOSICION FINAL DE ENCOFRADOS	0.00	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86
	HORMIGONADO	2.05	0.00	2.05	2.05	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19
	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	0.00	2.92	2.92	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.39
	INSTALACIÓN DE CAJAS Y POZOS	0.00	2.92	2.92	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.39
		13.43	10.70	19.12	22.01	14.08	2.05	0.00	3.29	0.00	9.86	0.00	0.00	

FACTORES	
F Magnitud	0.5
F Reversibilidad	0.3
F Riesgo	0.2

**Tabla XXXVII.** Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental en la fase de construcción.

VALORACION DE RANGO DE SIGNIFICANCIA													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	SALUD
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA Y DESBROCE	B	N	B	B	B	N	N	B	N	B	N	N
	EXCAVACIÓN MANUAL	B	B	B	B	B	N	N	N	N	B	N	N
	EXCAVACIÓN MECÁNICA	B	B	B	B	B	N	N	N	N	B	N	N
	DESAJOLO DE MATERIAL	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N
	RELLENO	B	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N
	COMPACTACIÓN	B	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N	N
	FIGURADO Y ARMADO DE HIERRO	N	N	N	B	N	B	N	N	N	N	N	N
	DISPOSICION FINAL DE ENCOFRADOS	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	HORMIGONADO	B	N	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N
	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	N	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N
INSTALACIÓN DE CAJAS Y POZOS	N	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N	

- 0 para Impacto Neutro (N)
- 1 – 3.9 bajo impacto (B)
- 4 – 6.9 impacto medio (M)
- 7 - 10 altos impactos (A)





Tabla XLII. Matriz de Magnitud en la fase de operación.

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	SALUD
OPERACIÓN	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE TUBERÍAS	-6.7	-6.7	-5.8	0	0	-6.7	0	0	0	0	6.7	7.9
	MANTENIMIENTO DE BOMBAS	-6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	7.9
	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO	-6.7	-6.7	-5.8	0	0	0	0	0	0	0	6.7	7.9
	MANTENIMIENTO DE MECANISMOS DE CONTROL Y AFORO	-6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	7.9
	LIMPIEZA DE CAJAS DE REGISTRO	-6.7	0	-5.8	0	0	0	0	0	0	0	6.7	7.9
	LIMPIEZA DE POZOS DE INSPECCIÓN	-6.7	0	-5.8	0	0	0	0	0	0	0	6.7	7.9
	LIMPIEZA DE LA INFRAESTRUCTURA	-6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3	7.9

FACTORES	
F Intensidad	0.3
F Extensión	0.3
F Duración	0.4



Tabla XLV. Matriz VIA en la fase de operación.

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTO AMBIENTAL															
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS			
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	SALUD		
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE				
OPERACIÓN	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE TUBERÍAS	5.79	5.79	5.39	0.00	0.00	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.75
	MANTENIMIENTO DE BOMBAS	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.79
	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO	5.79	5.79	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.96
	MANTENIMIENTO DE MECANISMOS DE CONTROL Y AFORO	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	LIMPIEZA DE CAJAS DE REGISTRO	5.79	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.17
	LIMPIEZA DE POZOS DE INSPECCIÓN	5.79	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.17
	LIMPIEZA DE LA INFRAESTRUCTURA	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.79
			40.52	11.58	21.54	0.00	0.00	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

FACTORES	
F Magnitud	0.5
F Reversibilidad	0.3
F Riesgo	0.2

**Tabla XLVI.** Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental en la fase de operación.

<b>VALORACION DE RANGO DE SIGNIFICANCIA</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	SALUD
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE TUBERÍAS	M	M	M	N	N	M	N	N	N	N	N	N
	MANTENIMIENTO DE BOMBAS	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO	M	M	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	MANTENIMIENTO DE MECANISMOS DE CONTROL Y AFORO	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	LIMPIEZA DE CAJAS DE REGISTRO	M	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	LIMPIEZA DE POZOS DE INSPECCIÓN	M	N	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	LIMPIEZA DE LA INFRAESTRUCTURA	M	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

- 0 para Impacto Neutro (N)
- 1 – 3.9 bajo impacto (B)
- 4 – 6.9 impacto medio (M)
- 7 - 10 altos impactos (A)

### 6.8.3 Fin de vida útil

**Tabla XLVII.** Matriz de Intensidad al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ INTENSIDAD</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	10	10	10	0	10	10	0	0	0	0	5	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	5	5	5	0	5	0	0	0	0	8	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	5	5	5	0	5	0	0	0	0	8	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	8	0	5	8	8	8	0	0	0	0	5	0

**Tabla XLVIII.** Matriz de Extensión al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ DE EXTENSIÓN</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	5	5	5	0	5	5	0	0	0	0	1	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0

**Tabla XLIX.** Matriz de Duración al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ DE DURACIÓN</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0

**Tabla L.** Matriz Signo al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ SIGNO</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	1	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0

**Tabla LI.** Matriz de Magnitud al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	-4.5	-4.5	-4.5	0	-4.5	-4.5	0	0	0	0	2.2	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	-2.2	-2.2	-2.2	0	-2.2	0	0	0	0	3.1	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	-2.2	-2.2	-2.2	0	-2.2	0	0	0	0	3.1	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	-2.2	-2.2	0	0	0	0	0	2.2	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	-3.1	0	-2.2	-3.1	-3.1	-3.1	0	0	0	0	2.2	0

FACTORES	
F Intensidad	0.3
F Extensión	0.2
F Duración	0.5

**Tabla LII.** Matriz de Reversibilidad al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ DE REVERSIBILIDAD</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

**Tabla LIII.** Matriz de Riesgo al final de la vida útil del proyecto.

<b>MATRIZ RIESGO</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	10	10	10	0	10	10	0	0	0	0	5	0
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0	5	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0	5	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	5	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0

Tabla LIV. Matriz VIA al final de la vida útil del proyecto.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL															
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS			
		AGUA		SUELO	AIRE		FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA			TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	3.36	3.36	3.36	0.00	3.36	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.81
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	0.00	2.05	2.05	2.05	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	0.00	2.05	2.05	2.05	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.19
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	0.00	0.00	0.00	2.05	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.09
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	2.43	0.00	2.05	2.43	2.43	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.76
		5.79	7.46	9.50	8.57	7.84	9.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

FACTORES	
F Magnitud	0.5
F Reversibilidad	0.3
F Riesgo	0.2

**Tabla LV.** Matriz Rango de Significancia de Impacto Ambiental al final de la vida útil del proyecto.

<b>VALORACION DE RANGO DE SIGNIFICANCIA</b>													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	CREACIÓN DE BOTADEROS	B	B	B	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	DESINSTALACIÓN DE TUBERIAS	N	B	B	B	N	B	N	N	N	N	N	N
	DESINTALACION DE CAJAS Y POZOS	N	B	B	B	N	B	N	N	N	N	N	N
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECH	N	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N	N
	DEMOLICIÓN DE INFRAESTRUCTURA	B	N	B	B	B	B	N	N	N	N	N	N

- 0 para Impacto Neutro (N)
- 1 – 3.9 bajo impacto (B)
- 4 – 6.9 impacto medio (M)
- 7 - 10 altos impactos (A)

## **6.9 Plan de Manejo Ambiental**

El presente Plan de Manejo Ambiental toma en cuenta los aspectos más importantes en relación a las condiciones ambientales en el área de influencia del proyecto del Sistema de evacuación de aguas servidas y planta de tratamiento para el recinto La Barranca-Samborondón para las diferentes etapas en la ejecución de proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental ha sido elaborado en base a los resultados obtenidos en la matriz de Valoración de Impacto Ambiental, considerandos las actividades de alto impacto de acuerdo a la matriz de Rango de Significancia de Impacto Ambiental.

### **6.9.1 Objetivos**

#### **Objetivo General**

Establecer las medidas de prevención y mitigación de los impactos generados por las actividades realizadas en la ejecución de la obra civil, en las diferentes fases de construcción, operación y fin de vida útil del proyecto.

#### **Objetivos Específicos**

- Verificar que se cumplan los procedimientos del PMA apegados a la normativa ambiental vigente.

- Desarrollar un PMA optimo que reduzca los efectos generados por las diferentes actividades en una obra civil para que el impacto ambiental a los recursos sea mínimo.
- Realizar monitoreos periódicos para verificar que se cumpla lo establecido en el PMA.

### 6.9.2 Diseño del Plan de Manejo Ambiental

Las medidas ambientales a tomarse en cuenta en la estructura del PMA corresponden a los siguientes planes:

- Plan de prevención y control de contaminación.
- Plan de Mitigación de impactos.
- Plan de manejo de desechos sólidos y líquidos.
- Plan de contingencia.
- Plan de capacitación.
- Plan de seguridad y salud ocupacional.

### 6.9.3 Plan de prevención y control de contaminación

#### **Medida de prevención y control 1**

**Actividad:** Limpieza y desbroce

**Grado de afectación:** 16.88 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Construcción

**Lugar afectado por el impacto:** Área de influencia del proyecto

**Descripción de las medidas:**

- El material retirado, resultado del desbroce no deberá entrar en contacto con aguas superficiales ni cuerpos hídricos, su disposición final dependerá de las condiciones y características del material.
- De existir familias de plantas endémicas del sector, estas deberán ser reubicadas en terrenos con condiciones favorables que garanticen la continuidad de su existencia.
- De existir grupos de animales cuyo hábitad pueda ser afectado, deberán ser rescatados y llevados a lugares con condiciones que garanticen la perpetuidad de su existencia y desarrollo.
- Al retirar la capa de cobertura vegetal, el suelo queda desprotegido lo cual aumenta el flujo de escorrentía del mismo y la exposición a rayos solares, por lo cual luego de que se realice la construcción de la obra, si dicho desbroce fue provisional, este deberá ser restaurado.

**Medida de prevención y control 2**

**Actividad:** Excavación manual y mecánica

**Grado de afectación:** 16.02 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Construcción

**Lugar afectado por el impacto:** Área de influencia del proyecto

**Descripción de las medidas:**

- El personal presente en obra deberá contar con los respectivos equipos de protección personal, con especial énfasis en los equipos de protección auditiva, casco, guantes, chaleco reflectivo.
- El área de trabajo deberá estar correctamente señalizada con cinta de peligro en todo el perímetro donde se esté realizando la excavación.
- Control de material particulado (polvo) en el área de excavación mediante rociamiento de agua en cantidades controladas sin provocar generación de lodo.
- Para excavaciones profundas en caso de tener suelos con malas condiciones de estabilidad, se deberá contar con el correspondiente tablestacado para evitar derrumbes y así garantizar la seguridad del personal en obra.
- La maquinaria en actividad en obra deberá contar con los respectivos certificados de mantenimiento.
- Deberá contarse con el respectivo kit de contingencia antiderrames en el caso de existir problemas con las maquinarias en obra.

**Medida de prevención y control 3**

**Actividad:** Mantenimiento y reparación de tuberías

**Grado de afectación:** 22.75 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Operación

**Lugar afectado por el impacto:** Área de influencia del proyecto

**Descripción de las medidas:**

- El personal de mantenimiento deberá contar con los respectivos equipos de protección personal como mascarilla, casco, guantes, chaleco reflectivo.
- Evitar filtración de aguas residuales al momento de efectuar un mantenimiento, para evitar el contacto con aguas subterráneas.
- Los desechos y líquidos retirados resultado de la limpieza de tuberías no deberán ser descargados a cuerpos hídricos, estos deberán ser llevados a los lugares de tratamiento pertinentes.
- La actividad deberá realizarse de forma periódica con la finalidad de no tener obstrucciones en las líneas de evacuación de aguas residuales.

#### **Medida de prevención y control 4**

**Actividad:** Mantenimiento y limpieza de sistema de tratamiento

**Grado de afectación:** 16.96 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Operación

**Lugar afectado por el impacto:** Área de influencia del proyecto

**Descripción de las medidas:**

- Se realizará una limpieza mensual en el sistema de rejilla de desbaste para evitar acumulación de residuos que puedan ocasionar desbordes en el

sistema de ingreso a la planta de tratamiento evitando posible contacto y contaminación de aguas superficiales.

- Se realizará una limpieza periódica del reactor para evitar que el sistema pierda su capacidad funcional por acumulación de sedimentos.

#### **Medida de prevención y control 5**

**Actividad:** Creación de botaderos

**Grado de afectación:** 16.81 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Fin de vida útil

**Lugar afectado por el impacto:** Botadero autorizado

**Descripción de las medidas:**

- Se realizará una clasificación de los desechos con la finalidad de evaluar materiales que puedan ser reutilizados o transformados.
- El personal que labore en el proceso de clasificación de los materiales de desecho deberá contar con sus respectivos EPP.
- El botadero deberá estar alejado del área urbana y debe ser un lugar autorizado por la entidad municipal.

#### **Medida de prevención y control 6**

**Actividad:** Demolición de infraestructura

**Grado de afectación:** 11.76 - Alta

**Etapas del proyecto en la que debe ser ejecutada:** Fin de vida útil

**Lugar afectado por el impacto:** Área de influencia del proyecto

**Descripción de las medidas:**

- El personal que labore en el proceso de demolición o desmontaje de elementos deberá contar con sus respectivos EPP.
- Control de material particulado (polvo) mediante rocío de agua.
- El material derrocado deberá ser clasificado previo a su transporte a su lugar de disposición final.
- La actividad deberá realizarse en horario autorizados.
- Deberá existir correcta señalización de advertencia acerca de la actividad a realizar.

#### **6.9.4 Plan de mitigación de impactos**

##### **Fase de Construcción**

Para mitigar los impactos en la fase constructiva se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Dotación de EPP para todo el personal en obra.
- Descartar herramientas, equipos y maquinaria en mal estado.
- Proceso de clasificación de materiales de desecho para que puedan ser reutilizados o transformados.

- Si se generan desechos peligrosos estos deberán ser separados y colocados en recipientes especiales y su disposición final será en una entidad autorizada para el procesamiento de dichos desechos.

### **Fase de Operación**

Para mitigar los impactos en la fase operación se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Realizar inspecciones periódicas en los puntos de control para prevenir fallas en el sistema de evacuación o tratamiento de aguas residuales.
- El personal de mantenimiento y limpieza deberá contar con su respectivo EPP.
- Realizar limpieza periódica del área de trabajo.

### **Fin de vida útil del proyecto**

Para mitigar los impactos en la fase final de vida útil se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Los desechos generados resultado de la demolición o desmontaje de la estructura, tuberías, cajas y pozos deberán ser clasificados para proceder a desalojarlos.

- La disposición final de los desechos generados deberá ser en lugares autorizados por la entidad municipal.

#### **6.9.5 Plan de manejo de desechos sólidos y líquidos.**

##### **Fase de Construcción**

- Se contará con un sistema de clasificación de desechos sólidos en obra correctamente identificados y en un lugar apartado de los materiales y herramientas.
- Se debe contar con un servicio de letrina portatol con sistema de dispensador de agua para aseo personal.
- Debe realizarse limpieza periódica del servicio de letrina.
- En el caso de tener desechos peligrosos deberán estar en recipientes especiales y su disposición final será en un ente regulado y autorizado.

##### **Fase de Operación**

- Al realizar mantenimientos y limpieza en tuberías, cajas y pozos de revisión los desechos extraídos deberán ser trasladados al lugar específico de tratamiento autorizado.
- Los residuos de aceites y grasas resultado del mantenimiento de sistemas de bombeo deberán ser trasladados a lugares autorizados a receptor dichos desechos peligrosos.

- Dotación de EPP para el personal que manipula los desechos sólidos y líquidos.

#### **Fin de vida útil del proyecto**

- Los desechos generados en la actividad de demolición deberán ser trasladados a lugares autorizados por la entidad municipal.
- Dotación de EPP para personal presente en la demolición.
- Servicio de letrina portátil para personal en obra.
- De existir desechos peligrosos deberán ser trasladados a lugares autorizados a receptor dichos desechos peligrosos.

#### **6.9.6 Plan de contingencia.**

##### **Fase de Construcción**

- Diseñar rutas de evacuación en caso de emergencias.
- Definir las tareas a realizar en obra, los peligros que existen en dichas tareas y de qué forma prevenir accidentes.
- Dar a conocer lo establecido en el plan de contingencia al personal.

##### **Fase de Operación**

- Determinar los riesgos en las actividades a realizar en un mantenimiento o limpieza.

- Contar con una ruta de evacuación dentro del área de la planta de tratamiento.
- Listado de números de atención temprana en caso de emergencias.

#### **Fin de vida útil del proyecto**

- Determinar los riesgos en las actividades a realizar durante la demolición o desmontaje de elementos.
- Determinar rutas de evacuación en caso de derrumbe de materiales.
- Evaluar el tipo de procedimiento a realizar en el proceso de demolición.

#### **6.9.7 Plan de capacitación.**

##### **Fase de Construcción**

- Capacitar al personal sobre el uso adecuado de herramientas y equipos.
- Plan de capacitación al personal en caso de emergencias.
- Uso adecuado del equipo de protección personal.
- Capacitar al personal sobre los riesgos que implican todas las actividades a realizar en obra y como prevenir accidentes.

##### **Fase de Operación**

- Capacitar a la población sobre procedimientos de clasificación y reciclaje.

- Capacitar al personal de mantenimiento sobre el uso adecuado de herramientas y equipos.
- Uso adecuado del EPP.

#### **Fin de vida útil del proyecto**

- Capacitar al personal sobre los accidentes que pueden ocurrir en un proceso de demolición.
- Plan de capacitación acerca del uso del EPP y peligrosidad para la salud por inhalación de material particulado.

#### **6.9.8 Plan de seguridad y salud ocupacional.**

##### **Fase de Construcción**

- Charlas diarias al personal haciendo un análisis de riesgo de trabajo y prevención de accidentes.
- Hidratación continua.
- Actividades de estiramiento previo al inicio de la jornada laboral.
- Correcta señalización en el área de trabajo.
- Actividades de integración y recreación.
- Análisis médico al personal en obra.

### Fase de Operación y fin de vida útil del proyecto

- Uso adecuado del EPP
- Charlas diarias al personal haciendo un análisis de riesgo de trabajo y prevención de accidentes.
- Análisis médico del personal.

### 6.10 Presupuesto ambiental para la ejecución del proyecto.

FORMULARIO N° 1							
NOMBRE DEL OFERENTE: EDUARDO LEÓN, GILSON LINDAO							
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL RECIENTO LA BARRANCA-SAMBORONDON							
TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS							
	RUBRO	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
			SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO				
			Ubicación: LA BARRANCA-SAMBORONDON				
	4		SEGURIDAD INDUSTRIAL, SEÑALIZACIÓN Y AMBIENTAL				
	004.003.001		SEGURIDAD INDUSTRIAL				
1	004.003.001.002	5W1101	PANTALON JEAN AZUL DE 6 BOLSILLOS (S.I.)	U	20.00	18.88	377.60
2	004.003.001.003	5W1102	CALZADO DE SEGURIDAD DE CUERO CON PUNTA DE ACERO (S.I.)	U	20.00	59.00	1,180.00
3	004.003.001.004	5W1006	BOTA PANTANERA DE CAUCHO (S.I.)	U	20.00	18.88	377.60
2	004.003.001.006	5W1039	FAJA ANTILUMBAGO REFLECTIVA (S.I.)	U	5.00	20.06	100.30
3	004.003.001.007	5W1017	CASCO DE SEGURIDAD BLANCO (S.I.)	U	20.00	7.08	141.60
4	004.003.001.008	5W1107	ENCAUCHADOS - ESTÁNDAR CON CAPUCHA	U	10.00	17.70	177.00
5	004.003.001.009	5W1018	CHALECO REFLECTIVO (S.I.)	U	10.00	5.90	59.00
6	004.003.001.010	5W1109	DELANTAL PARA SOLDADOR	U	5.00	23.60	118.00
7	004.003.001.011	5W1025	CORDONES PARA GAFAS DE SEGURIDAD (S.I.)	U	40.00	0.30	12.00
8	004.003.001.012	5W1110	GAFAS DE SEGURIDAD TRANSPARENTES (S.I.)	U	40.00	5.90	236.00

FORMULARIO N° 1							
NOMBRE DEL OFERENTE: EDUARDO LEÓN, GILSON LINDAO							
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL RECIENTO LA BARRANCA-SAMBORONDON							
TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS							
	RUBRO	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
9	004.003.001.013	5W1042	GUANTES DE CUELLO LARGO PARA SOLDADOR (S.I.)	U	5.00	10.27	51.35
10	004.003.001.014	5W1014	CARETA PARA SOLDAR (S.I.)	U	3.00	29.50	88.50
11	004.003.001.015	5W1111	GUANTES DE CUERO (S.I.)	U	10.00	5.31	53.10
12	004.003.001.016	5W1115	TAPONES AUDITIVOS (S.I.)	U	20.00	1.77	35.40
13	004.003.001.017	5W1113	OREJERAS (S.I.)	U	20.00	9.44	188.80
14	004.003.001.018	5W1112	MASCARILLA DESCARTABLE PARA POLVO 3 M (S.I.)	U	20.00	0.59	11.80
15	<b>003.003.002</b>		<b>SEÑALIZACION</b>				
16	003.003.002.001	5W3071	CARTELES DE ADVERTENCIA ( 200 M ) (SV015) (20 usos) (S.I.)	U	4.00	147.50	590.00
17	003.003.002.002	5W3103	CARTELES DE PRECAUCIÓN ( 100 M ) (SV016) (20 USOS) (S.I.)	U	4.00	147.50	590.00
18	003.003.002.003	5W3081	CARTELES "DISCULPE LAS MOLESTIAS" (S.I.)	U	4.00	76.70	306.80
19	003.003.002.004	5W3131	CARTELES "HOMBRES TRABAJANDO" (S.I.)	U	4.00	76.70	306.80
20	003.003.002.005	5W3082	VALLAS DE DESVIO (S.I.)	U	4.00	59.00	236.00
21	003.003.002.006	5W3106	VÍA CERRADA (S.I.)	U	4.00	59.00	236.00
22	003.003.002.007	5W3005	CINTAS DE PELIGRO (B0001 A B0005).	M	5,000.00	0.11	550.00
23	003.003.002.008	5W3064	PALETAS DE PARE (S.I.)	U	5.00	41.30	206.50
24	003.003.002.009	5W3006	CONOS REFLECTIVOS (20 USOS) (S.I.)	U	10.00	10.62	106.20
25	003.003.002.010	5W3132	TANQUES DE 55 GALONES PARA BARRICADAS (S.I.)	U	10.00	259.60	2,596.00
26	003.003.002.011	5W1002	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY (S.I.)	U	10.00	330.40	3,304.00
27	003.003.002.014	5W2066	PASOS PEATONALES (S.A.)	U	2.00	100.30	200.60
28	003.003.002.016	5W3047	ILUMINACIÓN ( BALDES ROJOS ) (S.A.)	U	10.00	23.60	236.00
29	003.003.002.017	5W1108	CABAÑAS SANITARIAS (S.I.)	MES	6.00	177.00	1,062.00
	<b>004.003.001</b>		<b>AMBIENTALES</b>				
30	004.003.003.001	5W2062	MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO (AMB)	HORA	18.00	53.10	955.80
31	004.003.003.002	5W2061	MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO PM10 Y PM 2,5 (AMB)	HORA	18.00	64.90	1,168.20
32	004.003.003.003	5W2024	CONTROL DE POLVO ( AGUA ) (AMB)	M3	18.00	4.17	75.06

FORMULARIO N° 1							
NOMBRE DEL OFERENTE: EDUARDO LEÓN, GILSON LINDAO							
SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL RECIENTO LA BARRANCA-SAMBORONDON							
TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS							
	RUBRO	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
33	004.003.003.004	5W2060	MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE NOX, SO2, CO2 (AMB)	HORA	18.00	76.70	1,380.60
34	004.003.003.005	5W2034	EVENTOS DE CAPACITACIÓN PARA FISCALIZADORES Y A PERSONAL DEL CONTRATISTA (AMB)	U	2.00	295.00	590.00
35	004.003.003.006	5W2254	EVENTOS DE ADIESTRAMIENTO SEGURIDAD (Amb)	u	2.00	295.00	590.00
36	004.003.003.007	5W2255	EVENTOS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	u	2.00	295.00	590.00
37	004.003.003.008	5W2055	INSTRUCTIVOS AMBIENTALES	U	40.00	0.38	15.20
38	004.003.003.009	5W3008	LETREROS INFORMATIVOS (2.00 X 1.50m) EN TOOL. SEÑALIZACION COLECTIVA	U	5.00	76.70	383.50
						<b>SUBTOTAL</b>	<b>19,483.31</b>
						<b>TOTAL</b>	<b>19,483.31</b>

### 6.11 Cronograma valorado ambiental para la ejecución del proyecto.

CRONOGRAMA VALORADO									
RUBRO	Código		MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6	TOTAL
		<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL, SEÑALIZACIÓN Y AMBIENTAL</b>							
<b>004.003.001</b>		<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>							
004.003.001.002	5W1101	PANTALON JEAN AZUL DE 6 BOLSILLOS (S.I.)	377.60						377.60
004.003.001.003	5W1102	CALZADO DE SEGURIDAD DE CUERO CON PUNTA DE ACERO (S.I.)	1,180.00						1,180.00
004.003.001.004	5W1006	BOTA PANTANERA DE CAUCHO (S.I.)	377.60						377.60
004.003.001.006	5W1039	FAJA ANTILUMBAGO REFLECTIVA (S.I.)	100.30						100.30
004.003.001.007	5W1017	CASCO DE SEGURIDAD BLANCO (S.I.)	141.60						141.60

CRONOGRAMA VALORADO									
RUBRO	Código		MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6	TOTAL
004.003.001.008	5W1107	ENCAUCHADOS - ESTÁNDAR CON CAPUCHA	177.00						177.00
004.003.001.009	5W1018	CHALECO REFLECTIVO (S.I.)	59.00						59.00
004.003.001.010	5W1109	DELANTAL PARA SOLDADOR	118.00						118.00
004.003.001.011	5W1025	CORDONES PARA GAFAS DE SEGURIDAD (S.I.)	12.00						12.00
004.003.001.012	5W1110	GAFAS DE SEGURIDAD TRANSPARENTES (S.I.)	236.00						236.00
004.003.001.013	5W1042	GUANTES DE CUELLO LARGO PARA SOLDADOR (S.I.)	51.35						51.35
004.003.001.014	5W1014	CARETA PARA SOLDAR (S.I.)	88.50						88.50
004.003.001.015	5W1111	GUANTES DE CUERO (S.I.)	53.10						53.10
004.003.001.016	5W1115	TAPONES AUDITIVOS (S.I.)	35.40						35.40
004.003.001.017	5W1113	OREJERAS (S.I.)	188.80						188.80
004.003.001.018	5W1112	MASCARILLA DESCARTABLE PARA POLVO 3 M (S.I.)	11.80						11.80
<b>003.003.002</b>		<b>SEÑALIZACION</b>	-						-
003.003.002.001	5W3071	CARTELES DE ADVERTENCIA ( 200 M ) (SV015) (20 usos) (S.I.)	590.00						590.00
003.003.002.002	5W3103	CARTELES DE PRECAUCIÓN ( 100 M ) (SV016) (20 USOS) (S.I.)	590.00						590.00
003.003.002.003	5W3081	CARTELES "DISCULPE LAS MOLESTIAS" (S.I.)	306.80						306.80
003.003.002.004	5W3131	CARTELES "HOMBRES TRABAJANDO" (S.I.)	306.80						306.80
003.003.002.005	5W3082	VALLAS DE DESVIO (S.I.)	236.00						236.00
003.003.002.006	5W3106	VÍA CERRADA (S.I.)	236.00						236.00
003.003.002.007	5W3005	CINTAS DE PELIGRO (B0001 A B0005).	550.00						550.00
003.003.002.008	5W3064	PALETAS DE PARE (S.I.)	206.50						206.50
003.003.002.009	5W3006	CONOS REFLECTIVOS (20 USOS) (S.I.)	106.20						106.20
003.003.002.010	5W3132	TANQUES DE 55 GALONES PARA BARRICADAS (S.I.)	2,596.00						2,596.00

CRONOGRAMA VALORADO									
RUBRO	Código		MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6	TOTAL
003.003.002.011	5W1002	BARRERAS DE HORMIGÓN TIPO NEW JERSEY (S.I.)	3,304.00						3,304.00
003.003.002.014	5W2066	PASOS PEATONALES (S.A.)	200.60						200.60
003.003.002.016	5W3047	ILUMINACIÓN ( BALDES ROJOS ) (S.A.)	236.00						236.00
003.003.002.017	5W1108	CABAÑAS SANITARIAS (S.I.)	177.00	177.00	177.00	177.00	177.00	177.00	1,062.00
<b>004.003.001</b>		<b>AMBIENTALES</b>							-
004.003.003.001	5W2062	MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO (AMB)	159.30	159.30	159.30	159.30	159.30	159.30	955.80
004.003.003.002	5W2061	MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO PM10 Y PM 2,5 (AMB)	194.70	194.70	194.70	194.70	194.70	194.70	1,168.20
004.003.003.003	5W2024	CONTROL DE POLVO ( AGUA ) (AMB)	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	12.51	75.06
004.003.003.004	5W2060	MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE NOX, SO2, CO2 (AMB)	230.10	230.10	230.10	230.10	230.10	230.10	1,380.60
004.003.003.005	5W2034	EVENTOS DE CAPACITACIÓN PARA FISCALIZADORES Y A PERSONAL DEL CONTRATISTA (AMB)	295.00			295.00			590.00
004.003.003.006	5W2254	EVENTOS DE ADIESTRAMIENTO SEGURIDAD (Amb)	295.00			295.00			590.00
004.003.003.007	5W2255	EVENTOS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL		295.00			295.00		590.00
004.003.003.008	5W2055	INSTRUCTIVOS AMBIENTALES	15.20						15.20
004.003.003.009	5W3008	LETREROS INFORMATIVOS (2.00 X 1.50m) EN TOOL. SEÑALIZACION COLECTIVA	383.50						383.50
		<b>TOTAL(\$)</b>	<b>14,435.26</b>	<b>1,068.61</b>	<b>773.61</b>	<b>1,363.61</b>	<b>1,068.61</b>	<b>773.61</b>	<b>19,483.31</b>

# CAPÍTULO VII

## 7. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS ECONÓMICO

### 7.1 Especificaciones técnicas

#### 7.1.1 Desbroce y Limpieza.

##### Definición del rubro

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones y los demás documentos contractuales.

##### Procedimiento de trabajo

El desbroce y limpieza se efectuarán por medios manuales, mecánicos, y cualquier otro procedimiento que den resultados satisfactorios para el Fiscalizador. Se efectuará el desbroce dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

### Medición y forma de pago

La cantidad a pagarse por el Desbroce y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra.

### 7.1.2 Trazado y Replanteo.

#### Descripción del rubro

Es la implantación del proyecto u obra en el terreno, tomando como base las indicaciones de los planos y datos topográficos, como paso previo al inicio de la construcción.

#### Procedimiento de trabajo

Se deberá disponer de los planos del proyecto y su implantación general, la cual se replanteará en el sitio de la obra. Todas las actividades de replanteo deben realizarse con instrumentos topográficos de precisión, tales como, estación total, teodolitos, niveles, cintas, miras, etc., y bajo la dirección de personal técnico capacitado. Se colocarán señales perfectamente identificadas topográficamente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y/o criterio del Fiscalizador.

### Medición y forma de pago

La medición para el pago de este rubro será en hectáreas.

### 7.1.3 Excavación de zanjas para tubería (incluye desalojo).

#### Definición

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la instalación de alcantarillas, comprende además el desalojo de los materiales inadecuados y que a criterio del fiscalizador no se deban reutilizar en el relleno de la zanja posterior a la instalación de la alcantarilla.

#### Medición y forma de pago

La medición de pago de este rubro será metro cúbico (m<sup>3</sup>). Las cantidades a pagarse por la excavación serán los volúmenes obtenidos en obra con la respectiva aprobación del fiscalizador. El pago por el respectivo rubro incluirá el transporte esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos.

### 7.1.4 Excavación manual.

#### Definición

Excavación realizada con herramientas menores como picos, palas, barretas etc.

#### Procedimiento de trabajo

Se procede a realizar una excavación cuando las condiciones impiden el uso de maquinaria de excavación y desalojos. En suelos con una resistencia mínima se podrá excavar con métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos.

#### Medición y forma de pago

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará considerando el correspondiente precio unitario.

#### 7.1.5 Relleno con cama de arena.

##### Descripción del rubro.

La colocación de la cama de arena previo a la instalación de la tubería será indicada por el fiscalizador tomando en cuenta si el fondo de la excavación mantendrá estable a la tubería.

##### Procedimiento de trabajo.

Este trabajo consiste en la provisión y tendido de una capa de arena, con espesor determinado en los planos, que servirá de capa previa, alrededor y sobre las tuberías que se instalaran del sistema de alcantarillado.

### Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será metro cúbico (m<sup>3</sup>) de arena de sitio tamizada, la misma que indicará la entidad, administración, obra, contratista, fiscalizador y otros puntos relacionados a la obra, ordenados y aceptados por la Fiscalización.

#### 7.1.6 Relleno compactado con material de préstamo importado (Incluye transporte).

##### Descripción del rubro

Comprende el material granular que será transportado hasta la obra y será colocado en la zanja para mejorar el terreno.

##### Procedimiento de trabajo

Este trabajo consistirá en el relleno con material de préstamo importado, una vez colocado será hidratado y compactado usando los equipos adecuados hasta alcanzar un grado de compactación mayor o igual a 95% .

Se deberá realizar ensayos de densidad de campo empleando para ello cualquier método apropiado, aprobado por el Fiscalizador, con una frecuencia de uno por cada 300 materiales colocados y compactados. Adicionalmente, se efectuará un ensayo de compactación tipo Proctor, empleando la energía

especificada en los documentos contractuales por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material colocado y compactado. Se colocarán capas que no excedan los 30 cm.

#### Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse por el material importado serán los metros cúbicos, medidos en los sitios a rellenar, volumen que se obtendrá mediante el cálculo de áreas de las secciones transversales. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el material, transporte, tendido, hidratación, compactación, equipos, mano de obra y todas las operaciones que se requieran con el objeto de cumplir con la ejecución de los trabajos.

#### 7.1.7 Relleno compactado con material de sitio

##### Descripción del rubro

Comprende el relleno de la zanja excavada con material de sitio.

##### Procedimiento de trabajo

El relleno de la zanja se realizará con material originario de esta excavación o excavaciones aledañas que sean aptas para reutilizar con la respectiva aprobación del fiscalizador

El material para relleno de la zanja se colocará en capas horizontales de un espesor mínimo de 30 cm antes de ser compactadas y se debe obtener un porcentaje de compactación mayor igual 95%. El relleno de la zanja se debe realizarse después de la prueba de estanqueidad a la tubería instalada.

#### Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse por estos rellenos, serán los metros cúbicos medidos en la obra, el cual resultará de las áreas efectivamente rellenadas por la longitud que corresponda y que se constatará en el sitio.

#### 7.1.8 Cámara de inspección de H.A. F´C 280 KG.CM2 tipo 1

##### Descripción del rubro

Se define como cámara de inspección a las estructuras diseñadas y destinada para controlar pendientes, cambios de direcciones y realizar la respectiva limpieza de la tubería.

##### Procedimiento de trabajo

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares señalados por el Fiscalizador durante el proceso de instalación de tuberías. La máxima

distancia de instalación de tuberías será de 100m sin la posibilidad de construir una cámara de inspección.

La cimentación de la cámara se realizará después de la colocación de la tubería y así se evitará la excavación bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran fisuras.

El replantillo de la cámara se construirá con hormigón simple de  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup> sobre una superficie previamente compactada para no presentar deformaciones. Con un espesor mínimo de 5 cm, la zapata y ancho de paredes tendrá un espesor de 20 cm con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para el acceso a la cámara de inspección se dispondrán de peldaños formados con varillas de hierro de 22mm de diámetro, los peldaños tendrán un espaciamiento de 30 cm. Se deberá pintar las cámaras en la parte exterior con dos capas de pintura anticorrosivo.

#### Medición y forma de pago

La medición y forma de pago de la construcción de las cámaras de inspección se medirá en unidades, el número de pozos construido se determinará en obra y en consenso con el ingeniero fiscalizador teniendo en cuenta los diferentes

tipos y profundidades de pozos. La construcción de la cámara incluye: replantillo, zapata, paredes, tapa de hierro fundido.

#### 7.1.9 Cámara de inspección de H.A. F´C 280 KG.CM2 tipo 2

##### Descripción del rubro

Se define como cámara de inspección a las estructuras diseñadas y destinada para controlar pendientes, cambios de direcciones y realizar la respectiva limpieza de la tubería.

##### Procedimiento de trabajo

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares señalados por el Fiscalizador durante el proceso de instalación de tuberías. La máxima distancia de instalación de tuberías será de 100m sin la posibilidad de construir una cámara de inspección.

La cimentación de la cámara se realizará después de la colocación de la tubería y así se evitará la excavación bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran fisuras.

El replantillo de la cámara se construirá con hormigón simple de  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup> sobre una superficie previamente compactada para no presentar

deformaciones. Con un espesor mínimo de 5 cm, la zapata y ancho de paredes tendrá un espesor de 20 cm con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para el acceso a la cámara de inspección se dispondrán de peldaños formados con varillas de hierro de 22mm de diámetro, los peldaños tendrán un espaciamiento de 30 cm. Se deberá pintar las cámaras en la parte exterior con dos capas de pintura anticorrosivo.

#### Medición y forma de pago

La medición y forma de pago de la construcción de las cámaras de inspección se medirá en unidades, el número de pozos construido se determinará en obra y en consenso con el ingeniero fiscalizador teniendo en cuenta los diferentes tipos y profundidades de pozos. La construcción de la cámara incluye: replantillo, zapata, paredes, tapa de hierro fundido.

#### 7.1.10 Cámara de inspección de H.A. F´C 280 KG.CM2 tipo 3

##### Descripción del rubro

Se define como cámara de inspección a las estructuras diseñadas y destinada para controlar pendientes, cambios de direcciones y realizar la respectiva limpieza de la tubería.

### Procedimiento de trabajo

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares señalados por el Fiscalizador durante el proceso de instalación de tuberías. La máxima distancia de instalación de tuberías será de 100m sin la posibilidad de construir una cámara de inspección

La cimentación de la cámara se realizará después de la colocación de la tubería y así se evitará la excavación bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran fisuras.

El replantillo de la cámara se construirá con hormigón simple de  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup> sobre una superficie previamente compactada para no presentar deformaciones. Con un espesor mínimo de 5 cm, la zapata y ancho de paredes tendrá un espesor de 20 cm con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Para el acceso a la cámara de inspección se dispondrán de peldaños formados con varillas de hierro de 22mm de diámetro, los peldaños tendrán un espaciamiento de 30 cm. Se deberá pintar las cámaras en la parte exterior con dos capas de pintura anticorrosivo.

### Medición y forma de pago

La medición y forma de pago de la construcción de las cámaras de inspección se medirá en unidades, el número de pozos construido se determinará en obra y en consenso con el ingeniero fiscalizador teniendo en cuenta los diferentes tipos y profundidades de pozos. La construcción de la cámara incluye: replantillo, zapata, paredes, tapa de hierro fundido.

#### 7.1.11 Suministro e instalación de tubería PVC=110MM

##### Descripción del rubro

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tuberías para la del alcantarillado sanitario.

##### Procedimiento de trabajo

Luego de realizar la excavación de la zanja y colocado el relleno con cama de arena será colocado la tubería en el lugar fijado por el fiscalizador y respetando las especificaciones técnicas. Los tubos de PVC deberán ser de sección circular y cumpliendo la NORMA NTE INEN 2059. Se recomienda que la zanja sea ancha para cumplir con las normas de seguridad correspondiente.

##### Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse por tubería de PVC de doble pared estructurada serán los metros lineales medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

#### 7.1.12 Suministro e instalación de tubería PVC=200MM

##### Descripción del rubro

Este Trabajo consistirá en el suministro e instalación de tuberías para la del alcantarillado sanitario.

##### Procedimiento de trabajo

Luego de realizar la excavación de la zanja y colocado el relleno con cama de arena será colocado la tubería en el lugar fijado por el fiscalizador y respetando las especificaciones técnicas. Los tubos de PVC deberán ser de sección circular y cumpliendo la NORMA NTE INEN 2059. Se recomienda que la zanja sea ancha para cumplir con las normas de seguridad correspondiente.

##### Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse por tubería de PVC de doble pared estructurada serán los metros lineales medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

### 7.1.13 Caja de registro con tapa H.A. (60x60 interior).

#### Descripción del rubro

La caja de registro es un elemento que permite el acceso a las tuberías del alcantarillado para realizar el mantenimiento y limpieza del sistema.

#### Procedimiento de trabajo

Este trabajo consistirá en la construcción de cajas de registro de hormigón armado con su respectiva tapa, elemento que se deberá construir en conformidad a lo que indican los planos y las instrucciones del fiscalizador. Incluirá dentro de estos trabajos las respectivas conexiones de las tuberías que lleguen y descarguen desde el sumidero.

Estas obras podrán realizarse en el sitio o con elementos prefabricados y serán de hormigón de cemento Portland, la construcción e instalación se harán de modo que las estructuras queden sólidamente asentadas de conformidad con las cotas y alineación indicadas en los planos o por el fiscalizador.

Al terminarse el trabajo de cada instalación deberá limpiarse de residuos y acumulaciones extrañas, y se mantendrán limpia y en funcionamiento hasta la aceptación final de la obra.

## Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse será unidad de acuerdo al número de cajas de registro con tapas ordenadas y aceptablemente ejecutadas y aprobadas por la fiscalización.

### 7.1.14 Bombeo.

#### Descripción del rubro

Sistema de bombeo necesario para disminuir el nivel freático en la obra civil.

#### Procedimiento de trabajo

Este trabajo corresponde al sistema de bombeo a implantarse para mantener un área de excavación libre de agua de filtración, cuya cantidad y capacidad dependerán de las estructuras del suelo. Con las características intrínsecas conocidas de los materiales que forman las fronteras y la cimentación, se podrán establecer los parámetros que determinarán el gasto de ingreso en función del área transversal y velocidad de desplazamiento del líquido a evacuar. El sistema de bombeo implica la cantidad de bombas necesarias en un sitio.

El sistema de bombeo dependerá del caudal de ingreso, los límites de frontera y el material de cimentación. El Contratista deberá disponer de las unidades

de bombeo necesarias y suficientes que logren mantener el nivel freático abatido a una altura que permita manipular los materiales y las unidades de trabajo, en seco.

#### Medición y forma de pago

Las mediciones de pago para este rubro serán por días del sistema de bombeo necesario, las horas que contendrá el día de bombeo serán determinadas por el fiscalizador

#### 7.1.15 Pruebas hidrostáticas.

##### Descripción del rubro

Se realizará las pruebas de las redes de acuerdo con los parámetros indicados en los manuales de funcionamiento.

##### Procedimiento de trabajo

Terminada la instalación del sistema de alcantarillado, el contratista someterá a inspección y pruebas de funcionamiento, para demostrar la operación correcta del sistema. Se debe verificar si el sistema presenta obstrucciones o daños en la tubería durante el proceso e instalación. Antes de la realización de la prueba, el contratista debe realizar una limpieza interna y externa del alcantarillado.

## Medición y forma de pago

La medición del rubro será en metros lineales del sistema en cada tramo, mismo que serán necesario ejecutar previo a la aceptación de la fiscalización.

## 7.2 Presupuesto General

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1
---------------------------

	Descripción	Un	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
<b>100.0</b>	<b>Sistema de Alcantarillado Sanitario</b>				
<b>100.1</b>	<b>Movimiento de Tierra</b>				
100.1.1	Excavación Manual	m3	438.53	14.62	6 411.31
100.1.2	Trazado y Replanteo	ml	796.00	0.83	743.68
100.1.3	Excavación de zanja para tubería (incluye desalojo)	m3	4 392.28	6.50	28 549.82
100.1.4	Excavación y relleno para estructura	m3	1 090.52	13.19	14 383.96
100.1.5	Relleno con cama de arena	m3	107.55	15.58	1 675.63
100.1.6	Relleno compactado con material importado	m3	933.53	14.14	13 200.11
100.1.7	Relleno compactado con material en sitio	m3	3 262.84	3.27	10 669.49
<b>100.2</b>	<b>Cámaras y cajas domiciliarias</b>				
100.2.1	Bombeo	día	60.00	82.18	4 930.80
100.2.2	Caja de registro con tapa H.A. (60X60)	uni	145.00	166.84	24 191.80
100.2.3	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 1	uni	9.00	2 406.07	21 654.63
100.2.4	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 2	uni	4.00	3 509.06	14 036.24

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2
---------------------------

100.2.5	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 3	uni	1.00	5 052.78	5 052.78
100.3	<b>Colectores y red de tuberías</b>				
100.3.1	Pruebas hidrostáticas	ml	896.00	2.48	2222.08
100.3.2	Suministro e instalación de tubería PVC D=110mm	ml	2 227.19	33.63	74 900.40
100.3.3	Suministro e instalación de tubería PVC D=200mm	ml	896.00	45.18	40 481.28
100.5.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo (incluye 2 bombas y accesorios)	glb	1.00	4 669.39	4 669.39
100.5.2	Red de sistema de bombeo	glb	1.00	988.61	988.61
100.6	<b>Seguridad y presupuesto ambiental</b>				
100.6.1	Seguridad y presupuesto ambiental	glb			19 470.80
<b>TOTAL ALTERNATIVA 1</b>					<b>288232.81</b>

	Descripción	Un.	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
100.0	<b>Sistema de Alcantarillado Sanitario</b>				
100.1	<b>Movimiento de Tierra</b>				
100.1.1	Excavación Manual	m3	483.53	14.62	6411.31
100.1.2	Trazado y Replanteo	ml	896.00	0.83	743.68
100.1.3	Excavación de zanja para tubería (incluye desalojo)	m3	14041.43	6.50	91269.30
100.1.4	Excavación y relleno para estructura	m3	2915.24	13.19	38.452.02
100.1.5	Relleno con cama de arena	m3	122.74	15.58	1912.29
100.1.6	Relleno compactado con material importado	m3	770.91	14.14	10900.67
100.1.7	Relleno compactado con material en sitio	m3	13 090.62	3.27	42806.33
100.2	<b>Cámaras y cajas domiciliarias</b>				

100.2.1	Bombeo	día	60.00	82.18	4930.80
100.2.2	Caja de registro con tapa H.A. (60X60)	uni	145.00	166.84	24191.80
100.2.3	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 1	uni	4.00	2 406.07	9624.28
100.2.4	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 2	uni	1.00	3 509.06	3509.06
100.2.5	Cámara de inspección de H.A. f'c 280 kg/cm2 tipo 3	uni	9.00	5 052.78	45.475.02
100.3	<b>Colectores y red de tuberías</b>				
100.3.1	Pruebas hidrostáticas	ml	896.00	2.48	2222.08
100.3.2	Suministro e instalación de tubería PVC D=110mm	ml	2227.19	33.63	74900.40
100.3.3	Suministro e instalación de tubería hormigón D=300mm	ml	896.00	28.01	25096.96
100.5.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo (incluye 2 bombas y accesorios)	glb	1	4 669.39	4 669.39
100.5.2	Red de sistema de bombeo	glb	1	988.61	988.61
100.5	<b>Seguridad y presupuesto ambiental</b>				
100.5.1	Seguridad y presupuesto ambiental	glb			19 470.80
<b>TOTAL ALTERNATIVA 2</b>					<b>407574.80</b>

PRESUPUESTO ALTERNATIVA 3
---------------------------

	Descripción	Un	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
<b>100.0</b>	<b>Sistema de Alcantarillado Sanitario</b>				
<b>100.1</b>	<b>Planta de Tratamiento (Sedimentador)</b>				
<b>100.4.1</b>	Desbroce y limpieza	ha	0.20	2.84	0.57
<b>100.4.2</b>	Trazado y Replanteo	m2	200.00	1.42	284.00
<b>100.4.3</b>	Excavación a máquina (incluye desalojo)	m3	390.00	6.04	2355.60
<b>100.1.6</b>	Relleno compactado con material importado	m3	20.13	14.14	284.64
<b>100.1.7</b>	Relleno compactado con material en sitio	m3	43.92	3.27	143.62
<b>100.4.6</b>	Replanteo F'C=140 kg/cm <sup>2</sup> e=0,05	m3	2.01	14.34	28.82
<b>100.4.7</b>	Hormigón estructural F'C=280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	30.84	282.88	8724.02
<b>100.4.8</b>	Acero de refuerzo en barras	kg	2850.98	2.16	6158.12
<b>TOTAL ALTERNATIVA 3</b>					<b>17979.39</b>

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

1. Se opta por un sistema de evacuación de aguas servidas con tubería de PVC de 200mm con un caudal de diseño de 4.87 l/s (Alternativa 1) el cual permite menores volúmenes de excavación siendo así el más adecuado desde el punto de vista económico, en el ámbito técnico brinda velocidades adecuadas que garantizan el correcto funcionamiento de sistema sin generación de olores, además de un sistema de tratamiento preliminar de desbaste con rejillas conjuntamente con un sistema de bombeo que ayude al traslado del agua residual hasta el punto de tratamiento, este sistema de tratamiento (Alternativa 3) está constituido por un sedimentador con una capacidad de 100.625m<sup>3</sup> siendo su estructura de hormigón armado, finalmente con un sistema de desinfección para poder utilizar el efluente tratado para actividades de riego.
2. El sistema de bombeo contará con dos bombas de 3Hp, una de ellas por requerimiento provisional por mantenimiento según la Norma INEN para el

diseño de sistemas de disposición de aguas residuales, con tubería de impulsión de 110mm de diámetro.

3. El presente proyecto integrador ha sido desarrollado bajo normas técnicas y ambientales que garanticen que los resultados obtenidos sean aceptables a nivel de prefactibilidad.
4. El presente documento plantea un Plan de Manejo Ambiental en el cual se establecen los procedimientos a seguir en las diferentes etapas del proyecto respetando la normativa ambiental vigente.
5. Según el estudio de impacto ambiental en la fase de construcción el recurso más afectado es el aire en cuanto a la generación de ruido por lo cual será de vital importancia la utilización y correcto estado de los equipos de protección personal, específicamente tapones auditivos u orejeras.
6. En la fase de operación el recurso mayormente afectado es el agua puesto que la mayoría de las actividades son de limpieza por lo cual lo que más se utiliza es el recurso agua, es una actividad imposible de evitar pero si se puede controlar que dichas actividades se realicen sin gastos excesivos o desperdicios del líquido vital.

7. En la fase final nuevamente el recurso más afectado es el aire pero en este caso relacionado a la generación de polvo y gases, para poder controlar este efecto nuevamente será necesario contar con el correspondiente EPP de manera especial es uso de mascarillas normales o de filtro según la actividad que se esté realizando, además de mitigar la generación de polvo con el rocío de agua en el área de influencia.
8. Se ha tratado en lo posible evitar las expropiaciones de tierras optimizando las áreas de ocupación para el sistema de tratamiento minimizando así el impacto económico y social para las familias que utilizaban dichas tierras para actividades agrícolas como fuente de ingreso en la economía de sus hogares.
9. Se consideraron los aspectos éticos y morales para el desarrollo de las alternativas planteadas seleccionando la más adecuada para el desarrollo del proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

1. El proyecto presentado ha sido desarrollado con valores de concentraciones referenciales de fuentes bibliográficas por lo cual se recomienda que para estudios de factibilidad se realicen análisis para

determinar parámetros de concentraciones presentes en el agua residual del recinto La Barranca.

2. Para la ejecución de este tipo de proyectos se recomienda su ejecución en etapas de verano, pues no existirán paras o retrasos debido acumulación o empozamiento de aguas por lluvias.
3. Para el correcto funcionamiento del sedimentador se deberá realizar limpiezas periódicas para evitar colapso en el almacenamiento de lodos alterando así los tiempos de retención.
4. Todo diseño de alcantarillado deberá realizarse con la información topográfica pertinente con la finalidad que los cálculos realizados en oficina y procedimientos establecidos concuerden con los que se encuentre en campo a fin de evitar modificación en los planos de ingeniería.

# BIBLIOGRAFÍA

[1] P. Ávila, Diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento del cantón Bolívar (Tesis de Pregrado), Quito: Universidad Central, 2014.

[2] CEC, «Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos. Norma CO 10.7-602,» Ecuador, 2001.

[3] O. CEPIS, «Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado,» Organización Panamericana de la Salud y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente., 2005.

[4] CPE INEN, «Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes,» Quito, 1992.

[5] DIGESBA, «Instalaciones Sanitarias-Alcantarillado Sanitario Pluvial y Tratamiento de Aguas Residuales,» La Paz, 2001.

[6] GAD Samborondón, «Samborondón Diagnóstico,» Samborondón, 2014.

[7] M. & Eddy, Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento vertido y reutilización, Madrid: McGraw-Hill, 1995.

[8] M. & Eddy, Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo, Madrid: McGraw-Hill, 1995.

[9] Norma Técnica Ecuatoriana, «Tubos perfilados de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado,» Quito, 2010.

[10] N. E. Obligatoria., «Tubos de Hormigón Simple y accesorios,» Quito, 1987.

[11] G. Tchobanoglous y R. Crites, Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones, Bogotá: McGraw-Hill, 2000.