



FACULTAD  
INGENIERÍA, INDUSTRIA  
Y CONSTRUCCIÓN

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS CON UN TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES POR EL METODO PRIMARIO, EN LA COOPERATIVA “HÉCTOR COBOS” SECTOR 4, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN”**

**PRESENTADO CON OPCIÓN PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

**SOFÍA ALEXANDRA DE LOS ÁNGELES SÁNCHEZ ESTRADA**

**Tutor:**

**MSc. ING. PABLO PAREDES RAMOS**

**Guayaquil-Ecuador**

**2017**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, 29 de Mayo del 2017

Certifico que el proyecto de investigación titulado "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS CON UN TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES POR EL METODO PRIMARIO, En la Cooperativa "Héctor Cobos" sector 4, ubicada en el cantón Durán", ha sido elaborado por Sofía Alexandra de Los Ángeles Estrada, bajo mi tutoría, el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



MSc. Ing. Pablo Paredes

C.I. 0911828150

## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 28 de mayo del 2017

Yo, Sofia Alexandra de Los Ángeles Sánchez Estrada, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declara, como producto de la investigación que se ha realizado.

De la misma forma, cedo el derecho de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de la Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

  
Sofia Alexandra De los Ángeles Sánchez Estrada

## **AGRADECIMIENTO**

Tengo tanto por agradecer en primer lugar a Dios mi creador por darme la fortaleza y constancia para poder dedicarle tiempo a mis estudios.

Le agradezco a mi querida Universidad a sus ilustres profesores especialmente al Ing. Fausto Cabrera y a la MSc. July Herrera por su dedicación y buena enseñanza, a mis compañeros de aula con los que hicimos un excelente equipo de estudios y camaradería durante los seis años de la carrera, y amigos que me ayudaron a cumplir con esta meta.

**Sofía Alexandra De los Ángeles Sánchez Estrada**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto fruto de mi esfuerzo y constancia se lo dedico a los seres que más amo en este mundo, en primer lugar a Dios, luego a mis abuelitos que fueron los que me criaron, me dieron todo su amor y me enseñaron los valores que formarían mi carácter; también se la dedico a mi amado Hijo que ha sido uno de los principales motores para tratar de seguir adelante en la vida, mi hijo que inconscientemente me dio la motivación para demostrarle que querer es poder y que si yo pude culminar esta meta, él también podrá superar muchos más retos.

**Sofía Alexandra De los Ángeles Sánchez Estrada**

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	V
CERTIFICACIÓN DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI
ÍNDICE GENERAL.....	VI
Índice de tablas.....	XI
Índice de gráficos.....	XIII
Índice de Figuras.....	XIV
CAPITULO I.....	1
1 MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	1
1.3 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.....	2
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.6 DELIMITACION O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.7 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
CAPITULO II.....	5

2	MARCO TEORICO.....	5
2.1	<i>Marco conceptual</i> .....	5
2.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA.....	5
2.2.1	LIMITES de la Cooperativa Héctor Cobos, sector 4.....	12
2.2.2	Servicios básicos.....	13
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	19
2.3.1	POBLACIÓN .....	19
2.3.2	MUESTRA.....	21
2.4	<i>Resultados de la encuesta:</i> .....	23
2.5	DEFINICIONES.....	29
2.5.1	Alcantarillado.....	29
2.5.2	Agua residual .....	30
	Aguas lluvias (AA.LL).....	31
	Residuos líquidos industriales(RLI).....	32
	Aguas residuales agrícolas (ARA). .....	32
2.5.3	Excretas .....	32
2.5.4	Sistema de Disposición de excretas.....	32
2.5.5	Letrina.....	32
2.5.6	Sistema de Tratamiento o depuración .....	33
2.5.7	Cuerpo receptor .....	33
2.6	COMPONENTES DEL ALCANTARILLADO .....	33
2.6.1	Colectores Terciarios .....	34
2.6.2	Colectores Secundarios .....	34
2.6.3	Colectores Principales o Primarios .....	34
2.6.4	Pozos de Inspección.....	34
2.6.5	Conexiones Domiciliarias.....	35
2.7	NORMAS DE DISEÑO .....	35

2.8	<i>BASES DEL DISEÑO</i> .....	36
2.8.1	ESTUDIOS PRELIMINARES: .....	38
2.9	<i>CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO</i> .....	39
2.9.1	Dotación .....	40
2.9.2	Caudales de diseño .....	41
2.9.3	Caudal Medio (Qm). .....	41
2.9.4	Coefficiente de Retorno (Cr) .....	42
2.9.5	POBLACIÓN: .....	42
2.9.6	Caudal Máximo Horario (Cmh) .....	46
2.9.7	Caudal Industrial: .....	47
2.9.8	Caudal de conexiones Ilícitas (Qci) .....	47
2.9.9	Caudal por infiltración (Qin) .....	47
2.9.10	Dimensionamiento de las tuberías: .....	48
2.9.11	Velocidad de auto limpieza en las tuberías .....	49
2.9.12	Normas particulares de diseño .....	50
2.9.13	Pendientes .....	51
2.9.14	Profundidades de Instalación .....	52
2.9.15	Diámetro Mínimo .....	52
2.9.16	Conexiones domiciliarias .....	52
2.9.17	Caja Domiciliaria .....	53
2.9.18	Colectores .....	53
2.9.19	Ubicación de cámaras de Inspección .....	53
2.9.20	Clasificación de las cámaras de inspección .....	54
2.10	<i>PLANTAS DE TRATAMIENTO</i> .....	55
2.10.1	Caracterización de aguas residuales domésticas .....	55
2.10.2	Bases de diseño para planta de tratamiento .....	58
2.10.3	Caudal medio de diseño .....	59
2.10.4	ASPECTOS GENERALES .....	59

2.11	TRATAMIENTO PRIMARIO .....	60
2.11.1	Tanques Imhoff.....	60
2.11.2	Filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA) .....	67
2.11.3	Lechos de Secado .....	72
2.11.4	Desinfección .....	76
<b>Capitulo III .....</b>		<b>79</b>
<b>3</b>	<b>Cálculos para el diseño de la red de alcantarillado de aguas residuales .....</b>	<b>79</b>
3.1	Población.....	79
3.1.1	Cálculo Final de Población Proyectada.....	80
3.2	Dotación.....	81
3.3	Caudal DE AGUAS RESIDUALES - Caudal Medio.....	81
3.4	Caudal Máximo Horario (Cmh) .....	82
3.5	Caudales de diseño.....	82
3.6	Diseño de la red de alcantarillado (Caudales de diseño).....	84
3.7	Cálculos para el diseño hidrÁulico .....	85
3.7.1	Diseño Hidráulico y empate por cota clave .....	88
3.8	PLANTA DE TRATAMIENTO .....	89
3.8.1	Diseño de tanque ImHoff .....	89
3.8.2	Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).....	94
3.8.3	Lecho de secado .....	98
3.8.4	Diseño del tanque clorador .....	100
3.8.5	Potencia de Bomba sumergible.....	101
capitulo iv .....		102
4	Presupuesto Referencial .....	102

Conclusiones y recomendaciones.....	103
BIBLIOGRAFIA .....	105
ANEXOS.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Precipitación de las lluvias en Durán.....	10
Tabla 2 Resumen del censo en Coop. Hector Cobos, sector 4 .....	20
Tabla 3 ¿Le gustaría contar con Sistema de Aguas Servidas?.....	23
Tabla 4 ¿Dónde desecha actualmente sus aguas negras?.....	24
Tabla 5 ¿Dónde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)? .....	25
Tabla 6 ¿Qué tipo de vivienda tiene?.....	25
Tabla 7 ¿Cuál es el número de personas que habitan en su vivienda? .....	26
Tabla 8 ¿Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales?.....	27
Tabla 9 ¿Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales?.....	27
Tabla 10 ¿Le gustaría que en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales? .....	28
Tabla 11 Composición típica de las aguas residuales .....	31
Tabla 12 Tipos de interferencia .....	38
Tabla 13 Dotaciones recomendadas.....	40
Tabla 14 Rangos para estimación de Infiltración .....	47
Tabla 15 Coeficiente de rugosidad de manning.....	48
Tabla 16 Velocidad en tubería por tipo de material.....	51

Tabla 17 Pendiente mínima en tuberías .....	51
Tabla 18 Distancias máximas de cámara entre tuberías .....	53
Tabla 19 Aporte per-capita para aguas residuales domesticas.....	57
Tabla 20 Aportes Percapita diferentes componentes de agua residual domestica.....	57
Tabla 21 Recomendaciones para Dimensiones del tanque Imhoff .....	64
Tabla 22 Porcentajes de remoción recomendados de solidos .....	65
Tabla 23 Calculo del Volumen de lodos.....	66
Tabla 24 Factor de capacidad relativa (fcr) .....	67
Tabla 25 Guía para el dimensionamiento de un FAFa .....	72
Tabla 27 Tiempo de retención Hidraulica(T) por flujo de salida l/día .....	75
Tabla 29 Factor de capacidad relativa y días de digestión de lodos .....	76
Tabla 30 Presupuesto .....	102

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Grafica de precipitaciones en el cantón Durán .....	10
Gráfico 2 ¿Le gustaría contar con Sistema de Aguas Servidas?.....	23
Gráfico 3 ¿Dónde desecha actualmente sus aguas negras? .....	24
Gráfico 4 ¿Dónde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)? .....	25
Gráfico 5 ¿Qué tipo de vivienda tiene?.....	26
Gráfico 6 ¿Cuál es el número de personas que habitan en su vivienda? .....	26
Gráfico 7 ¿Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales?.....	27
Gráfico 8 ¿Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales? .....	28
Gráfico 9 ¿Le gustaría que en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales? .....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cantón Durán, zona 8 .....	5
Figura 2 Textura de suelos en el Cantón Durán.....	7
Figura 3 Tipos de clima en el Cantón Durán .....	8
Figura 4 Zonas de precipitación en el cantón Durán .....	9
Figura 5 Ubicación del cantón Durán .....	11
Figura 6 Vista satelital de la ubicación de la Cooperativa Héctor Cobos.....	12
Figura 7 Tanques donde recogen el agua potable .....	13
Figura 8: Tanques donde guardan el agua potable.....	13
Figura 9: Fotografía donde se aprecia una cámara de aguas lluvias.....	14
Figura 10 Fotografía del canal de aguas lluvias.....	14
Figura 11 Fotografía de pozo séptico ubicado debajo del Servicio higiénico .....	15
Figura 12: Fotografía cables de energía eléctrica .....	15
Figura 13 Vías pavimentadas.....	16
Figura 14 Vías en terreno natural.....	16
Figura 15 Transporte público.....	17
Figura 16 Parque de la cooperativa.....	18
Figura 17 Escuela “Fabricio Bucco Bozzola” .....	19

Figura 18 Encuestando a moradores del sector.....	23
Figura 19 Alcantarillado convencional.....	35
Figura 20 Diseño de cámaras de inspección.....	55
Figura 21 Partes del Tanque Imhoff.....	61
Figura 22 Esquema Tanque imhoff.....	62
Figura 23 Esquema de un flujo anaerobio de flujo ascendente.....	68
Figura 24 Criterios de dimensionamiento de un FAFA.....	71
Figura 25 Componentes principales de un FAFA.....	71
Figura 26 Lecho de secado (Vista y planta).....	75
Figura 27 Vista tanque de desinfección.....	77
Figura 28 Resultados de la Población Futura con el programa HAYA.....	80
Figura 29 Población futura por los 4 métodos.....	80
Figura 30 Corte Transversal Diseño tanque imhoff y digestor.....	94
Figura 31 Corte Transversal del Filtro Anaerobio de flujo ascendente.....	97
Figura 32 Corte Transversal Lecho de secado.....	100

## RESUMEN EJECUTIVO

El cantón Durán tiene una área urbana de 97,9% y rural 2,1%, pero la cobertura de alcantarillado sanitario es del 42,59% el resto de las viviendas descargan sus aguas residuales a pozos sépticos, letrinas, calles e incluso ríos y canales, lo cual representa un alto índice de contaminación, es por ese motivo que se eligió a la Cooperativa Héctor Cobos, sector 4, para realizar el proyecto de investigación con un estudio de factibilidad para la implementación del sistema de aguas servidas con un tratamiento de las aguas residuales por el método primario.

Por medio del proyecto se pudo investigar la situación actual de la Cooperativa Héctor Cobos, sector 4, como es su población y conocer las necesidades de los servicios básicos; también se pudo evaluar cuál sería la mejor manera de elaborar un diseño sanitario de las redes de aguas residuales donde las cotas del terreno sean las favorables para que a gravedad estas sean encausadas a los ramales domiciliarios, tirantes y luego a los colectores principales; para poder realizar este proyecto se investigó la población actual y se elaboró el diseño para una vida útil con un período de 20 años, siguiendo las normas que se utilizan para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (ec.cpe.5.9.1.1992). Para seleccionar cual sería el tratamiento de aguas servidas más adecuado y tomando en cuenta que su población futura no superó los 5000 habitantes se eligió el tratamiento con un tanque Imhoff por ser muy económico ya que en una sola estructura se integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos; además su operación es fácil, luego de dicho proceso se recogerán los sólidos en un lecho de secado, mientras que los líquidos pasaran por un filtro anaerobio, un tanque de desinfección para luego descargar al río.

Con la elaboración del proyecto de investigación se está cumpliendo con los objetivos propuestos que es reducir la contaminación ambiental y que las personas que habitan en el sector tengan una mejor calidad de vida, recomendando una alternativa sostenible y de bajo costo para reducir la contaminación ambiental.

TEMA:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE  
AGUAS SERVIDAS CON UN TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
POR EL METODO PRIMARIO, EN LA COOPERATIVA “HÉCTOR COBOS”  
SECTOR 4, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN.**

## **CAPITULO I**

### **1 MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La población del cantón Durán está creciendo cada vez más, mientras que las obras sanitarias van a pasos lentos lo cual está afectando debido a que no se cuentan con infraestructuras completas de los servicios básicos; ante lo cual es necesario que se elaboren nuevos proyectos para el drenaje de las aguas servidas; por tal motivo se ha seleccionado el sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos, el mismo que carece de sistema de alcantarillado sanitario tal como lo menciona EMAPAD-EP en el oficio EMAPAD-EP-GG-2016-0099-OF (anexo 13). El sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos actualmente descarga sus aguas residuales en letrinas, pozos sépticos y en algunos casos directamente a la calle, lo que ocasiona mucha insalubridad en el sector. Ante esta situación, es necesario que se puedan recolectar y tratar las aguas residuales de una manera óptima y económica para controlar la contaminación ambiental.

#### **1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

Una vez detectado el problema, el cual es la necesidad de tener un sistema de alcantarillado sanitario se debe considerar la necesidad de investigar y tener la factibilidad de un diseño para las redes de aguas servidas y el tratamiento de las mismas, cumpliendo con las normas establecidas.

### **1.3 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA**

Las descargas inadecuadas de las aguas residuales afectan la salubridad de los moradores del sector 4 de la Coop. Héctor Cobos. Para lo cual se podrá dar respuesta a las interrogantes:

¿Cuál será el aporte a los moradores del sector para evitar la insalubridad y contaminación?

¿Cuál sería el método más óptimo para la recolección y tratamiento de las aguas servidas?

¿El proyecto será factible para su ejecución?

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar el sistema de aguas servidas para que los moradores de la Cooperativa Héctor Cobos sector 4 pueda descargar las aguas residuales al sistema de redes de alcantarillado y recomendar y diseñar una planta con un tratamiento primario de aguas residuales acorde con las necesidades del sector.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Los objetivos específicos que se han planteado para el proyecto son los siguientes:

- Diagnosticar la situación actual de la recolección existente de las aguas domésticas.
- Proyectar la población para un periodo de diseño de 20 años

- Realizar el diseño del sistema de recolección de las aguas residuales que mejor se adapte a la topografía del terreno del sector 4 de la Coop. Héctor Cobos.
- Seleccionar un método de tratamiento primario para tratar las aguas residuales que se generan en el sector.
- Recomendar una alternativa sostenible y de bajo costo para reducir la contaminación ambiental.
- Elaborar un presupuesto referencial del proyecto

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Por medio de la investigación se tendrá la capacidad de conocer nuevos métodos para el uso adecuado de las plantas de tratamiento de aguas residuales, diseñar las redes de aguas servidas, y realizar las recomendaciones más adecuadas para el sector, ya que una de las metas principales es presentar un proyecto socio económico sostenible y viable de bajo costo que sea óptimo y de buena calidad, que disminuya parte de la contaminación de los suelos que existe actualmente y que se cumplan las especificaciones técnicas recomendadas para este tipo de servicios.

## **1.6 DELIMITACION O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación de este proyecto será para el cantón Durán en la cooperativa Héctor Cobos, sector 4, con la investigación se podrá dar la factibilidad de un diseño de las redes de aguas servidas para su captación y tratamiento, con lo cual se conseguirá que su descarga final no afecte al cuerpo receptor; además paulatinamente se busca conseguir la disminución y eliminación del impacto ambiental involucrando a los habitantes para que dejen de usar los pozos sépticos y se conecten a las redes de aguas servidas.

## **1.7 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Se podrá realizar un diseño del sistema de las aguas servidas que cumpla con las Normas establecidas y que contemple una planta de tratamiento de las aguas residuales óptima para el sector?

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEORICO

Con el crecimiento poblacional, también han aumentado la cantidad de desechos de las aguas residuales, las mismas que están siendo desalojadas en letrinas, pozos sépticos e incluso directamente al suelo, estos residuos orgánicos no deben ser arrojados directamente al suelo ni a los ríos ya que esto afecta enormemente a nuestros ríos de agua dulce los cuales se deben cuidar porque es un recurso no renovable, con todos estos antecedentes se hace necesario que se capten todas las aguas residuales para que luego sean tratadas. El tratamiento implica la eliminación de micro organismos para evitar que se descarguen a los ríos. Actualmente, existen varios tipos de tratamientos y mediante la investigación se podrá encontrar el más óptimo y de bajo costo que logre satisfacer las necesidades del sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos, para que puedan contar con un buen servicio de alcantarillado sanitario.

#### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

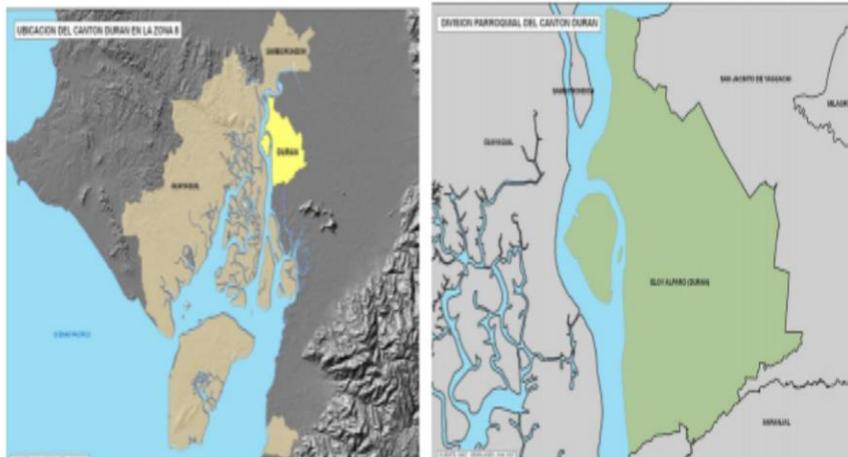
#### 2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

**Datos geográficos:** El cantón Durán está situado al margen oriental del Río Guayas, su jurisdicción política administrativa comprende la zona urbana con una extensión de 58,65 Ha. y la rural de 253,08 Ha. (rivera, 2013)

**Límites:** Al norte el Río Babahoyo, al Sur el cantón Naranjal, al Este el cantón Yaguachi y al Oeste el Río Babahoyo. (rivera, 2013)

Figura 1 Cantón Durán, zona 8

Cantón DURÁN, Provincia de GUAYAS se encuentra en la Zona 8 de planificación.

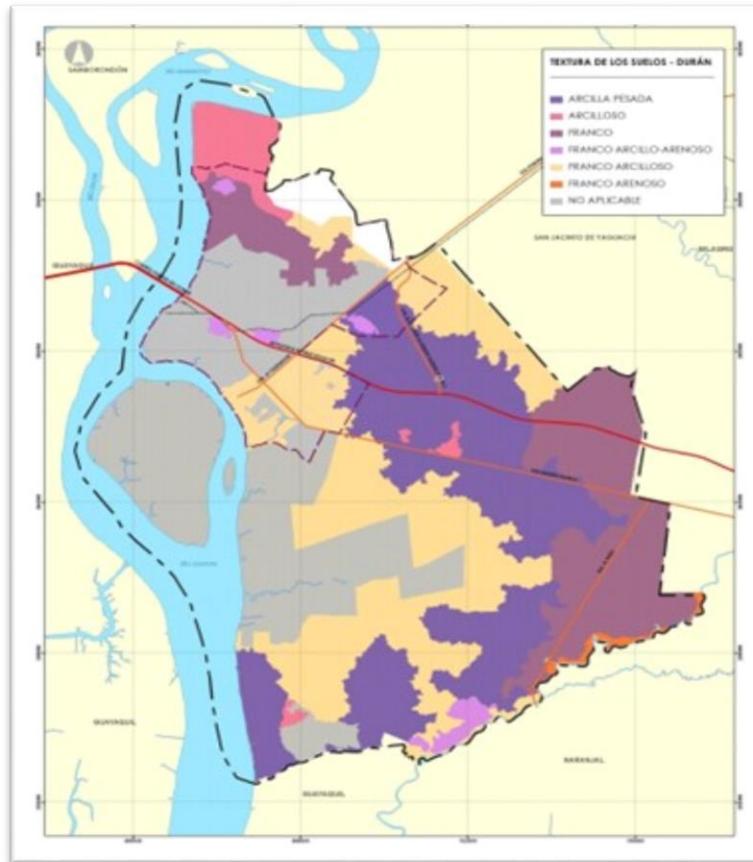


*Fuente: INEC*

**Morfología.-** Tiene un clima cálido tropical y su relieve está formado en la parte oriental por el río Guayas encontrándose frente a la isla Santay, mientras que por el lado Suroeste existe una pequeña cadena de elevaciones y la principal es el Cerro de las cabras el cual tiene 88 metros de altura sobre el nivel del mar, por la parte occidental tiene suelos fértiles que sirven para la agricultura y del lado norte el suelo es bajo, lo que ha permitido un mayor porcentaje de asentamientos. (rivera, 2013)

**Tipos de suelo.-** La mayoría de los tipos de suelo que tiene el Cantón Durán, son Franco arcillosos y arenosos.

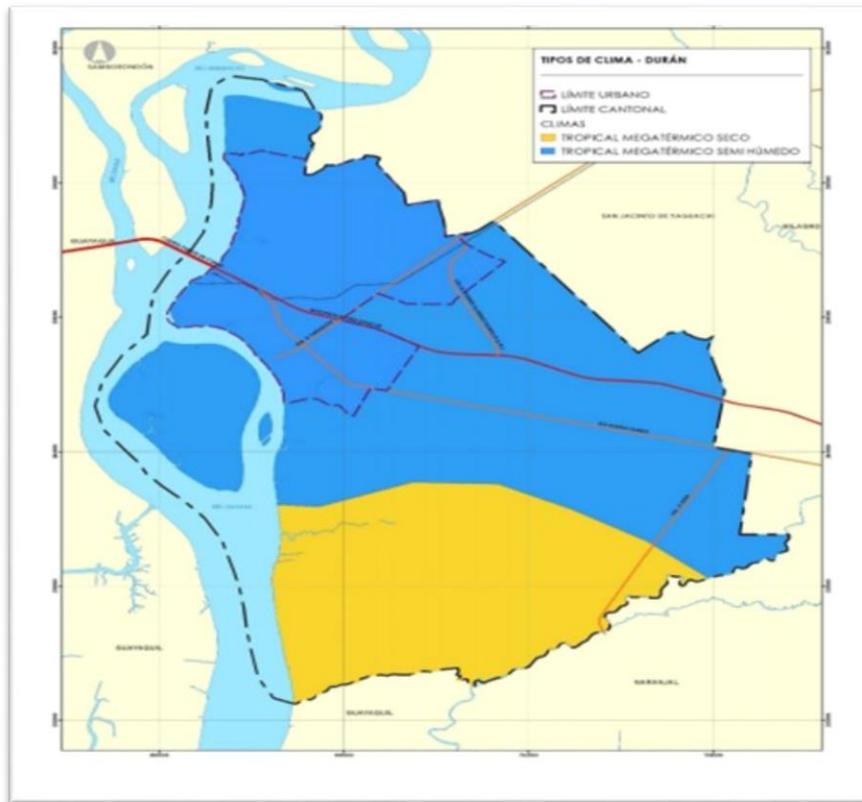
Figura 2 Textura de suelos en el Cantón Durán



Fuente: MAGAP - PRONAREG

- **Clima.**- En el cantón Durán, tenemos los climas tropicales megos térmicos secos y tropicales megos térmicos semi-húmedos, este tipo de clima es consistente con los índices de precipitación, que se concentran en la zona noroccidente y norte. (SNI S. , 2015)

Figura 3 Tipos de clima en el Cantón Durán



*Fuente: MAGAP - INAMHI*

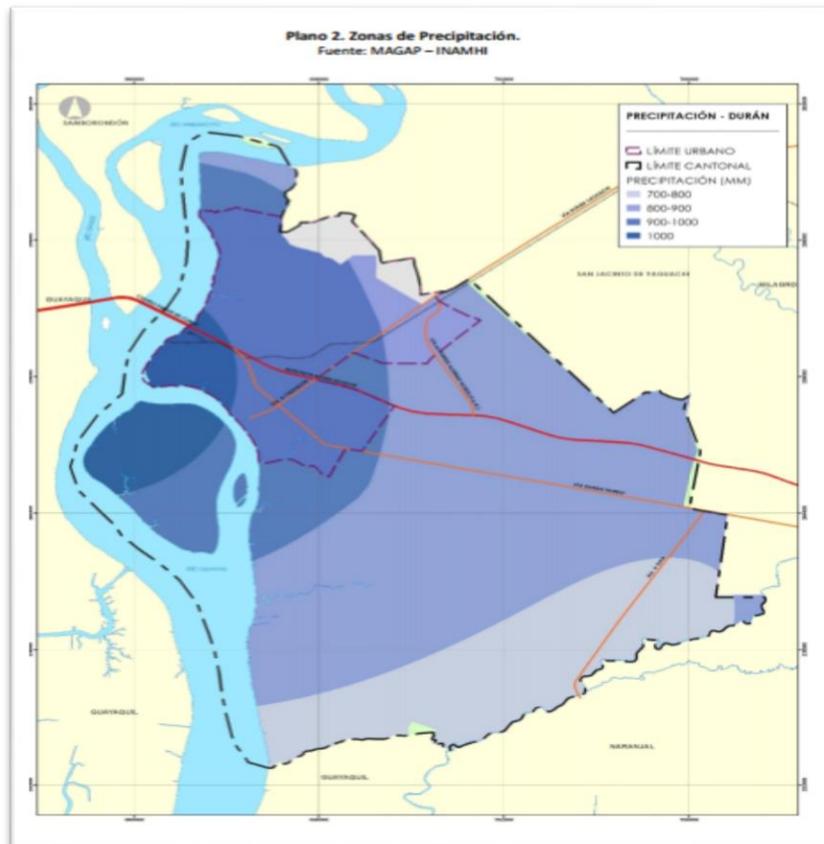
- **Precipitaciones y sequías.-** Debido a la ubicación en la zona ecuatorial y su proximidad al océano Pacífico, tiene amenazas naturales de sequías, las cuales son producto de las corrientes de El Niño que se suceden por lo general del mes de mayo a diciembre. Los impactos ambientales son: (SNI S. , 2015)
  - Degradación del suelo
  - Menores rendimientos en las cosechas
  - Mayor riesgo de escases de alimentos y agua para la población
  - Migración de la población.

Mientras que en la otra parte del año de diciembre a abril, tienen cuantiosas precipitaciones, que ocasionan inundaciones y colapso de los sistemas de los canales y esteros. Los impactos producidos son:

- Sobresaturación y lixiviación de los suelos
- Lavado de nutrientes y pérdidas de fertilidad
- Disminución en la productividad y calidad del forraje
- Aparición de enfermedades asociadas a las condiciones de extrema humedad.

(SNI S. , 2015)

Figura 4 Zonas de precipitación en el cantón Durán



*Fuente: MAGAP - INAMHI*

En la gráfica se refleja la intensidad de la precipitación del Cantón Durán de los últimos cuatro años, y se demuestra que en el mes de marzo es cuando más aumenta.

Gráfico 1 Precipitaciones en el cantón Durán

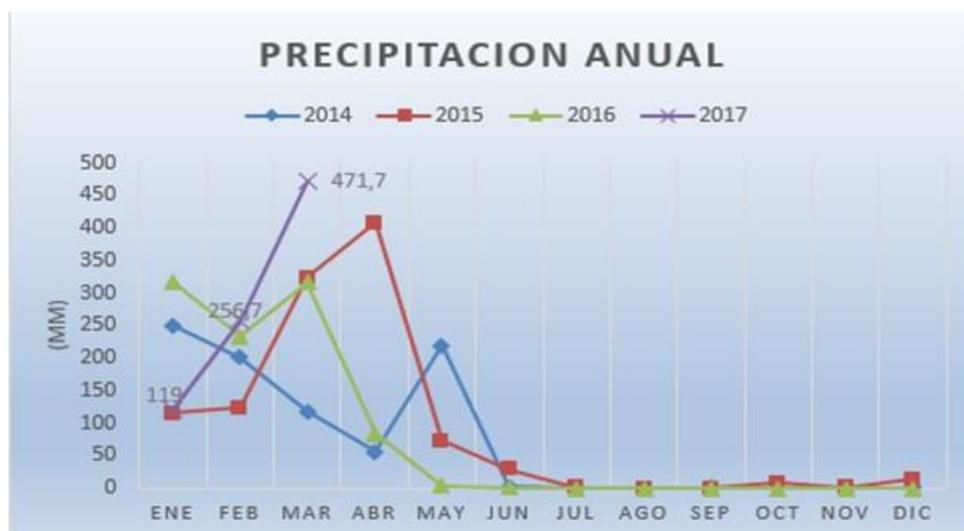


Tabla 1 Precipitación de las lluvias en Durán

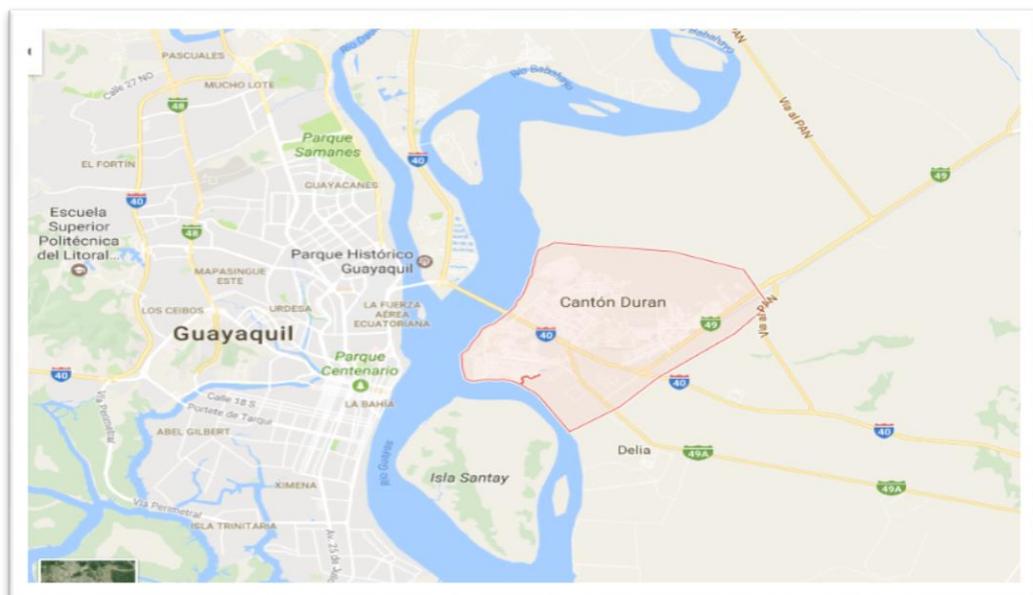
MES	2014	2015	2016	2017
Ene	249,7	115,4	318,2	119,0
Feb	201,0	123,6	233,7	256,7
Mar	117,7	323,5	316,6	471,7
Abr	56,4	408,2	84,6	
May	219,2	72,9	3,9	
Jun	1,6	29,7	0,5	
Jul	0,7	0,4	N/D	
Ago	0	0	N/D	
Sep	0,7	0	N/D	
Oct	0,5	7,5	N/D	
Nov	0	0,2	N/D	
Dic	0,6	13	N/D	
<b>TOTAL</b>	<b>848,1</b>	<b>1094,4</b>	<b>957,5</b>	<b>847,4</b>

N/D= NO DISPONIBLES

Fuente: Inamhi

**Sistema económico.-** La ubicación del cantón Durán, ha permitido tener un buen desarrollo industrial, así como la instalación de industrias tabaleras, de plástico, de alcoholes, empacadora de camarón, entre otras. El suelo es muy fértil por eso la producción agropecuaria ocupa un lugar muy importante, lo mismo ocurre con el criadero de aves. Mientras que sus ríos tienen gran variedad de especies acuáticas, por sus dulces aguas, en donde realizan el cultivo de camarón, langosta, tilapia y peces ornamentales. También tienen fábricas de alimentos balanceados. Como parte económica de Durán su potencialidad se articula con los ejes principales de esta región que son: Santo Domingo – Quevedo – Babahoyo – Guayaquil (3'046.279 hab/436,159 ha); Machala – Naranjal – Guayaquil (2'665.899 hab/241.766 ha); Manabí – Guayaquil (3'720,695 hab/1,6 millones ha), los cuales a su vez interactúan con los flujos económicos Sierra-Costa (13'686.177 hab/704.971 ha). Por ello la consolidación de su articulación con Guayaquil en distintos ordenes productivos, permitirá dinamizar el desarrollo cantonal. (SNI, 2015)

Figura 5 Ubicación del cantón Durán



Fuente: Google maps

### 2.2.1 LIMITES de la Cooperativa Héctor Cobos, sector 4

La Cooperativa Héctor Cobos está ubicada del lado norte del Cantón Durán y sus límites son: Al Norte el Peñón del Río, al Sur el sector 1 de la Coop. Héctor Cobos, al Este Terrenos baldíos y al Oeste el sector 3 de la Coop. Héctor Cobos, en el Cantón Durán.

Figura 6 Vista satelital de la ubicación de la Cooperativa Héctor Cobos



Fuente: Adaptada de Google.com

## 2.2.2 Servicios bÁsicos

Para poder obtener la informaci3n sobre los servicios bÁsicos se realiz3 varias visitas entre el mes de enero y febrero del 2017 en el sector 4 de la Cooperativa H3ctor Cobos donde se convers3 con los moradores del sector. A continuaci3n se describe su situaci3n:

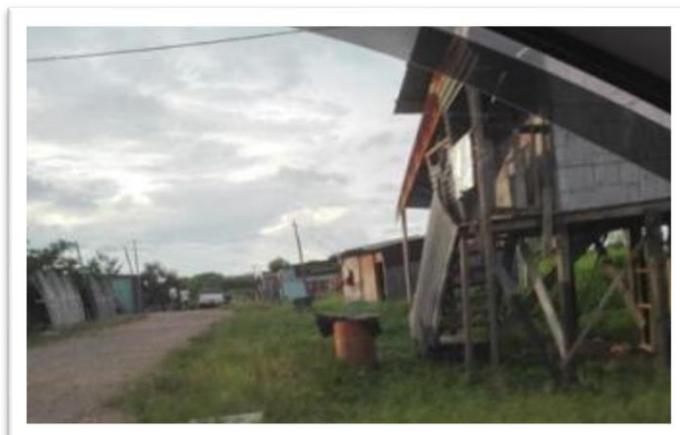
- **Sistema de agua potable:** Se abastecen de agua potable por medio de tanqueros, los mismos que de lunes a sÁbado reparten agua con un costo de \$0,80ctvs.

Figura 7 Tanques donde recogen el agua potable



*Fuente: Propia*

Figura 8 Tanques donde guardan el agua potable



*Fuente: Propia*

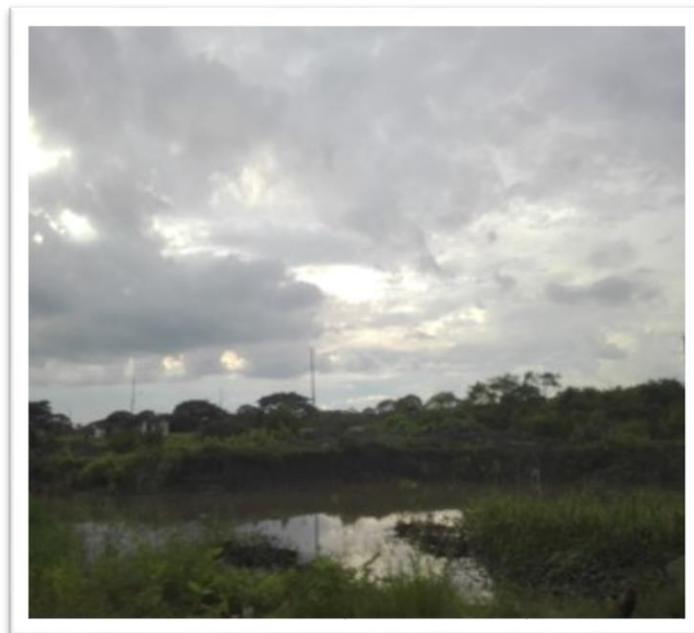
- **Sistema de aguas lluvias:** La Cooperativa sí cuenta con el sistema de aguas lluvias, el cual va a descargar a un canal que va directamente al río.

Figura 9 Sistema de aguas lluvias



*Fuente: Propia*

Figura 10 Canal de aguas lluvias



*Fuente: Propia*

- **Sistema de aguas servidas:** No cuentan con el sistema de aguas servidas, por lo cual los moradores descargan sus aguas residuales a pozos sépticos.

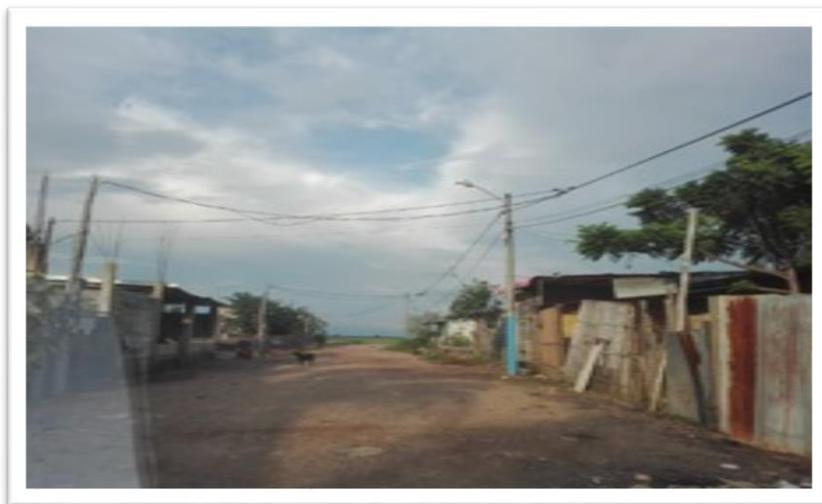
Figura 11 Pozo séptico ubicado debajo del Servicio higiénico



*Fuente: Propia*

- **Sistema Eléctrico:** Se verificó que tienen energía eléctrica y alumbrado público el cual es abastecido por CNEL EP. (Corporación Nacional de Electricidad).

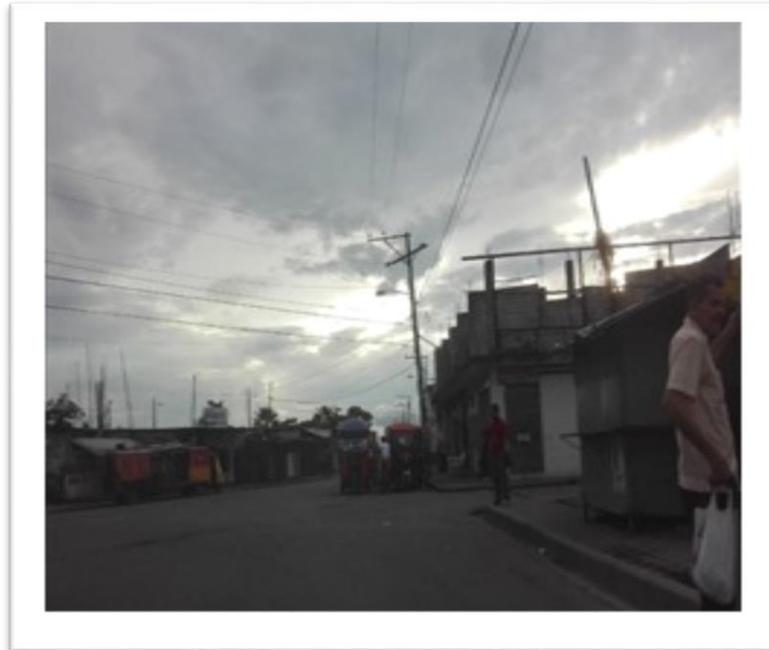
Figura 12 Cables de energía eléctrica



*Fuente: Propia*

- **Vías de acceso:** Las calles de la cooperativa están rellenas y compactadas, sólo las calles principales están pavimentadas.

Figura 13 Vías pavimentadas



*Fuente: Propia*

Figura 14 Vías en terreno natural



*Fuente: Propia*

- **Transporte público:** Los buses solo transitan por las calles principales donde colindan los sectores 1 y 3; para trasladarse dentro del sector 4 usan las trici-motos.

Figura 15 Transporte público



*Fuente: Propia*

- **Servicio Telefónico:** En el sector no cuentan con el servicio fijo, pero si con telefonía celular.

- **Servicio de recolección de basura.-** La recolección de basura se la realiza tres veces a la semana.

- **Servicio Social:** El sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos, tiene su área de recreación, cuenta con un parque, el cual fue construido por la prefectura, tiene canchas y

área verde lo cual ayuda para que los jóvenes se dediquen al deporte y las familias salgan a recrearse.

Figura 16 Parque de la cooperativa



*Fuente: Propia*

- **Servicio Policial:** Pese a que el sector está declarado como uno de los más peligrosos de la zona, esta Cooperativa no cuenta con una Unidad de policía comunitaria (UPC), según los moradores los policías hacen recorridos de vez en cuando.

- **Educación:** El sector tiene una sola escuela, el nombre de la escuela es “Fabricio Bucco Bozzola”

Figura 17 Escuela “Fabricio Bucco Bozzola”



*Fuente: Propia*

## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN**

Según el censo del INEC del año 2010 el cantón Durán tenía 235.739 habitantes. Mientras que en el 2001 habían 178.714 habitantes.

Para poder obtener la población actual del sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos, se planificó la ejecución de un censo a sus 43 manzanas donde resultó una población 2940 habitantes.

Tabla 2 Resumen del censo en Coop. Héctor Cobos, sector 4

<b>MANZANAS</b>	<b>TOTAL HABITANTES</b>
A	82
A1	74
A2	57
A3	90
A4	30
A5	78
B	84
B1	88
B2	82
B3	86
B4	83
B5	72
B6	10
C	83
C1	70
C2	64
C3	49
C4	67
C5	88
D	72
D1	70
D2	58
D3	48
D4	63
D5	84
E	68
E1	58
E2	53
E3	49
E4	65
E5	78
F	89
F1	67
F2	69
F3	66
F4	65
F5	85
G	84
G1	59
G2	88
G4	52
G5	69
G6	44
<b>Total general</b>	<b>2940</b>

*Fuente: propia*

### 2.3.2 MUESTRA

En este tipo de proyectos es necesario que se haga un acercamiento con la comunidad y una de las principales son las encuestas para poder medir los criterios que necesiten investigación

Para poder conocer el tamaño de la muestra a encuestar se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * P(1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

**Donde:**

**n**= El tamaño de la muestra que queremos calcular

**N**= Tamañp del universo

**Z**= Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. En función del nivel que busquemos, usaremos un valor determinado que viene dado por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los valores más frecuentes son:

Nivel de confianza : 90% Z=1,645      95% Z=1,96      99% Z=2,575

**e**= Es el margen de error máximo que admito (p.e. 5%)

**p**= Es la proporción que esperamos encontrar. Este parámetro suele confundir bastante a primera vista: ¿Cómo voy a saber que proporción espero, sí justamente estamos haciendo una encuesta para conocer esta proporción?

(Ochoa, 2013)

Efectuando el cálculo se tiene:

N = 2940 habitantes Z = 1,645 (90% nivel de confianza) P = 50%

Resultando el valor de n= 290 muestras

El modelo de encuesta que se realizó fue el siguiente:

ENCUESTA A LOS MORADORES DE LA COOPERATIVA

HECTOR COBOS, SECTOR 4

PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS CON EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES POR EL METODO PRIMARIO

1) Le gustaría que la Cooperativa en la que habita cuente con un sistema de recolección de aguas servidas

SI  NO  INDIFERENTE

2) Donde desecha actualmente sus aguas negras?

Pozo séptico  Letrinas  calle  otros

3) Donde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)

Pozo séptico  Letrinas  calle  otros

4) Qué tipo de vivienda tiene?

Hormigón armado  Mixta  Caña

5) Cuáles el número de personas que actualmente habitan en su vivienda

6) Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales

De vez en cuando  Frecuentemente  Nunca

7) Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales

SI  NO  POCO

8) Le gustaría que en la Cooperativa ~~Hector~~ Hector Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales.

SI  NO  INDIFERENTE

NOMBRE DEL ENCUESTADO:

Dirección:

Figura 18 Encuestando a moradores del sector



*Fuente: propia*

#### 2.4 RESULTADOS DE LA ENCUESTA:

Se realizaron 290 encuesta a los moradores del sector 4, de la cooperativa Héctor Cobos.

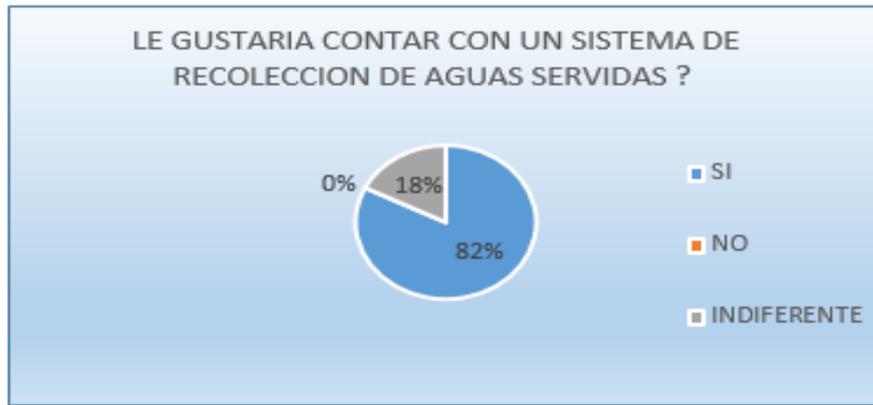
A continuación se muestra una gráfica con las respuestas tabuladas de cada pregunta.

**¿Le gustaría que la Cooperativa en la que habita cuente con un sistema de recolección de aguas servidas?**

Tabla 3 ¿Le gustaría contar con Sistema de Aguas Servidas?

<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	239	82,00%
NO	0	0,00%
INDIFERENTE	51	18,00%

Gráfico 2 ¿Le gustaría contar con Sistema de Aguas Servidas?

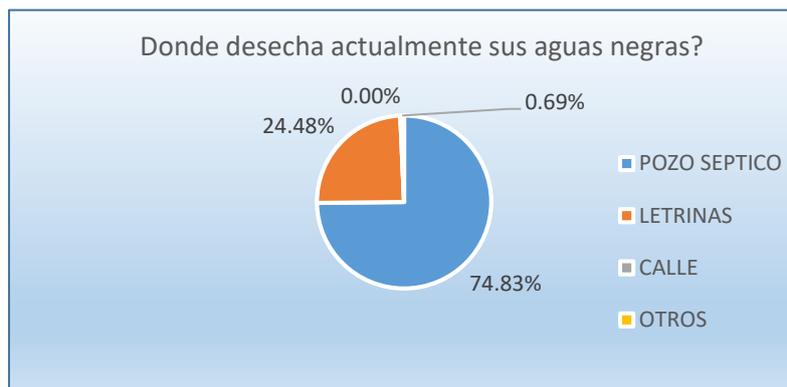


**¿Donde desecha actualmente sus aguas negras?**

Tabla 4 ¿Dónde desecha actualmente sus aguas negras?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
POZO SEPTICO	217	74,83%
LETRINAS	71	24,48%
CALLE	0	0,00%
OTROS	2	0,69%

Gráfico 3 ¿Dónde desecha actualmente sus aguas negras?

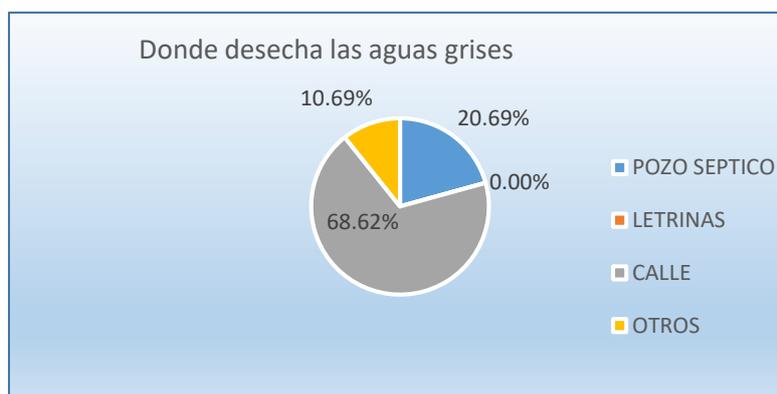


**¿Dónde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)?**

Tabla 5 ¿Dónde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)?

<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
POZO SEPTICO	60	20,69%
LETRINAS	0	00,00%
CALLE	199	68,62%
OTROS	31	10,69%

Gráfico 4 ¿Dónde desecha las aguas grises (lavados de ropa, platos)?



**¿Qué tipo de vivienda tiene?**

Tabla 6 ¿Qué tipo de vivienda tiene?

<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Hormigón armado	98	33,79%
Mixta	121	41,73%
Caña	71	24,48%

Gráfico 5 ¿Qué tipo de vivienda tiene?

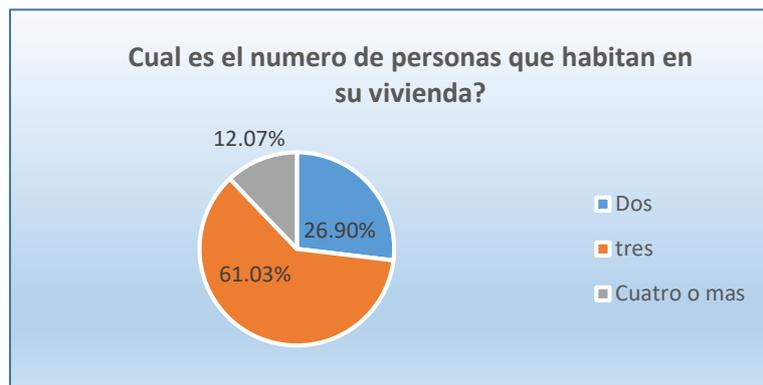


¿Cuál es el número de personas que habitan en su vivienda?

Tabla 7 ¿Cuál es el número de personas que habitan en su vivienda?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Dos	78	26,90%
tres	177	61,03%
Cuatro o mas	35	12,07%

Gráfico 6 ¿Cuál es el número de personas que habitan en su vivienda?

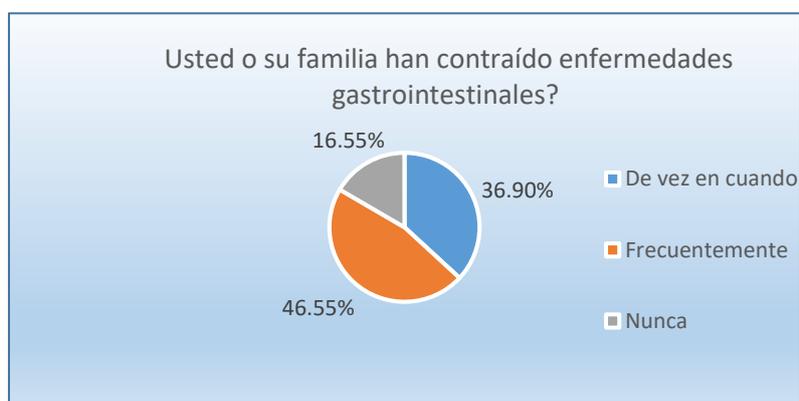


### ¿Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales?

Tabla 8 ¿Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
De vez en cuando	107	36,90%
Frecuentemente	135	46,55%
Nunca	48	16,55%

Gráfico 7 ¿Usted o su familia han contraído enfermedades gastrointestinales?

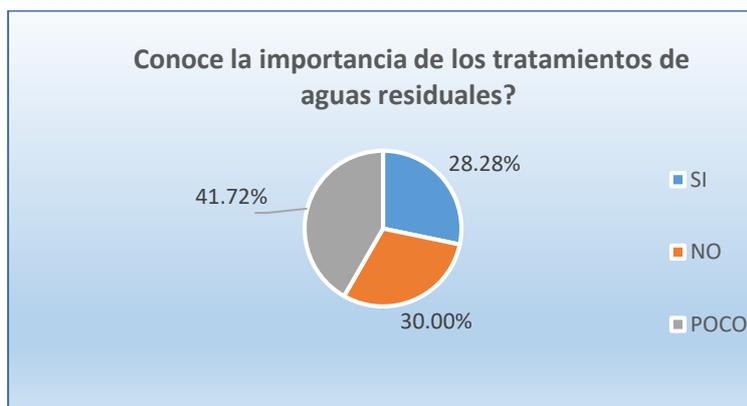


### ¿Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales?

Tabla 9 ¿Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	82	28,28%
NO	87	30,00%
POCO	121	41,72%

Gráfico 8 ¿Conoce la importancia de los tratamientos de aguas residuales?



¿Le gustaría que en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales?

Tabla 10 ¿Le gustaría que en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	255	87,93%
NO	0	0,00%
INDIFERENTE	35	12,07%

9 ¿Le gustaría que en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, cuente con un sistema de tratamiento de las aguas residuales?



Fuente: Propia del Autor

**Conclusiones de la encuesta:** Al realizar el recorrido por el sector 4 de la cooperativa Héctor Cobos y tratar con los moradores se ha podido palpar muy de cerca las necesidades y peligros que tienen. según la encuesta el 82% de la muestra quiere que en su sector instalen el sistema de alcantarillado, ya que de esa manera dejarían de usar pozos sépticos tal como lo indicaron el 75% de los encuestados; con la indagación también se refleja que más del 62% de los predios descargan las aguas del lavado de platos y ropa directamente a la calle, situación que les afecta a ellos mismos tal como se menciona en la pregunta 8 sobre si han contraído enfermedades gastrointestinales y el 46% aproximadamente se enferma frecuentemente. La mayoría de los moradores no tienen conocimiento de la importancia de una planta de tratamiento pero una vez que se les explico su proceso el 87% de la muestra si está de acuerdo que su sector cuente con una planta de tratamiento.

Por lo expuesto se concluye que es de suma importancia el proyecto para evitar contaminación al suelo y que los moradores tengan una mejor calidad de vida al contar con un buen drenaje de las aguas servidas.

## **2.5 DEFINICIONES**

En este tema se desarrollan los conceptos de toda la infraestructura y componentes de la red de alcantarillado sanitario.

### **2.5.1 Alcantarillado**

También conocida como red de alcantarillado sanitario, es un sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas desde el lugar en que se generan hasta su lugar de descarga.

## 2.5.2 Agua residual

Según el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, las aguas residuales son aquellas que se descargan de los predios (domicilios, locales comerciales, industriales, hospitales, clínicas, etc.), las aguas residuales pueden generar gases producto de la descomposición orgánica, donde se acumulan microorganismos patógenos que causan enfermedades para los seres humanos (IEOS, 1992).

El agua residual se clasifica en:

- Aguas residuales domésticas (ARD)
- Aguas lluvias (AA.LL)
- Aguas residuales agrícolas
- Residuos líquidos industriales (RLI).

**Aguas residuales domésticas (ARD).** Estas aguas son las que provienen de las actividades domésticas diarias por ejemplo: Preparación de la comida, lavado de ropa, baño, limpieza, etc. El contenido de estas aguas por lo general se compone de materia orgánica, detergentes, grasas. (INEN C.E.C, 1992)

La concentración de los desechos domésticos dependerá del uso del agua, un bajo consumo de agua dará un desecho más concentrado. En la siguiente tabla *Metcalf &Essy* muestran los valores promedios de las aguas residuales crudas para las concentraciones fuerte, media y débil

Tabla 11 Composición típica de las aguas residuales

CONTAMINANTES	Unidad	DEBIL	MEDIA	DEBIL
Sòlidos totales (St)	mg/L	537	806	1612
Solidos en suspensiòn SS	mg/L	130	220	195
DBO5	mg/L	133	200	400
Carbono Orgánico Total	mg/L	109	164	328
DQO	mg/L	339	508	1016
NITROGENO (total como N)	mg/L	23	35	69
FOSFORO total	mg/L	3.7	5.6	11
CLORUROS	mg/L	39	59	118
Sulfatos	mg/L	24	36	72
ALCALINIDAD (como Co3Ca)	mg/L	50	100	200
Aceites y grasas	mg/L	51	76	153
Coliformes totales	nº/100ml	$10^6 - 10^8$	$10^7 - 10^9$	$10^7 - 10^{10}$
Coliformes fecales		$10^3 - 10^5$	$10^4 - 10^6$	$10^5 - 10^8$
Compuestos orgánicos volátiles	ug/l	<100	100 - 400	>400

(Metcalf & Eddy, 2014)

**Aguas lluvias (AA.LL)** Tal como su nombre lo indica es el agua lluvia, los primeros flujos del agua lluvia que se escurren por lo general están muy contaminados debido al arrastre de la basura, polvos y serie de contaminantes que estén asentados en las superficies que se remueven al caer las lluvias. (INEN C.E.C, 1992)

**Residuos líquidos industriales(RLI).** Estos líquidos son los provenientes de diferentes procesos industriales, este varía dependiendo de su procedencia, los mismos que pueden ser alcalinos, tóxicos, etc. (INEN C.E.C, 1992)

**Aguas residuales agrícolas (ARA).** Este tipo de aguas está en las zonas agrícolas, son las que provienen de la escorrentía superficial y tienen un alto contenido de pesticidas, sales y sólidos en suspensión. Este tipo de aguas por lo general se filtran en la tierra y se descargan directamente a los ríos. (INEN C.E.C, 1992)

### **2.5.3 Excretas**

Excrementos humanos compuesto de heces y orina. (INEN C.E.C, 1992)

### **2.5.4 Sistema de Disposición de excretas**

Conjunto de obras destinadas a la recolección, tratamiento y disposición final de las excretas. (INEN C.E.C, 1992)

### **2.5.5 Letrina**

Sistema de disposición de excretas, constituido por una estructura que permite la privacidad del usuario y protección de vectores y agentes atmosféricos, receptáculo de excretas y un pozo o cámara de acumulación. (INEN C.E.C, 1992)

**Letrina sin arrastres de agua.-** Letrina en la cual las excretas caen directamente al pozo de acumulación a través de orificio existente en el fondo de una bacineta sin sello hidráulico. (INEN C.E.C, 1992)

**Letrina con arrastre de agua.-** Es una letrina incorporada de un bacinete con sello hidráulico en el que necesariamente se descarga una cantidad de agua para producir el arrastre de las excretas hasta el pozo de acumulación. (INEN C.E.C, 1992)

#### **2.5.6 Sistema de Tratamiento o depuración**

Conjunto de obras encargadas de disminuir en los residuos líquidos domésticos la concentración de sustancias objetables, DBO5, microorganismos patógenos y que proporcionen un efluente adecuado de acuerdo a las condiciones del cuerpo receptor. (INEN C.E.C, 1992)

#### **2.5.7 Cuerpo receptor**

Terreno o recurso hídrico superficial que recibe las aguas servidas con tratamiento o sin tratamiento. (INEN C.E.C, 1992)

### **2.6 COMPONENTES DEL ALCANTARILLADO**

Los componentes de una red de alcantarillado sanitario son los colectores terciarios, colectores secundarios y colectores primarios.

### **2.6.1 Colectores Terciarios**

Estos colectores son tuberías de diámetros pequeños de 6” o 4”, las cuales se las colocan debajo de las aceras, dependiendo del diseño en cada predio o cada dos predios están intersectadas por cajas domiciliarias, las que recogen las aguas residuales que salen de las tuberías intradomiciliarias.

### **2.6.2 Colectores Secundarios**

En estos colectores secundarios reciben las aguas de los colectores terciarios, los diámetros de estas tuberías son de 8” o dependiendo del diseño, se los instala en las vías públicas; estos colectores secundarios son los que conducen las aguas residuales a los colectores principales.

### **2.6.3 Colectores Principales o Primarios**

Son tuberías de gran diámetro pueden variar de 8” en adelante dependiendo la cantidad de agua residual a recibir; por lo general se los instala en las partes más bajas de las ciudades, para que por gravedad puedan transportar fácilmente las aguas servidas hasta su destino final.

### **2.6.4 Pozos de Inspección**

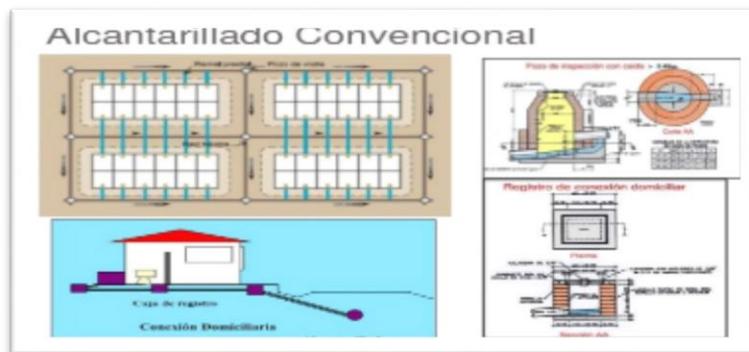
Son estructuras verticales que sirven para el acceso a los colectores, para realizar cambios de dirección de los colectores, también sirven para realizar el mantenimiento o limpieza, son más conocidas como cámaras de inspección.

Mientras que las que están instaladas en los colectores terciarios se las conoce como cajas domiciliarias y están frente a los predios.

### 2.6.5 Conexiones Domiciliarias

Es un tramo de tubería por lo general de 4" sirve para descargar las aguas servidas del predio hacia una caja domiciliar que está ubicada en la acera, la cual sigue su curso a través del colector terciario (red pública).

Figura 19 Alcantarillado convencional



(Martinez, 2016)

## 2.7 NORMAS DE DISEÑO

En este proyecto se usó como guía el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) parte IX Obras sanitarias, CO-10-07-601 Normas para Estudio y Diseño de sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes; también se usó el Código de Práctica para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SAA); Manual de diseño de

Alcantarillado de INTERAGUA; y el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

## **2.8 BASES DEL DISEÑO**

El sistema de alcantarillado contempla una serie de tuberías y obras complementarias, las cuales sirven para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por el agua lluvia. Si no existieran estas redes para recolectar las aguas se pondría en grave peligro la salud de las personas, por el riesgo de enfermedades epidemiológicas, tal como lo indica en su libro: (López, Ricardo Alfredo, 2009)

Para poder instalar las tuberías se debe seguir las pendientes del terreno natural y se deben hacer sus cálculos de tramo a tramo; se proyectaran como conductos sin presión. Los conductos de agua residual y otros conductos (agua potable, telefonía, energías, gas etc.) deben quedar a mayor distancia posible y por debajo de ellos, estos deben quedar a una distancia horizontal de 1,50 metros y 0,50 metros en vertical. Si se deben cruzar debe estar a una altura libre proyectada de 0,20 metros. La distancia mínima horizontal entre aguas lluvias y los acueductos deberá ser de 1,00 metro. (INTERAGUA, 2015)

Las tuberías de la red sanitaria se colocan en el lado opuesto de la calzada donde se ha instalado la red de agua potable, es decir al sur y al oeste del cruce de los ejes; y las de la red pluvial deben ir en el centro de la calzada y a lado de la red de acueducto. (INEN C.E.C, 1992)

Las tuberías de alcantarillado se deberán instalar a una distancia mínima de 0,50m. del borde de la calzada; mientras que en las aceras puede ser a 0,90 m.

Nunca deben juntarse en la misma zanja las tuberías de alcantarillado y las de acueductos.

Para la conexión de las tuberías domiciliarias, se debe considerar la localización relativa de los conductos para que sea de fácil instalación.

Con las curvas de nivel debe intentarse un primer trazado de los colectores, considerando lo siguiente:

- Las áreas tributarias deben estar establecidas
- El trazado de las tuberías debe tener un recorrido mínimo, y las líneas de nivel deben tener una cota menor o lo más baja que se pueda.
- Los colectores se deben dibujar siguiendo el recorrido de la línea de nivel de la cota menor, llevando el líquido sanitario hasta el punto de entrega.
- Si en la zona existe una parte más alta, es recomendable estudiar su desagüe en forma particular.
- Si en la zona existe una parte baja, debe estudiarse de forma separada.
- Los colectores aumentan su diámetro cuando se van acercando al punto de descarga.
- La definición del proyecto incluye necesariamente la definición de los límites exactos de la red bajo estudio.
- Se debe evitar el trazado de los colectores por rutas de jurisdicción municipal.
- El colector deberá tener un recorrido mínimo, es preferible cargar las tuberías secundarias hasta el máximo de su capacidad teórica, para después entregar en un colector.
- El diámetro tentativo de los colectores puede surgir del cálculo considerando la población estimada a servir y las pendientes máximas admisibles (esto es en la etapa de pre-diseño).

- La Interferencia es todo elemento natural o artificial que se superpone con el trazado de la red.
- Las interferencias tienen una singular importancia, ya que de ellas depende el trazado definitivo que tendrá la red.
- Pueden ser distintos tipos (visibles o subterráneas); las interferencias más comunes son las que se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 12 Tipos de interferencia

UBICACIÓN	TIPO DE INTERFERENCIA
<b>Superficiales</b>	Ríos
	Arroyos
	Vías de ferrocarril
	Rutas municipales o nacionales
	Vías principales con más de 20 metros
<b>Subterráneas</b>	Redes de agua potable
	Redes de aguas lluvias
	Redes de aguas servidas
	Redes de gas
	Redes telefónicas

(INTERAGUA, 2015)

### 2.8.1 ESTUDIOS PRELIMINARES:

Antes de comenzar se debe realizar lo siguiente:

- Definir los límites de la cuenca (área tributaria)
- Definir el área de drenaje involucrado en el caso de alcantarillado pluvial y población involucrada en el caso de alcantarillado sanitario y el caudal de diseño.
- Preparar los planos acotados con curvas de nivel.

- Juntar todos los antecedentes disponibles, planes maestros, proyectos existentes, planos de interferencias, sondeos de suelo, normas viales y municipales, redes sanitarias existentes.

- Verificar la situación hidráulica de los colectores (conductos principales) que puedan ser receptores de efluentes (sanitarios y/o pluviales).

(INTERAGUA, 2015)

## **2.9 CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO**

Para poder realizar el diseño Hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario primero se deberá cumplir las condiciones que a continuación se detallan:

- La solera de la tubería no debe formar gradas ascendentes, debido a que esto provoca obstrucciones por la acumulación de los sólidos.
- La gradiente de energía debe ser continua y descendente. En la gradiente de energía es donde se deben considerar las pérdidas de carga.
- Se debe procurar que la tubería no funcione a tubo lleno y que se evite en la superficie del líquido los posibles saltos hidráulicos y de curvas de remanso, debe estar por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- Que la velocidad del líquido en los colectores primarios, secundarios y terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo en cualquier año del periodo de diseño no sea menor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- La capacidad hidráulica del sistema debe ser suficiente para el caudal de diseño con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.

(INEN C.E.C, 1992)

### 2.9.1 Dotación

La dotación se establece de acuerdo con la zona, expresada en litros por día y por habitante, se deben considerar usos, costumbres, disponibilidades de recursos, niveles socio-económicos, tipo de zona (urbana, residencial, comercial) densidad habitacional, sistema de recolección de aguas servidas, etc.

Se recomienda usar los parámetros de la siguiente tabla cuando no se tiene información para realizar el cálculo, la misma que también se la utilizará en las factibilidades.

Tabla 13 Dotaciones recomendadas

<b>DOTACIONES RECOMENDADAS</b>		
<b>POBLACIÓN HABITANTES</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACION MEDIA FUTURA (L/HAB/DIA)</b>
<b>Hasta 5000</b>	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
<b>De 5000 a 50000</b>	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
<b>Más de 50000</b>	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

(INEN C.E.C, 1992)

### 2.9.2 Caudales de diseño

El caudal de diseño de las redes surgirá de la población al final del período de diseño y se usará la dotación de agua potable establecida para el sector, pero se debe tomar en cuenta el período de retorno de 0,8 a 0,9 con los coeficientes de infiltración y de máximo horario en función del caudal medio diario. A este caudal se le deben aumentar el caudal de los aportes industriales, los de las conexiones ilícitas y los del caudal de infiltración.

El cálculo se efectuara de la siguiente manera:

$$Q = Q_m h F + Q_i + Q_{ci} + Q_{in}$$

Dónde:

Q= Caudal de diseño (l/s)

Q<sub>m</sub>: Caudal medio de aguas residuales domesticas (l/s).

F= Factor de máxima demanda

O<sub>i</sub>= Caudal industrial (l/s)

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

Q<sub>in</sub> = Caudal por infiltración

### 2.9.3 Caudal Medio (Q<sub>m</sub>).

Corresponde al caudal debido a la actividad doméstica. A continuación la fórmula:

$$Q_m = \frac{C_r D P}{86400}$$

Qm: Caudal medio de aguas residuales (l/s)

Cr: Coeficiente de retorno

D: Dotación unitaria de agua potable (l/hab/día)

P: Población (hab).

(López, Ricardo Alfredo, 2009)

#### **2.9.4 Coeficiente de Retorno (Cr)**

Es un coeficiente que refleja el porcentaje de la dotación unitaria de agua potable que se vierte al sistema sanitario conformando las aguas residuales domésticas. Este coeficiente se tomara como un valor entre 0,80 y 0,90. (INTERAGUA, 2015)

#### **2.9.5 POBLACIÓN:**

La población de diseño debe estar acorde con las densidades o usos de suelos establecidas por el Municipio.

En la proyección de la población es importante poder obtener la cantidad de aguas residuales que genera un sector, la cual servirá para el diseño de la recolección de las aguas servidas, tratamientos y evacuación. Por lo que es necesario poder obtener la población que tendremos a futuro en determinado número de años. La información de los censos se la debe obtener en el INEC que es quien maneja los censos del país; pero si no se cuenta con dicha información se pueden realizar censos o muestreos; también podemos proyectar la población si tenemos la cantidad de viviendas o número de habitantes por vivienda.

Para obtener la población futura se la puede calcular con los siguientes métodos:  
Método lineal; Método Geométrico; Método logarítmico, Método de Wappus. (López,  
Ricardo Alfredo, 2009)

### **2.9.5.1 Método Lineal**

$$Pf = Puc + K (Tf - Tuc)$$

$$K = \frac{Pf - Pb}{Tf - Tb}$$

Dónde:

Pf= Población futura

Puc= Población último censo

K= Crecimiento poblacional lineal

Tf= año de proyección

Tuc= año de último censo

Tb= año de la población base

### **2.9.5.2 Método Aritmético**

Este método de proyección es teórico, consiste en considerar que el crecimiento de la población es constante. es decir asimilable a una línea recta. En la estimación del

periodo de diseño se necesitan el tamaño de la población en dos tiempos distintos.

(DocSLIDE, 2014)  $Pd = Pa (1 + r)^t$

Dónde:

Pd= Población de diseño (hab)

Pa= Población actual (hab)

r= Tasa de crecimiento (hab/año)

t= Periodo de diseño (años)

### 2.9.5.3 Método Geométrico

Este método de proyección crece más rápido que el lineal y consiste en suponer que el crecimiento de la comunidad es en todo instante proporcional a su población.

(DocSLIDE, 2014)

$Pd = Pa(1 + r)^t$

**Dónde:**

Pd= Población de diseño (hab)

Pa= Población actual

r= Tasa de crecimiento anual

t= Período de diseño

#### 2.9.5.4 Método Exponencial

Se asume que el crecimiento de la población se ajusta al tipo exponencial y la población de diseño. La aplicación de este método requiere la información de los tres últimos censos ya que para el cálculo del valor “r” promedio se requieren al menos de dos valores. (DocSLIDE, 2014)

$$PF = Pa \times e^{r \times n}$$

**Donde:**

Pa= Población actual

Pf= Población futura

r= índice anual de crecimiento exponencial

n= Período o intervalo de tiempo en años (período de diseño)

e= Constante matemática (aprox. 2,71828)

El intervalo de tiempo seleccionado para el cálculo de “r” puede ser el último intervalo censal, el promedio de varios pares de censos.

Ln= Logaritmo natural o neperiano.

$$r = \frac{\text{Ln Pf} - \text{Ln Pa}}{n}$$

### 2.9.5.5 Método Gráfico comparativo

Este método consiste en comparar gráficamente el crecimiento poblacional en ciudades o pueblos de iguales características como: Desarrollo Social; Desarrollo económico; situación geográfica; situación política; con esta información se elaboran curvas o diagramas de crecimiento poblacional en función de la ciudad, de esta manera se pueden comparar los gráficos resultantes. Al tener gráficos en condiciones similares podremos hacer una proyección lineal a cierto tiempo; en función del gráfico podemos conocer el número de habitantes aproximadamente a cierto año. (DocSLIDE, 2014)

### 2.9.6 Caudal Máximo Horario (Cmh)

Es el caudal máximo del día,

$$Q_{mh} = Q_{md} F$$

$$F = Q_{\max} / Q_{\text{promedio}} = (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P})$$

Q<sub>md</sub>: caudal medio diario (l/s)

F: Factor para poblaciones entre 1000 y 1'000.000 de habitantes

P: Población en miles de habitantes.

(INTERAGUA, 2015)

### 2.9.7 Caudal Industrial:

Los caudales industriales, comerciales y/o institucionales solo deberan ser incluidos en el caso de diseños específicos. Para industrias pequeñas ubicadas en zonas residenciales o comerciales puede utilizarse un caudal industrial entre 1,0 y 1,5 L/s/Ha de área bruta de lote. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.8 Caudal de conexiones Ilícitas ( $Q_{ci}$ )

Debe tenerse en cuenta un caudal adicional por conexiones ilícitas de aguas lluvias al alcantarillado sanitario. Estos valores a modo de referencia pueden considerarse entre 0,1 y 3,0 l/s/Ha. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.9 Caudal por infiltración ( $Q_{in}$ )

Este caudal tiene en cuenta el caudal de agua que se infiltra desde el nivel freático, en caso de encontrarse, se evalúa multiplicando el coeficiente de infiltración por el área tributaria. Los nuevos sistemas serán diseñados para una infiltración baja que no exceda de 0,15 l/s/ha. (López, Ricardo Alfredo, 2009). Se deben considerar los siguientes rangos para la estimación del caudal de infiltraciones:

Tabla 14 Aporte de infiltración por área drenada

Tipo de infiltración	$Q_{in}$ (l/s/ha)
Alta	0,15 - 0,40
Media	0,10 - 0,30
Baja	0,05 - 0,20

(RAS 2000, 2012)

### 2.9.10 Dimensionamiento de las tuberías:

El diámetro teórico de las tuberías secundarias se calculará utilizando la fórmula de Manning considerando sección llena: (INTERAGUA, 2015)

$$D = \left[ \frac{3,21 Q n}{s^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Donde:

D: Diámetro teórico (m)

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

S: pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de manning.

Tabla 15 Coeficiente de rugosidad de manning

<b>Material</b>	<b>n (coef. manning)</b>
Abesto-cemento	0,01
Concreto liso	0,013
Concreto áspero	0,016
Concreto pulido	0,011
Mortero	0,013
Piedra	0,025
PVC	0,009

El diámetro adoptado será el comercial inmediatamente superior al teórico. Luego se calculará para el diámetro adoptado, considerando la tubería como un canal de sección de segmento de círculo.

El tirante líquido para el caudal de diseño será verificado para que: Caudal de diseño / Caudal a tubo lleno  $\leq 0,85$ . El diámetro interno mínimo real de la tubería será de 160 mm. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.11 Velocidad de auto limpieza en las tuberías

Este caudal se considerará igual al caudal medio correspondiente a la población del inicio del período de diseño sin incluir la filtración.

$$Q_{mal} = \frac{0,9 \times D \times P}{86400}$$

Dónde:

**Q<sub>mal</sub>**: Caudal mínimo de auto limpieza (Vs).

**D**= Dotación de agua potable (l/hab/día).

**P**= Población correspondiente al inicio del periodo de diseño (hab).

La Fuerza tractiva (Ft) se la utiliza para verificar la ausencia de sedimentación en las tuberías también se lo conoce como (auto-limpieza), para tal efecto se debe aplicar el concepto de la FUERZA TRACTIVA (Ft), verificándose que para el Caudal:

$$Q_{mal}: Ft \geq 0,12 \text{ Kg/m}^2$$

El cálculo de la Fuerza Tractiva se realizará con la siguiente expresión:

$$Ft = \delta \times R \times J$$

Dónde:

**F<sub>t</sub>**= Fuerza tractiva

**δ**= Peso específico del líquido. Para vertimiento sanitario normal se considera 1000Kg/m<sup>3</sup>

**R**= Radio medio hidráulico para el caudal Qmal (m).

**J**= Pendiente hidráulica (m/m). Es la pendiente de la superficie libre que en régimen permanente y uniforme coincide con la pendiente del invert.

En los cálculos se considera **n** constante con respecto a la altura líquida en la conducción.

Las redes de alcantarillado sanitario deben estar diseñadas y construidas con pendientes hidráulicas para que tengan velocidades medias a tubo lleno, y estas no deben ser menores a los 0,60 m/s en tramos iniciales y de 0,75 m/s en los siguientes, basándonos en la aplicación de la fórmula de Kuttr o Manning. (INTERAGUA, 2015)

## **2.9.12 NORMAS PARTICULARES DE DISEÑO**

### **2.9.12.1 VELOCIDADES**

**Velocidad máxima:** Estas velocidades máximas obedecerán al tipo de material, la velocidad máxima recomendada debera ser de 5 m/s en escurrimiento por gravedad.

**Velocidad mínima:** La velocidad mínima no debe ser inferior a los 0,60 m/s cuando este a conducto lleno en tramos iniciales y en el resto de tramos a 0,75 m/s.

El el cuadro se muestran los valores que recomiendan los fabricantes de tuberías:

Tabla 16 Velocidad en tubería por tipo de material

<b>Tipo</b>	<b>Material</b>	<b>Velocidad Máxima (m/s)</b>
PVC	PVC	6
	Centrifugado	4
Concreto	Normal	2
	Recubrimiento centrifugado	2,5
Gres	150 mm a 200 mm	2,5
	Mayor de 200 mm	3,5

(INTERAGUA, 2015)

### 2.9.13 Pendientes

Las pendientes de las tuberías secundarias y primarias deberán adoptarse a las pendientes del terreno natural, siempre y cuando cumplan los criterios de las velocidades máximas y mínimas; al inicio de la red se recomienda que la pendiente sea de 5/1000. Para obtener la pendiente mínima debe verse que esta garantice la velocidad mínima que se detalla en la tabla de pendientes mínimas para tuberías de PVC y de HA.:

Tabla 17 Pendiente mínima en tuberías

<b>Material</b>	<b>Diámetro(mm)</b>	<b>Pendiente mínima (%)</b>
PVC	Desde 160 hasta 200	0,3
	Desde 250 hasta 350	0,2
	Desde 400 hasta 450	0,1
PVC – HA	Desde 500 en adelante	0,1

(INTERAGUA, 2015)

#### **2.9.14 Profundidades de Instalación**

- **Profundidad Mínima:** La profundidad mínima en la instalación a clave es de 0,60m. para las zonas verdes y peatonales.
- **Profundidad Máxima:** Debido a las condiciones del suelo y al nivel freático se recomienda una profundidad menos a 3,5m. en las tuberías principales.
- **Profundidad Hidráulica máxima:** Esta deberá ser de una profundidad hidráulica máxima en el 75% del diámetro interno real de la tubería, con esto se garantiza el flujo libre del sistema. (INTERAGUA, 2015)

#### **2.9.15 Diámetro Mínimo**

Los diámetros mínimos de las tuberías serán en base a su ubicación final, es decir: Conexiones domiciliarias 110mm.; Ramales domiciliarios 160mm y Colectores 200mm en adelante. (INTERAGUA, 2015)

#### **2.9.16 Conexiones domiciliarias**

Es un tramo de tubería que se empata con las conexiones de la red interna del predio, para luego conectarse a la red de alcantarillado. En el proceso constructivo de la conexión de las descargas domiciliarias en los ramales se deberá garantizar la estanqueidad de la conexión, así como la fluidez del flujo dentro de la alcantarilla o a través de los ramales laterales. Los ramales se instalan en las aceras y recolectan las descargas en una caja o pozo de revisión del colector. Los diámetros mínimos de los ramales laterales o red terciaria deberán ser de 160mm. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.17 Caja Domiciliaria

Es una estructura denominada caja de revisión, puede ser de hormigón armado o de PVC, esta caja recibe la conexión intradomiciliaria. La caja domiciliaria sirve para poder realizar las limpiezas o los mantenimientos de la conexión domiciliaria y del colector terciario o ramal. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.18 Colectores

Una vez levantado la traza del recorrido del terreno se debe realizar el trazado del colector el mismo que debe ser compatible con la traza levantada del recorrido y con las profundidades del mismo con relación a las interferencias. Para realizar este análisis se debe realizar el perfil longitudinal de la tubería. Se debe analizar puntualmente los diámetros, pendientes y profundidades. (INTERAGUA, 2015)

### 2.9.19 Ubicación de cámaras de Inspección.

En la siguiente tabla se detallan las distancias máximas;

Tabla 18 Distancias máximas de cámara entre tuberías

<b>Diámetro de tuberías (mm)</b>	<b>Distancia Máxima (m)</b>
< 200	100
200 - 450	120
Mayor de 450	150

(INTERAGUA, 2015)

La ubicación de las cámaras se podrá instalar en los siguientes casos:

- Al inicio de todo colector
- En cada intersección de los colectores
- En los cambios de dirección
- En los cambios de pendiente
- En los cambios de diámetro

## **2.9.20 Clasificación de las cámaras de inspección**

Se las puede clasificar de 6 tipos:

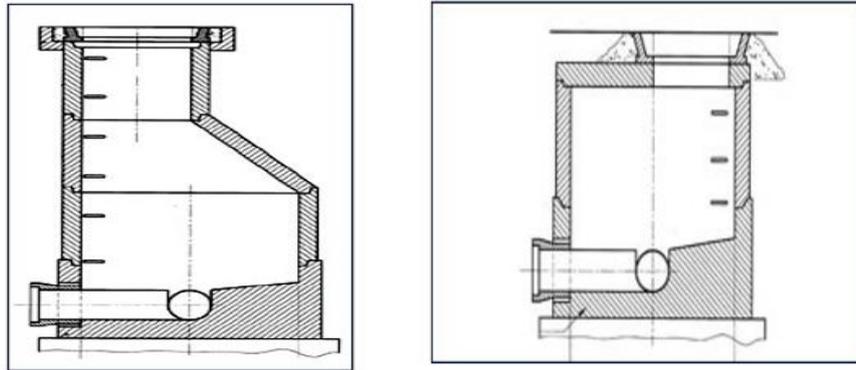
- Cámara tipo I
- Cámara tipo II
- Cámara tipo III
- Cámara tipo IV
- Cámara tipo VI
- Cámara caída

### **2.9.20.1 Cámaras Tipo I**

Según el diseño hidráulico proyectado para la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, los colectores serán de 200mm a 315mm, por lo que se utilizara el tipo de cámara I.

Las cámaras Tipo I, son cámaras circulares de hormigón armado formadas por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico 900mm de diámetro interior y losa de cimentación cuadrada, La losa superior es de hormigón de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ ; y el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón es de  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ . Se las usa para la conexión de tuberías que oscilan entre 220mm y 400mm. El invert tendrá una profundidad menor o igual a 2400mm. Medida desde la rasante de la tapa de la cámara. (INTERAGUA, 2015)

Figura 20 Diseño de cámaras de inspección



(S.N, 2016)

## 2.10 PLANTAS DE TRATAMIENTO

Los estudios preliminares o de factibilidad técnico económica, deberán realizarse en forma obligatoria para todas las ciudades con sistema de alcantarillado y una población igual o mayor a 30000 habitantes y otras de menor tamaño que la Subsecretaria de Agua Potable y Saneamiento Básico (SAPYSB) considere de importancia por aspectos como su posibilidad de crecimiento, el uso inmediato de aguas del cuerpo receptor y la presencia de descargas industriales. (INEN C.E.C, 1992)

### 2.10.1 Caracterización de aguas residuales domésticas

Para cada descarga importante se debe realizar por lo menos cinco campañas de medición y muestreo horario de 24 horas de duración, donde se debe considerar la determinación de caudal y la temperatura en el campo. Estas muestras deben realizarse en días diferentes.

Con las muestras se determinara los siguientes parámetros.

- DBO 5 días y 20°C
- Demanda química de oxígeno
- Coliformes totales y fecales
- Parásitos (principalmente nematodos intestinales)
- Sólidos totales y en suspensión incluyendo el componente volátil
- Nitrógeno amoniacal y orgánico

Para los sistemas nuevos se determinará el caudal medio de diseño a base de la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor entre 0,75 y 0,80 más los caudales de infiltración de aguas ilícitas y de aportaciones institucionales e industriales. (INEN C.E.C, 1992)

Para las comunidades sin sistema de alcantarillado, la determinación de las características debe efectuarse primero calculando las masas de los parámetros más importantes, a partir de los aportes per-cápita según la siguiente tabla:

Tabla 19 Aporte per-cápita para aguas residuales domésticas

<b>APORTES PER CAPITA PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</b>		
<b>PARAMETRO</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>VALOR SUGERIDO</b>
DBO 5 DÍAS, 20°C * g/(Hab*d) (1)	36 - 78	50
Sólidos en suspensión g/(Hab * d)	60 - 115	90
NH <sub>3</sub> - N como N, g/(Hab * d)	7,4 - 11	8,4
N Kjeldahl total como N, g/(Hab * d)	9,3 - 13,7	12
Coliformes totales, NMP /(Hab * d) (2)	2 x 10 <sup>8</sup> - 2 x 10 <sup>11</sup>	2 x 10 <sup>11</sup>
Salmonela Dp., #/(Hab * d) (3)		10 <sup>8</sup>
Nematodos intestinales, #/(Hab * d) (4)		4 x 10 <sup>11</sup>

(IEOS, 1992)

Este cuadro contiene un conjunto de valores para todos los componentes de aguas residuales domésticas, donde se puede determinar que en términos de la demanda biológica de oxígeno (DBO), las excretas y las aguas grises contribuyen con masas similares. Sin embargo en relación con el contenido de coliformes fecales, las aguas grises presentan valores entre cuatro y cinco órdenes de magnitud más bajas que las excretas, de modo que pueden despreciarse para propósitos prácticos.

Tabla 20 Aportes Per cápita diferentes componentes de agua residual doméstica

<b>COMPONENTE</b>	<b>DBO</b>		<b>DBO</b>		<b>NH<sub>3</sub>-N</b>	
	<b>g/(Hab*d)</b>	<b>%</b>	<b>g/(Hab*d)</b>	<b>%</b>	<b>g/(Hab*d)</b>	<b>%</b>
Aguas Grises	25,15	52	51,63	43	0,442	13,5
Lavadero de cocina	9,2	19	18,8	16	0,074	2,3
Baño	6,18	13	9,08	8	0,043	1,3
Lavabo de baño	1,86	4	3,25	2	0,009	0,3
Lavado de ropa	7,9	16	20,3	17	316	9,8
Excretas	23,54	48	67,78	57	2,78	86,5
<b>Contribución Total</b>	<b>48,69</b>	<b>100</b>	<b>119,41</b>	<b>100</b>	<b>3,22</b>	<b>100</b>

(IEOS, 1992)

En las comunidades en donde se han realizado muestreos se relacionan las masas de contaminantes de demanda biológica de oxígeno (DBO), sólidos en suspensión y nutrientes con las poblaciones contribuyentes, para determinar los aportes per-cápita de los parámetros indicados. Los aportes per-cápita doméstico e industrial se calcularán por separado. En ciudades donde existen sistema de disposición de excretas individuales como es el caso de tanques sépticos, se evaluará el volumen y masa de los diferentes parámetros del lodo de tanques sépticos que pueda ser descargado a la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta carga adicional será contabilizada para el diseño de los procesos en la siguiente forma:

Para sistemas de lagunas de estabilización y zanjas de oxidación, la descarga será aceptada a la entrada de la planta.

Para otros tipos de plantas con procesos de tratamiento de lodos, la descarga será aceptada a la entrada del proceso de digestión o en lechos de secado.

(IEOS, 1992)

### **2.10.2 Bases de diseño para planta de tratamiento**

Con la información recolectada se podrá determinar las bases de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se considerará un horizonte de diseño (periodo de diseño) entre 20 y 30 años, el mismo que será debidamente justificado ante la Subsecretaria de Agua Potable y Saneamiento Básico (SAPYSB). Las bases de diseño consisten en determinar para condiciones actuales, futuras (final del periodo de diseño) e intermedias (cada cinco años) los valores de los siguientes parámetros:

- Población total y servida por el sistema

- Caudales medios de origen doméstico, industrial y de infiltración al sistema de alcantarillado

- Caudales máximo y mínimo horario.

- Aporte per cápita de aguas residuales domésticas

- Aporte per-cápita de: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno y sólidos en suspensión

- Masas de descarga de contaminantes como: DBO, nitrógeno y sólidos

- Concentración de contaminantes como: DBO, DQO, sólidos en suspensión y coliformes en el agua residual.

(IEOS, 1992)

### **2.10.3 Caudal medio de diseño**

El caudal medio de diseño se determinará sumando el caudal promedio de aguas servidas domésticas, más el caudal de efluentes industriales admitidos al sistema de alcantarillado y el caudal medio de infiltración. El caudal de aguas pluviales ilícitas no será considerado para este caso, debido a su naturaleza periódica.

### **2.10.4 ASPECTOS GENERALES**

En ningún caso se diseñará la descarga de desechos crudos a un cuerpo receptor. El tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales domésticas antes de su descarga a ríos son las lagunas de estabilización y en caso de ser más económicos, tratamiento primario. Para las aguas residuales con disposición submarina o subfluvial el tratamiento mínimo será la remoción de sólidos flotantes.

En el caso de requerirse tratamiento, se determinará el tiempo de utilidad del tratamiento (en h por año) y se consideran opciones de tratamiento como:

- Reducción de sólidos y bacterias en lagunas de almacenamiento.
- Tratamiento primario para todo el caudal interceptado; y
- Tratamiento secundario parcial.

(IEOS, 1992)

## **2.11 TRATAMIENTO PRIMARIO**

El objetivo del tratamiento primario es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga del tratamiento biológico. Los sólidos removidos tienen que ser procesados antes de su disposición final, siendo los más usados los procesos de digestión anaeróbica y lechos de secado. Los procesos de tratamientos primarios pueden ser: Tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación. (IEOS, 1992)

### **2.11.1 Tanques Imhoff**

Son tanques de sedimentación primaria cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos, en los cuales se incorpora la digestión de lodos en un compartimiento localizado en la parte inferior. Se lo usa para comunidades de 5000 habitantes. Para el diseño de la zona de sedimentación se considerará un volumen mínimo de 1500 litros, utilizando los siguientes criterios: (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2012)

Se determinará el área requerida para el proceso con carga superficial de  $1\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$

El período de retención nominal será entre 1h a 1,5h. Del producto de la carga superficial y el período de retención se obtendrá la profundidad.

Alternativamente se dimensionará la cámara de decantación con una tasa de 30 litros por habitante.

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, hacia la arista central será del 67% al 80%.

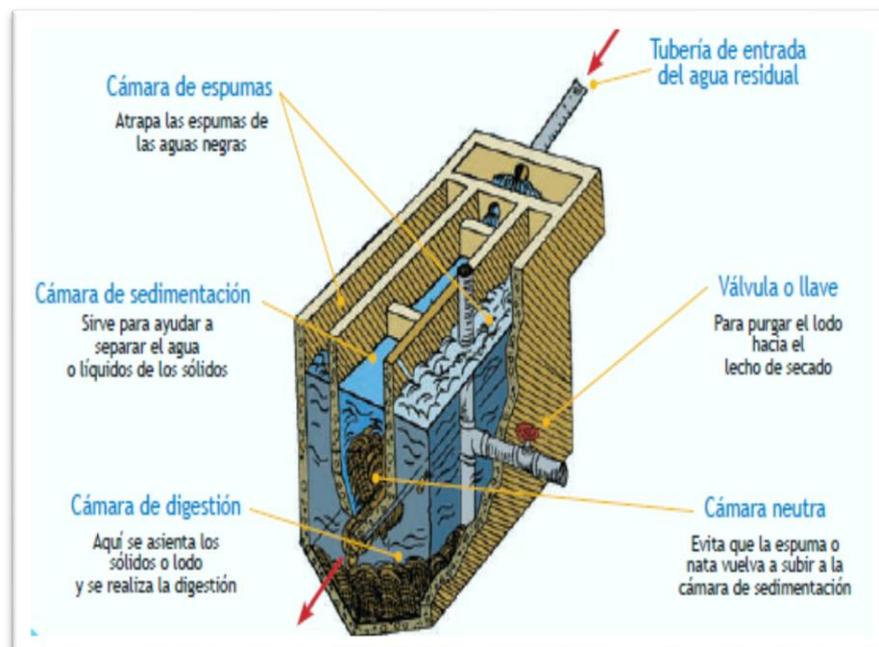
En la arista central se dejará una abertura para el paso de los sólidos de 0,15m a 0,2 m.

El borde libre será entre 0,3 m a 0,6m.

Las estructuras de entrada y salida, así como otros parámetros de diseño serán los mismos que para los sedimentadores rectangulares convencionales.

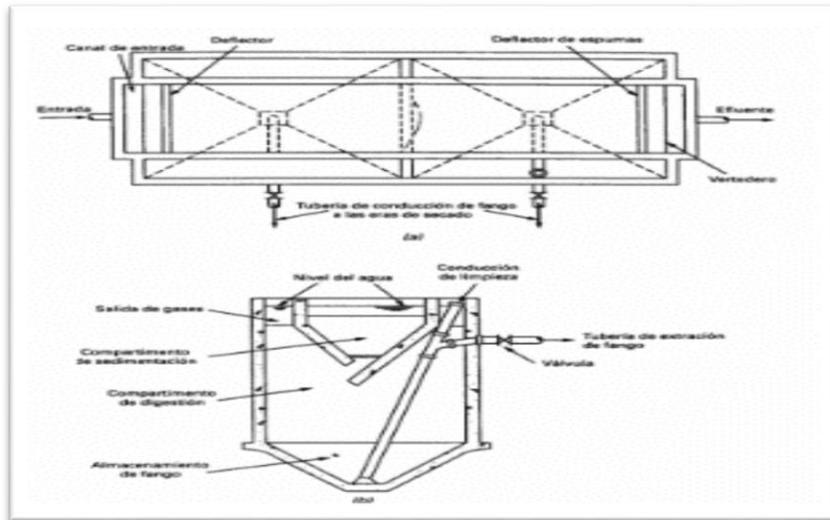
(REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2012)

Figura 21 Partes del Tanque Imhoff



(MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO, 2013)

Figura 22 Esquema Tanque imhoff



(CHINCHILLA, 2013)

### 2.11.1.1 Zona de Digestión

El Diseño del compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión) se considerará un volumen mínimo de 3000 litros, utilizando los siguientes criterios:

El compartimiento será dimensionado para almacenar lodos durante un período de 60 días. Para el efecto se determinará la cantidad de sólidos en suspensión removida, en forma similar que para un sedimentado primario.

- Para el volumen se considera la destrucción del 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1,05 kg/l y un contenido promedio de sólidos del 12,5% (al peso).
- Alternativamente se determinará el volumen del compartimiento de lodos considerando un espacio de 60 litros por habitante.

- El fondo del compartimiento tendrá la forma de un tronco de pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 30° a 45° con respecto a la horizontal. (INEN C.E.C, 1992)

### **2.11.1.2 Zona de espumas**

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentado (zonas de espuma) se considerarán un volumen mínimo de 1500 litros, usando los siguientes criterios:

El espaciamiento libre será de 0,60 m como mínimo.

La superficie libre total será por lo menos el 20% y preferiblemente 30% del área total del compartimiento de digestión.

Alternativamente se determinará el volumen de la zona de espumas usando una tasa de 30 litros por habitante.

(IEOS, 1992)

### **2.11.1.3 Remoción de lodos digeridos**

Las facilidades para la remoción de lodos digeridos deben ser diseñadas en forma similar que, para sedimentadores primarios, considerando que los lodos son retirados para secado en forma intermitente. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El diámetro de las tuberías de remoción de lodos será de 20cm.
- La tubería de remoción de lodos debe estar 15cm por encima del fondo del tanque.
- Para remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidrostática de 1,5m.

Para el dimensionamiento de tanque Imhoff circulares, pueden considerarse las siguientes recomendaciones: (IEOS, 1992)

Tabla 21 Recomendaciones para Dimensiones del tanque Imhoff

<b>Población contribuyente (hab)</b>	<b>Diámetro (m)</b>
250	2,5 - 3,5
500	3 - 4
750	3,5 - 4,5
1000	4 - 5
1500	5 - 6
2000	6 - 7
2500	7 - 8

(IEOS, 1992)

#### **2.11.1.4 Tanques de sedimentación**

Los tanques de sedimentación pequeños deber ser proyectados sin equipos mecánicos. Su forma puede ser rectangular (con varias tolvas de lodos) y circular o cuadrado (con un diámetro máximo de 3,6m y una tolva de lodos central, como en el caso de sedimentadores tipo Dortmund). En estos casos la inclinación de las paredes de las tolvas de todos será de por lo menos 60° con respecto a la horizontal. La remoción de lodos es por lo general hidrostática y no requiere de equipos. Los parámetros de diseño son similares a los sedimentadores con equipos. (IEOS, 1992)

Los parámetros de diseño del tanque de sedimentación primaria y sus eficiencias deben ser determinadas experimentalmente. Cuando se diseñen tanques convencionales de sedimentación primaria sin datos experimentales se utilizarán los siguientes criterios de diseño:

Los canales de repartición y entrada a los tanques deben ser diseñados para el caudal máximo horario.

- Los requisitos del área deben determinarse usando cargas superficiales entre 30 m/d y 60 m/d basado en el caudal medio de diseño, lo cual corresponde a una velocidad de sedimentación de 1,25 m/h a 2,5 m/h.
- El período de retención nominal será entre 1,5 h a 2,5 h (recomendable <2h) basado en el caudal medio de diseño.
- La profundidad se obtiene del producto de los dos parámetros antes indicados y debe estar entre 3m y 3,5 (recomendable 3m).
- La relación larga/ancho debe estar entre 3 y 10 (recomendable 4) y la relación larga/profundidad debe ser igual o menor que 30.
- La carga hidráulica en los vertederos será de 125 m<sup>3</sup>/d a 500 m<sup>3</sup>/d por metro lineal (recomendable 250) basado en el caudal medio de diseño.

Cuando no se disponga de datos experimentales, se usarán los criterios de la tabla para determinar las eficiencias de remoción del proceso:

-

Tabla 22 Porcentajes de remoción recomendados de solidos

<b>PORCENTAJES DE REMOCION RECOMENDADOS</b>				
<b>Periodo de retención nominal (H)</b>	<b>DBO 100 a 200 mg/l</b>		<b>DBO 200 a 300 mg/l</b>	
	<b>DBO</b>	<b>SS*</b>	<b>DBO</b>	<b>SS*</b>
0,5	16	32	19	35
1	23	45	26	50
1,5	30	50	32	56
2	33	53	36	60
3	37	58	40	64
4	40	60	42	66
6	41	61	43	68

\*SS= Sólidos en suspensión totales mg/l

(IEOS, 1992)

- El volumen de lodos primarios debe calcularse para las condiciones de operación de cada cinco años y para el final del período de diseño (con el caudal medio de diseño) con las remociones de sólidos del proceso y los datos de la siguiente tabla:

Tabla 23 Calculo del Volumen de lodos

<b>RECOMENDACIONES PARA EL CALCULO DEL VOLUMEN DE LODOS</b>			
<b>Tipo De Lodo Primario</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Concentración De Solidos %</b>	
	<b>Específica</b>	<b>Rango</b>	<b>Recomendado</b>
Con alcantarillado sanitario	1,03	4 – 12	6
Con alcantarillado combinado	1,05	4 – 12	6,5
Con lodo activado de exceso	1,03	3- 10	4

(IEOS, 1992)

El retiro de los lodos del sedimentador debe efectuarse de forma cíclica e idealmente a gravedad. En donde no se disponga de carga hidrostática se debe retirar por bombeo en forma cíclica. Para lodo primario se recomiendan en el orden indicado las bombas rotativas de desplazamiento positivo, Las bombas diafragma, pistón y centrifugadas con impulsor abierto. El sistema de conducción de lodos debe incluir un dispositivo para medición de caudal.

- El volumen de la tolva de lodos debe ser comparado para almacenamiento de los lodos durante el tiempo fuera de funcionamiento del ciclo. La velocidad en la tubería de salida del lodo primario debe ser por lo menos 0,9 m/s. El mecanismo de barrido de lodos de tanques rectangulares tendrá una velocidad de 0,6 m/min y 1,2 m/min, para evitar la formación de corrientes mezcladoras. (IEOS, 1992)
- Las características de tanque circular de sedimentación serán las siguientes:
  - Profundidad de 3m a 5m.
  - Diámetro de 3,6 a 60m (recomendable de 12 m a 45 m)
  - Pendiente de fondo: de 6% a 16% (recomendable 8%)

- El mecanismo de barrido de lodos de tanques circulares tendrá una velocidad de rotación de 1 a 3 revoluciones por hora, siendo 2 un valor recomendable.
- El sistema de entrada al tanque será diseñado en tal forma que garantice la distribución uniforme del líquido a través de la sección transversal y se eviten cortocircuitos.
- El sistema de vertederos de salida se diseñará de modo que se evite la formación de corrientes que promuevan el arrastre de sólidos sedimentados.
- La pendiente mínima de la tolva de lodos será 1,7 vertical a 1 horizontal.

(INEN C.E.C, 1992)

Tabla 24 Factor de capacidad relativa (fcr)

<b>FACTOR DE CAPACIDAD RELATIVA (fcr)</b>	
TEMPERATURA °C.	FACTOR CAPACIDAD RELATIVA
5	2
10	1,4
15	1
20	0,7
> 25	0,5

$$Volumen\ digestor\ de\ lodos = \frac{70 * P * fcr}{1000}$$

(REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2012)

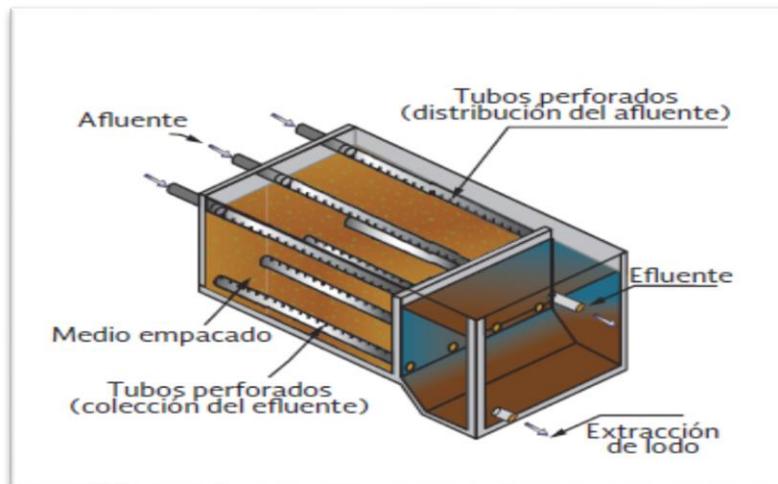
### 2.11.2 Filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA)

Al filtro anaeróbico también se lo conoce como reactor anaerobio el cual es un componente que se lo utiliza en algunas plantas de tratamiento, la finalidad del filtro es reducir la carga contaminante, el agua servida es alimentada al filtro a través del fondo, el agua a ser

tratada se hace pasar a través de un cuerpo poroso (piedra) llevándola al contacto de una fina bio-película de microorganismos adheridos a la superficie o floculados donde se realiza el proceso de degradación anaerobia. (wikipedia, 2015)

Los filtros anaerobios datan de los años setenta, actualmente son una tecnología que se la utiliza para tratar las aguas residuales domesticas e industriales. Los efluentes de este proceso anaeróbico necesitan un pos-tratamiento para poder cumplir con los requerimientos de calidad y las normas técnicas establecidas. (CONAGUA, 2016)

Figura 23 Esquema de un flujo anaerobio de flujo ascendente



(CONAGUA, 2016)

#### 2.11.2.1 Ventajas y desventajas del proceso del filtro anaerobio de flujo ascendente:

##### Ventajas:

- Costos de construcción y operación bajos
- Baja producción de lodos
- Bajo consumo de energía (requerido en casos de bombeo del efluente)

- Pueden producir energía por medio del biogás, el cual puede emplearse para calentar el reactor.

- El exceso de gas metano se lo puede utilizar como gas combustible.

- Es un sistema compacto con bajo requerimiento de terreno.

- Se puede alcanzar eficiencias de remoción del DQO y DBO de entre el 65 y 75%

- Alta concentración de sólidos suspendidos en el lodo.

- Buenas características de desaguado del lodo.

(CONAGUA, 2016)

**Desventajas:**

- Las líneas de condensación del gas causan mayores problemas de mantenimiento.

- Baja tolerancia del sistema a la carga de tóxicos.

- El arranque y la estabilización del sistema son lentos (el tiempo de arranque puede disminuirse de 2 a 3 semanas cuando se inocula al 4% del volumen del reactor.

- El efluente requiere postratamiento.

En el FAFA la biomasa se encuentra de tres maneras diferentes:

a) Una película adherida a la superficie del medio filtrante

b) Una biomasa dispersa que es retenida en los vacíos del medio filtrante

c) Flóculos grandes retenidos en el fondo, debajo del medio filtrante.

(CONAGUA, 2016)

### **2.11.2.2 Criterios de diseño Filtro anaeróbico de flujo ascendente**

Estos filtros se han construido en forma de tanques cilíndricos o rectangulares con una anchura y diámetros de 2 a 8 metros y una altura de 3 a 13 metros.

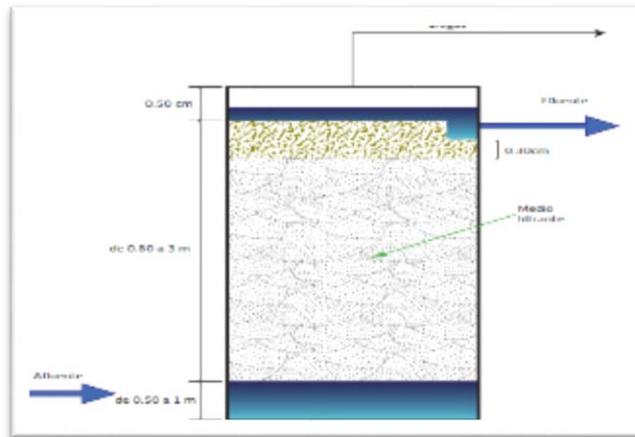
Los materiales de empaque que mas se han utilizado son los plasticos corrugados transversales al flujo, los modulos tubulares, y los anillos plasticos marca pall.

El promedio del area superficial específica del empaque ha sido aproximadamente de  $100 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ .

Para el tratamiento de aguas residuales domésticas se han utilizado empaques tubulares, operando a una temperatura de  $37^\circ \text{C}$  y cargas orgánicas volumétricas (COV) de entre  $0,2 - 0,7 \text{ kg de DQO/m}^3 \times \text{d}$ , con tiempos de residencia hidráulica (TRH) de entre 25 y 37 días, sin recirculación y con una remoción de 90 a 96 % de DQO.

Actualmente se dispone de una gran cantidad de materiales para usarlos como medio de empaque, incluso se pueden utilizar materiales orgánicos como el bambú, pedacería de madera, etc. Pero por durabilidad se recomienda usar uno de material inerte como roca balsática, trozos de PVC o de polietileno de alta densidad.

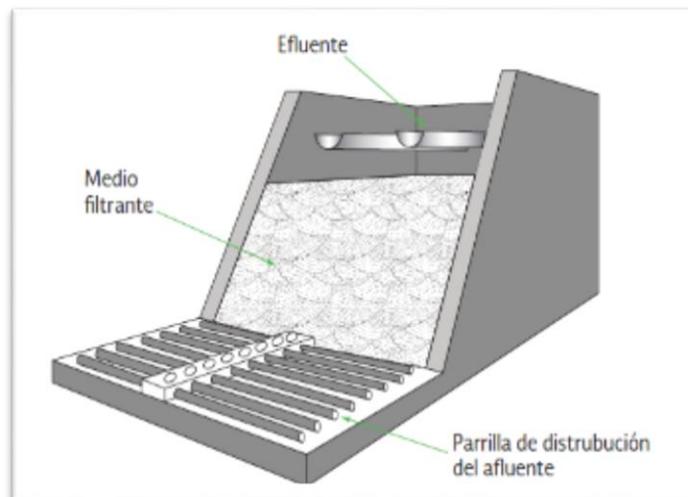
Figura 24 Criterios de dimensionamiento de un FAFA



(CONAGUA, 2016)

**Dispositivos de entrada:** Para distribuir el agua de una manera uniforme en todo el medio filtrante, se acostumbra distribuir el caudal mediante un emparrillado formado por tuberías perforadas. La eficiencia de un filtro anaerobio depende de una buena distribución del flujo sobre el lecho filtrante, la cual está sujeta al cálculo de entrada y salida. (CONAGUA, 2016)

Figura 25 Componentes principales de un FAFA



(CONAGUA, 2016)

**Dimensionamiento:** Para el dimensionamiento de los filtros anaerobios se han fijado los intervalos de operación para cargas hidráulicas y cargas volumétricas en función del gasto y la carga orgánica, según tabla 25. (CONAGUA, 2016)

Tabla 25 Guía para el dimensionamiento de un FAFA

Concepto	Observaciones
Calculo del área superficial del filtro en m <sup>2</sup>	Donde: $A = \frac{Q}{C H S}$ <b>Q</b> = Caudal en m <sup>3</sup> /d <b>CHS</b> = La carga hidráulica, en m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> * d)
Obtener el lado del filtro si es cuadrado o su diametro si es circular, en m.	$L = A^{1/2}$ $D = \left(\frac{4A}{\pi}\right)^{1/2}$
Calculo del volumen del lecho filtrante, en m <sup>3</sup> .	Donde: $V = \frac{Q S_o}{C O V}$ <b>S<sub>o</sub></b> = DBO en el afluente, en Kg de DBO/m <sup>3</sup> . <b>COV</b> = Carga organica volumetrica, en Kg de DBO/m <sup>3</sup> d.
Calculo de altura del lecho filtrante, en m.	H <sub>m</sub> = V/A
Calculo de la altura total del filtro, en m.	H= h <sub>m</sub> + b + d
Calculo del volumen total del filtro, en m <sup>3</sup> .	V <sub>t</sub> = A H
Revisión de la carga orgánica volumétrica, en Kg de DBO/(m <sup>3</sup> d)	Este valor debe estar comprendido entre 0,15 y 0,50 kg de DBO/(m <sup>3</sup> d) $COV = \frac{Q S_o}{V_t}$

### 2.11.3 Lechos de Secado

Los lechos de secado es uno de los métodos más baratos para deshidratar los lodos estabilizados anaeróbicamente. Previo al dimensionamiento de los lechos se calculará la masa y el volumen de lodos estabilizados por año. Para los lodos digeridos anaeróbicamente, se determinará la masa de los lodos considerando una reducción de solidos volátiles entre el 50% y 55%. La gravedad específica de los lodos digeridos varía entre 1,03 y 1,04. (INEN C.E.C, 1992)

Los siguientes valores servirán como guía:

- Para lodo primario digerido: de 8% a 12% de sólidos
- Para lodo de procesos biológicos incluido el lodo primario: de 6% al 10% de sólidos.
- Los requisitos del área de lechos de secado se determinarán adoptando una profundidad de aplicación entre 20 cm. y 30cm. y calculando el número de aplicaciones por año, para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes períodos de operación:
  - Período de aplicación: 4 a 6 horas
  - Período de secado: entre 3 y 4 semanas para instalaciones con limpieza manual (dependiendo de la forma de los lechos) y entre 1 y 2 días para instalaciones pavimentadas en las cuales se puede empujar el lodo seco con un tractor pequeño.
  - Período de preparación y mantenimiento de 1 a 2 días por aplicación para lechos de arena. Un día por aplicación para lechos con ladrillos (con juntas de arena) y una semana por año para lechos pavimentados con drenaje central.

En la tabla se detallan los requisitos de áreas para los lechos de secado

Tabla 26 Requisitos de áreas para lechos de secado

<b>REQUISITOS DE AREAS PARA LECHOS DE SECADO</b>	
<b>TIPO DE LODO</b>	<b>Kg. Sólidos/(m<sup>2</sup>.año)</b>
Primario	120 – 200
Primario y filtros pre-coladores	100 – 160
Primario y lodos activados	60 – 100
Zanjas de oxidación	110 – 200

(IEOS, 1992)

Recomendaciones para el diseño del lecho de secado:

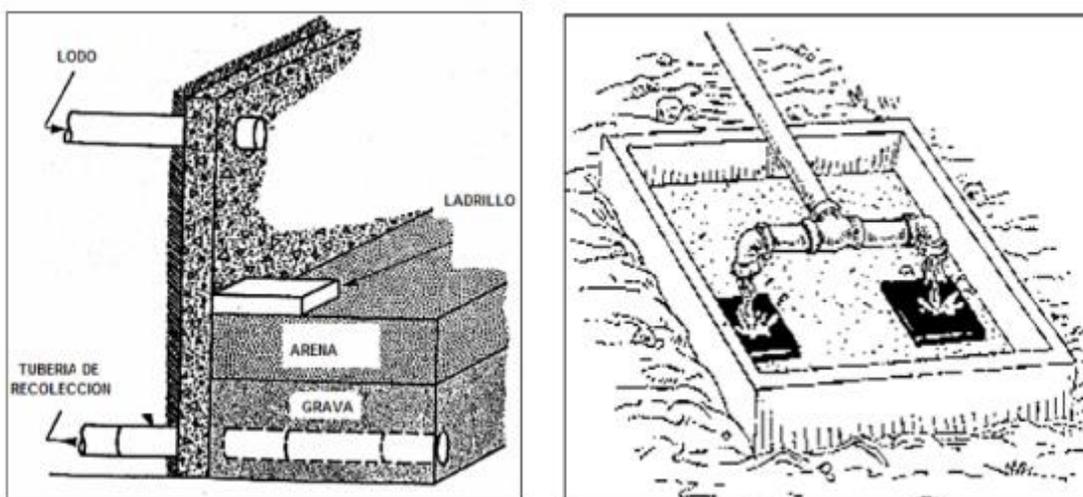
- Los tanques pueden ser construidos de mampostería de concreto o de tierra (con diques) de una profundidad total de 30 a 40 cm.
- El ancho de los lechos es generalmente entre 3 a 6 metros, y en instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 metros.
- El mecanismo de secado es por evaporación, sin embargo sirve para drenar agua de las lluvias cuando estos no esten operando.

Este medio es de 0,3 metros de espesor y debe tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2cm. a 3 cm. lleno de arena, la arena es el medio filtrante y debe tener un tamaño efectivo de 0,3 mm a 1,3 mm y un coeficiente de uniformidad menor que 5.
- Debajo de la arena se debe colocar un estrato de grava graduada entre 1,6mm y 5 mm (1/16" y 2") de 0,2m de espesor.
- Los drenes deben estar constituidos por tubos de 100 mm colocados debajo de la grava, en pequeñas zanjas.
- Alternativamente se pueden diseñar lechos pavimentados con losas de hormigon o losetas prefabricadas, con una pendiente de 1,5% hacia un canal central de drenaje.
- La forma de estos lechos es de 5m a 15m de ancho, por 20m a 45m de largo. Para cada lecho se debe proveer una tubería de descarga con su respectiva válvula de compuertas y loseta en el fondo para impedir la destrucción del lecho.

(INEN C.E.C, 1992)

Figura 26 Lecho de secado (Vista y planta)



(Organizacion Panamericana de la Salud, 2010)

Tabla 27 Tiempo de retención Hidráulica (T) por flujo de salida l/día

(Vazao) L/día	Temperatura media do mes mas frio		
	Abaixo de 15°C	Entre 15°C a 25°C	Major que 25°C
Até 1500	1,17	1,00	0,92
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
de 6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
De 7501 a 9000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9000	0,75	0,5	0,50

(Asociación Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 1997)

La carga orgánica se limita a un valor maximo de 16 KgDQO/m<sup>3</sup>.d pero en general se trabaja no superando los 12 Kg DQO/m<sup>3</sup>.d.

Velocidad superficial: se limita a valores inferiores de 1,00 m/h de modo de evitar el arrastre de sólidos con el afluente.

Tabla 28 Concentración de materia orgánica y tiempo de retención hidráulica

**Concentración materia orgánica y rango de retención hidráulica**

Concentración de Materia Orgánica Afluente (DBO <sub>5</sub> Total mg/l)	Rango de tiempo de retención hidráulico (horas)	Tiempo Recomendado para el diseño, Td (horas)
50 – 80	3 – 12	5,25
80 – 300	2,5 – 12	5,25
300 – 1000	2,5 – 12	5,25
1000 – 5000	3 – 12	7

(Asociación Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 1997)

Tabla 29 Factor de capacidad relativa y días de digestión de lodos

**FACTOR DE CAPACIDAD RELATIVA (fcr) Y DIGESTION DE Lodos**

TEMPERATURA °C.	Factor capacidad relativa	Digestión de lodos (días)
5	2	110
10	1,4	76
15	1	55
20	0,7	40
> 25	0,5	30

(REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2012)

#### 2.11.4 DESINFECCIÓN

La desinfección de las aguas residuales en el Ecuador no es recomendable, en consideración a aspectos técnicos como:

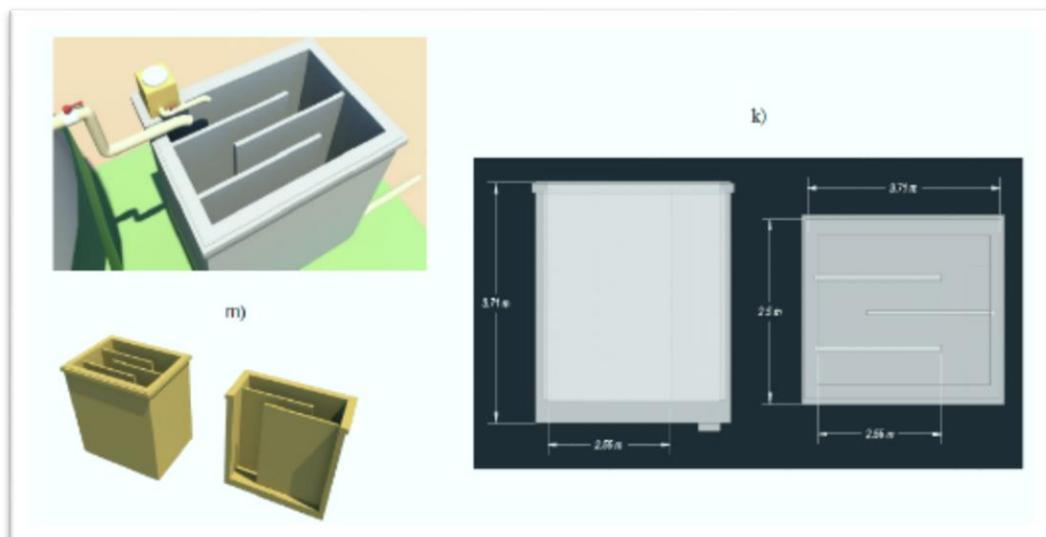
- El crecimiento bacteriano posterior a la desinfección con cloro
- La posibilidad de formación de compuesto órgano clorado
- Alto costo

Pero si el cuerpo receptor demanda una alta calidad bacteriológica y no sea posible la construcción de lagunas, se deberá considerar la desinfección de efluentes secundarios con cloro. En caso de diseñarse el proyectista deberá presentar justificativos con los siguientes aspectos: (INEN C.E.C, 1992)

- La dosis de cloro
- El tiempo de contacto y diseño de la correspondiente cámara
- Los detalles de las facilidades de dosificación, inyección, almacenamientos y dispositivos de seguridad.

Actualmente uno de los métodos más económicos y efectivos de desinfección es la cloración. El hipoclorito de calcio comercial contiene el 70% aproximado de cloro, y tiene un tiempo de almacenamiento de 3 a 6 meses, este compuesto en aguas residuales no debe ser mayor de 20mg/l de cloro libre ya que afectaría a la vida acuática, mientras que el hipoclorito de sodio tiene entre el 3 al 5% de cloro. (RODRIGUEZ, 2015)

Figura 27 Vista tanque de desinfección



- Volumen del tanque donde se mezcla el hipoclorito

$$V = Q \times Tr$$

V= Volumen del tanque m<sup>3</sup>

Q= Caudal

Tr= Tiempo de retención (30 minutos)

- Altura del tanque de desinfección

$$At = \frac{V}{L \times A}$$

Donde:

At= Altura del tanque

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

L= Largo del tanque (m).

A= Ancho del tanque (m).

- Volumen del tanque donde se mezcla el Hipoclorador

$$VH = \frac{P \text{ ci}}{5 \times C} \times Q_{med.}$$

Donde:

C= Concentración del hipoclorito de calcio

Vh= Volumen del tanque hipoclorador m<sup>3</sup>

## **2.12 DESCARGAS AL CUERPO DE AGUA DULCE.-**

En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor se deben utilizar

los valores de la tabla 9 del TULAS, (ver Anexo 14)

(TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL  
AMBIENTE, 2015)

## CAPITULO III

### 3 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES

#### 3.1 POBLACIÓN

En la cooperativa Héctor Cobos cuarta etapa, existen 2940 habitantes

Para el cálculo de la población se utilizaron los modelos matemáticos más representativos, como son el método Lineal, geométrico, logarítmico y Wappus.

Los cálculos se los realizó con el programa Haya, pero para hacer un comparativo se calculó manualmente uno por el método lineal.

#### **Método Lineal:**

$$Pf = Puc + K (Tf - Tuc) \quad K = \frac{Pf - Pb}{Tf - Tb}$$

$$K = \frac{2940 - 2491}{2016 - 2010} = 74,833$$

$$Pf = 2940 + 74,833 * (2036 - 2016) = 4437 \text{ habitantes}$$

Donde:

Pf= Población futura

Puc= Población último censo

K= Crecimiento poblacional lineal

Tf= año de proyección (2036 a 20 años)

Tuc= año de último censo (2016)

Tb= año de la población base

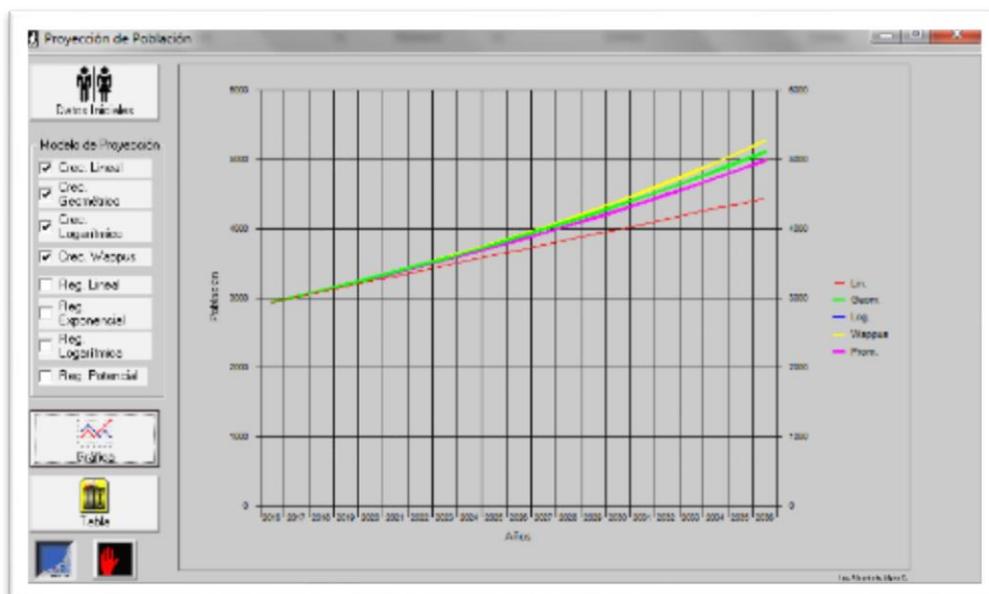
### 3.1.1 Cálculo Final de Población Proyectada

Con el programa HAYA, se calcula la población por los métodos Lineal, geométrico, logarítmico y Wappus, con los resultados de cada método se genera el promedio donde se obtiene una población futura de 4981 habitantes.

Figura 28 Resultados de la Población Futura con el programa HAYA

Año	Lineal	Geométrico	Logarítmico	Wappus	Reg. Lineal	Reg. Expon.	Reg. Logar.	Reg. Poten.	Promedio
2015	2,940	2,940	2,940	2,940					2,940
2017	3,015	3,022	3,022	3,023					3,02
2019	3,090	3,105	3,105	3,108					3,10
2021	3,165	3,191	3,191	3,196					3,18
2023	3,239	3,280	3,280	3,287					3,27
2025	3,314	3,371	3,371	3,381					3,35
2027	3,389	3,464	3,464	3,470					3,45
2029	3,464	3,560	3,560	3,570					3,54
2031	3,539	3,659	3,659	3,682					3,63
2033	3,614	3,761	3,761	3,799					3,72
2035	3,689	3,865	3,865	3,900					3,82
2037	3,763	3,972	3,972	4,015					3,92
2039	3,838	4,082	4,082	4,134					4,04
2041	3,913	4,195	4,195	4,258					4,14
2043	3,988	4,312	4,312	4,386					4,25
2045	4,063	4,431	4,431	4,520					4,37
2047	4,137	4,554	4,554	4,658					4,49
2049	4,212	4,681	4,681	4,802					4,62
2051	4,287	4,810	4,810	4,953					4,77
2053	4,362	4,944	4,944	5,109					4,85
2055	4,437	5,081	5,081	5,272					4,97

Figura 29 Población futura por los 4 métodos



### 3.2 DOTACIÓN

Para el cálculo de la dotación se seleccionará la recomendada para las poblaciones de hasta 5000 habitantes, con clima cálido que equivale al rango de 170 a 200 litro/habitante/día, para el proyecto se utilizará 180 litros/habitantes/día.

### 3.3 CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES - CAUDAL MEDIO

El primer paso para la cuantificación del caudal es calcular el aporte medio diario para cada una de las zonas, el cual se lo expresa con la siguiente formula:

$$Q = \frac{Cr \ C \ D \ A}{86400}$$

Donde:

Qm: Caudal medio de aguas residuales (l/s)

Cr: Coeficiente de retorno (0,85)

C: Dotación unitaria de agua potable o Consumo neto (l/hab\*día)(180)

P: Número de habitantes de la zona

A: Área de drenaje

D: Densidad de la población hab/ha.

$$Q = \frac{0,85 \times 180 \times 388}{86400} = 0,687 \text{ l. seg. ha}$$

El aporte medio diario resulta de sumar los aportes domésticos con los industriales, institucionales y comerciales, en este tramo resulto 8,30 ltrs/segundos.

### 3.4 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (CMH)

Para obtener el caudal máximo horario primero se debe calcular el factor de motorización para lo cual se resolverá con la ecuación de Harmon la cual se la utiliza para poblaciones entre mil y un millón de habitantes y la raíz de la población futura.

$$F = Q_{\text{max}} / Q_{\text{promedio}} = (18 + \sqrt{P}) / (4 + \sqrt{P})$$

$$F = \frac{18 + \sqrt{4,981}}{4 + \sqrt{4,981}} = 3,20$$

Qmd: caudal medio diario (l/s)

F: Factor para poblaciones entre 1000 y 1'000.000 de habitantes

P: Población en miles de habitantes.

Con el caudal medio horario se multiplica el valor del factor de mayorización y se obtiene el caudal máximo horario.

$$Q_{\text{mh}} = Q_{\text{md}} F$$

$$Q_{\text{mh}} \times F = 8,30 \times 3,20 = 26,56$$

### 3.5 CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño se obtienen en la suma del caudal máximo horario más los caudales industriales, Caudales de conexiones ilícitas y caudales de infiltración

$$Q = Q_m h F + Q_i + Q_{ci} + Q_{in}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (l/s)

Q<sub>m</sub>: Caudal medio de aguas residuales domésticas (l/s).

F= Factor de máxima demanda

Q<sub>i</sub>= Caudal industrial (l/s)

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

Q<sub>in</sub> = Caudal por infiltración

$$Q = 26,56 + 0,64 + 6,42 = 33,62 \approx 33,65$$

Para los caudales de diseño se proyectaron 21 tramos con sus respectivas áreas tributarias para lo cual en una tabla de Excel formulada se calcularon los caudales de cámara a cámara tal como se refleja en la siguiente tabla:

### 3.6 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO (CAUDALES DE DISEÑO)

Cálculo de los caudales de diseño

Pozo	Area tributaria (has)		Doméstico		Industrial L/s, ha % Área	Comercial L/s, ha % Área	Institucional L/s, ha % Área	Total Área	Q max horario		Infiltración		Conex. erradas		Q diseño (L/s)			
	Parcial	Total	% Área	Densidad					Población	L/s, ha	% Área	L/s, ha	F	L/s	L/s/ha	L/s	L/s/ha	L/s
CAMARA																		
1 - 2	0,88	0,88	100	388	341	0,687		100	0,687	0,605	4,1	2,48	0,05	0,04	0,5	0,44	2,96	3,00
2 - 3	0,92	1,80	100	388	698	0,687		100	0,687	1,237	3,9	4,82	0,05	0,09	0,5	0,90	5,81	5,85
3 - 4	0,90	2,70	100	388	1047	0,687		100	0,687	1,855	3,8	7,05	0,05	0,14	0,5	1,35	8,53	8,55
4 - 5	0,91	3,61	100	388	1400	0,687		100	0,687	2,480	3,7	9,18	0,05	0,18	0,5	1,81	11,16	11,20
5 - 6	0,70	4,31	100	388	1672	0,687		100	0,687	2,961	3,6	10,66	0,05	0,22	0,5	2,16	13,03	13,05
6 - 7	0,00	4,31	100	388	1672	0,687		100	0,687	2,961	3,6	10,66	0,05	0,22	0,5	2,16	13,03	13,05
7 - 13	0,00	4,31	100	388	1672	0,687		100	0,687	2,961	3,6	10,66	0,05	0,22	0,5	2,16	13,03	13,05
8 - 9	0,85	0,85	70	388	330	0,687		100	0,601	0,511	4,1	2,09	0,05	0,04	0,5	0,43	2,56	3,00
9 - 10	1,15	2,00	50	388	776	0,687		100	0,543	1,136	3,9	4,43	0,05	0,10	0,5	1,00	5,53	8,55
10 - 11	0,91	2,91	85	388	1129	0,687		100	0,644	1,722	3,8	6,54	0,05	0,15	0,5	1,46	8,14	8,15
11 - 12	1,00	3,91	100	388	1517	0,687		100	0,687	2,409	3,7	8,91	0,05	0,20	0,5	1,96	11,06	11,10
12 - 13	0,91	4,82	100	388	1870	0,687		100	0,687	3,034	3,6	10,92	0,05	0,24	0,5	2,41	13,57	13,60
13 - 21	0,33	9,46	100	388	3670	0,687		100	0,687	6,221	3,4	21,15	0,05	0,47	0,5	4,73	26,36	26,40
14 - 16	0,39	0,39	40	388	151	0,687		100	0,515	0,201	4,2	0,84	0,05	0,02	0,5	0,20	1,06	3,00
15 - 16	0,56	0,56	100	388	217	0,687		100	0,687	0,385	4,1	1,58	0,05	0,03	0,5	0,28	1,89	3,00
16 - 17	0,77	1,72	40	388	667	0,687		100	0,515	0,982	3,9	3,83	0,05	0,09	0,5	0,86	4,78	4,80
17 - 18	0,31	2,03	50	388	787	0,687		100	0,543	1,150	3,9	4,49	0,05	0,10	0,5	1,02	5,60	5,60
18 - 19	0,69	2,72	100	388	1055	0,687		100	0,687	1,624	3,8	6,17	0,05	0,14	0,5	1,36	7,67	7,70
19 - 20	0,45	3,17	100	388	1230	0,687		100	0,687	1,933	3,7	7,15	0,05	0,16	0,5	1,59	8,90	8,90
20 - 21	0,21	3,38	100	388	1311	0,687		100	0,687	2,078	3,7	7,69	0,05	0,17	0,5	1,69	9,55	9,55
21 - E	0,00	12,84	100	388	4981	0,687		100	0,687	8,299	3,2	26,56	0,05	0,64	0,5	6,42	33,62	33,65

### 3.7 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO

Para el cálculo de diseño Hidráulico se diseñaron 21 tramos de colector los mismos que se deben proyectar tramo a tramo. Para demostración se desarrollará el tramo inicial, el resto de cálculos se los realizo en una tabla de Excel formulada, ver tabla de Diseño hidráulico y empate por cota clave de colectores del Alcantarillado sanitario.

#### **Nomenclaturas:**

CR= Cota rasante

CC= Cota Clave

CI= Cota invert

S= Pendiente

H= Profundidad a la clave

El primer tramo que tiene una longitud de 77,08m se debe tomar el caudal de diseño adoptado de la tabla de los caudales de diseño de la cámara 1-2 que es de 3,00 l/seg. Para el diseño de las tuberías y su unión con las cámaras, las longitudes y cotas se consideran al eje de la cámara y la pendiente aguas arriba y aguas abajo, respectivamente, entonces tenemos:

#### **Tramo inicial: Colector 1 – 2**

CR 1= 3,16 CR 2=3,08 CC 1= 1,96

Se restan la cota de rasante con la cota clave y se obtiene la profundidad mínima a la clave tubería = 1,20m.

$$H = CR1 - CC 1 \quad H= 3,16 - 1,96= 1,20m.$$

Este valor se calcula inicialmente con 1,20m de profundidad a la cota clave, pero puede corregirse si no cumple con las condiciones obtenidas para el colector tales como esfuerzo cortante y velocidad mínima de profundidades definitivas a la cota clave, para este tramo se asumió la profundidad de 1,42 m. el siguiente cálculo es obtener el valor de la cota clave 2 el cual se lo obtiene de la resta de la cota de la rasante 2 menos la profundidad asumida.

$$H = 1,42\text{m.}$$

$$CC2 = (CR2 - H) = (3,08 - 1,42) = 1,66\text{m}$$

Con el valor obtenido de la cota clave se calcula la pendiente:

$$S = ((CC1 - CC2) / \text{Long.} \times 100)$$

$$S = \{(1,96 - 1,66) / (77,06 \times 100)\} = 0,39$$

El próximo cálculo es el diámetro teórico de la tubería, según la ecuación de manning

$$1,548 \left( \frac{n \times Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

n= Coeficiente de rugosidad de manning 0,009 PVC - Novafort

Q: Caudal

S= Pendiente de la línea de energía (m/m)

D= Diámetro interno de la tubería

$$D = 1,548 \left( \frac{0,009 \times (0,003)}{(0,039)^{1/2}} \right)^{3/8} = 0,0085$$

$$D = 0,085\text{mm} \approx 85 \text{ m}$$

\*El diámetro nominal mínimo que se debe usar para colectores es de 8" (200mm)

Se adopta el diámetro interno comercial superior: 200mm  $\approx$  0,183 mm

El Caudal a tubo lleno es la capacidad máxima de la tubería, calculada para la sección de flujo máxima:

$$Q_0 = 312 \left( \frac{D^{8/3} \times S^{1/2}}{n} \right)$$

$$Q_0 = 312 + \left( \frac{(0,183^{8/3}) \times (0,039^{1/2})}{0,009} \right) = 23,35 \text{ l/seg.}$$

El porcentaje de utilización de la sección se lo obtiene con la relación del caudal del diseño y el caudal a tubo lleno y con el resultado se busca en la tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares y se obtienen las siguientes relaciones:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{3,00}{23,35} = 0,13$$

Relaciones Hidráulicas a tubo lleno

$$\frac{V}{V_0} = 0,520 \quad V = 0,520 \times 0,88 = 0,46 \frac{\text{m}}{\text{seg.}}$$

### 3.7.1 Diseño Hidráulico y empuje por cota clave

Diseño hidráulico y empuje por cota clave de colectores del alcantarillado sanitario																														
Tramo De-A	Long (m)	Q.Ds. (L/s)	S diseño	Díametro teórico (m)	Díametro teórico nom. (mm)	Díametro comercial int. (m)	Qo (L/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	VVo	dD	R/Ro	HD	V (m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)	R (m)	r (kg/m <sup>3</sup> )	d (m)	E (m)	H (m)	NF	Cota rasante		Cota clave		Cota invert		Prof. a clave		
																						De	A	De	A	De	A	De	A	
1-2	77,08	3,00	0,39	0,085	84,79	200	0,183	23,35	0,89	0,13	0,520	0,232	0,554	0,161	0,46	0,01	0,03	0,12	0,04	0,05	0,03	0,85	3,16	3,08	1,96	1,66	1,78	1,48	1,20	1,42
2-3	80,08	5,85	0,40	0,108	108,39	200	0,183	23,66	0,90	0,25	0,624	0,315	0,716	0,229	0,56	0,02	0,03	0,12	0,06	0,08	0,04	0,89	3,08	3,12	1,66	1,34	1,48	1,16	1,42	1,78
3-4	76,03	8,55	0,24	0,138	137,85	200	0,183	18,21	0,69	0,47	0,740	0,439	0,919	0,334	0,51	0,01	0,00	0,12	0,08	0,09	0,06	0,66	3,12	3,21	1,34	1,16	1,16	0,98	1,78	2,05
4-5	80,02	11,20	0,24	0,152	152,46	200	0,183	18,23	0,69	0,61	0,806	0,510	1,021	0,402	0,56	0,02	0,05	0,12	0,09	0,11	0,07	0,68	3,21	3,17	1,16	0,97	0,88	0,79	2,05	2,20
5-6	26,87	13,05	0,22	0,163	163,32	200	0,183	17,68	0,67	0,74	0,855	0,570	1,087	0,465	0,57	0,02	0,05	0,12	0,10	0,12	0,09	0,62	3,17	2,62	0,97	0,91	0,79	0,73	2,20	1,71
6-7	100,00	13,05	0,21	0,165	165,22	200	0,183	17,15	0,65	0,76	0,865	0,582	1,100	0,479	0,56	0,02	0,06	0,12	0,11	0,13	0,09	0,61	2,62	2,63	0,91	0,70	0,73	0,52	1,71	1,93
7-13	122,17	13,05	0,21	0,165	164,80	200	0,183	17,26	0,66	0,76	0,860	0,576	1,094	0,472	0,56	0,02	0,06	0,12	0,11	0,13	0,09	0,61	2,63	2,84	0,70	0,44	0,52	0,26	1,93	2,40
8-9	78,70	3,00	0,43	0,083	83,09	200	0,183	24,65	0,94	0,12	0,505	0,220	0,530	0,151	0,47	0,01	0,03	0,12	0,04	0,05	0,03	0,90	3,35	3,36	2,15	1,62	1,97	1,44	1,20	1,74
9-10	78,78	8,55	0,29	0,133	132,71	200	0,183	20,15	0,77	0,42	0,672	0,362	0,795	0,266	0,51	0,01	0,04	0,12	0,07	0,08	0,05	0,74	3,36	3,09	1,62	1,39	1,44	1,21	1,74	1,70
10-11	82,38	8,15	0,25	0,134	134,02	200	0,183	18,71	0,71	0,44	0,750	0,447	0,931	0,341	0,53	0,01	0,05	0,12	0,08	0,09	0,06	0,68	3,09	2,91	1,39	1,18	1,21	1,00	1,70	1,73
11-12	80,85	11,10	0,24	0,152	151,64	200	0,183	18,33	0,70	0,61	0,816	0,523	1,035	0,415	0,57	0,02	0,05	0,12	0,10	0,12	0,08	0,66	2,91	2,79	1,18	0,99	1,00	0,81	1,73	1,80
12-13	87,42	13,60	0,21	0,168	167,79	200	0,183	17,15	0,65	0,79	0,895	0,620	1,132	0,526	0,58	0,02	0,06	0,12	0,11	0,13	0,10	0,60	2,79	2,84	0,99	0,81	0,81	0,63	1,80	2,03
13-21	117,77	26,40	0,22	0,213	213,31	250	0,228	31,55	0,77	0,84	0,941	0,686	1,172	0,614	0,73	0,03	0,07	0,15	0,16	0,19	0,14	0,62	2,84	1,93	0,42	0,18	0,19	-0,05	2,42	1,75
14-16	93,55	3,00	0,43	0,083	83,23	200	0,183	24,54	0,93	0,12	0,505	0,220	0,530	0,151	0,47	0,01	0,03	0,12	0,04	0,05	0,03	0,90	3,10	2,82	1,90	1,50	1,72	1,32	1,20	1,32
15-16	35,22	3,00	0,43	0,083	83,23	200	0,183	24,54	0,93	0,12	0,505	0,220	0,530	0,151	0,47	0,01	0,03	0,12	0,04	0,05	0,03	0,90	2,65	2,82	1,45	1,30	1,27	1,12	1,20	1,52
16-17	103,57	4,80	0,32	0,105	104,92	200	0,183	21,17	0,81	0,23	0,634	0,323	0,729	0,236	0,51	0,01	0,04	0,12	0,06	0,07	0,04	0,79	2,82	3,29	1,30	0,97	1,12	0,79	1,52	2,32
17-18	84,81	5,60	0,31	0,112	111,83	200	0,183	20,84	0,79	0,27	0,664	0,333	0,780	0,258	0,53	0,01	0,04	0,12	0,06	0,07	0,05	0,76	3,29	2,38	0,97	0,71	0,79	0,53	2,32	1,67
18-19	85,44	7,70	0,26	0,130	130,24	200	0,183	19,08	0,73	0,40	0,729	0,424	0,896	0,321	0,53	0,01	0,05	0,12	0,08	0,09	0,06	0,70	2,38	2,43	0,71	0,49	0,53	0,31	1,67	1,94
19-20	81,46	8,90	0,23	0,1403	140,34	200	0,183	18,07	0,69	0,49	0,766	0,476	0,974	0,368	0,53	0,01	0,05	0,12	0,09	0,10	0,07	0,65	2,43	2,56	0,49	0,30	0,31	0,12	1,94	2,26
20-21	30,90	9,55	0,26	0,1413	141,30	200	0,183	19,04	0,72	0,50	0,781	0,482	0,983	0,374	0,57	0,02	0,05	0,13	0,09	0,10	0,07	0,70	2,56	1,93	0,30	0,22	0,12	0,04	2,26	1,71
21-E	37,60	33,65	0,16	0,2475	247,48	315	0,287	49,98	0,77	0,67	0,850	0,563	1,079	0,458	0,66	0,02	0,08	0,13	0,16	0,18	0,13	0,582	1,93	1,93	0,20	0,13	-0,09	-0,16	1,73	1,80

### 3.8 PLANTA DE TRATAMIENTO

#### 3.8.1 Diseño de tanque Imhoff

Los datos necesarios para el diseño del tanque Imhoff son:

Población futura: 4981 habitantes

Dotación: 180 lt./hab\*día

Tiempo de retorno Hidráulico = 2,00 horas (Norma INEN entre 1,00 a 2,50 horas)

Temperatura: 25°

Longitud de red: 1641m.

El primer cálculo es encontrar el caudal de diseño con la siguiente fórmula:

Q diseño: (Población x Dotación x Coeficiente de retorno)

$$Q_d = (4981 \text{ hab.} \times 180 \text{ lt./hab. día} \times 80\%) / 1000 = 717,26 \text{ m}^3/\text{día} \approx 29,89 \text{ m}^3/\text{hora}.$$

##### 3.8.1.1 Diseño del sedimentador

Para el diseño del sedimentador se debe encontrar el área del sedimentador, para lo cual se divide el caudal de diseño con la carga superficial que es  $1,00 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{hora})$ .

##### - Área del sedimentador

$$AS = \frac{Q}{CS} \text{ Carga Superficial (CS) = } 1,00 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{hora}).$$

$$AS = \frac{290,89 \text{ m}^3/\text{día}}{1,00 \text{ m}^2/\text{hora}} = 29,89 \text{ m}^2.$$

### **Volumen del sedimentador**

Se lo obtiene dividiendo el caudal por el tiempo de retención hidráulica que recomienda la norma IEOS que es entre 1,5 y 2,5 horas, para este proyecto se utilizaran dos horas.

$$VS = (Q \times TRH)$$

$$VS = \left( 29,89 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} \times 2,00 \text{ horas} \right) = 59,78 \text{m}^3.$$

### **Pendiente de fondo del tanque sedimentador**

Según la norma OS.090 el porcentaje a utilizar varía entre el 67 y el 85% y la pendiente de los lados debe ser de 50° a 60°; para el proyecto resultó una pendiente con un Angulo de 53, 13°

$$Pendiente = 90 - \text{tang}^{-1} x (75\%) = 53,13^\circ$$

### **- Longitud del vertedero**

Este cálculo se lo obtiene dividiendo el caudal mayorado para la carga hidráulica, la carga hidráulica recomendada es de 250 m<sup>3</sup>/m x día, para el diseño la longitud del vertedero salió de 10,13m.

$$L_{\text{Vert}} = (Q / Chv)$$

$$Chv = \text{Carga Hidráulica } (250 \text{ m}^3/\text{m} \times \text{día})$$

$$Q_{\text{mayorizado}} = (f_{\text{mayorizado}} * Q_{\text{max}} + Q_{\text{infiltración ilícitas}})$$

$$Q_{\text{mayorizado}} = [3,20 (8,30 \text{ l/seg.} \times 0,08 \text{ l/seg.} + 2,66 \text{ l/seg.})] = 2531,86 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$L_{\text{Vert}} = \left( 2531,86 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) / \left( \frac{250 \text{ m}^3}{\text{m} \times \text{día}} \right) = 10,13 \text{ m}$$

- **B Sedimentador**, para el ancho del sedimentador se consideró 4,00 m.
- **H Sedimentador**, en base a la formula se consideró 3,00 m. de altura del sedimentador.

$$H \text{ Sed} = [B_{\text{sed}} \times \tan(\text{Pendiente fondo sedimentador} \times \pi / 180) / 2]$$

$$H \text{ sed.} = 4,00 \times \tan(53,13^\circ \times \pi / 180) / 2 = 2,67 \text{ m}$$

- **Longitud del Sedimentador**, se obtiene haciendo la relación entre el volumen del sedimentador para un medio de la altura del sedimentador por el ancho.

$$L \text{ sed.} = \frac{\text{Vol. sedimentador}}{\left(\frac{1}{2}\right) \times h \text{ sedim.} \times B \text{ sedim.}}$$

$$L \text{ sed.} = \frac{59,77 \text{ m}^3}{\left(\frac{1}{2}\right) \times 2,67 \text{ m.} \times 4,00 \text{ m.}} = 11,21 \text{ m}$$

$$L \text{ sedimentador} = (B \text{ sedimentador} \times 4) = (4,00 \times 4,00) = 16 \text{ m}$$

- **Velocidad Horizontal**, se obtiene haciendo la relación entre el caudal Q para el producto de la base del sedimentador por la altura del mismo, y además multiplicado por el factor de 0,5.

$$\text{Vel. Horizontal.} = \frac{Q \text{ m}^3/\text{día}}{(0,50) \times B_{\text{sedimentador}} \times H \text{ sedimentador}}$$

$$\text{Vel. Horizontal.} = \left( \frac{717,26 \text{ m}^3/\text{día}}{(0,50) \times 4,00 \text{ m} \times 2,67 \text{ m}} \right) / 86400 \text{ seg} \times 100 = 0,166 \text{ cm/seg}$$

### 3.8.1.2 Diseño del Digestor

Para el diseño del digestor se debe inicialmente calcular el volumen del digestor, lo que a continuación se detalla.

- Volumen de almacenamiento y digestión digester de lodos

$$V \text{ digester} = [70 \times \text{Población} \times \text{Fcr}/1000]$$

Fcr= Factor de capacidad relativa, este valor se elige de la tabla N°. 24 Factor de capacidad relativa y se lo relaciona con la temperatura de las aguas residuales, para el proyecto la temperatura es de 25° por lo que el Fcr. corresponde a 0,50 calculándose de la siguiente manera:

$$V_{\text{digest}} = [70 \times 4981 \times 0,50/1000] = 174,34 \text{ m}^3$$

- Espesor paredes sedimentador (e), se diseña con un espesor de 15cm.
- Ancho Mínimo Espacio Pared Sedimentador al Digester, se considera un metro.
- Comprobación de las áreas= [2 x Ancho mínimo esp. Pared sedim x Lsedimentador]

$$\text{Comprobación de las áreas} = [2 \times 1,00 \times 16,00\text{m}] = 32,00\text{m}$$

- B Digester Total= [B sedimentador + (2x (e)+(2+Ancho pared)]

$$B \text{ Digester Total} = [4,00 + (2 \times 15\text{cm.}) + (2 \times 1,00)] = 6,30\text{m.}$$

- Altura de lodos mínima= (vol. Digester lodos) / [(L sedim, x Bsedim+(2 x espesor pared cm) +(2 x ancho sedim.)

$$\text{Altura de lodos mínima} = [(174,34\text{m}^3) / [16 \times 4 + (2 \times 15/100) + (2 \times 1,00\text{m})]] = 1,73\text{m}$$

- Volumen real de lodos= se lo obtiene multiplicando la Altura de lodos, la Longitud del sedimentador x B digester total.

$$\text{Volumen real de lodos} = [1,73\text{m} \times 16,00\text{m} \times 6,30\text{m}] = 174,34\text{m.}$$

- Borde Libre = El recomendado es entre 0,30 a 0,60, se elige 0,30m

- Espaciamiento entre sedimentador y digestor = 0,50m. según normas IEOSS
- Frecuencia de extracción de lodos = La información se la elige en la tabla N°. 29

Factor carga relativa y digestión de lodos, en base al FCR que es de 0,50 la extracción de lodos corresponde a 30 días.

- Volumen de lodos = Se lo encuentra multiplicando el valor del Fango dirigido húmedo que es 0,26 lt/hab.día por la Población por la frecuencia de la extracción de lodos

$$\text{Volumen de lodos} = [0,26 \text{ lt./hab} \times \text{día} \times 4981 \times 30 \text{ días}] = 38,85 \text{ m}^3.$$

- Altura de lodos =  $[(2 \times \text{vol. Lodos}) / (L \text{ digestor} + B \text{ digestor} - \text{ancho esp. pared})]$

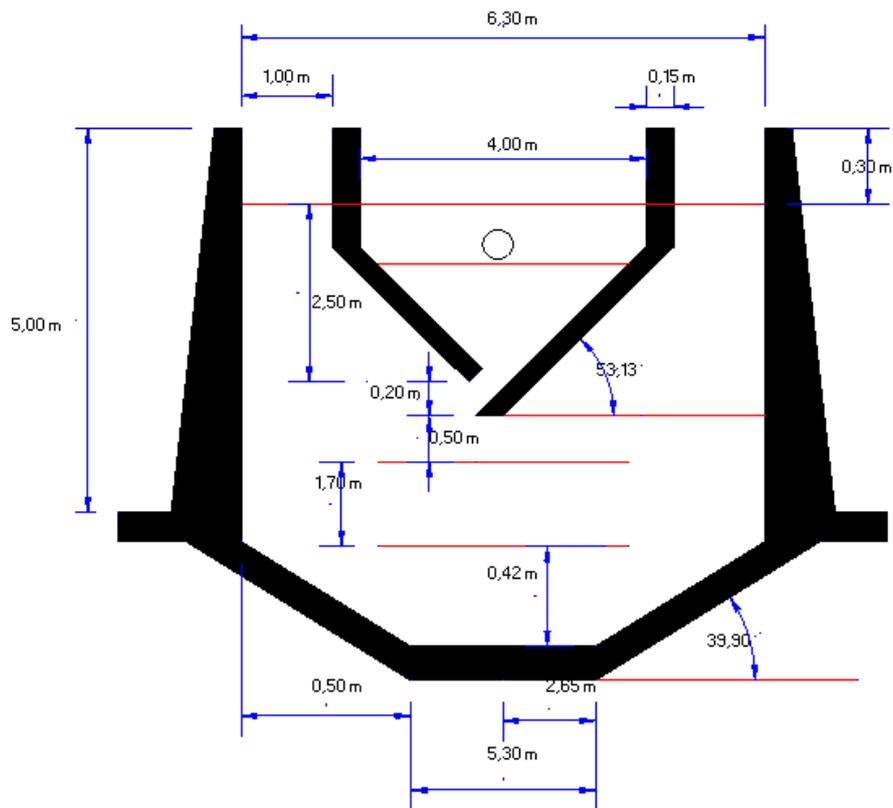
$$\text{Altura de lodos} = [(2 \times 38,85 \text{ m}^3) / 16 \times (6,30 + (6,30 - 1,00))] = 0,42 \text{ m}.$$

- Pendiente de fondo Digestor, se lo obtiene con la siguiente formula:

$$\left[ \text{tang}^{-1} \times \text{Altura de } \frac{\text{lodos}}{0,500} \right] \times \frac{180}{\pi} / 4$$

$$\text{Pendiente de fondo del digestor} = [\text{tang}^{-1} (0,42/0,500)] = 39,90^\circ$$

Figura 30 Corte Transversal Diseño tanque imhoff y digestor



### 3.8.2 Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)

Para el filtro anaerobio de flujo ascendente los datos principales para iniciar el cálculo son la población, la dotación y dos parámetros del agua que permiten ver la cantidad de materia orgánica que tiene, que son la demanda química de oxígeno (D.Q.O) y la demanda biológica de Oxígeno (D.B.O), estos valores se los obtuvo de la tabla de composición típica de agua residual.

Datos:

Población= 4981 habitantes

Dotación: 180 lt/hab x día

D.Q.O = 250,00 mg/lit y D.B.O<sub>5</sub> = 220,00 mg/lit (datos de la Tabla composición Típica del agua residual)

Coeficiente de retorno de A.S.= 80%

## **FILTRO (FAFA)**

Para este proyecto se consideraron dos reactores debido a que el volumen total del filtro era muy elevado para diseñar solo uno.

Para obtener el volumen total del filtro se debe usar la siguiente fórmula:

Volumen total del filtro= [(Población x dotación x coef. Retorno) x( Trh x 1,02)<sup>2/4</sup>]

El Tiempo de retención Hidráulica es 0,50 se lo eligió de la tabla N°. 27 en base a la temperatura y el caudal en l/día.

Vol. Total filtro = [(2491 x 180 x 80% x 0,50 x 1,02)<sup>2/4</sup>] = 91,47m<sup>3</sup>.

- Área horizontal total = [(volumen total filtro / Profundidad útil)]

La Profundidad útil del filtro recomendada es de 4,00 m.

Área horizontal total = [(91,47m<sup>3</sup> / 4m)] = 22,87m<sup>2</sup>

- Diámetro del filtro = [4 x área horizontal total/π]<sup>0,5</sup>

Diámetro filtro = [4 x 22,86/π]<sup>0,5</sup> = 5,40m

## EMPAQUE

Para el diseño del empaque lo primero que se debe obtener es el tiempo de residencia hidráulica, el cual corresponde al promedio de residencia del líquido dentro del filtro, el mismo que se obtiene de la tabla N°. 28 Concentración de materia orgánica y rango de retención hidráulica en base a la concentración de materia orgánica afluyente (DBO<sub>5</sub> total mg/l). Para este diseño la DBO<sub>5</sub> es de 220 mg/l por lo que el tiempo recomendado Td = 5,25 horas, con ese valor se puede calcular el volumen de vacíos con la siguiente formula:

- Vol. Vacíos= [Td x Q m<sup>3</sup>/hora]

$$\text{Volumen de vacíos} = [5,25\text{horas} \times 14,95 \text{ m}^3/\text{hora}] = 78,47\text{m}^3$$

- Volumen empaque = (Vol. Vacíos / porosidad) y la porosidad del material empacado será de 0,40m. grava

$$\text{Vol. empaque} = (78,47/0,40) = 196,17\text{m}^3$$

- Área horizontal total/filtro =  $(\pi \times \text{Diámetro fafa}^2)/4$

$$\text{Área horizontal total/filtro} = [(\pi \times 5,40^2)/4] = 22,87\text{m}^2$$

- Altura del empaque = (Vol. Empaque / área horizontal)

$$\text{Altura del empaque} = (196,17 / 22,87) = 8,58\text{m.}$$

- Altura del empaque seleccionada mínima = 1,20m

- Diámetro máximo =  $(4 \times \text{área horiz.filtro} / \pi)^{0,5}$

- Diámetro máx. =  $(4 \times 22,86\text{m}^2 \times \pi)^{0,5} = 5,40$

- Diámetro seleccionado. = 4,00m

- Área Horizontal real =  $(\pi \times \phi^2)/4$

$$\text{Área Horizontal real} = (\pi \times 4,00^2) / 4 = 12,57 \text{m}^2.$$

- Tiempo de retención hidráulica en cada filtro (Trh) = (Vol. Total del filtro/caudal m<sup>3</sup>/día)

$$\text{Trh} = (91,47 \text{m}^3 / 358,70 \text{ m}^3/\text{día}) = 0,26 \text{ días}$$

- Tiempo de retención hidráulica del filtro (Trh), según la norma lo mínimo es 0,75 días
- Profundidad útil real = se suma la altura del empaque más 0,30cm. De superficie inferior y superior.

$$\text{Profundidad útil real} = (1,20 + 0,3 + 0,3) = 1,80 \text{m}$$

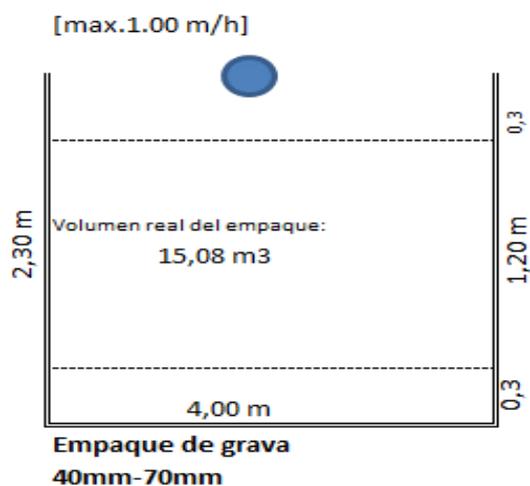
- Volumen útil de cada filtro real = (área horizontal. Real \* Profundidad útil real)

$$\text{Volumen útil de cada filtro real} = (12,57 \text{m}^2 * 1,80 \text{m}) = 22,52 \text{m}^3.$$

- Velocidad superficial = (Q diseño m<sup>3</sup>/hora / área horizontal total del filtro m<sup>2</sup>)

$$\text{Velocidad superficial} = (14,95 \text{m}^3/\text{hora} / 22,87 \text{m}^2) = 0,65 \text{m}^3/\text{hora}$$

Figura 31 Corte Transversal del Filtro Anaerobio de flujo ascendente



### 3.8.3 Lecho de secado

El lecho de secado según los cálculos será de 6,00 metros de ancho por 20,00 metros de largo y 0,75 metros de profundidad; los mismos que se obtuvieron con las siguientes formulas:

Datos:

Población= 4981 habitantes

Q máx.= 33,65 lt/seg.

Contribución per cápita = 90,00 gr.SS/hab.día (recomendado para poblaciones sin alcantarillado); con una temperatura de 25°

- Porcentaje de solidos contenidos en lodo = 10% (recomendado entre 8 – 12%)
- Profundidad de aplicación Ha.= 0,20m (recomendado entre 0,20 – 0,40m)
- Carga de solidos (C) = (Población x Contribución per-cápita)

$$C = \frac{4981 \times 90 \text{ gr. SS./hab. dia}}{1000} = 448,29 \text{ Kg SS/día}$$

- Masa de sólidos en lodos (Msd)= [(0,5\*0,7\*0,5)\*C+(0,5\*0,3)\*C]

$$Msd=[(0,5*0,7*0,5)*448,29 \text{ kg SS/día } ]+[(0,5*0,3)* 448,29 \text{ kg SS/día}]= 145,69 \text{ kg}$$

SS/día

- Densidad de los lodos = 1,04 kg/lt.
- Vol. Diario de lodos digeridos (Vld) [Msd /( densidad lodos x lodos contenidos%)]

$$Vld = \frac{145,69 \text{ kg SS/dia}}{1,04 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \times 10\%} = 1400,91 \text{ m}^3$$

- Vol. De lodos a extraer (Vel)=

$$\text{Vel} = \frac{\text{Vol. diario de solidos x digestion de lodos dias (Fcr)}}{1000}$$

$$\text{Vel} = \frac{1400,91\text{m}^3 \times 30 \text{ dias}}{1000} = 42,03 \text{ m}^3$$

- Área del lecho del secado (Vel/Ha) = [vol. Lodos / prof. Aplicación Ha.]

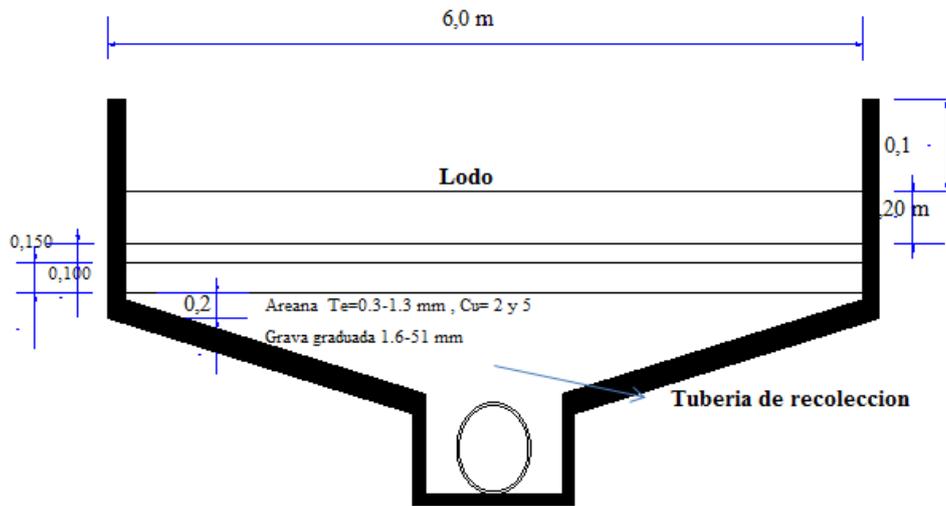
$$\text{Area lecho secado} = \frac{42,03\text{m}^3}{0,20\text{m}} = 210,14 \text{ m}^2$$

- Ancho del lecho de secado = 6 (recomendado entre 3 y 6m)

- Longitud del lecho de secado= Long. lecho secado =  $\frac{\text{Area lecho secado}}{\text{Ancho Lecho secado} \times 0,3}$

$$\text{Long. lecho secado} = \frac{210,14\text{m}^2}{6,00\text{m} \times 0,3} = 116,74 \text{ m}$$

Figura 32 Corte Transversal Lecho de secado



### 3.8.4 Diseño del tanque clorador

Para obtener el volumen del tanque se multiplica el caudal por el tiempo de retorno ( $T_r$ ) que es de media hora; el volumen que se obtuvo es de  $60,57\text{m}^3$ . Con el volumen se calcula el área del tanque que  $20,20\text{ m}^2$ .

$$V = Qm^3 \times Tr$$

$$V = 121,14\text{ m}^3h \times 0,50h = 60,57\text{ m}^3$$

Área del tanque

$$A = \frac{V}{H} \quad L = \sqrt[2]{A}$$

$$A = \frac{60,57\text{m}^3}{3\text{m}} = 20,2\text{m}^2$$

$$L = \sqrt[2]{20,2} = 4,5\text{m}$$

### 3.8.5 Potencia de Bomba sumergible

Es necesario que se puedan impulsar las aguas residuales hacia el tanque imhoff por lo que se usara una bomba sumergible, para lo cual se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Pot} = \frac{Q \times H}{75 \times 0,7}$$

$$\text{Pot} = \frac{33,65 \frac{\text{l}}{\text{seg}} \cdot X 3\text{m.}}{75 \times 0,7} = 1,92 \approx 2 \text{ Hp.}$$

Diámetro de la tubería de impulsión

$$\varnothing_{\text{tub. imp.}} = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q \text{m}^3/\text{seg}}{\pi \times \text{vel} \frac{\text{m}}{\text{seg}}}}$$

$$\varnothing_{\text{tub. imp.}} = \sqrt[2]{\frac{4 \times 0,03365 \text{m}^3/\text{seg}}{\pi \times 2 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}}$$

$$= 0,146\text{m} \quad 0,146\text{m}$$

$$\varnothing_{\text{tub. imp.}} 0,146\text{m} = 14,64\text{cm} = 5,76" \approx 6"$$

## CAPITULO IV

### 4 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Para este proyecto se ha realizado un presupuesto referencial, el cual servirá para que el municipio de Durán planifique sus inversiones anuales y pueda beneficiar al sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos con la instalación de las redes primarias, secundarias y terciarias de aguas servidas y un tratamiento de dichas aguas antes de su descarga final. Los costos se han tomado de la revista de la cámara de la construcción y lista de costos de interagua.

En la tabla 30 se muestra el resumen del presupuesto referencial del proyecto, y el presupuesto completo está en el anexo 12:

Tabla 30 Resumen del Presupuesto

<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	TRABAJOS PRELIMINARES	6.295,48
2	RED DE COLECTORES, TIRANTES, RAMALES	422.105,39
3	TRABAJOS PRELIMINARES PLATA DE TRATAMIENTO	5831,50
4	TANQUE IMHOFF	111.602,34
5	LECHO DE SECADO DE LODOS	11.100,53
6	FILTRO CIRCULAR ANAEROBIO	25.677,43
7	FILTRO CLORADOR	16.094,92
8	MEDIDAS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD	19.157,34
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 616.864,93</b>

## CONCLUSIONES

El proyecto que se ha elaborado va a mejorar la salubridad de 2940 habitantes que existen actualmente en el sector 4 de la Cooperativa Héctor Cobos, debido a que los moradores dejaran de usar los pozos sépticos o letrinas, arrojar las aguas del lavado de platos y ropa a sus patios y/o calles, ya que tendrán implementado un sistema eficiente de alcantarillado, lo cual reducirá la contaminación de los suelos y con ello se evitaran las plagas y otras enfermedades producto de la insalubridad.

Este proyecto se lo realizo para una población futura de 4981 habitantes, con una vida útil de 20 años, donde resulto un caudal de diseño de 33,65 litros/seg; dicho proyecto se lo diseñó con cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario, como son: las cajas domiciliarias, ramales domiciliarios, tirantes y colectores los mismos que recogerán las aguas residuales para encausarlas hacia una planta de tratamiento. En total se diseñaron 21 tramos de colector principal con una longitud de 1640 metros aproximadamente con sus 21 cámaras de registro las mismas que servirán para sus respectivos mantenimientos.

Es necesario destacar que en el diseño del sistema de recolección de las aguas servidas se usaron pendientes normales debido a que el terreno del proyecto es plano, lo cual garantiza que se cumpla con las fuerzas tractivas impidiendo la formación de sólidos en el interior de las tuberías.

La planta de tratamiento está compuesta por un tanque Imhoff, lecho de secado, filtro Anaerobio de flujo Ascendente, por ultimo antes de la descarga final tiene el proceso de desinfección con cloro; este conjunto de infraestructuras garantiza que la descarga final no

afecte al cuerpo receptor, ya que se cumple con las normas establecidas para este tipo de diseños principalmente las Normas INEN y las que exige la legislación ambiental ecuatoriana.

Es necesario indicar que el lugar donde se ha diseñado la planta de tratamiento son terrenos baldíos, por lo que no se está afectando ninguna especie en extinción ni fue necesario hacer expropiación de predios que afecte a los moradores.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para el proceso constructivo se consideren las medidas ambientales y de seguridad que se detallan en el presupuesto referencial, las cuales servirán para reducir el impacto ambiental que se produce en el momento de ejecutar la obra. También debe realizar una matriz de riesgos para prevenir o atenuar cualquier impacto al medio ambiente, la cual se debe cumplir de manera obligatoria

La construcción de la Planta de Tratamiento se debe hacer a la par con la instalación de los colectores de aguas servidas, de esta manera se podrá garantizar que no se descarguen las aguas servidas a la red mientras no esté funcionando la planta de tratamiento.

Se deben hacer las pruebas de laboratorios necesarias para obtener la composición de las aguas residuales del sector y esos valores adaptarlos al diseño definitivo.

## BIBLIOGRAFIA

(s.f.). Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/)

Asociación Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. (30 de 10 de 1997). *ABNT*. Obtenido de [https://acguasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](https://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)

CHINCHILLA, M. (2013). *PREZI*. Obtenido de [https://prezi.com/gjk7cpq\\_wao8/tanques-imhoff/](https://prezi.com/gjk7cpq_wao8/tanques-imhoff/)

CONAGUA. (2016). Obtenido de <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>

DocSLIDE. (2014). *DOC.SLIDE*. Recuperado el 2016, de <http://documents.tips/documents/poblacion-futura-55edcfaf0a417.html>.

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001\\_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001\\_15-03-2015\\_09-33-07.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001_15-03-2015_09-33-07.pdf). (2015). Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001\\_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001\\_15-03-2015\\_09-33-07.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001_15-03-2015_09-33-07.pdf)

<http://blog.espol.edu.ec/maberive/distribucion-geografica/>. (s.f.). Obtenido de

<http://blog.espol.edu.ec/maberive/distribucion-geografica/>

IEOS. (18 de 08 de 1992). *SECRETARIA DEL AGUA*. (S. D. AGUA, Ed.) Recuperado el 2016, de [www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)

INEN C.E.C. (1992). *INEN*. Recuperado el 2016, de <https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.1.1992>

INTERAGUA. (2015). *MANUAL DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO*. GUAYAQUIL.

López, Ricardo Alfredo. (2009). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. COLOMBIA: Escuela Colombiana de Ingeniería.

maberive. (2017). *blog.espol.edu.ec*. Obtenido de <http://blog.espol.edu.ec/maberive/distribucion-geografica/>

Martinez, E. J. (14 de 03 de 2016). *tipos alcantarillado sanitario*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/joshuasuz/tipos-alcantarillado-sanitario-ing-elder-josue-martinez-la-paz-honduras>

Metcalf & Eddy. (1995). *Ingenieria de Aguas residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. (2013). *SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Recuperado el 2017, de BLOG DEL AGUA: <http://blogdelagua.com/wp-content/uploads/2013/01/aguas-servidas-ctp.pdf>

Ochoa, C. (11 de noviembre de 2013). *netquest*. Recuperado el 2016, de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito>

Organizacion Panamericana de la Salud. (2010). *INAA INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO*. Obtenido de

<http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/documentos-tecnicos/Guia%20para%20el%20Diseno%20de%20Tanque%20septico-%20Tanque%20Imhoff%20y%20Lagunas%20de%20estabilizacion.pdf/view>

RAS 2000. (2012). *SLIDESHARE*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/lilianahernandezalarcon/7-tratamiento-deaguasresiduales>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. (2012). *NORMAS OS.90*.

(AREQUIPA, Ed.) Obtenido de

<http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

rivera, m. b. (2013). *BLOG DURAN*. Obtenido de [blog.espol.edu.ec/maberive/distribucion-geografica](http://blog.espol.edu.ec/maberive/distribucion-geografica)

RODRIGUEZ, W. (2015). *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*. Recuperado el 2017, de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4738/1/96T00317%20UDCTFC.pdf>

S.N. (2016). *UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE*. Recuperado el 2017, de

[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/construccion/urbanizacion/html/glosario.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/glosario.html)

*slideshare*. (s.f.). Obtenido de <https://es.slideshare.net/julietahidalgotorres27/hidalgo-julietta-aporte-individual-48538367>.

SNI. (2015). *PORTAL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION (SNI)*. Obtenido de

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001\\_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001\\_15-03-2015\\_09-33-07.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001_15-03-2015_09-33-07.pdf)

SNI, S. (2015). *PORTAL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION (SNI)*. Obtenido de

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001\\_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001\\_15-03-2015\\_09-33-07.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0960001890001_PDOT%20Dur%C3%A1n%20Diagn%C3%B3stico%200960001890001_15-03-2015_09-33-07.pdf)

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL

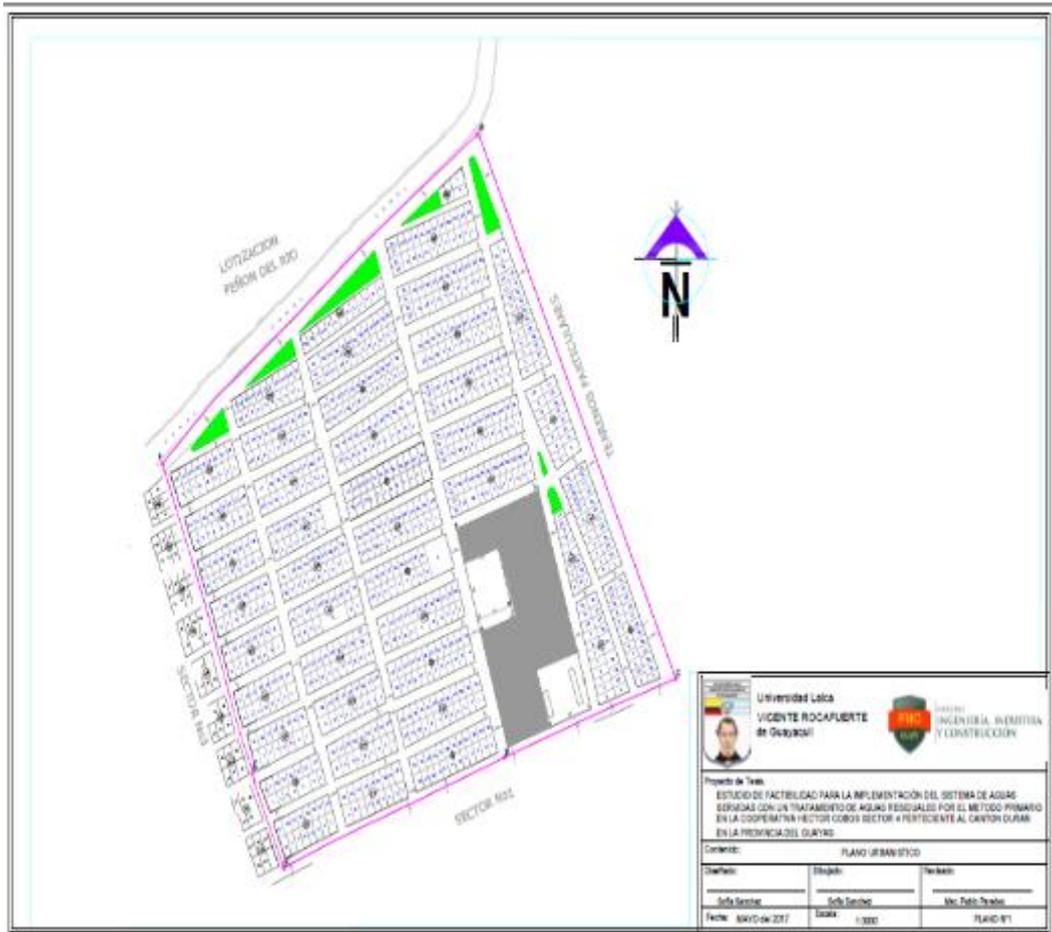
AMBIENTE. (04 de NOVIEMBRE de 2015). *MINISTERIO DEL AMBIENTE*.

Obtenido de [www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/.../LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/.../LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf)

# **ANEXOS**

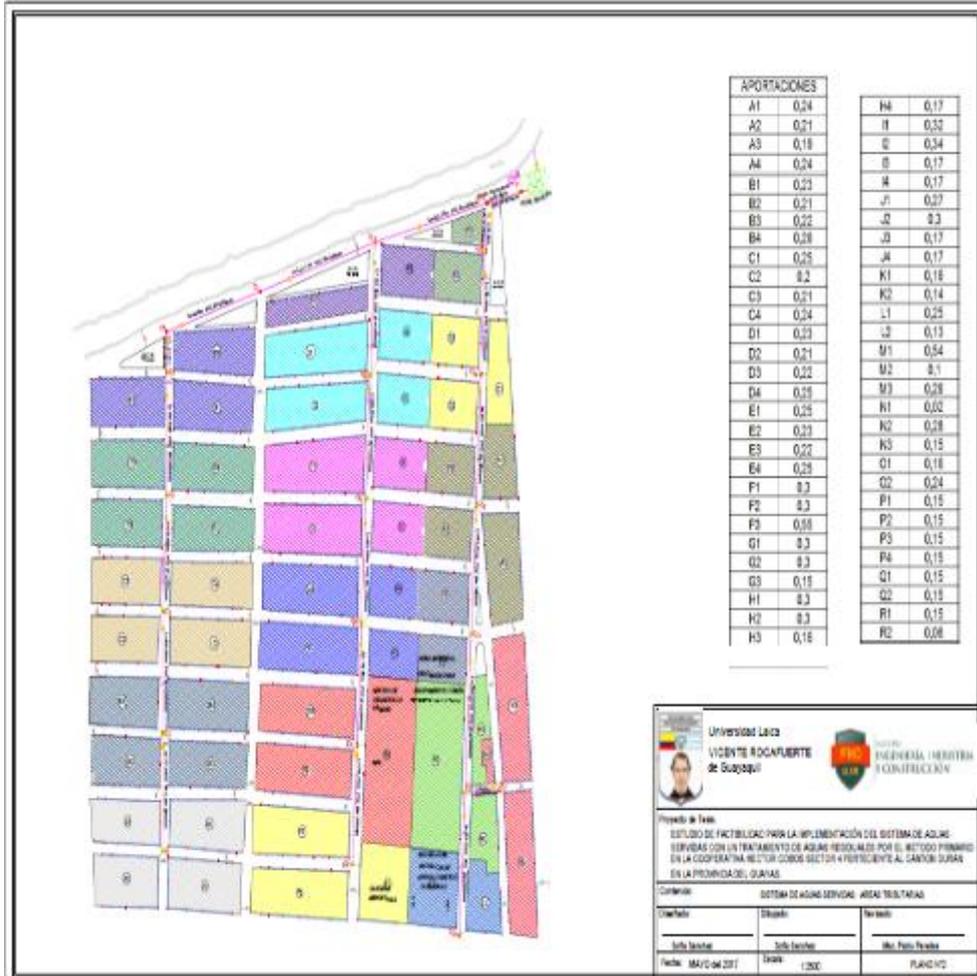
# ANEXO 1

## URBANISTICO DE LA COOPERATIVA HECTOR COBOS



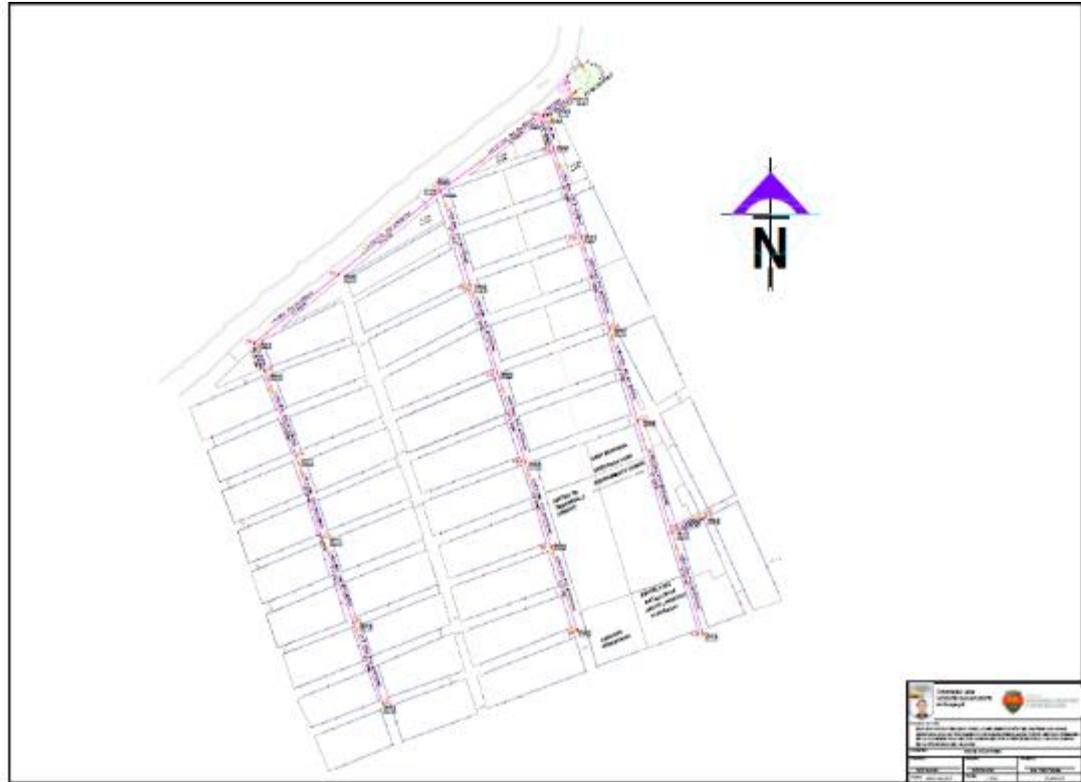
## ANEXO 2

### AREAS TRIBUTARIAS



# ANEXO 3

## DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS SERVIDAS



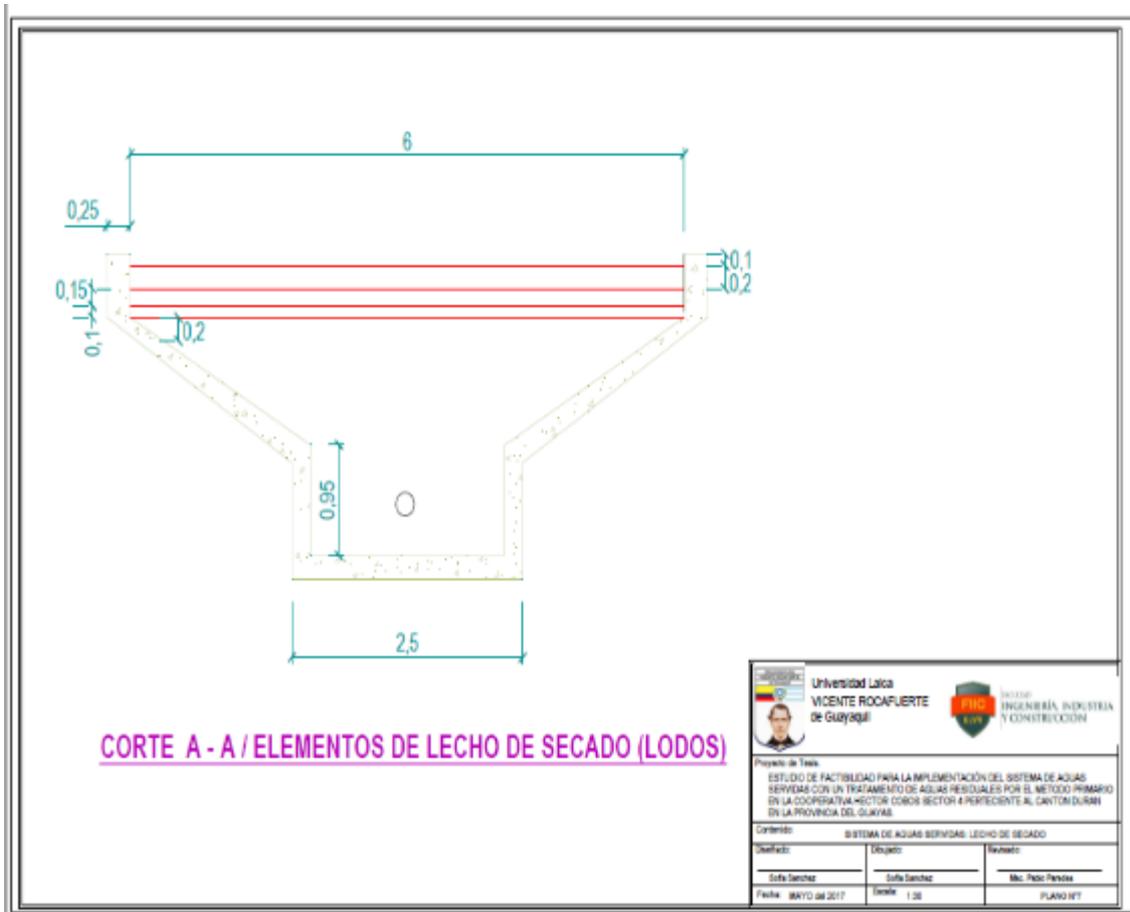






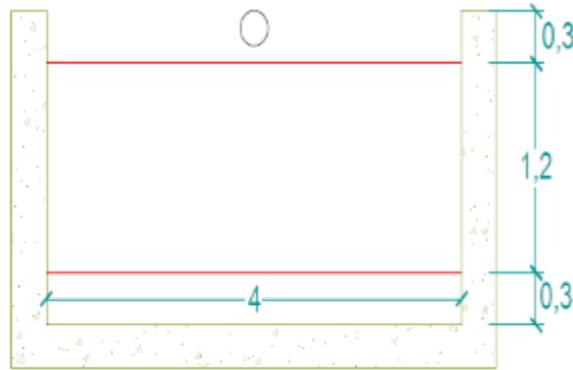
# ANEXO 7

## DISEÑO LECHO DE SECADO



## ANEXO 8

### DISEÑO FILTRO ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE



### CORTE A - A / ELEMENTOS DE FILTRO BIOLÓGICO

	Universidad Lata VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil		INIAP INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
Proyecto de Tesis:			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES CON UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR EL METODO PRIMARIO EN LA COOPERATIVA HECTOR COBOS SECTOR 4 PERTENECIENTE AL CANTON DURAN EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS			
Contenido: SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES FILTRO ANAEROBICO PARA			
Diseño:	Dibujo:	Revisado:	
Sofía Sanchez	Sofía Sanchez	Msc. Pacho Paredes	
Fecha: 06/10 de 2017	Folio: 126	PLANO N°5	

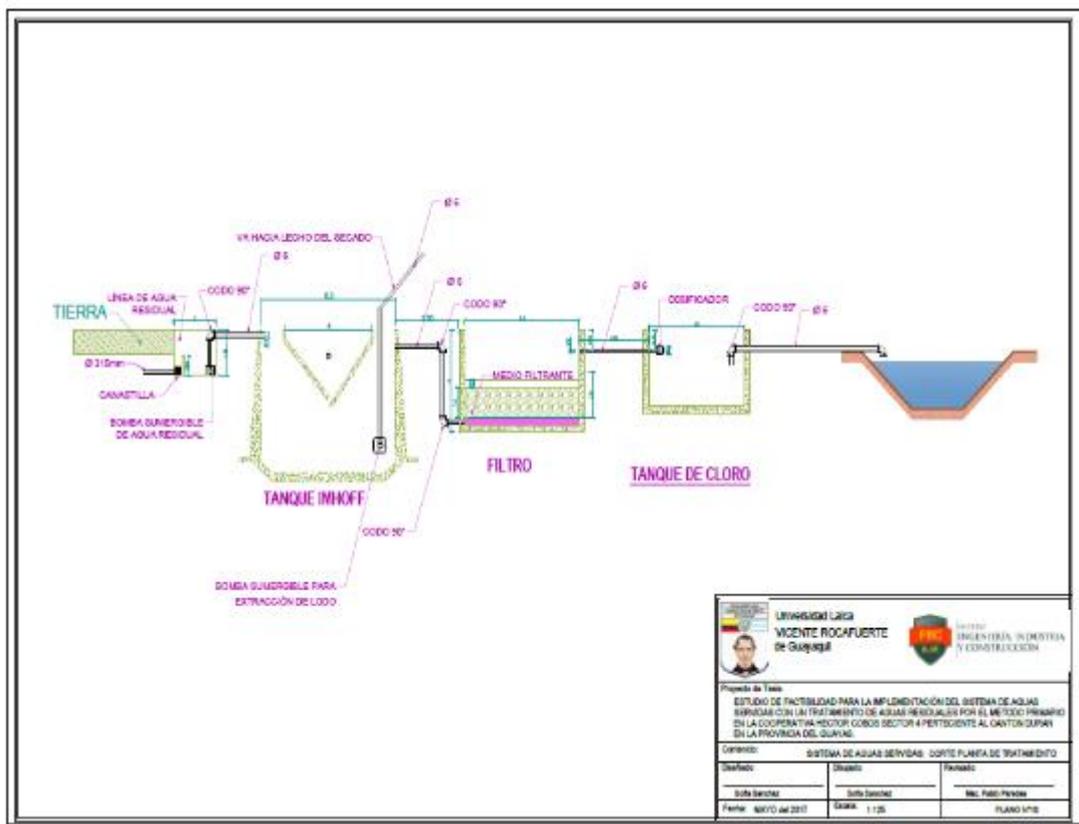
# ANEXO 9

## DISEÑO DE TANQUE DE DESINFECCION



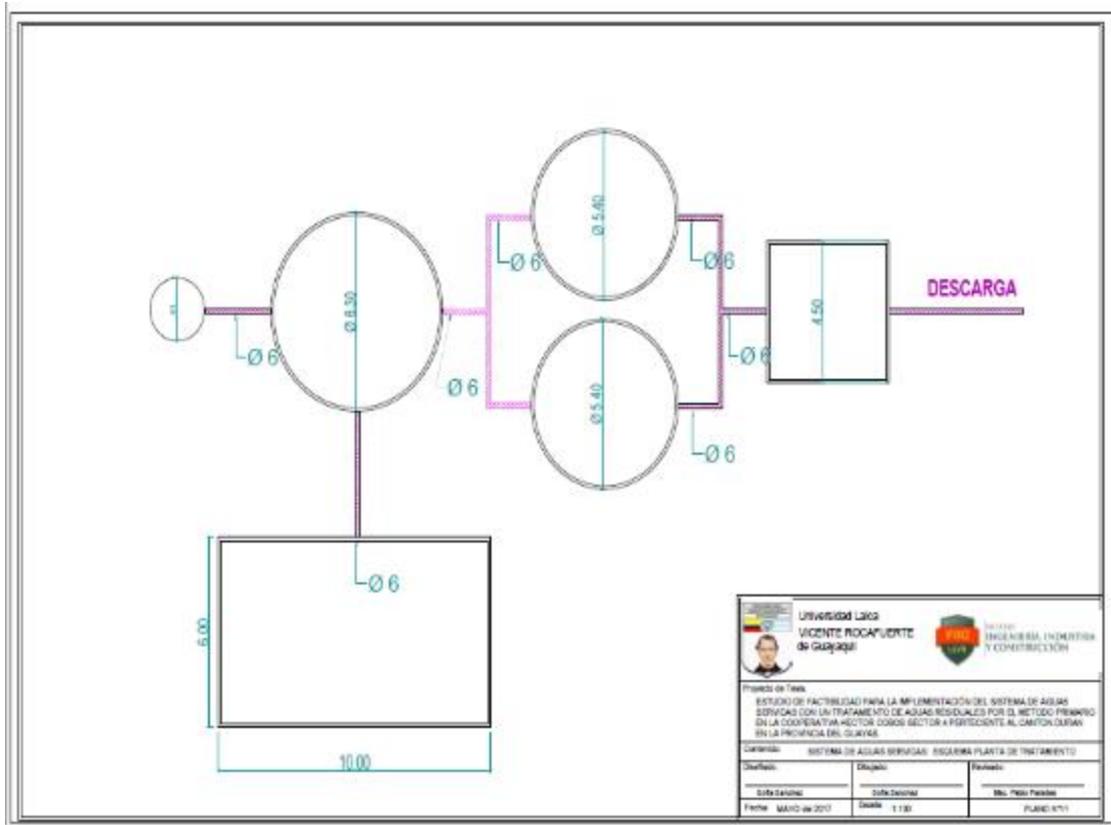
# ANEXO 10

## PLANTA DE TRATAMIENTO



# ANEXO 11

## ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



## ANEXO 12

## PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

## PRESUPUESTO REFERENCIAL

Estudio de factibilidad para implementación del sistema de aguas servidas con un tratamiento primario de las aguas residuales

Ubicación: Cooperativa Hector Cobos, sector 4

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>A</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES - REDES SANITARIAS</b>				
1	Caseta de bodega	Global	1,00	950,00	950,00
2	Contenedores (oficina)	Global	1,00	2.500,00	2.500,00
3	Preparación del sitio, replanteo de la obra para instalaciones de tuberías	m.	9.812,00	0,29	2.845,48
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 6.295,48</b>
<b>B</b>	<b>RED DE COLECTORES, TIRANTES, RAMALES</b>				
1	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2,00M DE PROFUNDIDAD DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(incluye esponjamiento)	m3	1.112,41	2,87	3.192,62
2	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 -220 MM. PARA COLECTOR	m3	333,72	4,03	1.344,90
3	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 -220 MM. PARA COLECTOR	m	1.486,00	2,32	3.447,52
4	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 250 MM. PARA COLECTOR	m	118,00	2,99	352,82
5	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 315 MM. PARA COLECTOR	m	38,00	3,82	145,16
6	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 220 MM, D INTERIOR 200 MM SERIE 5(*)	m	1.486,00	6,47	9.614,42
7	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 250 MM, D INTERIOR 228 MM SERIE 5(*)	m	118,00	9,00	1.062,00
8	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 315 MM, D INTERIOR 287 MM SERIE 5(*)	m	38,00	13,57	515,66
9	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 - 220 MM.	m.	1.486,00	1,46	2.169,56
10	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 250 MM.	m.	118,00	1,79	211,22
11	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 315 MM.	m.	38,00	2,11	80,18
12	REPLANTILLO DE ARENA	m3	328,40	14,18	4.656,71
13	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR	m3	778,687	5,26	4.095,89
14	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	m3	333,723	12,36	4.124,82
15	BOMBEO DE D=3".	Día	34	44,33	1.507,22
16	Construcción de cámara Tipo I, D = 900mm, hasta 2.5m de altura, circular, incluye tapa de hormigón	U	20,00	3.861,90	77.238,00
17	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2,00M DE PROFUNDIDAD TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 -220 MM. PARA TIRANTE	m3	432,00	2,87	1.239,84
18	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 -220 MM. PARA TIRANTE	m.	363	2,27	824,01
19	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 220 MM, D INTERIOR 200 MM SERIE 5(*)	m	363	6,47	2.348,61
20	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 200 - 220 MM.	m.	360	1,46	525,60
21	REPLANTILLO DE ARENA	m3	72,6	14,18	1.029,47
22	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR	m3	129,6	5,26	681,70
23	BOMBEO DE D=3".	Día	9	44,33	398,97
25	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 160 MM -175 mm. PARA RAMAL DOMICILIARIO	m.	7807	2,06	16.082,42
26	TUBO PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D EXTERIOR = 160 MM, D INTERIOR 146 MM SERIE 6	m.	7807	4,24	33.101,68
27	CAJA DOMICILIARIA PREFABRICADA DE H.S. INCLUYE TAPA, F'c = 280 KG/CM2, ø 500 MM. DE 1,01 A 1,90 M.	u.	818	177,37	145.088,66
28	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2,00M DE PROFUNDIDAD DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(incluye esponjamiento)	m3	5.933,33	2,87	17.028,66
29	TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 160 -175 MM.	m3	5.933,33	4,03	23.911,32
30	REPLANTILLO DE ARENA	m3	593,33	14,18	8.413,42
31	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL DEL LUGAR	m3	5181,02	5,26	27.252,17
32	PERFILADA DE HORMIGÓN SIMPLE EN ACERA	m.	1398	3,27	4.571,46
33	ROTURA DE HORMIGÓN SIMPLE DE E=0,10M A MANO.	m2	489,3	4,19	2.050,17
34	REPOSICIÓN DE HORMIGÓN SIMPLE E=0,10M, F'c=210 KG/CM2.	m2	489,3	18,99	9.291,81
35	BOMBEO DE D=3".	Día	130	44,33	5.762,90
36	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC RIGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA D = 160-175 MM	m.	7807	1,12	8.743,84
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 422.105,39</b>

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>C</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES - PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				
1	Limpieza y Desbroce (Planta de tratamiento)	m2	375,00	1,08	405,00
2	Trazado y replanteo	m2	375,00	1,44	540,00
3	Cerramiento perimetral con 2.5 de altura malla y tuberías galvanizadas de 2" y con tres hileras de alambre de protección	m	80,00	42,09	3.367,20
4	Puerta de entrada principal de 4 m de ancho y 2.5 m de alto con malla y tubo de 2" galvanizado	m2	10,00	51,93	519,30
5	Instalaciones eléctricas	Global	1,00	1.000,00	1.000,00
				<b>Subtotal</b>	<b>\$5.831,50</b>
<b>D</b>	<b>TANQUE IMHOFF</b>				
1	Excavación a máquina mayor a 3.50m de altura	m3	971,10	3,86	3.748,45
2	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	m3	416,70	12,36	5.150,41
3	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(incluye esponjamiento)	m3	971,10	4,03	3.913,53
4	Transporte de material importado	m3/km	1.010,70	0,32	323,42
5	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 3.51 HASTA 5.00 METROS DE PROFUNDIDAD	m2	368,2	17,57	6.469,27
6	Provisión e instalación de tubería para alcantarillado norma INEN 2059 Tipo B de 200 mm	ml	12,00	18,37	220,44
7	HORMIGÓN SIMPLE F'c = 280 KG/CM2 PARA ESTRUCTURAS MAYORES A 3.01 METROS DE ALTURA CON ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE-ACELERANTE 1% DEL PESO DEL CEMENTO, ADITIVO EN POLVO CON SILICE FUME 5 % DEL PESO DEL CEMENTO Y, 1 LT DE INHIBIDOR DE CORROSIÓN ( INCLUYE ENCOFRADO ).	m3	62,82	353,25	22.191,17
8	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	21.709,33	2,51	54.490,42
9	Mejoramiento de los accesos al tanque Imhoff con material importado tendido, hidratado y compactado	m3	59,40	34,75	2.064,15
10	Bombas sumergibles, (incluye accesorios 2 bombas un adaptador de descargas ejes y tomas)	Gbl.	1,00	2.500,00	2.500,00
11	Bombas sumergibles de lodos (incluye accesorios adaptador de descargas, ejes y tomas)	Gbl.	1,00	1.500,00	1.500,00
12	Tablero de control para 3 bombas con arranque electrónico	u	1,00	4.254,23	4.254,23
13	Canastilla de varillas de acero inoxidable para retención de sólidos	u	1,00	600,00	600,00
14	Polea para cadena de canastilla	u	1,00	325,00	325,00
15	Polea para cadena de bomba	u	1,00	325,00	325,00
16	Trolley para polea de bomba	u	1,00	266,00	266,00
17	Trolley para polea para canastilla	u	1,00	266,00	266,00
18	BOMBEO DE D=3".	Día	45	44,33	1.994,85
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 110.602,34</b>
<b>E</b>	<b>FILTRO CIRCULAR ANAEROBIO (DOS UNIDADES)</b>				
1	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 3.50M DE PROFUNDIDAD	m3	157,08	3,21	504,23
2	Relleno con material importado (cascajo)	m3	56,56	17,69	1.000,55
3	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(incluye esponjamiento)	m3	157,08	4,03	633,03
4	Transporte de material importado	m3/km	565,60	0,32	180,99
5	TABLAESTACA METÁLICA PARA EXCAVACIONES A PARTIR DE 3.51 HASTA 5.00 METROS DE PROFUNDIDAD	M2	144,00	17,57	2.530,08
6	Hormigón simple F'c=240 kg/cm2 , inc. Impermeabilización	m3	18,28	315,48	5.766,97
7	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	1.912,12	2,51	4.799,42
8	Encofrado y desencofrado	m2	201,06	42,00	8.444,52
9	Relleno con grava de 40mm - 70mm para filtro	m3	7,54	35,45	267,29
10	Provisión e instalación de tubería para alcantarillado norma INEN 2059 Tipo B de 200 mm	ml	12,00	18,37	220,44
11	BOMBEO DE D=3".	Día	30	44,33	1.329,90
				<b>Subtotal</b>	<b>\$ 25.677,43</b>

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>F LECHO DE SECADO DE LODOS</b>					
1	Excavación a máquina hasta 2.00m de altura	m3	31,50	2,91	91,67
2	Relleno con material importado (cascajo)	m3	6,30	17,69	111,45
3	Desalojo de material de 0.01km a 5km (incluye esponjamiento)	m3	31,50	3,88	122,22
4	Transporte de material importado	m3/km	252,00	0,32	80,64
5	Hormigón simple Fc=240 kg/cm2	m3	13,40	315,48	4.227,43
6	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	297,30	2,51	746,22
7	Encofrado y desencofrado	m2	105,00	42,00	4.410,00
8	Relleno con arena de 0.3 -1.3mm Cu=2 y 5	m3	6,30	15,96	100,55
9	Relleno con piedra triturada de 3/4" a 2"	m3	12,60	28,94	364,64
10	Ladrillo	u	3.175,00	0,25	793,75
11	Tubo PVC corrugado drenaje perforado D=160mm	ml	6,00	8,66	51,96
				Subtotal	\$ 11.100,53
<b>G FILTRO CLORADOR</b>					
1	Excavación a máquina mayor a 2.00m hasta 3.50m de altura	m3	60,75	2,99	181,64
2	Relleno con material importado (cascajo)	m3	20,25	17,69	358,22
3	DESALOJO DE MATERIAL DE 5,01 KM. A 10 KM.(incluye	m3	60,75	4,03	244,82
4	Transporte de material importado	m3/km	202,50	0,32	64,80
5	Hormigón simple Fc=240 kg/cm2, inc. Impermeabilización	m3	18,90	315,48	5.962,57
6	Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm2	kg	225,84	2,51	566,86
7	Encofrado y desencofrado	m2	148,00	42,00	6.216,00
8	Clorizador	u.	1,00	2.500,00	2.500,00
				Subtotal	\$ 16.094,92
<b>H MEDIDAS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD</b>					
1	CONTROL DE POLVO ( AGUA )	m3	500,00	3,06	1.530,00
2	MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO	HORA	24	17,85	428,40
3	MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO PM10 Y PM 2,5	HORA	24	31,88	765,12
4	MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE NOX, SO2, CO2	HORA	24	38,25	918,00
5	BATERIAS SANITARIAS	MES	3	153	459,00
6	INSTRUCTIVOS AMBIENTALES	u.	500	3,06	1.530,00
7	REUNIONES INFORMATIVAS	u.	3,00	1.631,50	4.894,50
8	EVENTOS DE CAPACITACIÓN PARA FISCALIZADORES Y A PERSONAL DEL CONTRATISTA	u.	3,00	340,00	1.020,00
9	PELIGRO HOMBRE TRABAJANDO	u.	24	59,16	1.419,84
10	PASOS PEATONALES	u.	12	260,44	3.125,28
11	VALLAS ( LIVIANAS )	u.	24	21,25	510,00
12	BARRERAS DE HORMIGON TIPO NEW JERSEY	u.	12	213,1	2.557,20
				Subtotal	\$ 19.157,34
<b>TOTAL (Subtotal A+B+C+D+E+F+G+H)=</b>					<b>\$ 616.864,93</b>

## ANEXO 13

# OFICIO DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE DURAN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

No: EMAPAD-EP-GG-2016-0099-OF



Oficio Nro. EMAPAD-EP-GG-2016-0099-OF

Durán, 30 de marzo de 2016

**Asunto:** Respuesta solicitud colaboración e información para realizar la tesis en un sector o cooperativa que necesite estudios y diseños de agua potable y alcantarillado.

Egresada  
Sofía Alexandra de los Angeles Sánchez Estrada  
Estudiante  
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
En su Despacho

De mi consideración

En atención al Oficio s/n con fecha 21 de diciembre de 2015, suscrito por Usted, en calidad de Egresada de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, en el cual *solicita colaboración con toda la información necesaria para poder realizar la tesis, en un sector o cooperativa del Cantón Durán que necesite el estudio y diseño de alcantarillado sanitario de aguas lluvias o de agua potable.*

Al respecto, me permito comunicar a Usted que de acuerdo al informe emitido por la Dirección Técnica de la Empresa, adjunto en Memorando Nro. EMAPAD-EP-2016-0102-ME, se indica que de acuerdo al análisis se ha determinado poner a su disposición el sector de la Cooperativa "HECTOR COBOS", conocida como el "Arbolito", para que se realicen los Estudios y Diseños de los Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado Pluvial o Alcantarillado Sanitario, esta Cooperativa consta de 4 sectores, los mismos que carecen de los Sistemas Hidrosanitarios que se detallan:

- Sector 1: No dispone Sistema de Agua Potable, ni Sistema de Alcantarillado Sanitario.
- Sector 2: No dispone de Sistemas de Alcantarillado Sanitario.
- Sector 3: No dispone de Sistemas de Alcantarillado Sanitario.
- Sector 4: No dispone Sistema de Agua Potable, ni Sistema de Alcantarillado Sanitario.

Cabe recalcar que la EMAPAD-EP le proporcionará toda la información necesaria para que realice los Estudios y Diseños de uno de los Sistemas Hidrosanitarios de la Cooperativa "HECTOR COBOS", esta información será entregada en archivos AutoCAD2015 y PDF.

Así mismo, la EMAPAD-EP pone de manifiesto que en la actualidad el Estudio y Diseño esencial para la Empresa, sería de los Sistemas de Agua Potable de la Cooperativa Héctor Cobos, Sectores 1 y 4".

Por lo expuesto, se pone a su consideración la propuesta realizada por la Empresa, y de contar con su aceptación se solicita lo realice por escrito y con el compromiso que se entregará un original de los Estudios y Diseños a la Empresa, así como un ejemplar de la tesis.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes:

Atentamente,

Ing. Carlos Julio Jaramillo Vintimilla  
GERENTE GENERAL



Cda. Abel Gilbert 3 Bloq. C32-C33 Frente al Municipio de Durán  
Teléfonos: (04) 2550482 / 2552529  
[www.emapad.gob.ec](http://www.emapad.gob.ec)



**EMAPAD-EP**  
GERENCIA GENERAL

**Oficio Nro. EMAPAD-EP-GG-2016-0099-OF**

**Durán, 30 de marzo de 2016**

**Referencias:**

- EMAPAD-EP-DT-2016-0102-ME

**Anexos:**

- sistema de aguas lluvia hectar cobos.pdf
- sistema de agua potable hectar cobos.pdf
- memorando n° emapad-ep-ip-2016-042-me emitido por lng báquero.pdf

ky

## ANEXO 14: LÍMITES DE DESCARGA AL CUERPO RECEPTOR

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:  
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real <sup>1</sup>	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1000
Sulfuros	S <sup>2-</sup>	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

<sup>1</sup> La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:** Estudio de factibilidad para la implementación del sistema de aguas servidas con un tratamiento de las aguas residuales por el método primario, en la Cooperativa Héctor Cobos sector 4, ubicado en el Cantón Durán.

<b>AUTOR/ES:</b> SOFIA ALEXANDRA DE LOS ANGELES SANCHEZ ESTRADA	<b>TUTOR:</b> MSc. Pablo Paredes Ramos
	<b>REVISORES:</b> MSc. Ing. July Herrera MSc. Alex Salvatierra MSc. José Delgado
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte	<b>FACULTAD:</b> Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción
<b>CARRERA:</b> ING. CIVIL	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>No. DE PÁGS:</b> 109
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b> ING. CIVIL	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> INGENIERIA SANITARIA	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Implementación, Aguas servidas, tratamiento	
<b>RESUMEN:</b> Por medio del proyecto se pudo elaborar un diseño sanitario de las redes de aguas residuales donde las cotas del terreno sean las favorables para que a gravedad estas sean encausadas a los ramales domiciliarios, tirantes y luego a los colectores principales; para poder realizar este proyecto se investigó la población actual y se elaboró el diseño para una vida útil con un periodo de 20 años, siguiendo las normas que se utilizan para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. También se seleccionó un tratamiento de aguas residuales que cumpla con los estándares recomendados para reducir la contaminación ambiental y que los habitantes del sector tengan una mejor calidad de vida, recomendando una alternativa sostenible y de bajo costo	
<b>No. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>No. DE CLASIFICACIÓN:</b>
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES</b>	Teléfono: E-mail:
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Nombre: MSc. July Herrera Valencia, Decana de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción.
	Teléfono: 2596500 ext. 241
	E-mail: jherrerav@ulvr.edu.ec

## Urkund Analysis Result

### Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTOCoop.hectorcobos-17de  
JUNIO.pdf(D29455019) Submitted: 6/21/2017 1:42:00 AM  
Submitted By: pparedesr@ulvr.edu.ec  
Significance: 1 %

### Sources included in the report:

ec.cpe.5.9.1.1992 area urbana.pdf  
(D14348203) Tesis de grado - Byron  
Naranjo.docx (D13734607)  
<http://blog.espol.edu.ec/maberiva/distribucion-geografica/>

Instances where selected sources appear: 3

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO EN OPCIÓN  
PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS CON UN TRATAMIENTO DE LAS  
AGUAS RESIDUALES POR EL METODO PRIMARIO, EN LA COOPERATIVA "HECTOR COBOS"  
SECTOR 4,  
UBICADO EN EL CANTON DURAN. AUTOR Sofia Alexandra de Los Angeles Sánchez Estrada  
GUAYAQUIL – ECUADOR2017



MSc. Ing. Pablo Mario Paredes Ramos  
C.I. 0911828150