



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON  
COLTA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**  
Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: LUZ ALEXANDRA PAUCAR SISA**  
**TUTORA: ING. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA**

**Riobamba-Ecuador**  
**2018**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que el trabajo de titulación “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTON COLTA**” de responsabilidad de la señorita Luz Alexandra Paucar Sisa, ha sido revisado por los miembros del tribunal, quedando autorizado su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Mayra Paola Zambrano Vinueza  
DIRECTORA DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN

.....

.....

Dr. Celso Guillermo Recalde Moreno  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

“Yo, LUZ ALEXANDRA PAUCAR SISA, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenecen a la **“ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**”

Luz Alexandra Paucar Sisa

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios que siempre me ha estado guiando, para poder lograr culminar mi vida estudiantil, que ha sido mi fuerza, mi horizonte y brújula en todo momento.

El presente trabajo va dedicado con amor a mi familia, en especial a mi madre Cristina, a mi hermana, amiga y confidente, Marisol, quienes con su amor me han apoyado a lo largo de mi vida en cualquier circunstancia.

Agradezco, a mi Tío Pedro, que siempre me ha estado apoyando al igual que a mi hermano David que a pesar de las cosas siempre ha estado ahí brindando el apoyo incondicional.

Gracias al esfuerzo y lucha de todos ustedes he alcanzado mi meta para convertirme en una persona y un profesional de bien.

## AGRADECIMIENTO

A mi madre Cristina y mi hermana Marisol quienes han sido mi mayor fortaleza en este camino, ya que siempre me ayudaron a levantarme brindando su ayuda económica y moral para que pueda culminar mis estudios.

A mi Tío Pedro y mi hermano David por siempre estar pendiente dando ánimos para seguir. Agradezco a todos y cada uno de los docentes que formaron parte de mi vida estudiantil en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Química por los conocimientos impartidos.

Un agradecimiento muy especial a mi Directora de Trabajo de Titulación Ing. Mayra Zambrano quien bajo una acertada guía se logró el feliz término del presente trabajo.

De igual manera agradezco al Dr. Celso Recalde quien supo orientarme e impartir sus conocimientos para finalizar con éxito y calidad mi trabajo de grado.

A toda mi familia por brindarme mucho amor y siempre animarme a luchar, estar conmigo en todo momento.

A mis amigas y amigos por estar pendiente dándome ánimos a seguir en especial a Betty, Tania, Mariana, Rafael, Roberto.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	14
SUMMARY .....	15
<u>CAPITULO I</u>	
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.1 Identificación del Problema .....	16
1.2 Justificación del proyecto.....	17
1.3 Línea base del proyecto.....	17
1.3.1 Antecedentes del camal municipal del Cantón Colta.....	17
1.3.2 Marco Conceptual.....	18
1.4 Caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Colta. ....	20
1.4.1 Descripción del proceso de faenamiento de Porcino y Ovino.....	22
1.4.2 Descripción del proceso de faenamiento de ovino.....	32
1.5 Tipo de estudio.....	40
1.5.1 Metodología .....	40
1.6 Medición del caudal volumétrico.....	47
1.6.1 Muestra Compuesta.....	47
1.6.2 Índice de Biodegradabilidad .....	49
1.6.3 Tratamiento de las Aguas Residuales.....	50
1.6.4 Caracterización del agua residual tratada.....	58
1.7 Beneficios directos e indirectos .....	59
1.7.1 Directos .....	59
1.7.2 Indirectos.....	59
<u>CAPITULO II</u>	
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	60
2.1 General .....	60
2.2 Específicos.....	60

### CAPITULO III

3.	ESTUDIO TÉCNICO .....	61
3.1	Localización del Proyecto .....	61
3.1.1	Localización Geográfica .....	61
3.1.2	Hidrografía .....	62
3.2	Ingeniería del proyecto.....	64
3.2.1	Aguas Residuales .....	64
3.2.2	Datos de ejemplares faenados en el camal .....	64
3.2.3	Datos de los análisis físicos del agua residual.....	65
3.2.4	Datos de los análisis físico-químicos del agua residual .....	66
3.3	Cálculos del diseño .....	66
3.3.1	Diseño para el canal .....	66
3.3.2	Diseño para las rejillas de limpieza manual .....	68
3.3.3	Diseño para el tanque de sedimentación .....	72
3.3.4	Diseño del floculador .....	79
3.3.5	Diseño del tanque de cloración .....	84
3.3.6	Cálculos de diseño para filtración .....	88
3.4	Propuesta .....	93
3.5	Porcentaje de remoción .....	94
3.6	Resultados .....	97
3.6.1	Resultado de las pruebas de tratabilidad .....	97
3.6.2	Resultados del diseño del sistema propuesto .....	100
3.7	Requerimiento de materiales y equipos para el muestreo y medición de caudal de aguas residuales.....	103
3.8	Requerimientos de equipos para la caracterización físico-químico y microbiológico del agua residual. ....	103
3.9	Requerimientos de Materiales e instrumentos del laboratorio .....	103
3.10	Análisis de costo beneficio del proyecto.....	104
3.10.1	Costo de implementación.....	104
3.10.2	Costos del diseño .....	105

3.11	Cronograma del Proyecto.....	109
-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
-	Conclusiones.....	110
-	Recomendaciones .....	111

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



## ABREVIATURAS

DBO5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (cinco días)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
SST	Sólidos suspendidos totales
ST	Sólidos totales
SS	Sólidos sedimentables
Qo	Caudal por ovino
Qp	Caudal por porcino
ICCB	Índice de consumo de carne por porcino
ICCO	Índice de consumo de carne por ovino
Pf	Población proyectada
Dp	Demanda proyectada
Qpro	Caudal proyectado
d	Día
n	Coefficiente de Maning
S	Gradiente hidráulico
R	Radio hidráulico
s	Espesor entre barras
g	Aceleración de la gravedad
Af	Área de la sección transversal
a	Área de flujo
B	Ancho de la rejilla
E	Separación entre barras
Hf	Pérdidas hidráulicas
Va	Velocidad de aproximación
Tr	Tiempo de retención
i	Tasa de crecimiento
L	Litros
Lb	Longitud entre barras
m	Metros
ml	Mililitros
mg/L	Miligramos por litro
m/s	Metros por segundo
pH	Potencial Hidrógeno
T	Temperatura

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1</b> Rejillas de limpieza manual .....	51
<b>Figura 1-3</b> Relación de números de animales faenados semanalmente .....	65
<b>Figura 2-3</b> Resultado final.....	96
<b>Figura 3-3</b> Turbiedad .....	97
<b>Figura 4-3</b> Demanda química de oxígeno .....	97
<b>Figura 5-3</b> Disminución de la DBO .....	98
<b>Figura 6-3</b> Disminución de color .....	98
<b>Figura 7-3</b> Disminución de Nitrógeno Amoniacal.....	99
<b>Figura 8-3</b> Disminución de Aceites y Grasas.....	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1-1</b> Diagrama de flujo del proceso de faenamiento del Porcino .....	31
<b>Gráfica 2-1</b> Diagrama de flujo del proceso de faenamiento del Porcino .....	39
<b>Gráfica 3-1</b> Dosificación con Sulfato de Aluminio vs Turbidez.....	53
<b>Gráfica 4-1</b> Dosificación con Policloruro de Aluminio vs Turbidez .....	54
<b>Gráfica 5-1</b> Dosificación con Policloruro de Aluminio vs Turbidez .....	55
<b>Gráfica 6-1</b> Sedimentación.....	57
<b>Gráfica 1-3</b> Propuesta .....	93

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-1</b> Recepción de porcinos .....	23
<b>Fotografía 2-1</b> Desembarque .....	23
<b>Fotografía 3-1</b> Conducción y estadía en los corrales .....	24
<b>Fotografía 4-1</b> Aturdimiento del animal .....	24
<b>Fotografía 5-1</b> Sandrado .....	25
<b>Fotografía 6-1</b> Duchado .....	25
<b>Fotografía 7-1</b> Elevación del animal.....	26
<b>Fotografía 8-1</b> Escaldado .....	26
<b>Fotografía 9-1</b> Depilado mecánico .....	27
<b>Fotografía 10-1</b> Depilado manual .....	27
<b>Fotografía 11-1</b> Izado del riel de trabajo .....	27
<b>Fotografía 12-1</b> Corte del esternón .....	28
<b>Fotografía 13-1</b> Eviscerado.....	28
<b>Fotografía 14-1</b> Lavado de camal .....	29
<b>Fotografía 15-1</b> Inspección post-mortem.....	29
<b>Fotografía 16-1</b> Oreo .....	29
<b>Fotografía 17-1</b> Transporte .....	30
<b>Fotografía 18-1</b> Recepción del ovino.....	32
<b>Fotografía 19-1</b> Aturdimiento del animal .....	33
<b>Fotografía 20-1</b> Aturdimiento del animal .....	34
<b>Fotografía 21-1</b> Inspección Sanitaria ante-mortem.....	34
<b>Fotografía 22-1</b> Aturdimiento del animal .....	35
<b>Fotografía 23-1</b> Deguello.....	35
<b>Fotografía 24-1</b> Aturdimiento del animal .....	36
<b>Fotografía 25-1</b> Inflado.....	36
<b>Fotografía 26-1</b> Eviscerado.....	37
<b>Fotografía 27-1</b> Lavado .....	37
<b>Fotografía 28-1</b> Oreo .....	38
<b>Fotografía 29-1</b> Entrega.....	38
<b>Fotografía 30-1</b> Filtro para agua .....	58

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1</b> Características Físicas de las Aguas Residuales .....	20
<b>Tabla 2-1</b> Características Químicas de las Aguas Residuales .....	21
<b>Tabla 3-1</b> Características Químicas de las Aguas Residuales .....	22
<b>Tabla 4-1</b> Métodos utilizados en la determinación de parámetros .....	42
<b>Tabla 5-1</b> Aforó de caudal residual mes de Febrero. ....	48
<b>Tabla 6-1</b> Caracterización físico-química y microbiológica, muestra simple y compuesta mes de febrero. ....	48
<b>Tabla 7-1</b> Relación entre parámetros DBO <sub>5</sub> y DQO.....	49
<b>Tabla 8-1</b> Materiales, Equipos y sustancias .....	51
<b>Tabla 9-1</b> Tratamiento con Sulfato de Aluminio.....	52
<b>Tabla 10-1</b> Tratamiento con Cloruro Férrico .....	53
<b>Tabla 11-1</b> Tratamiento con Policloruro de Aluminio .....	54
<b>Tabla 12-1</b> Tratamiento con Cloruro Férrico .....	55
<b>Tabla 13-1</b> Tratamiento con Policloruro de Aluminio con Polielectrolito.....	56
<b>Tabla 14-1</b> Prueba de Sedimentación.....	56
<b>Tabla 15-1</b> Tipo de soluciones .....	57
<b>Tabla 16-1</b> Caracterización del Agua Residual Tratada.....	58
<b>Tabla 1-3</b> Tabla Características Geográficas de Colta .....	61
<b>Tabla 2-3</b> Extensión de las parroquias de Colta .....	63
<b>Tabla 3-3</b> Climas de Colta.....	63
<b>Tabla 4-3</b> Número de animales faenados en el Camal Municipal del Cantón Colta.....	65
<b>Tabla 5-3</b> Consumo de agua por cada ejemplar .....	65
<b>Tabla 6-3</b> Datos de los Análisis Físicos del agua residual .....	65
<b>Tabla 7-3</b> Normas para Estudio y diseño de agua potable y Disposición de aguas Residuales .	66
<b>Tabla 8-3</b> Criterios de diseño de rejillas de limpieza manual .....	70
<b>Tabla 9-3</b> Sedimentador .....	72
<b>Tabla 10-3</b> Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares en el tratamiento primario y secundario. ....	72
<b>Tabla 11-3</b> Información típica para el diseño de tanque de sedimentación primario.....	72
<b>Tabla 12-3</b> Información para el diseño de tanque de sedimentación primario.....	73
<b>Tabla 14-3</b> Valores constantes empíricas .....	78
<b>Tabla 15-3</b> Diseño para el filtrado.....	88
<b>Tabla 16-3</b> Parámetros de diseño de filtro rápido de arena .....	88

<b>Tabla 17-3</b> Datos de los Análisis Físico Químico del agua residual grafica.....	94
<b>Tabla 18-3</b> Disminución de turbiedad.....	97
<b>Tabla 19-3</b> Disminución de la DQO .....	97
<b>Tabla 20-3</b> Disminución de la DBO.....	98
<b>Tabla 21-3</b> Disminución de la DBO.....	98
<b>Tabla 22-3</b> Disminución de la Nitrógeno Amoniacal .....	99
<b>Tabla 23-3</b> Disminución de Aceites y Grasas .....	99
<b>Tabla 24-3</b> Diseño de caudal.....	100
<b>Tabla 25-3</b> Diseño de canal.....	100
<b>Tabla 26-3</b> Rejillas de limpieza manual.....	100
<b>Tabla 27-3</b> Tanque de sedimentación.....	101
<b>Tabla 28-3</b> Floculación .....	101
<b>Tabla 29-3</b> Diseño del tanque de cloración.....	102
<b>Tabla 30-3</b> Filtración lenta.....	102
<b>Tabla 31-3</b> Materiales y equipos para medición de caudal .....	103
<b>Tabla 32-3</b> Equipos para la caracterización de las aguas residuales .....	103
<b>Tabla 33-3</b> Materiales e instrumentos para caracterización de agua residual .....	104
<b>Tabla 34-3</b> Rejillas .....	104
<b>Tabla 35-3</b> Canal.....	105
<b>Tabla 36-3</b> Sedimentador Primario .....	105
<b>Tabla 37-3</b> Filtro .....	105
<b>Tabla 38-3</b> Costos operativos de químicos .....	105
<b>Tabla 39-3</b> Determinación de los costos del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales ...	106
<b>Tabla 40-3</b> Determinación de costos totales .....	108

## RESUMEN

Las aguas residuales de mataderos poseen una elevada concentración de material orgánico, generando impactos directos hacia el medio ambiente y pobladores aledaños. Por tal razón el Gobierno Autónomo Municipal del Cantón Colta ha mostrado interés en el presente proyecto cuya finalidad es diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para el camal municipal. Las muestras compuestas de agua residual fueron tomadas en la zona de descarga del camal, durante el mes de febrero de 2018 desde las 04h00 hasta las 06h00, en intervalos de 10 minutos utilizando un balde graduado de 10 L. Se determinó que el caudal promedio es de 2,70 L/s; los respectivos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Calidad de Agua de la ESPOCH, el cual se determinó parámetros que se encuentran fuera de los límites permitidos por la Normativa Ambiental vigente del REGISTRO OFICIAL, ACUERDO MINISTERIAL N° 097-A Tabla 8, límites de descarga al alcantarillado, se procedió a realizar las respectivas pruebas de tratabilidad mediante un método experimental físico-químico y microbiológico obteniendo los siguientes resultados: se aplicaron dosis de 4, 6, 8 y 10 ml de sulfato de aluminio, cloruro férrico y policloruro de aluminio en volúmenes de 1 L de agua residual. El tratamiento que provocó la sedimentación del agua fue de 8 ml de policloruro de aluminio; adicionalmente se determinó que 1 ml de cloro producía un porcentaje de remoción de: demanda química de oxígeno DQO (97,70%), demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub> (98,36%), sólidos totales (55,12%), sólidos suspendidos (100%), aceites y grasas (97,58), coliformes fecales (100%), color (94,23%), nitrato amoniacal (99,21%); que son aceptables de acuerdo con TULSMA. Luego de esto se diseñó y dimensionó el sistema de tratamiento compuesto por: canal, rejillas, sedimentador, floculador, un sistema de cloración y finalmente filtración. Se concluye que el diseño propuesto es óptimo para su implementación en el Camal Municipal del Cantón Colta.

**Palabras clave:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES>, <TEST DE JARRA>, <REJILLAS> <SEDIMENTADOR>, <FLOCULACIÓN>, <TANQUE DE CLORACIÓN>, <COLTA (CANTÓN)>

## SUMMARY

The purpose of this project is to design a wastewater treatment system for the Colta Canton of the Province of Chimborazo, to carry out a preliminary analysis of the discharge of this form, the possible environmental impacts of the residual water characteristics, the degree of contamination, all of these were found outside the limits established in Table 8. OFFICIAL REGISTRY, MINISTERIAL AGREEMENT 097-A of July 30, 2015, published in the official record 387 on November 4, 2015, Ammoniacal Nitrate, Phosphate, Conductivity, Color, Turbidity, Chemical Oxygen Demand (COD) removal was 97.70%, Biochemical Oxygen Demand (BOD5) 98.36%, Total Solids 55.12%, Suspended Solids 100%, Oils and Fats 97.58, such as 100% fecal coliforms, Color 94.23, Ammonia Nitrate 99.21, the value are within the limits established by the TULAS fulfilling the objectives set at the beginning of the investigation. For the appropriate treatment, a series of tests were carried out to detect contamination by the parameters that were outside the standard that was found to be the most adequate, which consists in carrying out an aeration of the residual water, followed by a coagulation with polychloride of aluminium at 10% a sample of 1000ml adding polyelectrolytes in the sample then starts with the design with the channel grids, sedimentation, flocculation, a chlorination system and finally a filtration concluding that the proposed design is optimal implementation in the Camal Municipal del Cantón Colta.

KEYWORDS: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <ENGINEERING AND SANITARY TECHNOLOGY>, <RESIDUAL WATER TREATMENT SYSTEM> <JUG TEST>, <GRATINGS>, <SEDIMENTATOR>, <FLOCCULATION>, <CHLORINATION TANK>, <COLTA (CANTON)>



## CAPITULO I

### 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Identificación del Problema

La generación de residuos y la producción de efluentes históricamente se ha resuelto con la concepción de que la naturaleza es un gran vertedero con capacidad infinita de depurar y asimilar cualquier residuo que se arroje en ella; con el transcurrir del tiempo esta concepción no ha cambiado, pues actualmente pocos países se preocupan por la preservación del medio ambiente. En Ecuador, existe una gran cantidad de camales municipales que generan aguas residuales y residuos sólidos tales como: sangre, estiércol, y vísceras que resultan del saneamiento de los animales.

Los efluentes son descargados, generalmente sin ningún tratamiento, al alcantarillado para desembocar finalmente en los ríos. La zonal 3 centro es la más extensa del país, se destaca en primer lugar, por la producción agropecuaria que ocupa al 44% de la población económicamente activa (PEA) y utiliza el 24% de la superficie territorio; el cantón Colta cuenta con una importante producción de animales tales como bovinos, ovinos porcinos, entre otros, la mayoría de los cuales se faenan principalmente en el camal municipal.

El Camal Municipal del Cantón Colta presta servicios de faenamiento de porcinos y ovinos; para lo cual se requiere ejecutar varios procesos en los cuales el agua limpia es fundamental. Luego de realizados los procesos, el agua se contamina con desechos producidos del faenamiento tales como sangre, heces, cerdas y microorganismos que genera grandes volúmenes de desechos líquidos, al no existir un sistema de tratamiento de aguas residuales anterior a la descarga de estos efluentes en las instalaciones del camal municipal, estos son descargados directamente al alcantarillado y luego vertidos al río Chambo, generando grandes problemas de contaminación ambiental.

El Gobierno autónomo descentralizado del cantón Colta es consciente de la problemática generada por el Camal el cual genera un impacto directo hacia los recursos hídricos, así como al medio ambiente y a las poblaciones cercanas produciendo enfermedades, por tal razón existe un interés en reducir la contaminación para mejorar la calidad de vida de los habitantes y la salud ambiental.

## **1.2 Justificación del proyecto**

En la actualidad la contaminación de los ríos es una problemática a nivel mundial generada por el desarrollo de la actividad humana, como las actividades domésticas, urbanas e industriales el cual generan efluentes con contaminación, que contienen sustancias orgánicas e inorgánicas, así como componentes nocivas y tóxicas que generan impactos hacia el medio Ambiente

De manera global, el problema más común con respecto a la calidad del agua es la eutrofización, resultado de grandes cantidades de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno), que deteriora considerablemente los usos benéficos del agua. (ONU, 1999)

El camal Municipal del cantón Colta no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, por tal motivo sus descargas hídricas son emitidas directamente con residuos de sangre, estiércol, pelos, vísceras, grasas y aceites propios del faenamiento hacia el alcantarillado para posteriormente ser descargadas hacia el río Chambo, generando un impacto en la calidad de vida de los pobladores generando enfermedades gastrointestinales, anemia, dermatitis los pobladores y su entorno.

El presente proyecto consiste en analizar el problema y plantear alternativas para reducir la contaminación provocado por las aguas residuales con la finalidad de reducir microorganismos patógenos y elementos contaminantes mediante un tratamiento físico-químico y microbiológico previo a su descarga y según requiera su tratabilidad, y obtener soluciones socio económicas para precautelar el bien estar social y Ambiental

Por los motivos mostrados anteriormente se justifica proponer un “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN COLTA”, cumpliendo de esta manera uno de los objetivos del camal así como las exigencias del Ministerio del Ambiente ajustando a los parámetros según los límites de descarga al sistema de alcantarillado público según el ACUERDO MINISTERIAL 097-A Tabla 8 del 30 de Julio del 2015 publicado en el registro oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.

## **1.3 Línea base del proyecto**

### ***1.3.1 Antecedentes del camal municipal del Cantón Colta***

El Camal Municipal del Cantón Colta procesa mensualmente de 500 porcinos y 385 ovinos aproximadamente ya que el número de ejemplares varía de acuerdo a las necesidades de

consumo de carne en el cantón, durante cada etapa del proceso de faenamiento diario de los animales se produce una gran cantidad de residuos sólidos y líquidos

Este tipo de aguas contienen altos índices de Demanda bioquímica de oxígenos (DBO<sub>5</sub>); Demanda química de oxígeno (DQO); Sólidos totales suspendidos (SST); Sólidos totales disueltos (SDT); Nitratos; fosfatos; aceites y grasas el cual se determinará el grado de contaminación mediante los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua residual producida en el Canal Municipal del Cantón Colta al ser comparados con los límites de descarga al sistema de alcantarillado público según el ACUERDO MINISTERIAL 097-A Tabla 8 del 30 de Julio del 2015 publicado en el registro oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.

Con todos estos antecedentes se propone diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto de contaminación a un bajo costo y un alto rendimiento

### ***1.3.2 Marco Conceptual***

#### ***1.3.2.1 Agua residual***

Son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

#### **Clasificación según su origen:**

- **Domésticas:** aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Infiltración y caudal adicionales: las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de agua de lluvia.

- **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. (EcuRed, 2018)

#### *1.3.2.2 Tecnologías de tratamiento de aguas residuales*

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reuso. (EcuRed, 2018)

#### *1.3.2.3 Fuentes y Características de líquidos residuales*

La mayor cantidad de componentes en los efluentes depende del tipo de planta y las formas de recuperación que presentan las mismas, dependen en forma general del proceso de producción, separación, la descarga en cada etapa o secciones, de las formas de recolección de residuos de las fuentes emisoras de contaminantes.

Los efluentes líquidos generalmente tienen temperaturas un poco elevadas, así como elementos patógenos y materia causante de mayor contaminación como: nitrógeno, sangre estiércol, pelos, grasas, huesos, proteínas y compuestos orgánicos otros contaminantes producto de corrales, área de sangría, remoción de cuero así como procesamiento de vísceras, intestinos y operaciones de limpieza.

Un efecto de la disposición de residuos en los cuerpos de agua es que proporcionan el aumento de la demanda de oxígeno, facilitando a la eutrofización inclusive llegar a crearse condiciones anaeróbicas.

#### *1.3.2.4 Prevención de la contaminación*

Los problemas que limitan el desarrollo adecuado del sector, radican principalmente en las condiciones de infraestructura física a nivel de procesamientos y operaciones para el trato de las aguas residuales. Con respecto a la situación ambiental de sector se deben buscar alternativas de solución, la misma que agrupa una serie de procedimientos o técnicas para el manejo y minimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento.

La minimización de los distintos residuos tiene una serie de ventajas para la industria, así se puede contar con la reducción de costos de tratamiento y disposición de los desechos in situ o fuera de la planta, otra de las ventajas es la reducción de costos de producción a través del manejo de materiales y mejoramiento de la eficiencia del proceso de “aguas residuales usadas en la producción parte de éstas son también las aguas residuales de la limpieza de las instalaciones (incluidas las superficies de las naves de producción y del patio y del acarreo, que son contaminadas en buena medida con los restos de los productos) y las aguas de la limpieza de las instalaciones de transporte”.

#### **1.4 Caracterización física, química y microbiológica de las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Colta.**

Para la caracterización de las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Colta, se tomaron en consideración parámetros establecidos en el Acuerdo ministerial 097 A reformatorio del TULSMA expedido el 4 de noviembre del 2015, sobre los límites de descarga a un cuerpo.

**Tabla 1-1** Características Físicas de las Aguas Residuales

<b>PARÁMETRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Color	La coloración del agua puede ser debida a materias orgánicas e inorgánicas disueltas en disolución coloidal o el agua tiene importancia desde el punto de vista higiénico ya que es un indicativo de donde procede (Romero Rojas, 2014)
Turbiedad	Es una medida de las propiedades de transmisión de la luz del agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las naturales (Romero Rojas, 2014).
Olor	Está asociada con el material orgánico en descomposición (Romero Rojas, 2014).
Conductividad	Es la habilidad de una solución de agua de conducir la electricidad. Pequeñas partículas cargadas eléctricamente, llamadas iones, pueden llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones provienen principalmente de ácidos y sales de la solución de fuente (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
pH	Es la concentración de iones o cationes de hidrogeno (H+) presentes en determinada sustancia (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
Sólidos sedimentables	Están formados por partículas más densas que el agua cuyos tamaños corresponden a micras o más que se mantienen dispersas

	dentro de ella en virtud de la fuerza de arrastre causada por el movimiento o turbulencia de la corriente. Sedimentan rápidamente por acción de la gravedad, cuando la masa de agua se mantiene en reposo (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
Sólidos totales	Es la suma de todos los sólidos disueltos y en suspensión que se encuentran en el agua residual líquida (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
Sólidos totales disueltos	Los sólidos disueltos están compuestos por moléculas que se encuentran en disolución en el agua (Romero Rojas, 2014).
Sólidos suspendidos fijos	Está formado por partículas que se mantienen dispersas en el agua en virtud de su naturaleza coloidal, no sedimentan por gravedad poseen carga eléctrica que la mantienen en suspensión (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
Temperatura	La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del GU de suministro, es menor que la temperatura del aire en verano y mayor en invierno. El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría (Romero Rojas, 2014).

**Realizado por:** Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018.

**Tabla 2-1** Características Químicas de las Aguas Residuales

<b>PARÁMETRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Es la cantidad de oxígeno necesaria para que un determinado microorganismo pueda oxidar la materia orgánica del agua. Los datos de DBO se utilizan en ingeniería para el diseño de sistemas de tratamientos de aguas residuales (Romero Rojas, 2014).
Demanda Química de Oxígeno	La cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes que contiene el agua residual líquida o como la cantidad de oxígeno para oxidar en medio ácido todas las formas reductoras cuyos potenciales de electrodo así lo permitan, el incremento de la DBO y DQO inciden en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008).
Cloruros	Las elevadas concentraciones de cloruro presentes en las aguas residuales, afectan de manera significativa la calidad del suelo
Nitrógeno Total	A medida que el agua se estabiliza, por oxidación bacteriana en medio aerobio se generan nitritos y posteriormente nitratos. El nitrógeno total es la suma del nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato. El agua residual doméstica suele contener 20-

	50 mg/L de nitrógeno total y 12-40 mg/L de amonio.
Detergentes	Reducen la tensión superficial del agua produciendo espuma asimismo interfieren en la absorción y disolución de oxígeno en el agua, lo que provoca que aumente la concentración de parámetros como DBO y DQO.
Fósforo	El fósforo, es un elemento esencial para el crecimiento biológico, ya que favorece la eutrofización, provocando el crecimiento de las algas planctónicas

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018.

**Tabla 3-1** Características Químicas de las Aguas Residuales

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Coliformes fecales	Son bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, suelo y animales, incluyendo los humanos. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos de fondo (AMÍLCAR MUÑOZ, 2008)
Coliformes totales	Parte del grupo de coliformes asociado a la flora intestinal de los animales de sangre caliente, es usado como indicador de la presencia potencial de organismos patógenos

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018.

#### **1.4.1 Descripción del proceso de faenamiento de Porcino y Ovino**

El proceso de cada una de las líneas de faenamiento se realizará mediante el levantamiento de la información aplicando las técnicas de investigación en este caso; la observación directa, la entrevista y las encuestas dirigidas al personal operativo, con la finalidad de conocer todas las actividades de cada uno de los procesos. (AGROCALIDAD, 2015).

##### **a) Recepción del porcino**

La recepción del porcino en la planta de faenamiento comprende en recibir de cada uno de los animales con su respectivo comprobante (AGROCALIDAD, 2015) como se puede observar en la fotografía 1-1.



**Fotografía 1-1** Recepción de porcinos  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

b) Desembarque

Se conduce al animal por medio de una rampa o desembarque, hasta los corrales de alojamiento, los animales deben ser descargados lo antes posible después de su llegada, para estos efectos se utilizan desembarcaderos o rampas, estas construcciones deben ser con materiales petro, las pendientes de los desembarques no deben superar los  $45^\circ$ , el piso debe ser ante deslizante para evitar la caída de los animales (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 2-1.



**Fotografía 2-1** Desembarque  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

c) Conducción y estadía en los corrales

Los animales deben ser conducidos a los corrales de cuarentena o reposo previo a un baño externo, para disminuir la fatiga del viaje y los hematomas que pueden presentarse en la carne, posteriormente deben ser trasladados con cuidado, evitando golpearlos y sin utilizar elementos corto punzantes o picas eléctricas al arrearlos, para impedir daños corporales y la presentación de hematomas en la carne. (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 3-1.





**Fotografía 3-1** Conducción y estadía en los corrales  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

d) Inspección sanitaria ante-mortem

Esta labor de inspección debe ser prácticamente por un inspector sanitario Municipal, funcionarios debidamente autorizados por el ministerio-salud (AGROCALIDAD, 2015).

e) Aturdimiento e insensibilización

Para el efecto se aplica un aturridor eléctrico, tendrá un voltaje suficiente alto y constante (1.3 A, 3 seg a 5 seg. 240 V), colocando los polos tras las orejas la aplicación de la corriente debe mantenerse, según la edad, tamaño y peso de animales cuando se producción movimientos espasmódicos de las patas traseras debe retirarse el aturridor pues el porcino se encuentra ya totalmente inconsciente (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 4-1.



**Fotografía 4-1** Aturdimiento del animal  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

f) Sangrado

Se efectúa mediante una incisión que se practica a nivel de la unión del cuello con el pecho, seccionando los vasos sanguíneos, se realizará en un período mínimo de 2 minutos y se debe

controlar que el tiempo entre insensibilización y degüello no supere los 15 segundos, luego del sangrado se realiza un lavado con agua fría, con el fin de disminuir los contaminantes físicos (restos de sangre y materia Fecales, etc). (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 5-1.



**Fotografía 5-1** Sandrado

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

g) Duchado

Los animales son sometidos a un baño por aspersión en agua potabilizada, se realiza con el fin de limpiar el animal. (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 6-1.



**Fotografía 6-1** Duchado

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

h) Elevación del animal

Se coloca un grillete de sangría alrededor de unas de sus patas traseras y se eleva, el porcino se debe conducir rápidamente al lavado. (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 7-1.



**Fotografía 7-1** Elevación del animal  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

i) Escaldado

Después de lavado, el animal se sumerge en agua caliente y se retira el grillete. La temperatura del agua debe estar entre los 60-63 ° C y el tiempo de escaldado varía dependiendo de las características de los animales (5 a 7 minutos aproximadamente), el objetivo del escaldado es, con el fin de ablandar los folículos pilosos facilitar su posterior depilado (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 8-1.



**Fotografía 8-1** Escaldado  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

j) Depilado mecánico

Se realiza con una máquina depiladora la cual debe estar en marcha al recibir al animal, al término del depilado (2-3 minutos), el porcino se sitúa sobre un mesón de reposo donde se puede completar el depilado en forma manual, se practica un corte en cada pata trasera, bajo los tendones flexores del menudillo (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 9-1.



**Fotografía 9-1** Depilado mecánico  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

k) Depilado manual

Se procede al quemado por medio de un flash de gas (soplete con llama) o se puede realizar un repaso manual en una mesa para retirar los pelos (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 10-1.



**Fotografía 10-1** Depilado manual  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

l) Izado del riel de trabajo

Colocado el gancho suspensor, el animal se iza al riel de trabajo, donde se finaliza el depilado Fotografía 11-1.



**Fotografía 11-1** Izado del riel de trabajo  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

m) Corte del esternón

El esternón se abre auxiliado con un cuchillo, una sierra manual o un hacha, cuidado de no romper los órganos Fotografía 12-1.



**Fotografía 12-1** Corte del esternón  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

n) Eviscerado

La forma adecuada de realizar es introducir el cuchillo de abajo hacia arriba mediante una incisión en la pared abdominal. Se extraen las vísceras blancas y las rojas las cuales se inspeccionan y se envían a las respectivas áreas (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 13-1.



**Fotografía 13-1** Eviscerado  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

o) Lavado de canal

Con chorros de agua fría, se debe lavar la superficie externa y el interior del canal (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 14-1.



**Fotografía 14-1** Lavado de camal  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

p) Inspección post-mortem

Se realiza la inspección post-mortem y recibido el visto bueno, se aplican los sellos de aprobación (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 15-1.



**Fotografía 15-1** Inspección post-mortem  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

q) Oreo

Los canales de transporte son detenidos semovientes se ventiló, hasta alcanzar una temperatura de 10°C a 12°C para lograr su máxima deshidratación e inicio de los procesos de transformación del musculo a carne (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 16-1.



**Fotografía 16-1** Oreo  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

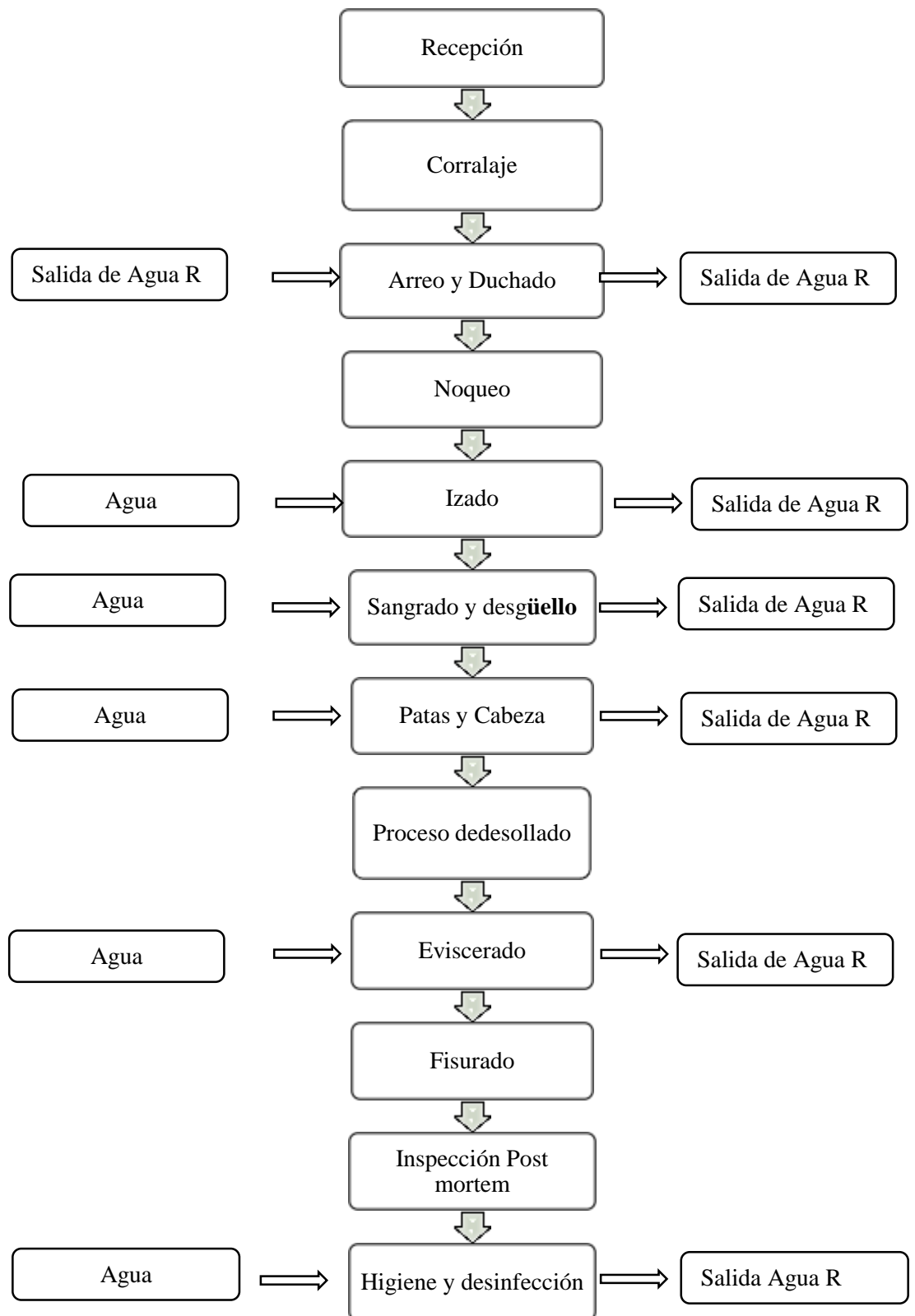
r) Transporte

Los canales y vísceras son transportadas hacia los distintos centros de acopio y comercialización (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 17-1.



**Fotografía 17-1** Transporte  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

- *Crucigrama sinóptico de etapa de faenamiento del porcino*



**Gráfica 1-1** Diagrama de flujo del proceso de faenamiento del Porcino  
 Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



#### 1.4.1.1 Formulas empleadas para el cálculo de la productividad

$$\text{Productivida} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Recurso empleado}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{76 \text{ Porcinos Faenados}}{8 \text{ Horas} - \text{ Hombre}}$$

$$\text{Productivida} = 9,5 \approx 10 \text{ porcinos faenados en una hora}$$

Mediante el cálculo de la productividad se pudo determinar que 10 porcino son faenado en 1 hora de producción.

#### 1.4.2 Descripción del proceso de faenamiento de ovino

Los animales ovinos para el consumo humano son faenados según sus etapas y dependiendo de la tecnología que cuenta las instalaciones y según las demandas exigidas por el consumidor, el Camal Municipal del Cantón Colta se caracteriza por la siguiente línea:

##### a) Recepción del ovino

Los ovinos son recibidos según la documentación emitida por Agrocalidad el cual son identificados y pesados con la finalidad de que cumplan las medidas sanitarias y ser llevados hacia la planta del Camal Municipal del Cantón Colta para sus posteriores etapas. (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 18-1.



**Fotografía 18-1** Recepción del ovino  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

b) Desembarque

Se realiza conduciendo el animal por medio de una rampa o desembarco hasta los corrales de alojamiento los animales deben ser descargado lo antes posible, después de su llegada para estos efectos se utilizan desembarcaderos o rampas estas construcciones deben ser fabricadas con material pero con sus respectivas conexiones la pendiente para la descarga debe ser superior a los 45°, el piso debe ser antideslizante para evitar la caída de los animales debe recordarse que un animal al llegar a la planta sacrificio llega fatigado, y debe ser tratado con las mejores condiciones de manejo (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 19-1.



**Fotografía 19-1** Aturdimiento del animal  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

c) Conducción y estadía en los corrales

Los animales deben ser conducidos a los corrales de cuarentena o reposo previo a un baño externo, para disminuir la fatiga del viaje y los hematomas que puedan presentarse en la carne; posteriormente deben ser trasladados con cuidado.

Evitando golpearlos y sin utilizar elementos corto punzantes o picas eléctricas al arrearlos, para impedir daños corporales y la presentación de hematomas en la carne.

Los corrales deben disponer agua limpia para que los animales puedan beber, con suelos que reduzcan al mínimo de riesgo de resbalamiento, con una ventilación adecuada y una iluminación de intensidad suficiente para poder examinarlos en cualquier momento. (VÁZQUEZ, 2004) Fotografía 20-1.



**Fotografía 20-1** Aturdimiento del animal  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

d) Inspección sanitaria ante-mortem

Esta labor de inspección debe ser practicada por un inspector sanitario Municipal, funcionarios debidamente (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 21-1.



**Fotografía 21-1** Inspección Sanitaria ante-mortem  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

e) Aturdimiento e insensibilización

Controlar el equipo insensibilizador para no matar al animal y permitir un buen sangrado, se utilizan unas pinzas con dos electrodos que se aplican a ambos lados de la cabeza, la corriente eléctrica tendrá un voltaje suficiente alto, constante (1 A, 3seg, 240 V), es recomendable una correcta posición de los electrodos y su limpieza periódica (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 22-1.



**Fotografía 22-1** Aturdimiento del animal  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

f) Deguello

Esta labor se realiza con el animal suspendido en el aire, donde se incrustando un cuchillo en la yugular para provocar la muerte del animal y luego se corta manualmente la zona ventral del cuello con la ayuda de un cuchillo logrando separar la cabeza del cuerpo, de este acaecimiento se obtiene la sangre que se utiliza como materia prima para producción de harinas y otros subproductos que sirven como abonos para cultivos (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 23-1.



**Fotografía 23-1** Deguello  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

g) Sangrado

El sangrado debe ser total antes de ingresar a la zona intermedia, esto influye en la calidad de la ovino para el operario realiza un corte longitudinal con un primer cuchillo para abrir el cuero a nivel de cuello, luego levanta la mano delantera izquierda del animal ya insensibilizado e introducido un segundo cuchillo en el mismo corte realizado, provocando así el seccionamiento de los grandes vasos, se debe utilizar un cuchillo para el corte del cuero y otro para seccionar los vasos, los cuales deben ser desinfectados entre cada operación siendo sumergidos en agua a 82°C por 3 a 5 segundos, el esterilizador se encuentra ubicado en la misma sección (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 24-1.



**Fotografía 24-1** Aturdimiento del animal  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018.

#### h) Inflado

Se realiza aplicando aire a presión entre el cuero y la carnosidad, para facilitar el desarrollo del animal (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 25-1.



**Fotografía 25-1** Inflado  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

#### i) Eviscerado

Para su efecto, con un cuchillo se hace incisión en la línea blanca del pecho y se introduce una sierra eléctrica, para cortar los huesos del esternón y facilitar la extracción de vísceras abdominales y torácicas del animal (Aparato digestivo, respiratorio y reproductivo entre otros), estas vísceras se retiran y trasladan a otra sección, utilizando carros acondicionados para ello (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 26-1.



**Fotografía 26-1 Eviscerado**  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

j) Lavado

Se realiza con ducha a presión durante 40 segundos con agua potable que abarque toda la res para eliminar coágulos, bacterias, resto de grasa, etc.

Comienza con el lavado interno del canal por la parte posterior desde la zona superior en sentido descendente (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 27-1.



**Fotografía 27-1 Lavado**  
**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018

k) Oreo

Una vez escurridas las reses se depositan en cámara de oreo hasta alcanzar una temperatura de 10°C (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 28-1.



**Fotografía 28-1 Oreo**  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

1) Entrega

Los canales y vísceras son transportadas hacia los distintos centros de acopio y comercialización (AGROCALIDAD, 2015) Fotografía 29-1.



**Fotografía 29-1 Entrega**  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

*1.3.2.7 Fórmula empleada para el cálculo de la productividad*

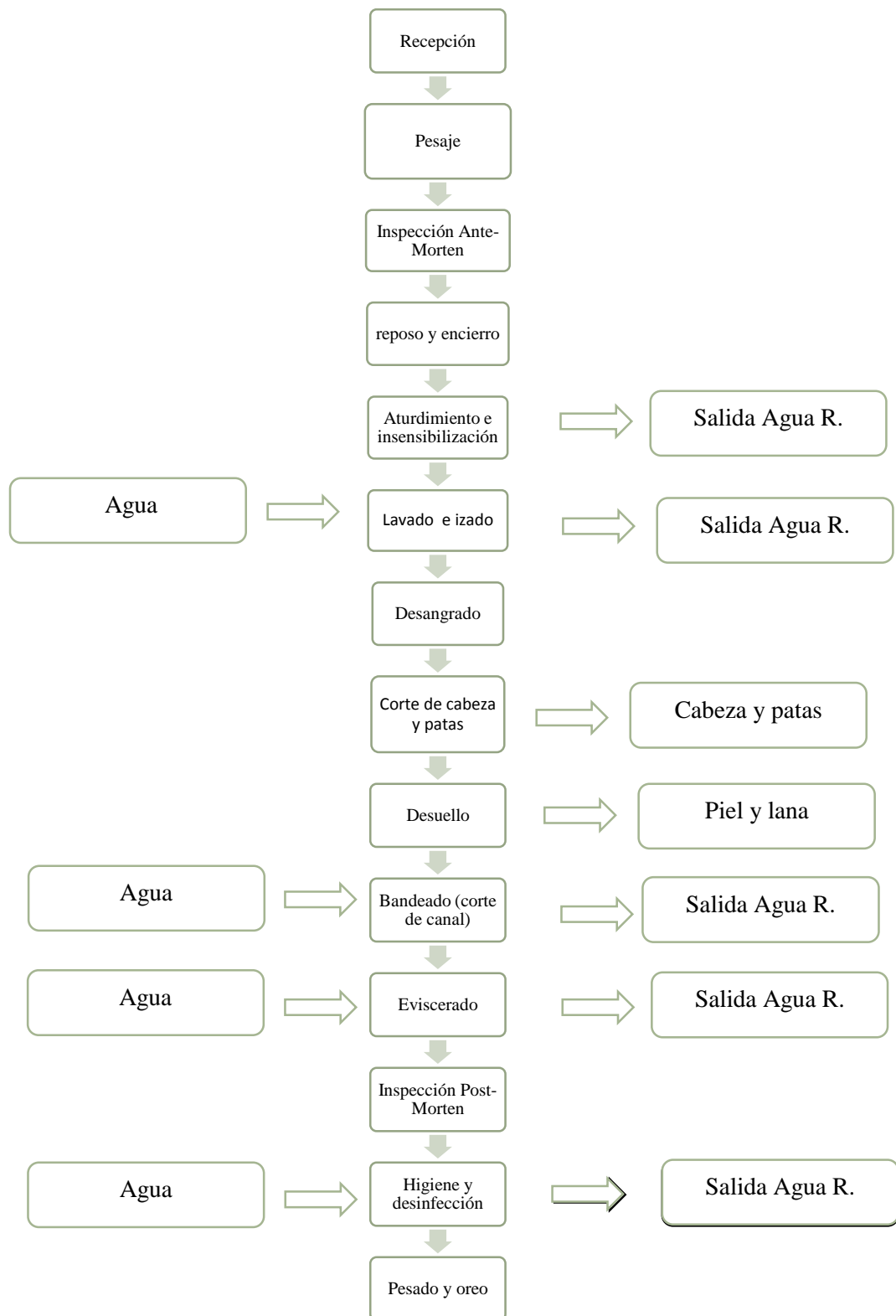
$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Recurso empleado}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{130 \text{ Ovinos Faenados}}{8}$$

$$\text{Productividad} = 16,5 \approx 17 \text{ Ovinos Faenados en una hora}$$

Mediante el cálculo de la productividad se pudo determinar que 17 Ovinos que son faenados durante 1 hora de producción.

- *Crucigrama sinóptico de etapa de faenamiento del ovinos*



**Gráfica 2-1** Diagrama de flujo del proceso de faenamiento del Porcino  
 Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



## **1.5 Tipo de estudio**

El presente proyecto técnico contará con un estudio cualitativo en el cual se interpreta y analiza el objetivo de estudio; y cuantitativo debido a la valoración de datos cuantificables del agua residual antes y después del proceso de tratamiento. (GOMEZ, 2006)

### ***1.5.1 Metodología***

#### ***1.5.1.1 Métodos y Técnicas***

Para la evolución de las diferentes características del agua residual del Camal Municipal del Cantón Colta, se tomó como control una serie de indicadores y variables del proceso, para así establecer un adecuado tratamiento y con el mismo disminuir la contaminación que conlleva este tipo de efluentes.

- ***Métodos***

- ✓ Método Inductivo

Para este tipo proyecto se procedió a realizar la toma de caudal de manera directa por seis días en horas laborales, con la finalidad de conocer la cantidad de agua que se consume en todo el proceso de faenamiento, posteriormente con una muestra compuesta se procedió a llevar al respectivo laboratorio de Análisis Técnico de la Facultad de Ciencia de la ESPOCH para posterior su análisis y sus respectivos cálculos de ingeniería para su previo dimensionamiento.

- ✓ Método Deductivo

Ya diseñado el sistema de tratamiento el cual inicia con un canal, para posteriormente ubicar unas rejillas para retener sólidos, así como un sedimentador y un floculado y el sistema de cloración par finalmente someterlo a una filtración y eliminar en la totalidad todos los componentes inadecuados presentes en el agua residual y asegurar la calidad con la que será desembocada en el sistema de alcantarillado. (BERNAL TORRES, 2006)

- ✓ Método Experimental

La parte experimental se realizó con la toma de muestras de agua residual utilizando métodos de análisis físico-químico y microbiológico, posteriormente se somete a un proceso de Test de Jarras en donde se buscará una dosificación adecuada con los reactivos adecuados para obtener los resultados esperados y que se encuentren bajo la normativa vigente. (MEXICO, 2010)

- **Técnicas**

Los procedimientos que se utilizan para realizar la caracterización del agua residual, toma de muestras y la medición de los caudales generados en el centro de faenamiento del camal Municipal de Colta, como paso previo al proceso de diseño del sistema.

**Tabla 4-1** Métodos utilizados en la determinación de parámetros

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Equipo</b>
DBO <sub>5</sub>	STANDARD METHODS 5210 – B	El método consiste en llenar con muestra, a rebosar, una botella hermética del tamaño especificado e incubarla a la temperatura específica durante 5 d. El oxígeno disuelto se mide inicialmente y después de la incubación, y la DBO <sub>5</sub> se calcula a partir de la diferencia entre DO inicial y final.	Digestor de DBO <sub>5</sub>
DQO	STANDARD METHODS 5220 - D	Cuando se digiere una muestra, el ion dicromato oxida el material COD en la muestra. Esto da como resultado el cambio de cromo del estado hexavalente (VI) al estado trivalente (III). Ambas especies de cromo están coloreadas y absorben en la región visible del espectro.	Digestor de DQO
Cloruros	STANDARD METHODS 4500 - Cl – B	El cloro liberará yodo libre de las soluciones de yoduro de potasio (KI) a pH 8 o menos. El yodo liberado se titula con una solución estándar de tiosulfato de sodio (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) con almidón como indicador. Valorar a pH 3 a 4 porque	Espectrofotómetro
Detergentes	STANDARD METHODS 5540 - C	la reacción no es estequiométrica a pH neutro debido a la oxidación parcial de tiosulfato a sulfato.  Los tensoactivos entran a las aguas y aguas residuales principalmente	Espectrofotómetro

Nitrógeno Total	STANDARD METHODS 4500 - N - B	<p>mediante la descarga de desechos acuosos del lavado doméstico e industrial y otras operaciones de limpieza. El método comprende tres extracciones sucesivas de medio acuoso ácido que contiene exceso de azul de metileno en cloroformo (CHCl<sub>3</sub>), seguido de un retrolavado acuoso y medición del color azul en el CHCl<sub>3</sub> por espectrofotometría a 652 nm.</p>	Equipo KJELDAHL Titulación con indicador de color
Fósforo Total	STANDARD METHODS 4500 - P - E	<p>En presencia de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y catalizador sulfato cúprico (CuSO<sub>4</sub>), el nitrógeno amino de muchos materiales orgánicos se convierte en amonio. El amoníaco libre se convierte en amonio. Después de la adición de la base, el amoníaco se destila de un medio alcalino y absorbido en ácido bórico o ácido sulfúrico. El amoníaco puede ser determinado colorimétricamente, mediante un electrodo selectivo de amoníaco, o mediante titulación con un ácido mineral estándar.</p>	Espectrofotómetro
pH	STANDARD METHODS 4500 - H - B	<p>El molibdato de amonio y el tartrato de potasio y antimonio reaccionan en medio ácido con ortofosfato para formar un heteropoliácido-ácido fosfomolibdico, que se reduce a azul de molibdeno intenso con ácido ascórbico.</p>	pHmetro

Aceites y Grasas	EPA 418.1	Este método permite la determinación del pH del agua. El principio básico de la medición electrométrica del pH es la determinación de la actividad de los iones de hidrógeno por medida potenciométrica utilizando un electrodo de hidrógeno estándar y un electrodo de referencia. El electrodo de hidrógeno consiste de un electrodo de platino a través del cual se burbujea gas de hidrógeno en una presión de 101 kPa.	Embudos de Separación/Extracción con hexano  Método Gravimétrico
Sólidos Suspendidos	STANDARD METHODS 2540 – D	Este método es para la medición de petróleo extraíble de fluorocarbono-113 hidrocarburos de aguas superficiales y salinas, desechos industriales y domésticos. La muestra se acidifica a un pH bajo (<2) y se extrae en serie con fluorocarbono-113 en un embudo de separación. Las interferencias se eliminan con sílice gel adsorbente. El análisis infrarrojo del extracto se realiza por directa comparación con los estándares.	Método Gravimétrico
Sólidos Totales	STANDARD METHODS 2540 – B	Este método es para la medición de petróleo extraíble de fluorocarbono-113 hidrocarburos de aguas superficiales y salinas, desechos industriales y domésticos. La muestra se acidifica a un pH bajo (<2) y se extrae en serie con fluorocarbono-113 en un embudo de separación. Las interferencias se eliminan con sílice gel adsorbente. El análisis infrarrojo del extracto se realiza por directa comparación con los estándares.	Método Gravimétrico
Color Real	STANDARD METHODS 2120 – C	Una muestra bien mezclada se filtra a través de un filtro de fibra de vidrio	Espectrofotómetro

Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9222 D	<p>estándar pesado y el residuo retenido en el filtro se seca a un peso constante de 103 a 105 ° C. El aumento en peso del filtro representa el total de sólidos en suspensión. Si el material suspendido obstruye el filtro y prolonga la filtración, puede ser necesario aumentar el diámetro del filtro o disminuir el volumen de muestra. Para obtener una estimación del total de sólidos suspendidos, calcule la diferencia entre el total de sólidos disueltos y el total de sólidos.</p> <p>Una muestra bien mezclada se evapora en un plato pesado y se seca a peso constante en un horno a 103 a 105 ° C. El aumento de peso sobre el del plato vacío representa los sólidos totales.</p> <p>En esta sección, una introducción proporciona definiciones, pretratamiento para la eliminación de turbidez y orientación en la selección de métodos. Los nuevos métodos son la espectrofotometría de longitud de onda única (2120C).</p> <p>Filtrar la muestra a través de un filtro de membrana. Coloque la membrana en agar mFC que contenga anilina azul como indicador. Incubar a 44.5C por</p>	Equipo de filtración de membrana
--------------------	----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------

		<p>22-24 h. Las colonias que tienen varios tonos de azul son positivas para coliformes fecales. El color azul indica la capacidad de fermentar la lactosa en ácido. Requisitos: ingredientes para agar mFC; tampón para enjuague y diluciones; platos de cultivo (50x10 mm); la membrana de 0.65 micras filtra los filtros de membrana micrométrica, certificados para retener completamente los coliformes fecales. Refrigeración; autoclave; colector de filtro múltiple y estéril; pipetas estériles; fórceps, alcohol. Incubadora a 44.5 + -0.2C. Un microscopio de disección binocular de campo amplio de baja potencia (10-15 aumentos) o equivalente.</p>	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**Fuente:** (Federation, 2017)

**Realizado por:** Alexandra Paucar

## 1.6 Medición del caudal volumétrico

### 1.6.1 Muestra Compuesta

Para la realización de la toma de muestras del agua residual se considera la toma de muestreo compuesta, que consiste en la recolección de volúmenes de agua residual de un determinado intervalos de tiempos. Son originadas por una mezcla de muestras individuales tomadas en diferentes momentos. La cantidad de cada muestra individual que se añade a la mezcla compuesta debe ser proporcional al flujo de caudal en el momento en que la muestra fue tomada.

Se tomó varias muestras en distintos momentos y se colocan en el mismo recipiente, en este caso si es posible medir el caudal instantáneo, en el laboratorio se preparó, la muestra compuesta en función de los caudales determinados

El método consiste en la utilización de un recipiente de volumen conocido y la medición del tiempo que tarda en llenarse, durante el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales: un balde graduado, cronometro y una libreta (BUSTAMANTE, 2006).

#### 1.6.1.1 Toma de muestras:

Se utilizó un balde gradual de 10 L para realizar las aforaciones, se empieza determinando el tiempo que tarda en llenarse el balde, posteriormente se repite dicho procedimiento cada 10 minutos por un intervalo de una hora para obtener un promedio diario del caudal generado por el camal municipal de Cantón Colta. Posteriormente se realizó lecturas de 04h00-05h00 y 05h00 a 06h00 de la mañana, realizadas los días de mayor faenamamiento provocando una gran cantidad de aguas residuales.

Para calcular el caudal se utilizó la siguiente fórmula

$$Q = \frac{V}{t}$$

*Ecuación 1*

**Dónde:**



Q = caudal, L/s

V = volumen de llenado, L

t = tiempo de llenado, s

**Tabla 5-1** Aforó de caudal residual mes de Febrero.

HORA	CAUDALES						
04h00-05h00	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Promedio
	<b>1,8</b>	2,2	2,8	2,4	2,8	2,5	2,42
05h00-06h00	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
	2,5	2,4	2,6	2,3	2,2	2,8	2,47
04h00-05h00	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
	1,8	<b>3,3</b>	3,2	2,4	2,5	3,2	3,28
05h00-06h00	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
	2,8	2,6	2,4	2,7	2,5	2,70	2,62
CAUDAL PROMEDIO							2,70

**Realizado por:** Luz Alexandra Paucar Sisa

A partir de las aforaciones realizadas durante el mes de Febrero, se obtuvo el caudal mínimo que se genera siendo 1,8 L/s y el caudal máximo de 3,3 L/s, además se obtuvo un promedio de 2,70 L/s, que corresponderá al valor con el cual se trabajará en este proyecto, para realizar los cálculos de ingeniería respectivos y obtener el caudal futuro.

**Tabla 6-1** Caracterización físico-química y microbiológica, muestra simple y compuesta mes de febrero.

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO	LÍMITES PERMISIBLES	RESULTADOS
			TULSMA	
Ph	Und.	4500-B	6-9	7.72
Temperatura	°C	2550-B	<40.0	17.90
Conductividad	μSiems/cm	2510-B		730
Color	Und. Co/Pt	2120-C		4 700
Turbiedad	NTU	2130-B		217
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	826
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	482
Sólidos en suspensión	mg/L	2540-D	220	396

Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C		450
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1600	3 012
Fosfatos	mg/L	4500-P-B	15.00	98
Nitrógeno Orgánico Total	mg/L	4500-N <sub>org</sub> -B	60.00	266
Aceite y grasas	mg/L	5520-B	70.00	692
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	Microfiltración	2000	1.5x10 <sup>6</sup>

**Fuente:** LÍMITES PERMISIBLES BASADOS EN LA NORMA TULSMAN. TABLA 8, LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO ESPECIAL N°387 (MINISTERIAL, 2015)

**Realizado por:** Alexandra Paucar. 2018

De acuerdo a los análisis realizados se puede observar concentraciones de Sólidos suspendidos 396 mg/l, Sólidos totales de 3012 mg/l; Nitrógeno Amoniacal 266 mg/l; Coliformes Fecales 1500000 UFC/100 ml; DQO 826 mg/l; DBO 482 mg/l; Color 4700 Und. Co/Pt; Nitrógeno Amoniacal 266 mg/l; Aceite y grasas 692 mg/l; muestran que estos valores se encuentran fuera de los límites máximos permisibles que se encuentran estipulados en el acuerdo ministerial 097 A TULSMA expedido el 4 de noviembre del 2015, sobre los límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

### 1.6.2 Índice de Biodegradabilidad

El índice de Biodegradabilidad representa la relación entre la DBO<sub>5</sub>/DQO, es indispensable para la determinación de la tratabilidad de diferentes efluentes, los mismos que puede ser sometidos a procesos físicos-químicos o biológicos, de acuerdo al valor que se obtiene de tal relación, como se indica a continuación. (LAPENÑA, 1990)

**Tabla 7-1** Relación entre parámetros DBO<sub>5</sub> y DQO.

	<b>POCO BIODEGRADABLE</b>	<b>MEDIANAMENTE BIODEGRADABLE</b>	<b>MUY BIODEGRADABLE</b>
$\frac{DBO_5}{DQO}$	< 0,2	0,2-0,6	> 0,6
Tipo de tratamiento recomendado	Físico-químico	Físico-químico- Biológico	Biológico

**Fuente:** (LAPENÑA, 1990)

**Realizado por:** Luz Alexandra Paucar Sisa

En la caracterización se determinó que el promedio de la DBO<sub>5</sub> de las descargas fue 482 mg/l, mientras que la DQO tuvo un valor aproximado de 826 mg/l. con dichos valores se obtuvo el índice de Biodegradabilidad tal como se muestra en el siguiente resultado.

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{482 \text{ mg/l}}{826 \text{ mg/l}}$$

*Ecuación 2*

$$\frac{DBO_5}{DQO} = 0.58$$

Para el agua residual que se generan en el Camal Municipal del Cantón Colta, el tratamiento Químico es el más adecuado según el valor obtenido de la relación  $\frac{DBO_5}{DQO}$  fue de 0.58 siendo las aguas medianamente biodegradables.

### ***1.6.3 Tratamiento de las Aguas Residuales***

Para el tratamiento de las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Colta, se optó por un tratamiento físico-químico.

#### ***1.6.3.1 Tratamiento físico***

- **Rejillas**

Las rejillas tienen aberturas (separación de barras) superiores a ½ pulg (12,5mm), en los procesos de tratamiento de aguas residuales se utilizan para proteger bombas, válvulas, tuberías, y otros elementos, contra posibles daños y obstrucciones ocasionados por objetos de gran tamaño como trapos y palos de acuerdo con el método de limpieza las rejillas se clasifican como limpieza manual y mecánica.

#### ***Las rejillas de limpieza manual:***

Se usan con bastante frecuencia en plantas de tratamiento pequeñas, los sólidos son removidos por las rejillas se colocan sobre la bandeja perforada para su deshidratación.

Las normas EIOS establecen que este tipo de rejillas deben contar con un sistema de acondicionamiento del dispositivo de limpieza y un sistema para recolección y salida del

material removido el funcionamiento del dispositivo de limpieza debe ser intermitente y comandado por la pérdida de carga debido al material retenido en la rejilla.



**Figura 1-1** Rejillas de limpieza manual  
Fuente: (Anon., 2017)

Se recomienda instalar rejillas de limpieza manual para caudales menores que 0.053 m<sup>3</sup>/s, las plantas de tratamiento pequeñas poseen un canal donde su profundidad depende de las condiciones propias de cada proyecto

#### 1.6.3.2 Tratamiento químico

- Test de Jarras

El Test de Jarras es un tratamiento químico de gran importancia, nos permite conocer las dosificaciones óptimas de coagulante y floculante a suministrar a las aguas residuales con el fin de lograr una eficiente precipitación química y una correcta tratabilidad.

**Tabla 8-1** Materiales, Equipos y sustancias

EQUIPOS Y MATERIALES	SUSTANCIAS Y REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Balón aforado (500 ml)</li> <li>✓ Vasos de precipitación (1000ml)</li> <li>✓ Equipo de Jarras</li> <li>✓ Probeta graduada (100ml)</li> <li>✓ Pipetas graduadas (5ml, 10ml)</li> <li>✓ pH-metro</li> <li>✓ jarras (1L)</li> <li>✓ Turbidímetro</li> <li>✓ Balanza analítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aguas Residual Camal</li> <li>✓ Coagulantes</li> <li>✓ Agua destilada                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Policloruro de Aluminio al 10 %</li> <li>○ Solución de Sulfato de Aluminio al 10%</li> <li>○ Solución de Cloruro Férrico al 10%</li> </ul> </li> <li>✓ Floculantes:</li> <li>✓ NaOH (hidróxido de sodio) 1N</li> <li>✓ Polielectrolito al 0,05%</li> <li>✓ Agua Residual del camal</li> </ul>

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

**Procedimiento:**

- a) Medir la turbiedad y el pH de la muestra cruda.
- b) Calibrar el pH adicionando NaOH.
- c) Colocar 1L de muestra cruda en cada jarra.
- d) Añadir las dosis determinadas de coagulante y floculante en cada jarra (la concentración de floculante debe ser constante).
- e) Realizar la agitación a 200 rpm durante 5 minutos.
- f) Dejar reposar las muestras por 30 minutos con el fin de que estas sedimenten
- g) Medir nuevamente el pH y la turbiedad para conocer el grado de clarificación logrado.

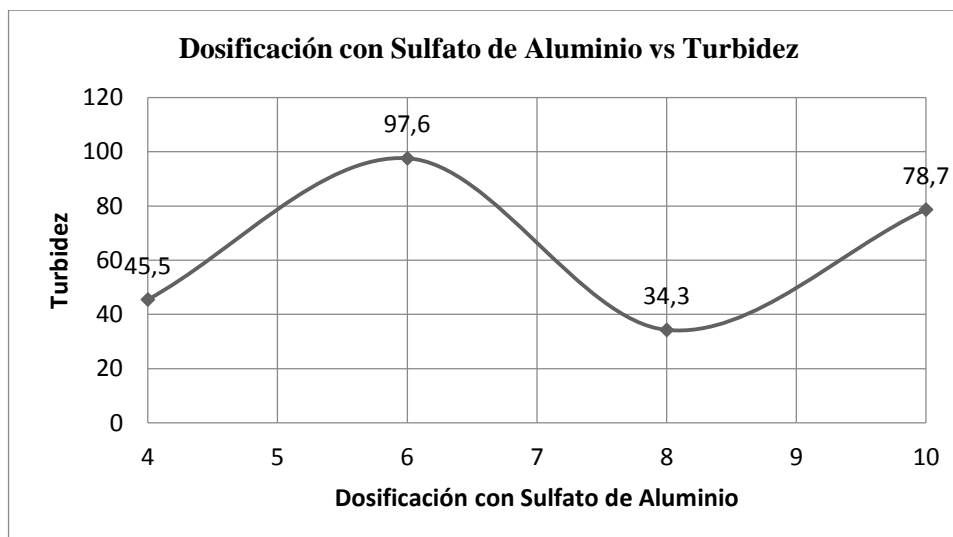
**• Tratamiento con Sulfato de Aluminio**

Se realizó cuatro muestras a diferentes dosificaciones, con una agitación constante de 200 rpm durante 5 minutos, fue necesario ajustar el pH con 1.5 ml de NaOH a concentración 1N: obteniendo un pH de 10.07 y una turbidez inicial de 45.5 NTU.

**Tabla 9-1** Tratamiento con Sulfato de Aluminio

N° Jarra	NaOH (ml)	Coagulante (ml) Sulfato de Aluminio	PPM	RPM	Turbidez (30 min)
1	1,5	4	400	200	45,5
2	1,5	6	600	200	97,6
3	1,5	8	800	200	34,3
4	1,5	10	1000	200	78,7

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Gráfica 3-1** Dosificación con Sulfato de Aluminio vs Turbidez  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

En base a los resultados obtenidos las dosificaciones óptimas son 8 ml y 10 ml de sulfato de aluminio como se puede ver en la tabla 1-6, dieron los mejores resultados con valores de turbidez de 34,3 y 78,7 NTU respectivamente, sin embargo, es demasiado alta la diferencia entre estas dos dosificaciones y el resultado no varía mucho, lo que quiere decir que el sulfato de aluminio no dio efectos positivos en el tratamiento.

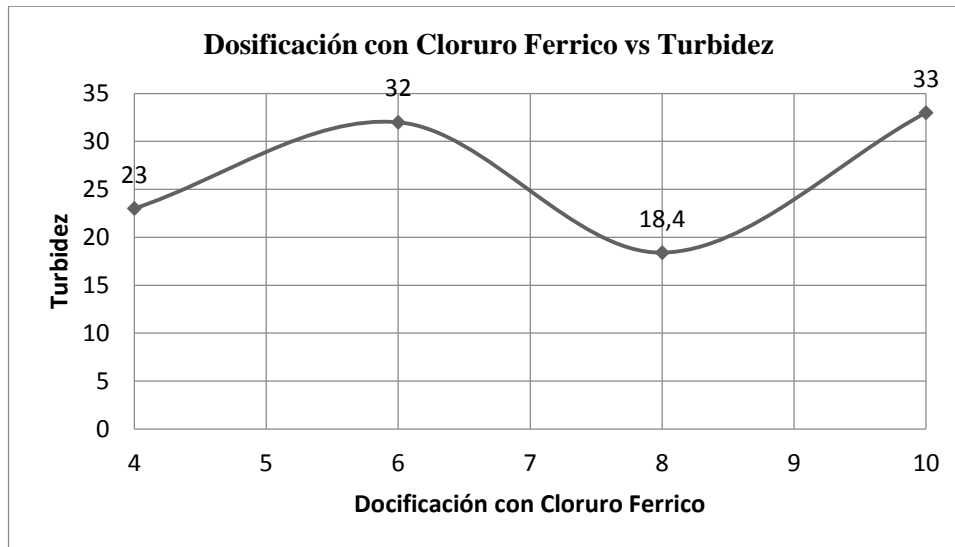
#### • Tratamiento con Cloruro Férrico

Se llevó a cabo nueva muestra con dosificaciones distintas, la agitación fue constante a 200 rpm durante 5 minutos, se ajustó el pH con 1,5 ml de NaOH a concentración 1N, obteniendo un pHm de 7,55, la turbidez inicial de 342 NTU.

**Tabla 10-1** Tratamiento con Cloruro Férrico

N° Jarra	NaOH (ml)	Coagulante (ml) Cloruro Ferrico	PPM	RPM	Turbidez (30 min)
1	1,5	4	400	200	23,00
2	1,5	6	600	200	32,00
3	1,5	8	800	200	18,4
4	1,5	10	1000	200	33,00

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Gráfica 4-1** Dosificación con Policloruro de Aluminio vs Turbidez  
 Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

En la tabla 1-7 se puede observar que la dosificación con 8 ml de Cloruro Férrico a 800ppm, es la más óptima, arrojando un resultado de 18,4 NTU de turbidez, lo cual nos indica que es una buena alternativa para el tratamiento del agua residual en la planta, ya que se utiliza una pequeña cantidad de coagulante.

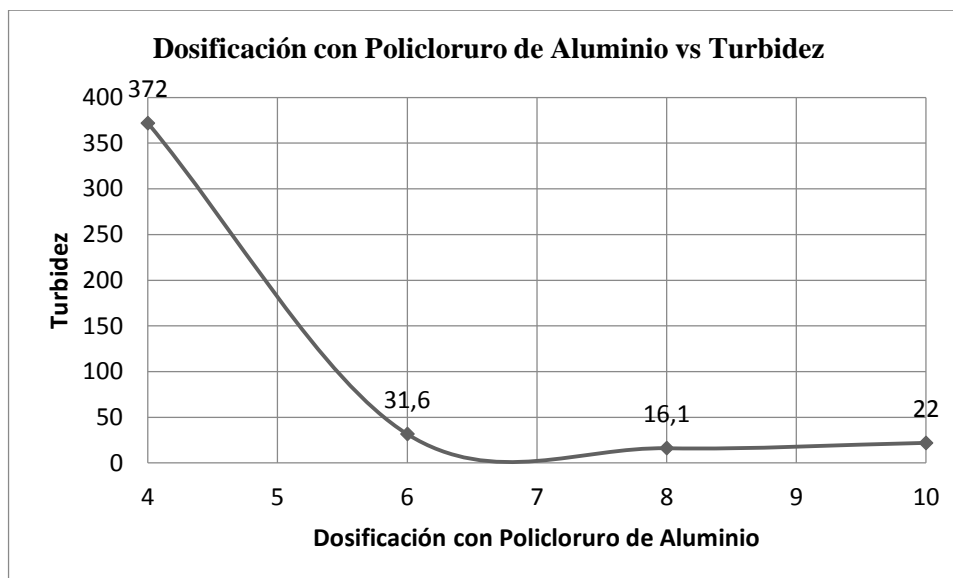
• **Tratamiento con Policloruro de Aluminio**

Para este tratamiento, se preparó cuatro muestras, a diferentes dosis de coagulante, no fue necesario ajustar el pH, ya que el Policloruro de Aluminio actúa mejor con un pH bajo, el mismo que fue de 6,96 y una turbidez inicial de 800 NTU

**Tabla 11-1** Tratamiento con Policloruro de Aluminio

N° Jarra	NaOH (ml)	Coagulante (ml) Policloruro de Aluminio	PPM	RPM	Turbidez (30 min)
1	1,5	4	400	200	372
2	1,5	6	600	200	31,6
3	1,5	8	800	200	16,1
4	1,5	10	1000	200	22,00

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Gráfica 5-1** Dosificación con Policloruro de Aluminio vs Turbidez  
 Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

Como se puede apreciar en la Tabla 1-8, la dosis óptima de coagulante para la clarificación del agua residual es de 8 ml a 800ppm, obteniendo un resultado de turbidez de 16,1 NTU.

- **Tratamiento con Polielectrolito**

Una vez realizada las pruebas con los coagulantes, se procedió a tomar las muestras con los mejores resultados, la muestra con 8 ml de PAC y la muestra con 3,5 ml de Policloruro de Aluminio, a los cuales se agregó cantidades de Polielectrolito a una concentración de 0,05%, alcanzando los siguientes resultados.

**Tabla 12-1** Tratamiento con Cloruro Férrico

N° Jarra	NaOH (ml)	Coagulante (ml) Cloruro Ferrico	PPM	RPM	Turbidez (30 min)
1	1,5	4	400	200	23,00
2	1,5	6	600	200	32,00
3	1,5	8	800	200	18,4
4	1,5	10	1000	200	33,00

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Tabla 13-1** Tratamiento con Policloruro de Aluminio con Polielectrolito

N° Jarra	NaOH (ml)	Coagulante (ml) Policloruro de Aluminio	PPM	RPM	Turbidez (30 min)
1	1,5	4	400	200	372
2	1,5	6	600	200	31,6
3	1,5	8	800	200	16,1
4	1,5	10	1000	200	22,00

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

Para la muestra con cloruro férrico y Polielectrolito, los resultados fueron DBO= 594 mg/L; DQO= 763 mg/L; Nitrógeno=4,45 mg/L y Sólidos Suspendidos=0,97mg/L.

Luego de realizar las dosificaciones correspondientes, se realizó los análisis de los parámetros en la muestra con PAC y polielectrolito, dando los siguientes valores DBO= 165 mg/L; DQO= 179 mg/L; Nitrógeno=6,45 mg/L y Sólidos Suspendidos=0,63mg/L.

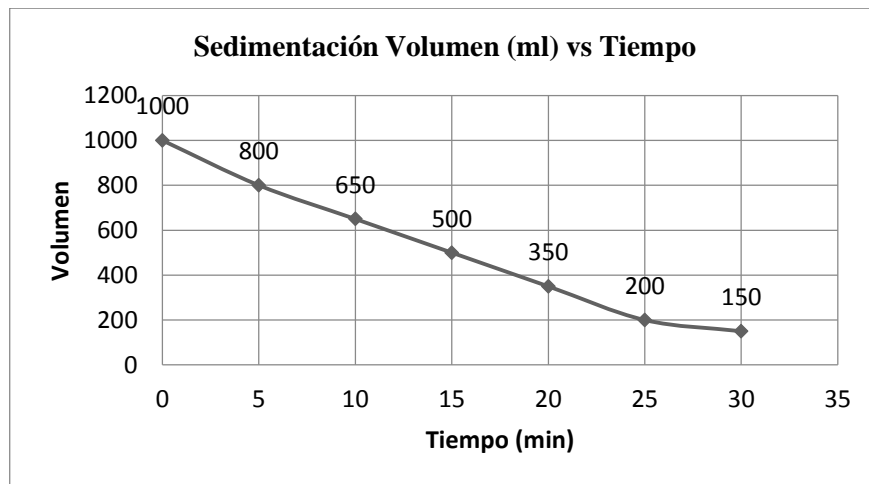
#### • Prueba de Sedimentación Procedimiento

- Colocar el agua tratada dentro de la probeta de 1000ml
- Dejar reposar y registrar a tiempos determinados el volumen de lodo hasta que este sea constante.
- Realizar un gráfico con los datos conseguidos.

**Tabla 14-1** Prueba de Sedimentación

<b>Tiempo (min)</b>	0	5	10	15	20	25	30
<b>Volumen (ml)</b>	1000	800	650	500	350	200	150

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Gráfica 6-1 Sedimentación**  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

- **Floculación**

Mediante este tratamiento se persigue mejorar la eliminación de los sólidos en suspensión y la DBO<sub>5</sub>, sobre todo las partículas coloidales, además permite acondicionar el agua y mejorar la eficiencia de los sedimentadores.

El proceso consiste en desestabilizar las partículas coloidales mediante la adición de reactivos llamados coagulante. Una vez que han sido desestabilizadas, ya pueden unirse o agregarse, viéndose este proceso favorecido por los compuestos denominados floculante, que dan lugar a la formación de mayor tamaño y densidad que precipitan con mayor rapidez.

**Tabla 15-1** Tipo de soluciones

Tipo de solución	Efecto
Sulfato de alúmina	Coagulante
Sulfato férrico	Coagulante
Policloruro de aluminio	Coagulante
Polielectrolito	Floculante

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa

- **Filtro lento de grava y arena**

Una vez realizado el proceso de separación de grasas y aceites, se dio paso al siguiente proceso físico que es la filtración, haciendo uso de un filtro lento compuesto por grava y arena. Mediante este proceso se busca eliminar al máximo material sólido que se encuentra en el agua residual.

Las ventajas del filtro lento, está la eficiencia que tiene el carbón activado para la clarificación del agua, además de facilidad para su construcción y los bajos costos económicos.



**Fotografía 30-1** Filtro para agua  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

#### 1.6.4 Caracterización del agua residual tratada

**Tabla 16-1** Caracterización del Agua Residual Tratada

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODOS/ PROCEDIMIENTO	RESULTADOS	U(K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
pH	-	PE-LSA-01	7,56	+/- 0,008	6-9
*Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	20,7	N/A	Condición natural ±3
Conductividad	μS/cm	PE-LSA-02	1370	+/-8%	-
*Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	71	N/A	2000 Inapreciable en dilución: 1/20
*Turbiedad	FTU- NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,87	N/A	-
DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220-D mod	19	+/-10%	200
*DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	STANDARD METHODS 5210-B	7.90	N/A	100
Detergentes	mg/L	STANDARD METHODS 5540-C mod	1,78	N/A	0,7
*Solidos Disueltos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540-C	744	N/A	-

Sólidos Totales	mg/L	PE-LSA-04	902	+/- 6%	1600
*Fosfatos	mg/L	STANDARD METHODS 4500-P	1,56	N/A	10.00
*Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	< 1(Ausencia)	N/A	-
*Nitrógeno Amoniacal	mg/L	STANDARD METHODS 4500-NH <sub>3</sub> B&C - mod	2,10	N/A	60.00
*Cloro libre residual	mg Cl <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 4500-Cl G	0,37	N/A	1000
*Aceite y grasas	mg/L	EPA 4158,1	16,70	N/A	70.00
*Coliformes Fecales	UFC/100 mL	STANDARD METHODS 9221-C	< 1(Ausencia)	N/A	2000

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales "UNACH"

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018

## 1.7 Beneficios directos e indirectos

### 1.7.1 Directos

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Colta

### 1.7.2 Indirectos

- La población del Cantón Colta

## **CAPÍTULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 General**

- Diseñar un sistema de Tratamiento para aguas residuales para el camal municipal del Cantón Colta.

#### **2.2 Específicos**

- Realizar la caracterización físico-químico y microbiológica de las aguas residuales, e identificar los parámetros que se encuentren fuera de la norma vigente provenientes del área de faenamiento y lavado de vísceras del Camal Municipal del Cantón Colta.
- Efectuar las pruebas de tratabilidad más adecuados para el dimensionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Dimensionar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales según las variables y cálculos de ingeniería previo a su diseño.
- Validar el diseño mediante la caracterización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua tratada, en base a los límites de descarga al sistema de alcantarillado público según el ACUERDO MINISTERIAL 097-A Tabla 8 del 30 de Julio del 2015 publicado en el registro oficial 387 del 4 de noviembre del 2015.
- Estimar costos del estudio técnico del diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización del Proyecto

##### 3.1.1 Localización Geográfica

El presente trabajo de investigación técnico se efectuó en el cantón Colta se encuentra ubicado en la parte Noroccidental de la Provincia de Chimborazo, apenas a 18 km de la ciudad de Riobamba y a 206 km de la Capital de la República del Ecuador. Asentada a los pies de histórico cerro Cushca, y al Norte del valle de la Antigua Capital.

**Tabla 1-3** Tabla Características Geográficas de Colta

UBICACIÓN	Se encuentra ubicado al noroccidente de la provincia de Chimborazo, apenas a 18 km de la ciudad de Riobamba y a 206 km de Quito la capital de la república del Ecuador.
LATITUD	1.7
LONGITUD	78.75
TEMPERATURA	Temperatura promedio de 12 °C
ALTITUD	3.212 m.s.n.m

Fuente: Perfil Territorial del Cantón Colta (MAPS, 2018)  
Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



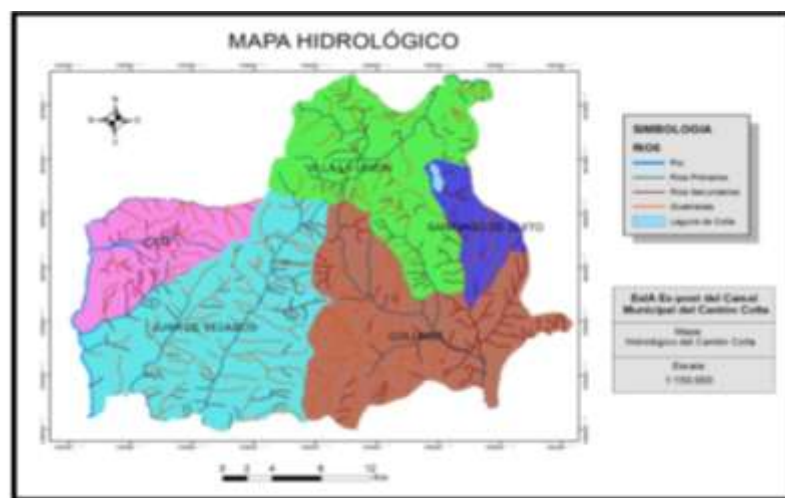
**Ilustración 1-3** Mapa del Cantón Colta

Fuente: Google Maps

### 3.1.2 Hidrografía

De los páramos del cantón Colta nacen dos cuencas importantes, la cuenca del Pastaza y la cuenca del Guayas, la primera cubre un área de 45 267 Ha y la segunda 37 791 ha. Existe un sinnúmero de ríos que alimentan ambas cuencas, entre los ríos más importantes que van hacia la cuenca del Pastaza están: Sicalpa, Llinllin, Sasapud y Grahujón; mientras que los ríos más representativos que forman parte de la cuenca del guayas son: Pangor, Cañi, Malpote, Pallo, Tangabana, Panza y Coco (Cobierno Municipal de Colta , 2014).

- Hidrológico



**Ilustración 2-3** Mapa hidrológico  
Fuente: (Cobierno Municipal de Colta , 2014)

A más de los ríos mencionados anteriormente, el cantón Colta con una de las Lagunas más grandes e importantes del país, la Laguna de Colta que según su diagnóstico su espejo de agua es de 91.86 Ha, mientras que 86.05 ha corresponde a la totora que poco a poco ha ido ganando espacio. Alrededor de la laguna se encuentran asentadas 11 comunidades y tres barrios pertenecientes a las parroquias de Sicalpa y de Santiago de Quito (Cobierno Municipal de Colta , 2014).

Se ha determinado que los sedimentos acumulados en el fondo de la laguna debido a las características de la misma, así como la deforestación y la falta de técnicas de conservación es de 60 cm. Actualmente existe un proyecto mediante el cual se está tratando de recuperar la laguna, mediante el dragado de los sedimentos y la extracción de la totora que poco a poco ha ganado espacio, reduciendo el espejo de agua de la laguna (Cobierno Municipal de Colta , 2014).

- **Superficie**

El cantón Colta perteneciente a la provincia de Chimborazo, está ubicado en las coordenadas 78°46'53", y 1°4'53", tiene una extensión de 836,41 km<sup>2</sup> dividido en 6 parroquias: Villa la Unión (Cajabamba, Silcalpa), Cañi, Columbe, Santiago de Quito y Juan de Velasco.

**Tabla 2-3** Extensión de las parroquias de Colta

<b>PARROQUIA</b>	<b>EXTENSIÓN km<sup>2</sup></b>	<b>% TERRITORIO CANTONAL</b>
Cajabamba	61,60	7%
Sicalpa	130,89	16%
Cañi	99,83	12%
Columbe	223,00	27%
Santiago de Quito	265,56	32%
Juan de Velasco	55,40	7%
<b>Total</b>	<b>836,41</b>	<b>100%</b>

Fuente: (INEC, 2010, 2010)

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

- **Clima**

El clima de Colta varía de acuerdo a la altura del territorio así tenemos que el cantón Colta presenta 3 tipos de clima que son:

**Tabla 3-3** Climas de Colta

<b>Variable</b> \ <b>Clima</b>	<b>Ecuatorial Meso Semi Húmedo (EMsSH)</b>	<b>Ecuatoriano Meso térmico seco (EMS)</b>	<b>Clima Ecuatorial Frío de Alta Montaña (EFAMñ)</b>
<b>Altura</b>	+ 3000 m.s.n.m.	+ 3200 m.s.n.m.	-
<b>Temperatura</b>	4 -20 °C	12 -20 °C	12 – 20 °C
<b>Precipitación</b>	800 -2000 mm	600 – 2000 mm	500 mm
<b>Humedad Relativa</b>	+ 80 %	65 – 85 %	50 – 80 %
<b>Insolación</b>	-	1000 -2000 h.	1600 h. anuales
<b>% de Territorio con este clima</b>	58%	37%	5%

Fuente: (Cobierno Municipal de Colta , 2014)



## 3.2 Ingeniería del proyecto

### 3.2.1 Aguas Residuales

Se entiende por aguas residuales a los residuos líquidos generados a partir de procesos cotidianos. Toda planta de producción genera residuos, los cuales representan una inminente contaminación hacia el ambiente, ya que poseen componentes con altos índices de contaminantes como el ácido láctico, sustancias orgánicas disueltas, grasas y aceites, entre otras. Es por ello que es necesario dar un adecuado tratamiento a las aguas con el fin de bajar los niveles de contaminación.

#### 3.2.1.1 Clasificación de las aguas residuales según su fuente de descarga

- **Agua Residual Domésticas:** son los líquidos que proceden de viviendas y servicios, son producidas por actividades domésticas y poseen principalmente materia orgánica, nitrógeno y sales minerales.
- **Aguas Residuales Industriales:** aguas generadas de la producción de las industrias, con un grado de contaminación alto y siendo más difícil su eliminación.
- **Aguas Residuales Urbanas:** constituye generalmente una mezcla entre las aguas residuales domésticas y las industriales, las cuales son transportadas a través de un sistema de alcantarillado hacia una planta para su respectivo tratamiento.

#### 3.2.1.2 Composición

Las aguas residuales industriales provienen de las actividades realizadas en todos los procesos de una industria, desde el proceso productivo hasta la limpieza de la planta, están compuestas principalmente por sustancias orgánicas e inorgánicas, aceites, detergentes, ácidos, metales pesados, entre otros.

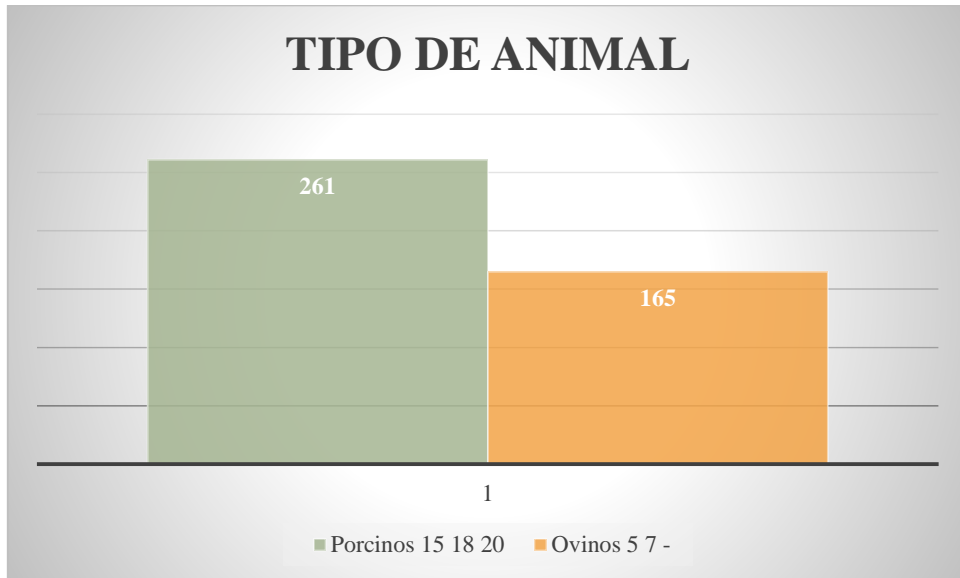
### 3.2.2 Datos de ejemplares faenados en el camal

Estos datos fueron tomados de datos del camal y se realizó un promedio para obtener datos representativos de la cantidad de animales faenados por día.

**Tabla 4-3** Número de animales faenados en el Camal Municipal del Cantón Colta

Animales	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Porcinos	23	9	20	74	76	6	53	261
Ovinos	5	-	-	6	51	130	6	198

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018



**Figura 1-3** Relación de números de animales faenados semanalmente

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.2.2.1 Datos de consumo de agua por animal

**Tabla 5-3** Consumo de agua por cada ejemplar

Tipo de ejemplar	Volumen (L)
Porcino	195.60
Ovino	167.89

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.2.3 Datos de los análisis físicos del agua residual

**Tabla 6-3** Datos de los Análisis Físicos del agua residual

<b>Color</b>	El agua residual del Camal posee un color rojo intenso
<b>Olor</b>	Posee un olor desagradable
<b>Aspecto</b>	Turbio, existe la presencia de sólidos y material flotante

Fuente: Alexandra Paucar, 2018

### 3.2.4 Datos de los análisis físico-químicos del agua residual

### 3.3 Cálculos del diseño

Para dimensionamiento de la planta se necesita conocer la cantidad de agua por animal utilizado, para lo cual se toma los respectivos caudales, se tomó los datos de mayor faenamiento que es el día viernes teniendo como datos los siguientes resultados:  $195,60 \frac{L}{porcino}$ ,  $167,89 \frac{L}{ovino}$ .

#### 3.3.1 Diseño para el canal

##### a) Área del canal

El área del canal se calcula mediante la tabla de las Normas para Estudio y diseño de agua potable y Disposición de aguas Residuales.

**Tabla 7-3** Normas para Estudio y diseño de agua potable y Disposición de aguas Residuales

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	VALORES
Altura del canal (asumida)	H	m	0,60
Base del canal(asumida)	B	m	0,50
Caudal de diseño	Q diseño	$m^3/s$	0,02578
Material del canal	-	-	Hormigón
Caudal medio diario	QMD	$m^3/s$	0,01417
Pendiente del canal (asumida)	S	%	0,50

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2000)

$$A = b * h$$

#### Ecuación 3

Dónde:

$A = \text{Área del canal}(m^2)$

$b = \text{Base del canal}(m)$

$h = \text{altura del canal el nivel de agua}(m)$

dejando una altura de tirante para el canal de  $0,3m^2$

$$A = 0,5m * 0,6m$$

$$A = 0,3m^2$$

*b) Radio Hidráulico*

Se calcula el radio hidráulico

$$R = \frac{b * h}{b + 2h}$$

*Ecuación 4*

$$R = \frac{0,5m * 0,6m}{0,5m + 2(0,6m)}$$

$$R = 0,176m$$

Es necesario diseñar la velocidad a la que se transporta el agua residual hacia el proceso:

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

*Ecuación 5*

Dónde:

$v =$  velocidad ( $m/s$ )

$n =$  coeficiente de Manning (0,013 para canales de hormigón)

$R =$  radio hidráulico (m)

$S =$  gradiente hidráulico ( $m/m$ ) 0,0005

$$v = \frac{1}{0,013} * (0,176m)^{2/3} * (0,0005 m/m)^{1/2}$$

$$v = 0,54 \frac{m}{s}$$

Diseño de la longitud del canal

$$L = 2a$$

$$L = 2 * 2,5$$

$$L = 5$$

### 3.3.2 Diseño para las rejillas de limpieza manual

#### a) Determinación del área de las barras

Para determinar la velocidad de entrada al área libre entre las barras.  $A_L = \frac{Q}{V_{RL}}$

**Ecuación 6**

Dónde:

$A_L =$  velocidad de área de las barras( $m^2$ )

$Q =$  caudal real ( $m^3/s$ )

$V_{RL} =$  velocidad de aproximación( $m/s$ )

$$A_L = \frac{0,0027 m^3/s}{0,45 m/s}$$

$$A_L = 0,006m^2$$

#### b) Área de la sección transversal del flujo

El área de la sección transversal  $A_f = A_L * \frac{(E+s)}{E}$

**Ecuación 7**

Dónde:

$A_f =$  área de la sección transversal ( $m^2$ )

$E =$  separación entre barras( $m$ )

$s =$  espesor de la barra( $m$ )

$$A_f = 0,006m^2 * \frac{(0,02m + 0,01m)}{0,02m}$$

$$A_f = 0,009m^2$$

c) *Longitud sumergida de la rejilla*

Para conocer el nivel máximo de agua:

$$d_{max} = \frac{Q}{V_{RL} * B}$$

**Ecuación 8**

$$d_{max} = \frac{0,0027m^3}{0,45 m/s * 0,050(m)}$$

$$d_{max} = 0,311m$$

$$d_{max} = \text{nivel máximo}(m)$$

$$B = \text{ancho de la rejilla}(m)$$

Para cálculo de la longitud sumergida

$$L_s = \frac{d_{max}}{\text{sen}45^\circ}$$

**Ecuación 9**

$$L_s = \frac{0,311m}{\text{sen}45^\circ}$$

$$L_s = 0,4398m$$

$\theta^\circ = \text{grado de inclinación de las rejillas}$

d) *Número de barras*

**Tabla 8-3** Criterios de diseño de rejillas de limpieza manual

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIMPIEZA MANUAL</b>
Profundidad	cm	2,5
Ancho de la barra	cm	1,0
Separación entre barras, mm	cm	2,5
Pérdida de carga admisible	cm	15
Velocidad de aproximación	m/s	0,30-0,60
Pendiente en relación a la vertical	grados ( $\emptyset$ )	45

Fuente: (Romero, 2008)

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa

$$n = \frac{b}{E + s}$$

*Ecuación 10*

Dónde:

$b =$  ancho del canal(m)

$E =$  separación entre barras(m)

$s =$  espesor de las barras(m)

$$n = \frac{0,5m}{0,02m + 0,01m}$$

$$n = 16,66 \approx 17$$

Altura total del canal,  $H_{TC}$

$$H_{TC} = H + H_s$$

*Ecuación 11*

Dónde

$H =$  Altura de agua en el canal; m

$H_s =$  Altura de seguridad; m

$H_{TC}$  = Altura total del canal; m

$$H_{TC} = (0,030 + 0,15) \text{ m}$$

$$H_{TC} = 0,18 \text{ m}$$

Longitud de las barras,  $L_b$ :

$$L_b = \frac{H_{TC}}{\text{sen}\phi}$$

**Ecuación 12**

Dónde:

$L_b$  = Longitud de las barras; m

$H_{TC}$  = Altura total del canal; m

$\phi$  = Ángulo de inclinación de las barras; 45

$$L_b = \frac{0,18}{\text{sen}(45)}$$

$$L_b = 0,25 \text{ m}$$

e) Diseño de la pérdida de carga a través de las rejillas

La pérdida de carga a través de las rejillas

$$H_f = \frac{1}{C} * \left( \frac{v^2 - va^2}{2g} \right)$$

**Ecuación 13**

Dónde:

$v$  = velocidad de flujo a través del espacio entre barras de la reja ( $m/s$ )

$va$  = velocidad de aproximación fluido hacia la reja ( $m/s$ )

$g$  = aceleración de la gravedad ( $m/s$ )

$C$  = coeficiente de flujo para rejilla obstruida (0,6)



$$H_f = \frac{1}{0,6} * \left( \frac{(0,6 \text{ m/s})^2 - (0,45 \text{ m/s})^2}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$H_f = 0,013\text{m}$$

### 3.3.3 Diseño para el tanque de sedimentación

**Tabla 9-3** Sedimentador

Suspensión	Carga superficial ( $\text{m}^3/\text{m}^2 * \text{día}$ )	
	Caudal	Intervalo
Agua residual sin tratar	48	24-48
Floculó de Aluminio	24	14-24
Floculó de Hierro	32	21-32
Floculó de Cal	48	21-48

Fuente: (TCHOBANOGLIOUS, 1997)

**Tabla 10-3** Información usual para diseño de sedimentadores rectangulares y circulares en el tratamiento primario y secundario.

PARÁMETRO	UNIDAD	INTERVALO	VALOR USUAL
<b>Rectangular</b>			
Profundidad h	m	3 – 4,5	3,6
Longitud	m	15 – 90	25 – 40
Ancho	m	3 – 25	5 – 10
Velocidad de barredor	m/s	0,6 -1,2	0,9
<b>Circular</b>			
Profundidad	m	3 – 4,5	3,6
Longitud	m	3 – 60	12 – 45
Pendiente de la solera	mm/m	0,25 – 16	8
Velocidad de lodos rascadores	(r/min)	0,02 – 0,05	0,03

Fuente: (TCHOBANOGLIOUS, 1997)

**Tabla 11-3** Información típica para el diseño de tanque de sedimentación primario

CARACTERÍSTICAS	INTERVALO	TÍPICO
Sedimentación primaria		
Tiempo de retención, h	1,5 – 2,5	2
Carga superficie, $\text{m}^3/\text{m}^2*\text{d}$		
A caudal medio	30 - 50	40
A caudal punta	80 - 120	100
Carga sobvertedero, $\text{m}^3/\text{m}*\text{d}$	125 - 50	250
Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso		
Tiempo de retención, h	1.5 – 2.5	2

Carga superficie, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *día		
A caudal medio	24 - 32	28
A caudal punta	48 - 70	60
Carga sobre vertedero	125 - 500	250

Fuente: (TCHOBANOGLIOUS, 1997)

**Tabla 12-3** Información para el diseño de tanque de sedimentación primario

Parámetros	Rango	Unidad
Parámetros para sedimentador de placas paralelas (característica crítica del funcionamiento) (Sc)	1,5	adimensional
Tiempo de retención	<15	Min
Angulo de inclinación	60	grados (°)
Carga superficial (Cs)	02-04	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d
Numero de Reynolds	<500	adimensional
Profundidad del sedimentador	1,5-2,5	M
Relación Largo – Ancho (L/A)	03 -04	M

Fuente: (TCHOBANOGLIOUS, 1997)

a) *Determinación del área del sedimentador*

Para el diseño del área superficial del sedimentador

Donde:

Carga superficial: tabla 11-3 a caudal medio =  $32 \frac{m^3}{m^2 d}$

Caudal real:  $0,0027 \frac{m^3}{s}$

$$A = \frac{Q}{\text{carga superficial}}$$

**Ecuación 14**

$$Q = 0,0027 \frac{m^3}{s} \times \frac{3600s}{1h} \times \frac{24h}{día} = 233,28 \frac{m^3}{día}$$

$$A = \frac{233,28 \frac{m^3}{d}}{32 \frac{m^3}{m^2 d}}$$

$$A = 7,29m^2$$

Se corrige la carga superficial:

$$carga = \frac{Q}{A}$$

**Ecuación 15**

Dónde:

$$carga = carga\ superficial \left( \frac{m^3}{m^2 * día} \right)$$

$$carga = \frac{233,28 \frac{m^3}{día}}{7,29 m^2}$$

$$carga = 32 \frac{m^3}{m^2 * día}$$

b) *Diseño del diámetro del sedimentador*

El diámetro del sedimentador

$$\phi = \sqrt{4 * A / \pi}$$

**Ecuación 16**

Donde:

$$\phi = \text{diámetro}(m)$$

$$A = \text{área}(m^2)$$

$$\phi = \sqrt{4 * 7,29 m^2 / 3,1416}$$

$$\phi = 3,04 m$$

Para el radio del sedimentador

$$r = \sqrt{A / \pi}$$

**Ecuación 17**

Dónde:

$A = \text{área}(m^2)$

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

$$r = \sqrt{7,29m^2 / 3.1416}$$

$$r = 1.52m$$

c) *Diseño del volumen del sedimentador*

Se supone una relación:

$$a = \sqrt{A/2}$$

***Ecuación 18***

$$a = \sqrt{7,29/2}$$

$$a = 1,91m$$

Se determina la longitud del sedimentador

$$L = 2a$$

***Ecuación 19***

$$L = 2(1,91m)$$

$$L = 3,82m$$

Entonces el volumen del sedimentador se determina mediante su área y el largo del mismo.

$$V = L * a * h$$

***Ecuación 20***

Dónde:

$V = \text{volumen del sedimentador}(m^3)$

$a = \text{Ancho del sedimentador } 1,55(m)$

$L = \text{longitud } 3,10(m)$

$h = \text{Profundidad del sedimentador} = 3 \text{ (Valor considerado de la tabla 26 - 3)}$

$$V = 3,10m * 1,55m * 3m$$

$$V = 14,41m^3$$

d) *Tiempo de retención hidráulico*

Para determinar el tiempo de retención en el sedimentador

$$T_r = \frac{V}{Q}$$

**Ecuación 21**

Dónde:

$T_r = \text{tiempo de retención}(h)$

$V = \text{volumen}(m^3)$

$Q = \text{caudal}(m^3/h)$

$$V = 0,0027 \frac{m^3}{s} * \frac{3600s}{1h} = 9,72 m^3/h$$

$$T_r = \frac{14,41m^3}{9,72 m^3/h}$$

$$T_r = 1,48h$$

e) *Área de la sección transversal*

Determinación del área transversal

$$A_t = \frac{V}{L}$$

**Ecuación 22**

Dónde:

$A_t$  = área de sección transversal(m<sup>2</sup>)

$V$  = área de sección transversal(m<sup>3</sup>)

$L$  = longitud del sedimentador (m)

$$A_t = \frac{14,41m^3}{3,10m}$$

$$A_t = 4,65m^2$$

f) *Velocidad de arrastre*

La velocidad de arrastre

$$V_h = (8K(s - 1)g * d/f)^{1/2}$$

**Ecuación 23**

Dónde:

$V_h$  = velocidad horizontal mínima a la cual se inicia el arrastre de la partícula m/s

$K$  = constante de cohesión que depende del tipo de material arrastrado

0,04 para arena unigranular,

0,06 para material más aglomerado) para este caso se utilizara 0,05.

$s$  = densidad relativa de las partículas, para el cálculo usaremos el valor 1,05.

$g$  = aceleración de la gravedad m/s<sup>2</sup>

$d$  = diámetro de las partículas 0,01

$f$  = los valores para el factor de fricción de Darcy

–Weisbach va desde 0,02 hasta 0,03 en este caso vamos a utilizar el 0,03.

$$V_h = (8 * 0,05(1,05 - 1) * 9,81 * 0,01/0,03)^{1/2}$$

$$V_h = 0,26 \text{ m/s}$$

g) *Remoción de SST y DBO*

Determinar la tasa de remoción de la DBO se utiliza

**Tabla 13-3** Valores constantes empíricas

<b>Variable</b>	<b>a,h</b>	<b>B</b>
SST	0,0075	0,014
DBO	0,018	0,020

Fuente: (CRITES, 2000) Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

**Ecuación 24**

Dónde:

$R =$  porcentaje de remoción(%)

$t =$  tiempo nominal de retención(h)

$a, b =$  constantes empíricas

$$R = \frac{1,02}{0,018 + 0,020(1,02)}$$

$$R = 26,56\%$$

Con la misma ecuación, sino que para el caso de SST tenemos

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

**Ecuación 25**

Dónde:

$R =$  porcentaje de remoción(%)

$t =$  tiempo nominal de retención(h)

$a, b = \text{constantes empíricas}$

$$R = \frac{1,02}{0,075 + 0,014(1,02)}$$

$$R = 11,42\%$$

### 3.3.4 Diseño del floculador

$$A = \frac{Q}{\text{carga superficial}}$$

**Ecuación 26**

Donde:

$A = \text{área}(m^2)$

$Q = \text{caudal}(m^3/h)$

$\text{carga} = \text{carga superficial}(m^3/m^2 * \text{día})$

$$A = \frac{233,28 m^3/día}{32 m^3/m^2 * día}$$
$$A = 7,29 m^2$$

a) *Ancho del tanque*

$$a = \sqrt{A/2}$$

**Ecuación 27**

Donde:

$a = \text{ancho del tanque floculador}$

$$a = \sqrt{7,29m^2/2}$$



$$a = 1,91m$$

b) *Longitud del tanque de floculación*

$$L = 2 * a$$

**Ecuación 28**

Dónde:

*L = largo del tanque floculador (m)*

$$L = 2 * 1,91$$

$$L = 3,82 m$$

c) *Volumen del floculador*

$$V = L * A$$

**Ecuación 29**

$$V = 3,82m * 7,29m^2$$

$$V = 27,85m^3$$

d) *Diseño del ancho de las vueltas de floculación, d:*

$$d = 1,5 * a$$

**Ecuación 30**

Dónde:

*d = ancho de las vueltas de floculación (m)*

*a = Ancho del canal de floculación (m); 1,91 m*

$$d = 1,5 * 1,91$$

$$d = 2,86 \text{ m}$$

d) Tiempo de recolección

$$Tr = \frac{V}{Q}$$

**Ecuación 31**

Dónde:

$V = \text{volumen del floculador}$

$Tr = \text{tiempo de retención hidráulico}$

$Q = \text{caudal a tratar (m}^3/\text{h)}$

$$Tr = \frac{27,85\text{m}^3}{9,72\text{m}^3/\text{h}}$$

$$Tr = 2,86\text{h}$$

e) Cálculo para las paletas de agitación

Diámetro del impulsor

$$di = \frac{1}{3} \emptyset \text{ del tanque}$$

**Ecuación 32**

$$di = \frac{1}{3} * 2,45 \text{ m}$$

$$di = 0,816\text{m}$$

f) Altura del impulsor respecto del fondo

$$H_i = d_i$$

**Ecuación 33**

$$H_i = 0,816 \text{ m}$$

g) Ancho de las palas del impulsor

$$q = \frac{1}{5} * d_i$$

**Ecuación 34**

$$q = \frac{1}{5} * 0,816 \text{ m}$$

$$q = 0,1632 \text{ m}$$

h) Longitud de las palas del impulsor

$$l = \frac{1}{4} * d_i$$

**Ecuación 35**

$$l = \frac{1}{4} * 0,816 \text{ m}$$

$$l = 0,204 \text{ m}$$

i) Longitud de las palas del impulsor montadas en el disco central

$$l_{DC} = \frac{1}{2} * d_i$$

**Ecuación 36**

$$l_{DC} = \frac{1}{2} * 0,816m$$

$$l_{DC} = 0,408 m$$

j) Diámetro del disco central

$$s = \frac{1}{4} * \varnothing_{tanque}$$

**Ecuación 37**

$$s = \frac{1}{4} * 2,45m$$

$$s = 0,6125m$$

k) Potencia disipada de la mezcla

$$P = G^2 * \mu * V$$

**Ecuación 38**

Dónde:

$G =$  gradiente de velocidad ( $1/s$ )

$P =$  potencia necesaria ( $W$ )

$\mu =$  viscosidad dinámica visto en tablas a  $20^{\circ}C$

$V =$  volumen del floculador ( $m^3$ )

$$P = \left(\frac{50}{s}\right)^2 * \left(1,009 * 10^{-3} \frac{Ns}{m^2}\right) * 14,41m^3$$

$$P = 36,35 W$$

l) Área requerida por las paletas

$$A = \frac{2 * P}{C_D * \rho * v^3}$$

### Ecuación 39

Dónde:

$A$  = área de la sección transversal de la paleta ( $m^2$ )

$C_D$  = coeficiente de resistencia al avance de las paletas

$v$  = velocidad relativa de las paletas con respecto al fluido ( $m/s$ )

$\rho$  = densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$P$  = potencia necesaria ( $W$ )

$$A = \frac{2 * 37,534}{1,2 * 1000 \text{ kg}/m^3 * (0,75 \text{ m}/s)^3}$$

$$A = 0,1483m^2$$

m) Longitud de la paleta

$$l = \frac{A}{b}$$

### Ecuación 40

Dónde:

$l$  = longitud de la paleta ( $m$ )

$b$  = ancho de la paleta ( $m$ )

$$l = \frac{1,45m^2}{0,8m}$$

$$l = 1,81m$$

#### 3.3.5 Diseño del tanque de cloración

a) Volumen del tanque de Cloración

$$V_{tanque} = Q_p * T$$

**Ecuación 41**

Dónde:

$$Q_p = \text{Caudal para cada filtro } 0,0027 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{tanque} = \text{Volumen del tanque de cloración (m}^3\text{)}$$

$$T = \text{Tiempo de retención ; 730s (valor a sugerir)}$$

$$V_{tanque} = 0,0027 \text{ m}^3/\text{s} * 730\text{s}$$

$$V_{tanque} = 1,971 \text{ m}^3$$

b) Área del tanque

$$A = \frac{\pi}{4} * \phi^2$$

**Ecuación 42**

Donde:

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

$$\phi = \text{diámetro del tanque (m); 3 m (Valor a sugerir)}$$

$$A = \frac{\pi}{4} * 3^2 \text{ m}$$

$$A = 7,07 \text{ m}^2$$

c) Altura del tanque,  $H_{tanque}$

$$H_{tanque} = \frac{V_{tanque}}{A}$$

**Ecuación 43**

$A = \text{Área del tanque (m}^2\text{); } 7,07 \text{ m}^2$

$V_{\text{tanque}} = \text{Volumen del tanque de dosificación (m}^3\text{); } 14,41 \text{ m}^3$

$H_{\text{tanque}} = \text{Altura del tanque (m)}$

$$H_{\text{tanque}} = \frac{14,41 \text{ m}^3}{7,07 \text{ m}^2}$$

$$H_{\text{tanque}} = 2,04 \text{ m}$$

d) Dosificación en el hipoclorito

Cálculo para la dosificación de Hipoclorito de calcio (HTH) para la preparación de la solución madre;

$$D_{HTH} = 0,012 * Q_{\text{punta}} * C$$

**Ecuación 44**

Dónde:

$Q_{\text{punta}} = \text{Caudal punta (m}^3\text{/s); } 0,0027 \text{ m}^3\text{/s}$

$D_{HTH} = \text{cantidad de HTH al día (lb/día)}$

$C = \text{Concentración HTH (mg/L); } 3 \text{ mg/L (Valor a Sugerir)}$

$$D_{HTH} = 0,012 * 0,0027 \text{ m}^3\text{/s} * 3 \text{ mg/L}$$

$$D_{HTH} = 0,0000972 \text{ lb/día}$$

Cálculo del volumen de agua para diluir el Hipoclorito de calcio (HTH) para la preparación de la solución madre,  $V_{AHTH}$ :

$$V_{AHTH} = \frac{m_{HTH}}{\rho_{HTH}}$$

**Ecuación 45**

Dónde:

$\rho_{HTH} = \text{Densidad de HTH (g/L)}; 800 \text{ g/L}$

$m_{HTH} = \text{Masa de HTH (g)}; 152,18 \text{ lb} \approx 69089,72$

$$V_{AHTH} = \frac{69089,72 \text{ g}}{800 \text{ g/L}}$$

$$V_{AHTH} = 86,36 \text{ L}$$

Diseño el volumen de la solución madre

$$V_{SM} = \frac{V_{AHTH} * 65\%}{8,5\%}$$

**Ecuación 46**

Dónde:

$V_{AHTH} = \text{Volumen del agua para la dilución del hipoclorito de calcio (L)}; 2,7 \text{ L}$

$$V_{SM} = \frac{2,7 * 65\%}{8,5\%}$$

$$V_{SM} = 20,65 \text{ L}$$

Diseño del volumen para un día,  $V_T$

$$C_1 * V_{SM} = C_2 * V_2$$

**Ecuación 47**

$$5 * 20,65 = 0,65 * V_2$$

$$V_2 = 158,85 \text{ L}$$

$$V_T = V_1 + V_2$$



$$V_T = 20,65L + 158,85 L$$

$$V_T = 179,50 \text{ L/día}$$

La solución por goteo se calcula mediante la siguiente conversión:

$$Goteo = 179,50 \frac{L}{día} * \frac{1000 \text{ ml}}{1L} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$Goteo = 124,65 \text{ ml/min}$$

### 3.3.6 Cálculos de diseño para filtración

**Tabla 14-3** Diseño para el filtrado

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>CARBÓN ACTIVADO GANULAR</b>		
Espesor de la capa de carbón	cm	≥ 45
Tamaño efectivo	mm	0,8-1,4
<b>ARENA</b>		
Espesor de arena	cm	≥ 30
Tamaño efectivo	mm	0,45-0,65
<b>GRAVA</b>		
Espesor de la grava gruesa en el fondo	cm	10-45
Tamaño efectivo	mm	2,4
<b>CAPA DE AGUA SOBRENADANTE</b>		
Altura de agua	m	1-1,5
Borde libre	cm	20-30
<b>LECHO DE FILTRACIÓN</b>		
Profundidad de medio	m	0,60-1,40
Tasa de filtración	m/d	2-12

Fuente: (Romero, 2008)

**Tabla 15-3** Parámetros de diseño de filtro rápido de arena

Parámetros	Valor
Tasa de filtración	120 m/d
Altura de la capa del agua sobre el lecho Ca	1,5

Profundidad del medio La	0,60-0,75 m
Profundidad de grava Cs	0,30-0,45 m
Tamaño efectivo del medio	0,35-0,70 mm(valor típico 0,5)
Coefficiente de uniformidad	1,3-1,7(valor típico 0,5)
Drenaje	tubería perforada
Altura del drenaje Es	0,10-0,25

Fuente: (Romero, 2008)

### a) Cálculo de dimensionamiento de filtro

Para calcular las dimensiones del filtro rectangular

$$Q = 0,0027 \frac{m^3}{s}$$

**Ecuación 50**

$$Q = 0,0027 \frac{m^3}{s}$$

### b) Número del filtro

$$n_f = 0,044\sqrt{Q}$$

**Ecuación 51**

Dónde:

$n_f$ : Número de filtro adimensional

Q: Caudal de diseño =  $0,0027 m^3/s$

$$n_f = 0,044\sqrt{0,0027}$$

$$n_f = 0,0022 \cong 1$$

### c) Área del filtro

$$A_f = \frac{Q}{\text{Tasa de filtración}}$$

**Ecuación 52**

Dónde:

$A_f = \text{Área del filtro}(m^3)$

$Q = \text{Caudal de diseño } 198,28 m^3/d$

$Tasa \text{ del filtro} = 2 m/d\acute{a} \text{ para filtros lento}$

$$A_f = \frac{198,28 m^3/d}{2m/d}$$

$$A_f = 99,14 \cong 99m^2$$

d) *Coficiente de mínimo de filtro*

$$K_c = \frac{2 * N}{N + 1}$$

**Ecuación 53**

Dónde:

$K_c$ : Coficiente de mínimo

$n_f$ : Número de filtro = 0,27

N: Número de unidades = 2 (adimensional)

$$K_c = \frac{2 * 2}{2 + 1}$$

$$K_c = 1,33$$

e) *Cálculo para la longitud de filtro*

$$L_f = \sqrt{A_f * K_c}$$

**Ecuación 54**

$$L_f = \sqrt{99 * 1,333}$$

$$L_f = 11,47m$$

f) *Cálculo del ancho del filtro*

$$a_f = \sqrt{\frac{A_f}{K_c}}$$

**Ecuación 55**

Dónde:

$L_f$ : Longitud de filtro (m)

$A_f$ : Área de filtro =  $18,35m^2$

$K_c$ : Coeficiente de mínimo = 1,333

$$a_f = \sqrt{\frac{99m^2}{1,33}}$$

$$a_f = 6,63m$$

g) *Cálculo del lecho filtrante*

Diseño del filtro con el carbón activado, la altura del lecho filtrante será:

$$H_{LF} = e_c + e_g$$

**Ecuación 56**

Dónde:

$H_{LF}$ : Altura de lecho filtrante (m)

$e_c$ : Espesor de la capa de carbón = 0,30m

$e_g$ : Espesor de la capa de grava = 0,45m

$$H_{LF} = 0.30 + 0,45$$

$$H_{LF} = 0,75m$$

h) *Cálculo de altura del filtro*

Por tanto, la altura del filtro se calcula en función de la composición del lecho filtrante con un factor de seguridad de 8%.

$$Z_f = f_s(C_a + L_a + C_s + F_c)$$

**Ecuación 57**

$$Z_f = 1,15(0,5 + 0,75 + 0,3 + 0,25)m$$

$$Z_f = 2,07m$$

i) *Cálculo del volumen del filtro*

$$V_f = L_f * Z_f * a_f$$

**Ecuación 58**

Dónde:

$V_f$ : Volumen del filtro (m<sup>3</sup>)

$L_f$ : Longitud del filtro

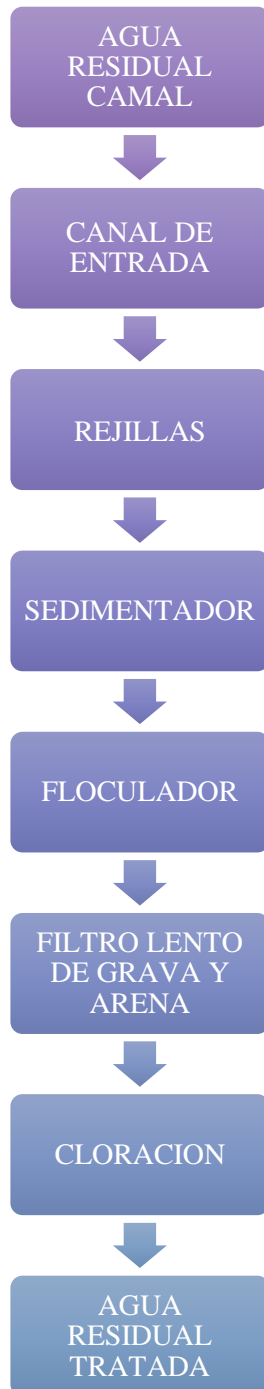
$Z_f$ : Altura del filtro

$a_f$ : Ancho del filtro

$$V_f = 5,74m * 2,07m * 3.3m$$

$$V_f = 39,20m^3$$

### 3.4 Propuesta



**Gráfica 1-3** Propuesta

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

### 3.5 Porcentaje de remoción

Con la comparación de los parámetros que estuvieron dentro y fuera de la norma, se procede al cálculo y gráfica del porcentaje de remoción de contaminantes que se detalla a continuación:

$$\%Remoción = \frac{\text{Análisis inicial} - \text{Análisis final}}{\text{Análisis inicial}} * 100$$

**Tabla 16-3** Datos de los Análisis Físico Químico del agua residual grafica

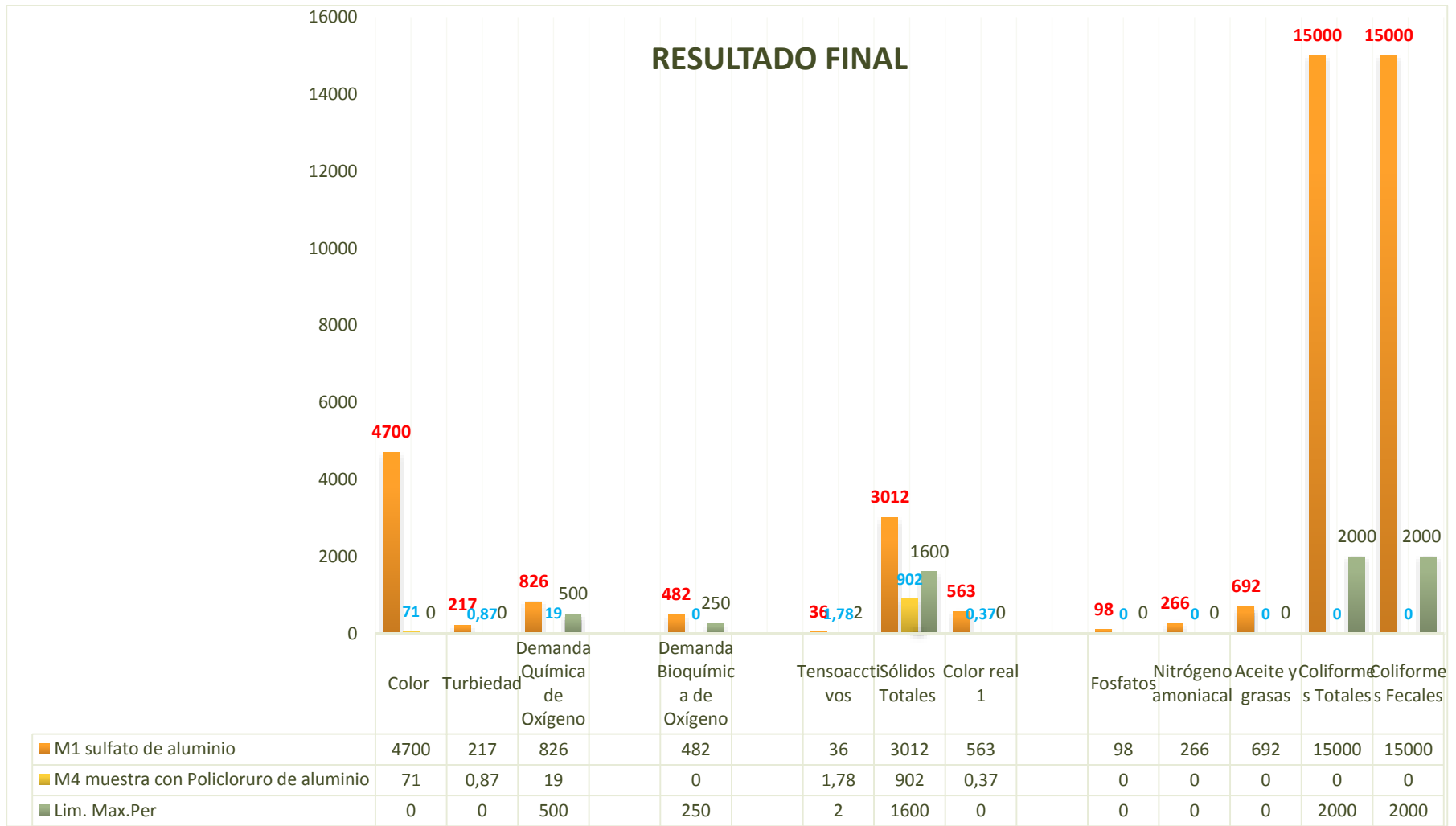
Parámetros	Unidad	Norma TULSMA	Métodos	Resultados				% porcentaje de disminución
		Lim. Max.Per		M1 sulfato de aluminio	M2 Cloruro Férrico	M3 Policloruro de aluminio	M4 muestra con Policloruro de aluminio, polielectrolito y cloro tratamiento	
pH	Und.	6-9	4500-B	7,72	7,73	7,15	7,56	97,67
Temperatura	°C	<40.0	2550-B	17,90	17,6	19,4	20,7	84,36
Conductividad	μSiems/cm	-	2510-B	730	3750	172	1370	12,33
Color	Und. Co/Pt	-	2120-C	4700	335	652	71	98,49
Turbiedad	NTU	-	2130-B	217	82,6	3,40	0,87	99,59
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	500	5220-C	826	2658	3725	19	97,70

Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250	5210-B	482	648	548	7.90	98,36
Tensoactivos	mg/L	2	5540-C	36	21	10	1,78	95,06
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	2540-C	450	190	27	744	34,66
Sólidos Totales	mg/L	1600	2540-B	3012	2015	380	902	99,69
Color real <sup>1</sup>	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20	4500-CI G	563	142	87	0,37	99,93
Fosfatos	mg/L	15.00	4500-P-B	98	44	3.37	1.56	98,41
Nitrógeno amoniacal	mg/L	60.00	4500-N <sub>org</sub> -B	266	28	11.5	2.10	99,21
Aceite y grasas	mg/L	70.00	5520-B	692	783	425	16.70	97,59
Coliformes Totales	UFC/100 ml	2000	Microfiltración	1.5x10 <sup>6</sup>	1.5x10 <sup>4</sup>	100	< 1(Ausencia)	100
Coliformes Fecales	UFC/100 MI	2000	Microfiltración	1.5x10 <sup>6</sup>	23	1345	< 1(Ausencia)	100

Fuente: Dirección técnica – Laboratorio de Análisis Técnicos, ESPOCH

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018





**Figura 2-3 Resultado final**  
 Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

### 3.6 Resultados

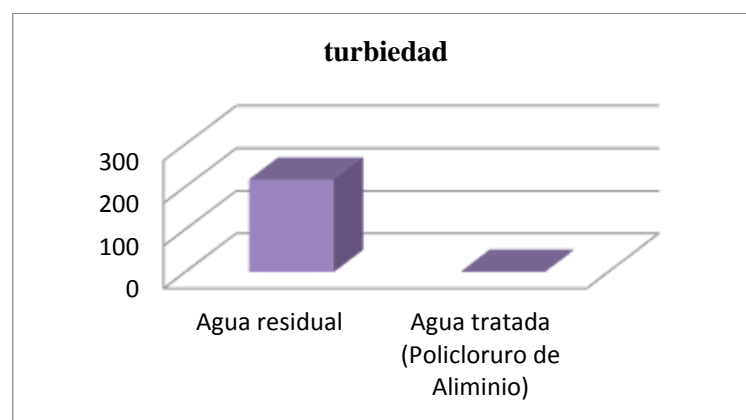
#### 3.6.1 Resultado de las pruebas de tratabilidad

a) Dosificación de coaguladores (policloruro de aluminio 10%)

**Tabla 17-3** Disminución de turbiedad

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
217	0,87

Fuente: Alexandra Paucar ,2018

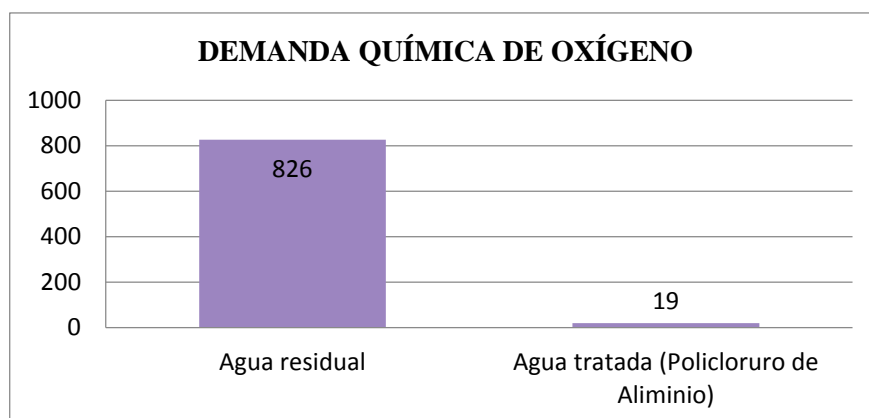


**Figura 3-3** Turbiedad  
Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

**Tabla 18-3** Disminución de la DQO

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
826	19

Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

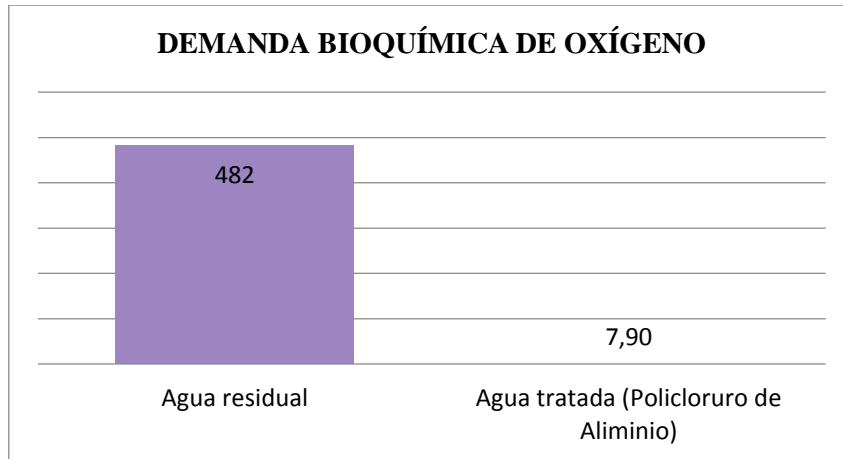


**Figura 4-3** Demanda química de oxígeno  
Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

**Tabla 19-3** Disminución de la DBO

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
482	7.90

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa



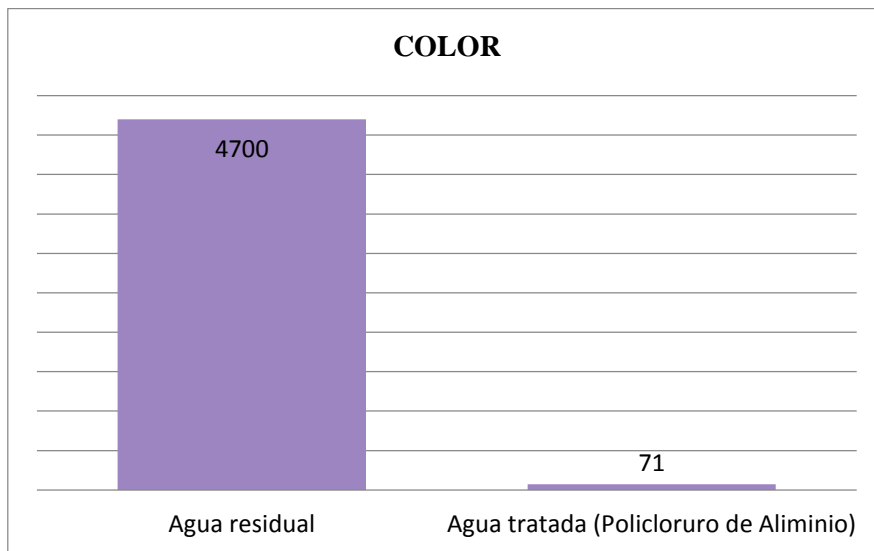
**Figura 5-3** Disminución de la DBO

Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

**Tabla 20-3** Disminución de la DBO

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
4700	71

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa



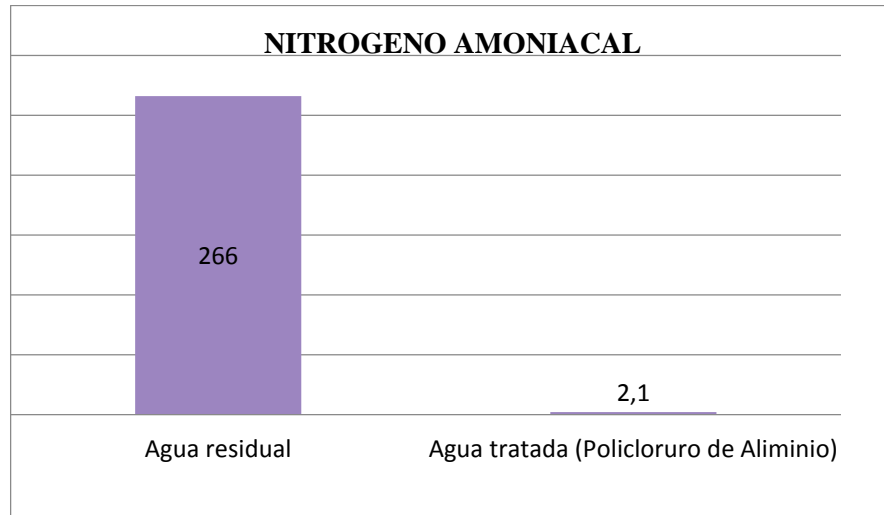
**Figura 6-3** Disminución de color

Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

**Tabla 21-3** Disminución de la Nitrógeno Amoniacal

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
266	2,10

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa



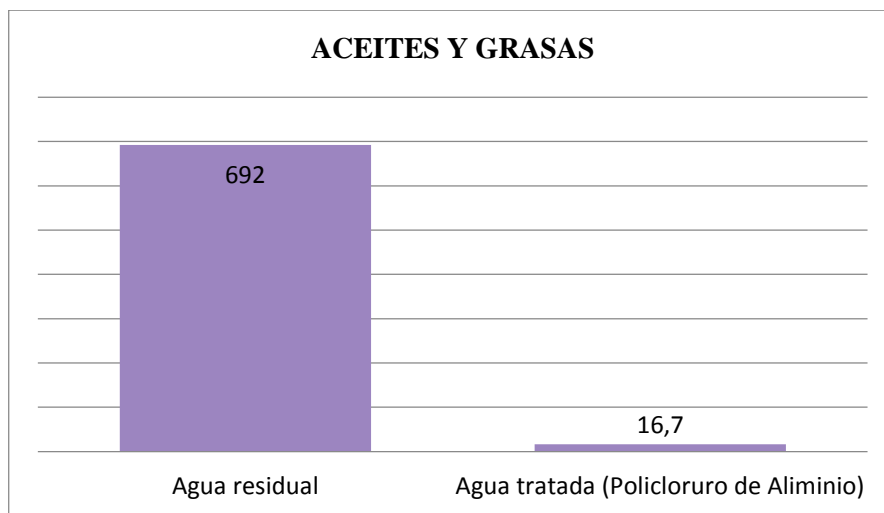
**Figura 7-3** Disminución de Nitrógeno Amoniacal

Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

**Tabla 22-3** Disminución de Aceites y Grasas

Agua residual	Agua tratada (Policloruro de Aluminio)
692	16,70

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa



**Figura 8-3** Disminución de Aceites y Grasas

Realizado por: Alexandra Paucar ,2018

### 3.6.2 Resultados del diseño del sistema propuesto

**Tabla 23-3** Diseño de caudal

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal que sale de la producción	Q	m <sup>3</sup> /s	0,0027

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

#### 3.6.2.1 Cálculo del canal

**Tabla 24-3** Diseño de canal

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Área del canal	A	m <sup>2</sup>	0,3
Radio Hidráulico	R	m	0,176
Velocidad de transporte del agua residual	v	m/s	0,54
Longitud del canal	$L_{TA}$	m	5

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

#### 3.6.2.2 Rejillas de limpieza manual

**Tabla 25-3** Rejillas de limpieza manual

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Determinación del área de las barras	$A_L$	m <sup>2</sup>	0,006
Área de la sección transversal del flujo	$A_f$	m <sup>3</sup>	0,009
Longitud sumergida de la rejilla	$d_{max}$	m	0,311
longitud sumergida	$L_s$	m	0,4398
Número de barras	n	-	17
Pérdida de carga a través de las rejillas	$H_f$	m	0,013

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.6.2.3 Tanque de sedimentación

**Tabla 26-3** Tanque de sedimentación

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Área superficial del sedimentador	A	m <sup>2</sup>	7,29
Corrección de carga superficial	Carga	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> * día	32,00
Diámetro del sedimentador	∅	m	3,04
Radio del sedimentador	r	m	1,52
Ancho del sedimentador	a	m	1,91
Volumen del sedimentador	V	m <sup>3</sup>	14,41
Longitud del sedimentador	L	m	3,10
<b>Tiempo de retención hidráulico</b>			
Tiempo de retención en el sedimentador	T <sub>r</sub>	h	1,48
Área transversal	A <sub>t</sub>	m <sup>2</sup>	4,65
Velocidad de arrastre	V <sub>h</sub>	m/s	0,26
Remoción de DBO	R	%	26,56
Remoción de SST	R	%	11,42

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.6.2.4 Floculación

**Tabla 27-3** Floculación

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	m <sup>2</sup>	7,29
Ancho del floculador	A	m	1,91
Longitud del floculador	L	m	3,82
Volumen del tanque	V	m <sup>3</sup>	27,85
Ancho del floculador	D	m	2,86
Tiempo de recolección	Tr	h	2,86
Paletas de agitación	di	m	0,816
Altura del impulsor	Hi	m	0,816
Ancho de las palas del impulsor	q	m	0,1632
Longitud de las palas	l	m	0,204
Longitud de las palas impulsor montadas	l <sub>DC</sub>	m	0,408
Área de las paletas	A	m <sup>2</sup>	0,1483

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

### 3.6.2.5 Diseño del tanque de cloración

**Tabla 28-3** Diseño del tanque de cloración

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Volumen del tanque de cloración	$V_t$	$m^3$	1,971
Área del tanque	A	$m^2$	7,07
Altura del tanque	$H_{\text{tanque}}$	m	2,04
Dosificación en el hipoclorito	$D_{HTH}$	$lb/día$	0,0000972
Diseño el volumen de la solución madre	$V_{SM}$	L	20,65
Diseño del volumen para un día	$V_T$	$L/día$	179,50
Goteo	Goteo	$ml/min$	124,65
Volumen del clorador	$V_t$	$m^3$	86,36

**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018.

### 3.6.2.6 Filtración Lenta

**Tabla 29-3** Filtración lenta

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Dimensionamiento de filtro	Q	$\frac{m^3}{s}$	0,002295
Número del filtro	$n_f$	-	1
Área del filtro	$A_f$	$m^2$	99
Coficiente de mínimo de filtro	$K_c$	-	1,33
ancho del filtro	$a_f$	m	6,63
Lecho filtrante	$H_{LF}$	m	0,75
Altura del filtro	$Z_f$	m	2,07
Volumen del filtro	$V_f$	$m^3$	157,42

**Realizado por:** Alexandra Paucar, 2018.

### 3.7 Requerimiento de materiales y equipos para el muestreo y medición de caudal de aguas residuales

**Tabla 30-3** Materiales y equipos para medición de caudal

MATERIALES	Balde graduado 10L
	Recipiente
	Mascarilla
	Guantes
	Botas de caucho
	Mandil
	Libreta
EQUIPOS	Bolígrafo
	Cámara fotográfica
	Cronómetro

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.8 Requerimientos de equipos para la caracterización físico-químico y microbiológico del agua residual.

**Tabla 31-3** Equipos para la caracterización de las aguas residuales

EQUIPOS	
Espectrofotómetros	Balanza analítica
Potenciómetro	Termómetro
Conductímetro	Turbidímetro
Equipo de filtración	Horno de Mufla
Baño María	Balanza analítica
Cámara de Incubación	Fotómetro

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018

### 3.9 Requerimientos de Materiales e instrumentos del laboratorio



**Tabla 32-3** Materiales e instrumentos para caracterización de agua residual

<b>MATERIALES E INSTRUMENTOS</b>	
Balones de aforación	Barrilla de agitación
Papel filtro	Mandil
Vasos de precipitación	Espátula
Goteros	Pera de succión
Papel absorbente	Guantes
Librete	Pipetas graduadas
Bolígrafo	Filtros de membrana
Recipientes	Tubos de ensayo
Mascarilla	Embudo de vidrio
Pinzas	Caja Petri
Matraz Erlenmeyer	Cronómetro
Pipeta	Probetas
Matraz Erlenmeyer	Soporte universal
Cámara	Pipeta volumétricas
Piseta	Toallas absorbentes

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

### 3.10 Análisis de costo beneficio del proyecto

#### 3.10.1 Costo de implementación

**Tabla 33-3** Rejillas

<b>REJILLAS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>RECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Marco de Hierro	U	4	11,25	45
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	16,00	1,30	20,80
Canal	m <sup>2</sup>	0.60	98	58,80
Pintura anticorrosiva	-	-	-	55

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

**Tabla 34-3 Canal**

<b>CANAL</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>RECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Piso	m	1,00	1,75	59,00
Pared lateral	m	1,00	1,12	144,25
Pared frontal	m	0,50	1,15	78

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

**Tabla 35-3 Sedimentador Primario**

<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>RECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Pared frontal	m <sup>2</sup>	1	-	1531,37
Pared lateral	m <sup>2</sup>	1	-	1461,47
Electrodo	-	-	-	88,00

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

**Tabla 36-3 Filtro**

<b>FILTRO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>RECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Pared frontal	m <sup>2</sup>	1	-	1231,37
Pared lateral	m <sup>2</sup>	1	-	1161,47
Electrodo	-	-	-	86,00

Realizado por: Alexandra Paucar Sisa, 2018

### 3.10.2 Costos del diseño

**Tabla 37-3 Costos operativos de químicos**

<b>Descripción</b>	<b>Dosificación kg/día</b>	<b>Presentación kg</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Costo por días (\$)</b>	<b>Costo por mes</b>	<b>Costo anual</b>
Policloruro de Aluminio	6,25	25	200	25,00	50,00	350

Realizado por: Luz Alexandra Paucar Sisa, 2018

**Tabla 38-3** Determinación de los costos del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

<b>Rubro /Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (\$)</b>	<b>Precio Global (\$)</b>
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	0,80	4,00	3,20
Evacuación manual para canal	m <sup>2</sup>	1,00	8,50	8,50
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	0,85	1,00	0,85
Hormigón Simple F´C=210Kg	m <sup>2</sup>	0,95	180,0	171,0
Enlucido con impermeabilizante mortero1:3	m <sup>2</sup>	64	9,50	513
Replanteo de H.S. 140 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1,00	90,50	608
			<b>Subtotal</b>	<b>1121,0</b>
<b>REJILLAS Y CANAL DE LLEGADA</b>				
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	21	1,50	31,50
Marco de Hierro	u	4	10,00	40,00
Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	0,75	1,60	1,20
Costo de instalación de rejilla en el canal actual	-	1	10	10
Tubería corrugada	u	1	52,65	52,65
			<b>Subtotal</b>	<b>135,35</b>
<b>FLOCULANTE</b>				
Estructura de acero inoxidable	m <sup>2</sup>	1,00	315,55	315,55
Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	15,30	4,20	64,26
Estructura de soporte de acero	u	1,35	135,50	182,92
Motor de agitación industrial (flow control)	u	1,00	1105	1105
Excavación manual h=1m	m <sup>3</sup>	1	2,65	2,65
Turbina de cuatro aspas	u	1	120	120
			<b>Subtotal</b>	<b>1790,38</b>
<b>SEDIMENTADOR</b>				
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	150,50	1,00	150,50
Replanteo de H.S. 140 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	5,5	85,50	470,25
Excavación manual	m <sup>3</sup>	250	7,50	1875

Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	160,0	4,20	672
Hormigón simple F'C=210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	95,0	73,0	6935
Estructura circular de acero inoxidable	m <sup>3</sup>	2	8,45	16,90
			<b>Subtotal</b>	<b>10119,6</b>
<b>CLORIFICACIÓN</b>				
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	73,00	1,00	73,00
Excavación manual	m <sup>3</sup>	95,00	8,10	769,5
Enlucido vertical con impermeabilización	m <sup>2</sup>	1,00	9,40	9,40
Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	0,70	4,5	3,15
Dosificación de clorado	m <sup>2</sup>	15,00	5,30	79,50
			<b>Subtotal</b>	<b>934,55</b>
<b>FILTRO LENTO DE ÁRENA Y GRAVA</b>				
Excavación h= 0 a 2	m <sup>3</sup>	75,0	2,70	202,70
Hormigón Simple F'C=210Kg	m <sup>3</sup>	28	125,50	3514,0
Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	36	1,10	39,60
Enlucido con impermeabilizante mortero 1:3	m <sup>2</sup>	55	9,00	495,0
Malla para filtro 6mm	m <sup>2</sup>	9,50	7,35	69,82
Arena	m <sup>3</sup>	35	7	245,0
Grava	m <sup>3</sup>	15	7	105,0
Acero de refuerzo F'Y=4200Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	65	2,50	162,50
			<b>Subtotal</b>	<b>4833,62</b>

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

**Tabla 39-3** Determinación de costos totales

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Tanque de almacenamiento	1121,0
Rejillas y canales	135,35
Floculador	1790,38
Sedimentador	10119,6
Clorificación	934,55
Filtro de arena	4833,62
<b>Costo total</b>	<b>18. 934,5</b>
Gastos Imprevistos (10%)	1.893,45
<b>TOTAL</b>	<b>20.82795</b>

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018.

### 3.11 Cronograma del Proyecto

ACTIVIDADES	TIEMPO																											
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión de Fuente Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Determinación de Línea Base Teórica			■	■																								
Toma de muestras					■	■	■	■																				
Caracterización física, química y biológica de las aguas residuales					■	■	■	■																				
Identificación de parámetros fuera de norma									■																			
Realización de pruebas de tratabilidad									■	■	■	■	■	■														
Realización de cálculos de Ingeniería para el diseño														■	■	■												
Validación técnica y económica del diseño																■	■											
Revisión y Corrección																■	■	■	■									
Sustentación final del proyecto																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Realizado por: Alexandra Paucar, 2018

## Conclusiones

- Se realizó las caracterizaciones físico-química y microbiológica del agua residual del Camal Municipal del Cantón Colta, mediante métodos APHA, WPCF, AWWA, ESTÁNDAR METHODS 21° EDICION y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODO 21° EDICION. El resultado del efluente contaminante presente en el agua residual se comparó con la norma general para descarga de efluentes a cuerpo de agua dulce del libro VI TULSMA, ANEXO I, TABLA 9.
- Las pruebas de tratabilidad se realizó con el fin de reducir los parámetros que se encuentren fuera de la normativa vigente, según el índice de Biodegradabilidad se procedió a determinar el tratamiento físico-química y microbiológica del agua residual del Camal, durante la experimentación se utilizó Policloruro de Aluminio más la adición de polietrectrolito obteniendo valores adecuados para a tratabilidad. ya con los resultados.
- A través de los resultados se dimensiona el diseño del sistema iniciando con, un canal de entrada, así como la ubicación de una rejilla el cual atrapara los sólidos y grasas, un sedimentador y un floculador para finalmente filtrar, el cual eliminara los contaminantes aún presentes.
- Mediante las pruebas realizadas a escala de laboratorio se procedió a validar los resultados, los cuales fueron llevados al laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo el cual se con los resultados obtenidos se observó que las cargas de contaminantes de las aguas residuales se encuentran cumpliendo la norma.
- El costo estimado del proyecto fue de 20827,95 dólares para la ejecución del proyecto

## **Recomendaciones**

- En el Camal Municipal del Cantón Colta la retención de sangre puede representar una medida de minimización de la contaminación del agua residual, dando un uso adecuado la elaboración de harina de sangre, también es usado materia prima para la elaboración de balanceados.
- Se recomienda de manera indispensable la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para evitar que las aguas de proceso de las diversas actividades se sigan contaminando y buscar alternativas adecuadas para tratar contaminantes que pueden tener otro uso y así evitar la contaminación del suelo, agua y aire.



## BIBLIOGRAFÍA

**A. M.** “extwprlegs”. 097-A&, A. M [en línea], 2015. Quito-Ecuador, [Consulta: 16 enero 2018]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>

**Agrocalidad.** “Código Sanitario para los Animales Terrestres”. [En línea], 2015, [Consulta: 18 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/sanidad-animal/02controlzoosanitario/Manual%20Bienestar%20Animal%20en%20el%20faenamiento.pdf>

**Amilcar, M.** “Caracterización y tratamiento de aguas residuales”. [En línea], 2008, [Consulta: 14 mayo 2018]. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/Caracterizacion%20y%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales.pdf;jsessionid=CA3A73F8E9A5BD54BEBA346680A21456?sequence=1>

**Anon.** *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid-España: DIAZ DE SANTOS S.A, 1992, pp.1-15.

**Bernal, C. A.** *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Mexico D.C-Mexico: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.

**Biodyne.** “Trampas de Grasa”. [En línea], 2018, [Consulta: 24 mayo 2018]. Disponible en: [http://www.biodyne-costa-rica.com/ar\\_grasa.html](http://www.biodyne-costa-rica.com/ar_grasa.html)

**Bustamante, O. R.** *Manual para medir caudales*. [En línea]. Quito-Ecuador: Fonag, 2006. [Consulta: 24 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.municipiodecolta.gob.ec/municolta/index.php/colta/2012-10-01-19-19-46>

**Crites, R & T. G.** *Tratamientos de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*. 3ed. Bogota-Colombia: McGraw Hill, 2000, pp. 33, 42-44, 46-90, 247-337, 636-640.

**Contraloría General del Estado.** “Salarios minimos por ley”. [En línea], 2018, Quito-Ecuador. [Consulta: 14 julio 2018]. Disponible en: <http://www.contraloria.gob.ec/WFDescarga.aspx?id=1915&tipo=do>

**EcuRed.** “*Aguas residuales*”. [En línea], 2018, [Consulta: 13 mayo 2018]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Aguas\\_residuales](https://www.ecured.cu/Aguas_residuales)

**Federation, W. E.** “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”. [En línea], 2017, [Consulta: 26 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.standardmethods.org/>

**Gómez, M.** *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Cordova-Argentina: 2006.

**INEC.** “*Cantón Colta, Instituto Nacional de Estadística y Censos*”. [En línea]. 2010. . [Consulta: 14 julio 2018]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo\\_Colta.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo_Colta.pdf)

**INEC.** “*Ficha de cifras generales. cantón. ubicación. geográfica*”. [En línea]. 2010. . [Consulta: 14 julio 2018]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0603\\_COLTA\\_CHIMBORAZO.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0603_COLTA_CHIMBORAZO.pdf)

**Jaramillo, P.** “*Readecuación y puesta en marcha del camal municipal ecológico en el cantón Colta*”. [En línea]. 2014. [Consulta: 14 julio 2018]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/IMPACTO%20AMBIENTAL%20EX-POST/EsIA%20EX-POST%20CORREGIDO%20MAE%20COMPLETO.pdf>

**Lapeña, R.** *Tratamiento de aguas industriales*. Barcelona-España: Marcombo S.A, 1990.

**Lapeña, R.** *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Barcelona-España: Marcombo S.A, 1990.

**López, V; & Casp, V.** *Tecnología de matadero*. Madrid-España: Mundi-prensa, 2018.

**Maps.** *Perfil territorial del cantón colta*. [En línea]. 2018. [Consulta: 10 mayo 2018]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/dir/Colta/New+Vision+Serigraf%C3%ADa+y+Sublimados,+de+y,+Esmeraldas+%26+Juan+Lavalle,+Riobamba,+Ecuador/@1.6558822,78.6967124,17z/am=t/data=!4m17!4m16!1m5!1m1!1s0x91d303ec2cf0bb99:0xf6fdf31147bad85c!2m2!1d-78.7646228!2d-1.734>

**Ministerio del Ambiente.** *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso de agua.* 2015.

**Ministerio del Ambiente.** *Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector.* [En línea]. 2000. [Consulta: 10 mayo 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mariaeugeniagilhernandez/anexo-tnico-ras-2000-itulo-j>

**ONU.** *Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos.* [En línea]. 1999. [Consulta: 23 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/>

**ONU.** *Sanamiento de agua.* [En línea]. 1016. [Consulta: 12 Febrero 2018]. Disponible en: <https://oxigeno.bo/bienestar/18570>

**RAS.** *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO E. Tratamiento de Aguas Residuales.* Bogota-Colombia: 2000

**Rojas, B.** *Manual básico para medir caudales.* Quito-Ecuador: Fonag, 2006.

**Romero, J.** *Tratamiento de aguas residuales.* [En línea]. 2014. [Consulta: 23 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-ambiental/425-tratamiento-de-aguas-residuales-teoria-y-principios-de-diseno-9588060133.html>

**Romero.** *Diseño para el dimensionamiento de Aguas Residuales.* Vigneswaran . 2008.

**Tchobanoglous, R.** *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.* California-Estados Unidos: McGraw-Hill, 1997.

**Universidad nacional de México.** *Métodos de investigación.* [En línea]. 2010. [Consulta: 10 mayo 2018]. Disponible en: <http://psicol.unam.mx/Investigación2/pdf/METO2F.pdf>

**Vázquez, R.** *Tecnología de mataderos.* 2004

## ANEXOS

### ANEXO A. Tabla 8. Límites de descarga al alcantarillado público

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Akil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Me rcu rí o (total)	Hg	mg/l	0,01
Niquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjehahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	so <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

**ANEXO B. Análisis del agua residual**

**ESPOCH**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703      Telefax: 2998 200 ext 332      Riobamba - Ecuador

---

**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES**  
 Análisis solicitado por: Luz Alexandra Paucar Sisa  
 Fecha de Análisis: 16 / 03 / 2018  
 Tipo de muestras: Aguas Residuales  
 Localidad: Cantón Colta - Provincia de Chimborazo

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

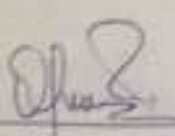
**MUESTRA 1**


Determinaciones	Unidades	*Método	Limites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	7.72
Temperatura	°C	2550-B	<40.0	17.90
Conductividad	µSiemens/cm	2510-B		730
Color	Und. Col/Pt	2120-C		4.700
Turbiedad	NTU	2130-B		217
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	826
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	482
Sólidos en suspensión	mg/L	2540-D	220	396
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C		450
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1800	3.012
Fosfatos	mg/L	4500-P-B	15.00	88
Nitrógeno Orgánico Total	mg/L	4500-N <sub>org</sub> -B	60.00	266
Aceite y grasas	mg/L	5520-B	70.00	692
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	Microfiltración	2000	1.5x10 <sup>6</sup>

LÍMITES PERMISIBLES SEGUROS EN LA NORMA TULSMMI TABLA 8 LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALBAYTERIAJO PÚBLICO ESPECIAL N°247

Observaciones:

Atentamente:

  
 Dra. Gina Álvarez R.  
 RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



## ANEXO C. Análisis del agua limpia

# ESPOCH

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Luz Alexandra Paucar Sisa

Fecha de Análisis: 16/03/2018

Tipo de muestras: Aguas Limpias

Localidad: Cantón Colta - Provincia de Chimborazo

### AGUA LIMPIAS

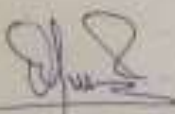
#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	Resultados
pH	Und	4500-B	7.68
Conductividad	$\mu$ Siems/cm	2510-B	266
Temperatura	°C	2550-A	18.50
Turbiedad	UNT	2130-B	0.39
Sólidos totales disueltos	mg/L	2540-B	145
Color	Und Co/Pt	2120-C	<1
Cloro Residual	mg/L		0.8
Fosfato	mg/L	4500-PB	0.42
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	4500-NH <sub>3</sub> C	0.08
Coliformes fecales	UFC/100 mL	Microfiltración	Ausente
Coliformes totales	UFC/100 mL	Microfiltración	Ausente

LIMITES PERMISIBLES BASADOS EN LA NORMA TUCUMÁN, TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO N° 367

Observaciones:

Atentamente,

  
Dra. Gina Álvarez R.  
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



## ANEXO C. Análisis del agua Tratada

### LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

#### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Luz Alexandra Paucar Sisa

Fecha de Análisis: 02/05/2018

Tipo de muestras: Aguas Residuales Tratada

Localidad: Cantón Colta - Provincia de Chimborazo

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Aceites y Grasas.	mg/l	5520-B	30.0	16,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	5210-B	100	8,50
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	5220-D	200	35
Fosfatos	mg/l	4500-P-B	10.0	4,88
Nitrógeno amoniacal	mg/l	HACH-8038	30.0	6,45
Conductividad	mS/cm	2510-B		1,18
Potencial de hidrógeno	-	4500-H*-B	6-9	7,80

#### Análisis Físico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Color real <sup>1</sup>	Und. Pt/Co	2120-C	inapreciable en dilución 1/20	70
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	2540-D	130	45
Sólidos totales	mg/l	2540-B	1 600	390
Temperatura	°C	2550-B	Condición natural ± 3	24,5
Cloro residual	Unidades Pt/Co	2120-C		0,48
Turbiedad	NTU	2130-B		5,39
Sólidos totales disueltos	mg/l	2540-C		630



### Análisis Microbiológicos

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	Microfiltración	2000	Ausencia
Coliformes Totales	UFC/100 ml	Microfiltración		Ausencia

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TULSMA TABLA 8. Límites de descarga al alcantarillado N° 387.

Observaciones:

Atentamente.




Dra. Gina Álvarez R. ESPDCH  
RESP. LAB. CALIDAD DEL AGUA





## ANEXO D. Análisis del agua Tratada



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

---

N° SE: 057 - 18

### INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE:** Alexandra Paucó **INFORME N°:** 057-18  
**EMPRESA:** Proyecto de Tesis ESPOCH **N° SE:** 057-18  
**DIRECCION:** Av. Coronel Ramos y Leonardo Tejada  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 04-05-18  
**TELÉFONO:** 0984367046 **FECHA DE INFORME:** 10-05-18

**NÚMERO DE MUESTRAS:** 1. Agua residual tratada. Camal Municipal del Camón Cocha **TIPO DE MUESTRA:**  
**IDENTIFICACIÓN:** MA - 110-18 Agua


El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de la obtención de las muestras.

### RESULTADO DE ANÁLISIS

MA-110-18

PARAMETROS	UNIDADES	MÉTODOPROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(X*Z)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LBA-01	7.56	+/- 0.05	04-05-18
* Aceites y grasas	mg/l	EPA 418.1	16.70	N/A	04-05-18
Sólidos Totales	mg/l	PE-LBA-04	902	+/- 6 %	04-05-18
* Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - C	744	N/A	04-05-18
Conductividad	µS/cm	PE-LBA-02	1370	+/- 8 %	04-05-18
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0.87	N/A	04-05-18
* Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	71	N/A	04-05-18
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	1.56	N/A	04-05-18
* Cloro libre residual	mg Cl <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 4500 - Cl G	0.37	N/A	04-05-18
* Nitrogeno Ammoniacal	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - NH <sub>3</sub> B&C - mod	2.10	N/A	04-05-18
* Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	< 1 (Ausencia)	N/A	04-05-18
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	< 1 (Ausencia)	N/A	04-05-18
Detergentes	mg/l	STANDARD METHODS 5540 - C mod	1.78	N/A	04-05-18
* DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	STANDARD METHODS 5210 - B	7.90	N/A	04-05-18
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	19	+/- 10 %	04-05-18
* Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	20.7	N/A	04-05-18

Los resultados de este informe corresponden únicamente a las muestras que se analizaron.  
 Se pide la reproducción parcial de este informe en la autorización del Ministerio.



Página 1 de 2

I. S. A. Campus Maestros Fillesco Bco. San J. de los Rios y C. de la Administración



# LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD: El presente informe es el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad de Cuenca, Ecuador, en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Acreditación.

## RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Dr. Juan Carlos Lara R.  
Quito, Ecuador, 17 de Mayo del 2017

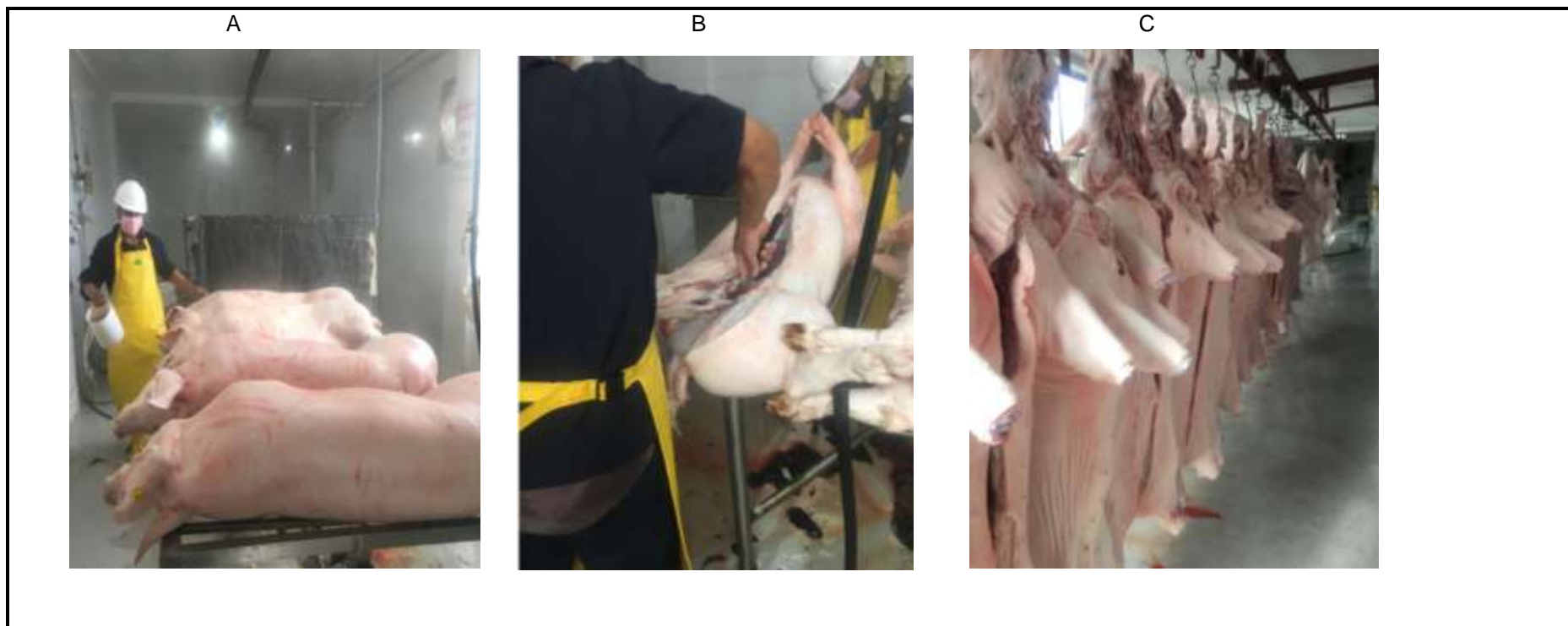
  
Dr. Juan Carlos Lara R.  
INCCO S.A.

El presente informe es el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad de Cuenca, Ecuador, en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Acreditación.

**ANEXO E. Faenamiento de porcinos.**

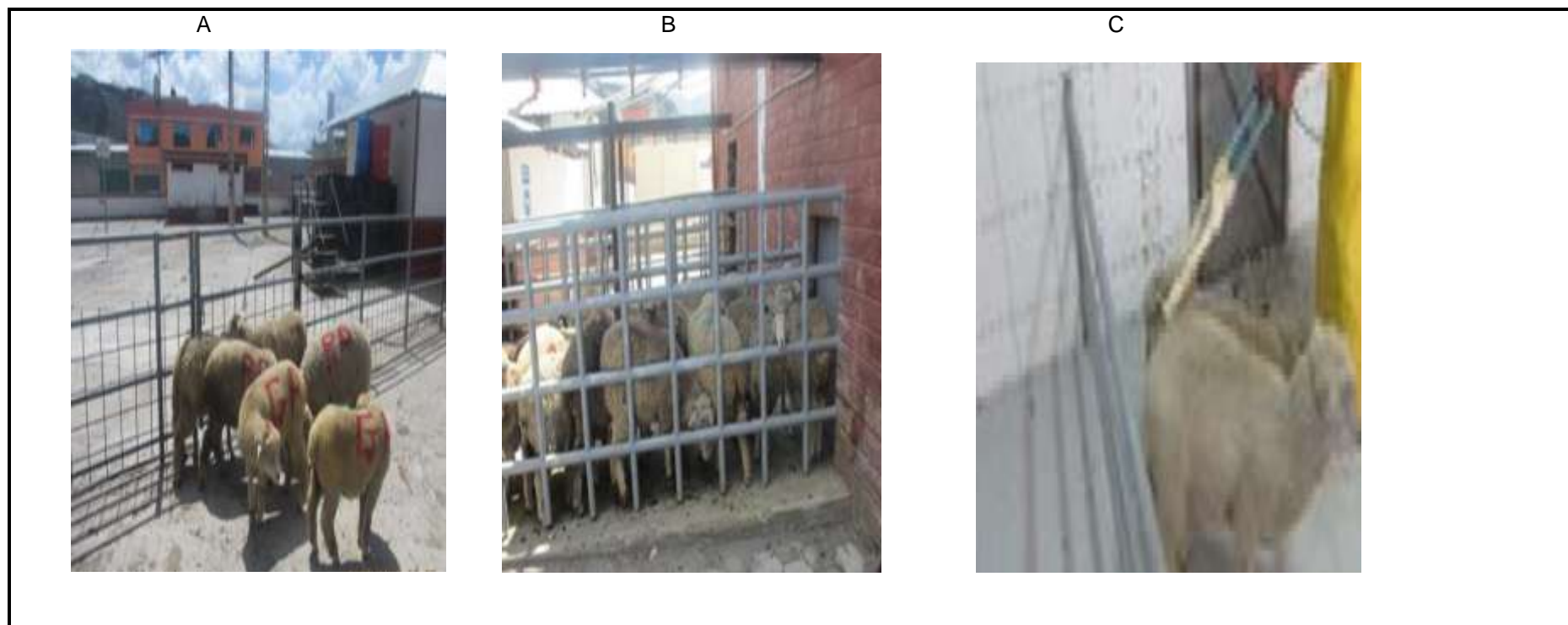
<p style="text-align: center;">A</p> 	<p style="text-align: center;">B</p> 	<p style="text-align: center;">C</p> 	
<p><b>NOTAS</b></p> <p>A. El corral. B. Aturdimiento C. Lavado .</p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO POR ELIMINAR APROBADO POR POR APROBAR <u>INFORMACIÓN</u></p>	<p><b>ESPOCH</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p>Luz Alexandra Paucar Sisa</p>	<p>“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN COLTA”</p>

ANEXO F. Faenamiento de porcinos.



<p><b>NOTAS</b></p> <p>A. Depilado .                  B. Corte transversal                  C. Oreado.</p>	<p><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO            POR ELIMINAR                  APROBADO                POR CALIFICAR                  POR APROBAR            <b><u>INFORMACIÓN</u></b></p>	<p><b>ESPOCH</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p>Luz Alexandra Paucar Sisa</p>	<p>“DISEÑO DE UN SISTEMA DE                  TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES                  PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL                  CANTÓN COLTA”</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ANEXO G. Faenamiento de ovinos.**



<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>A. Corral          B. Canal de conducción          C. Aturdimiento</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO            POR ELIMINAR          APROBADO                POR CALIFICAR          POR APROBAR            <b><u>INFORMACIÓN</u></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">Luz Alexandra Paucar Sisa</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE          TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES          PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL          CANTÓN COLTA”</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**ANEXO H. Faenamiento de ovinos.**

A



B



C



**NOTAS**

- A. Degollado
- B. Sangrado
- C. Oreada

**CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:**

CERTIFICADO            POR ELIMINAR  
 APROBADO                POR CALIFICAR  
 POR APROBAR            INFORMACIÓN

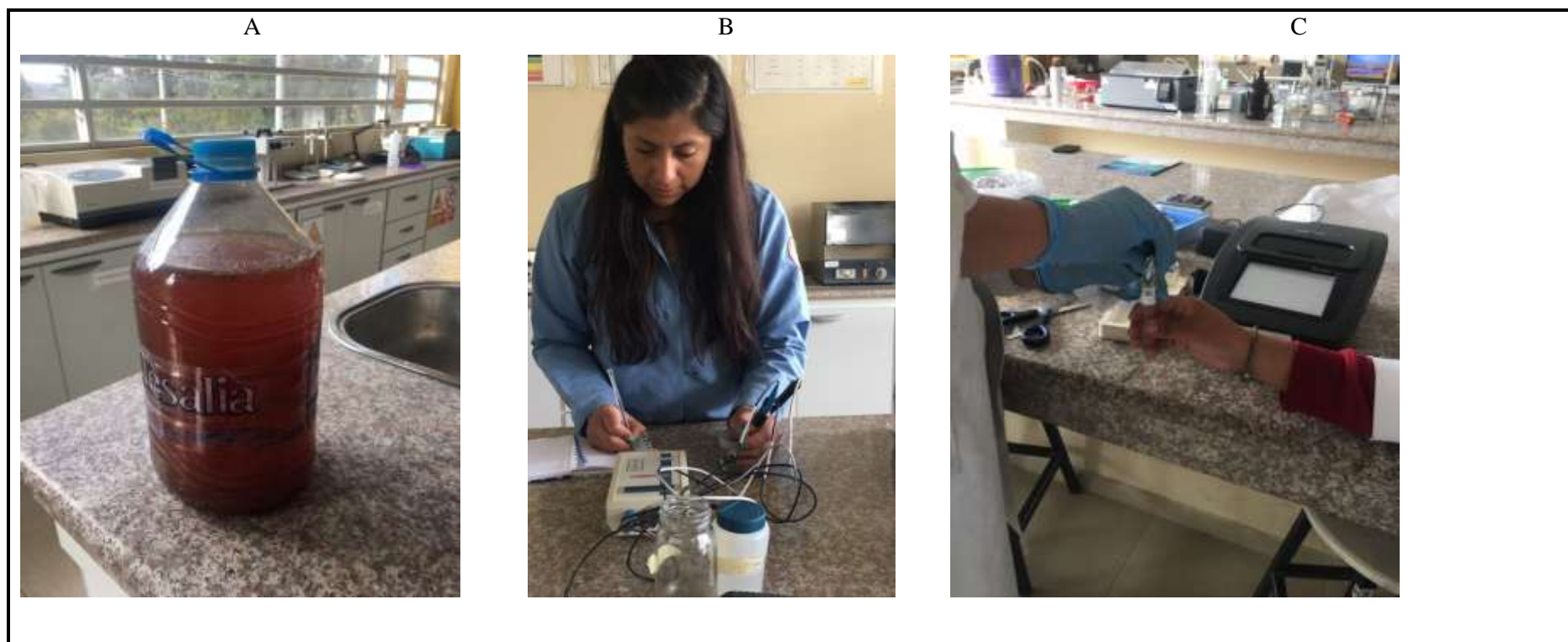
**ESPOCH**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
 INGENIERÍA QUÍMICA**

Luz Alexandra Paucar Sisa

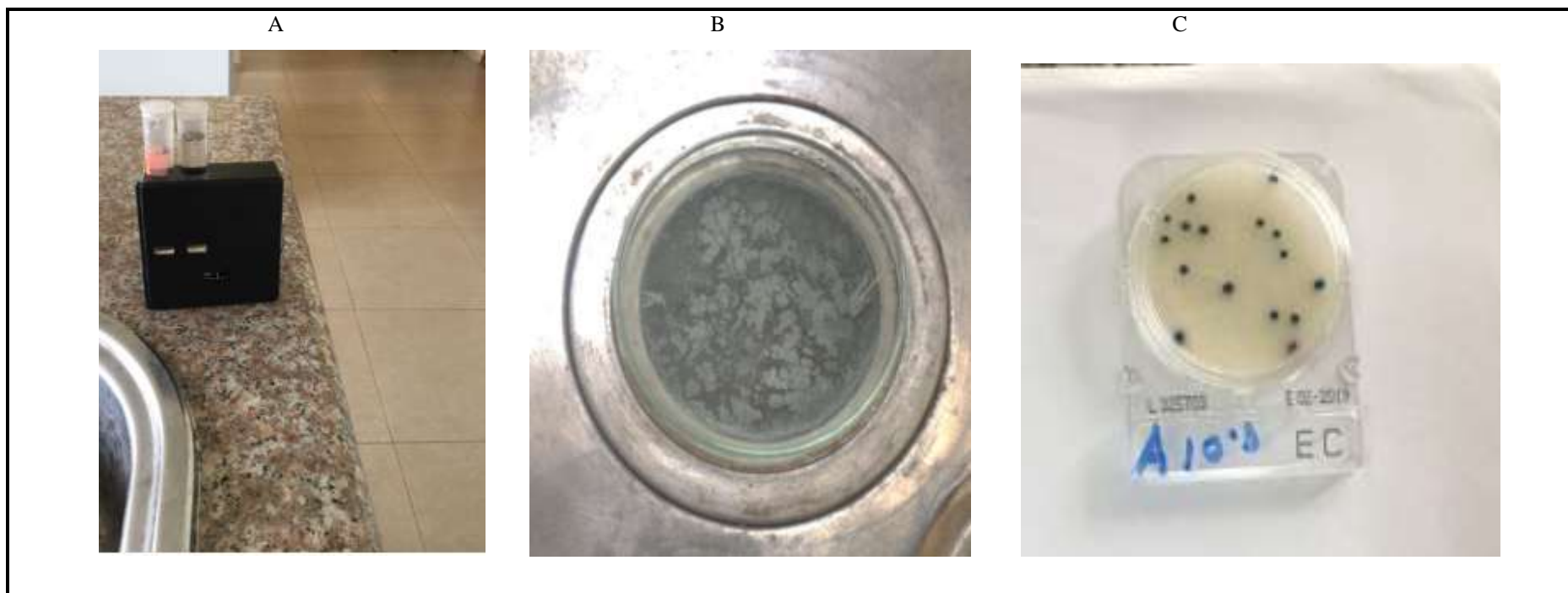
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
 PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN  
 COLTA”

**ANEXO I. Medición de parámetros del agua residual.**



<p style="text-align: center;"><b>NOTA</b></p> <p>A. Muestra compuesta inicial          B. Medición del pH, STD, temperatura          C. Medición del color, STS,</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</b></p> <p>CERTIFICADO      POR ELIMINAR</p> <p>APROBADO          POR CALIFICAR</p> <p>POR APROBAR      <b><u>INFORMACIÓN</u></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">LUZ ALEXANDRA PAUCAR</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE          TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES          PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL          CANTÓN COLTA”</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

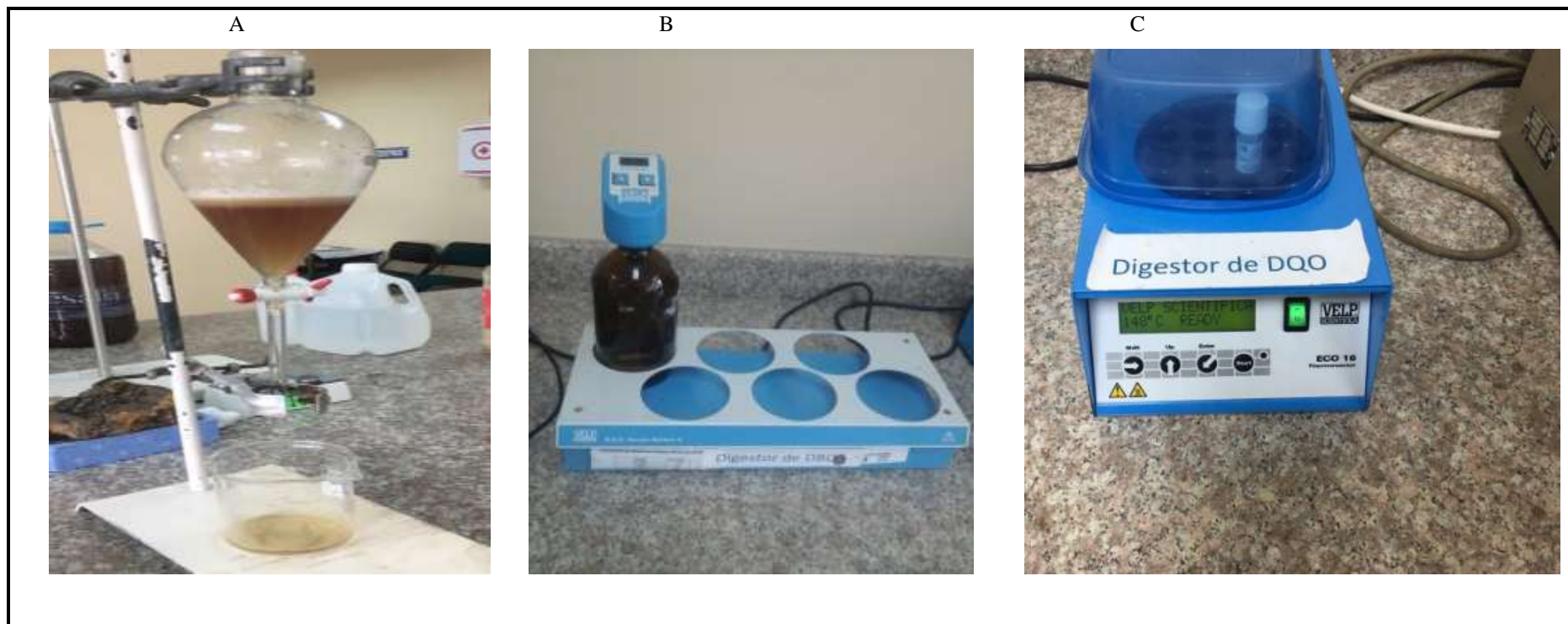
**ANEXO J. Medición del nivel de cloro, sólidos totales disueltos y Coliformes fecales.**



<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>A. Medición de cloro.          B. Determinación de STS.          C. Determinación de Coliformes fecales</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO            POR ELIMINAR</p> <p>APROBADO                POR CALIFICAR</p> <p>POR APROBAR            <u>INFORMACIÓN</u></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">LUZ ALEXANDRA PAUCAR</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN COLTA”</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

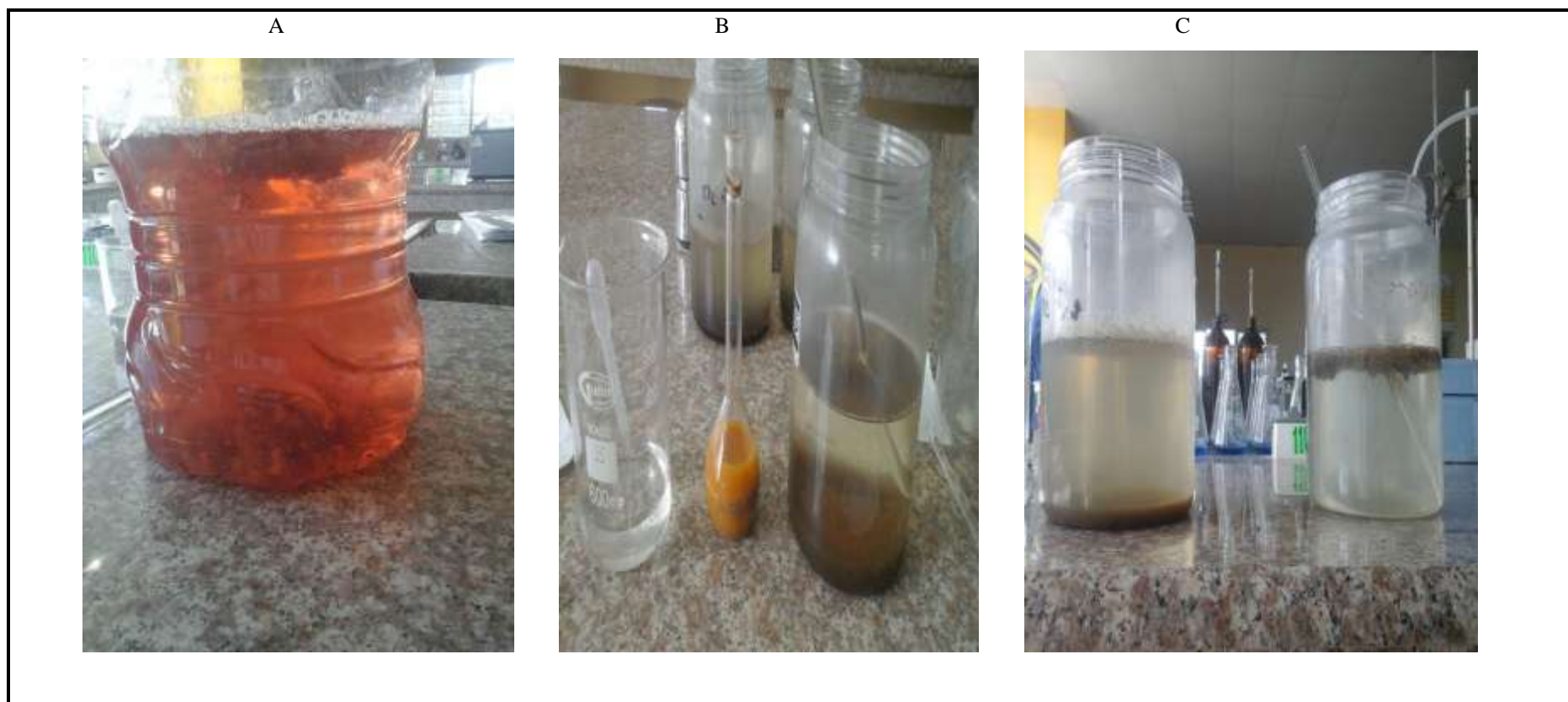


**ANEXO K. Medición de grasas y aceites, DBO<sub>5</sub> y DQO**



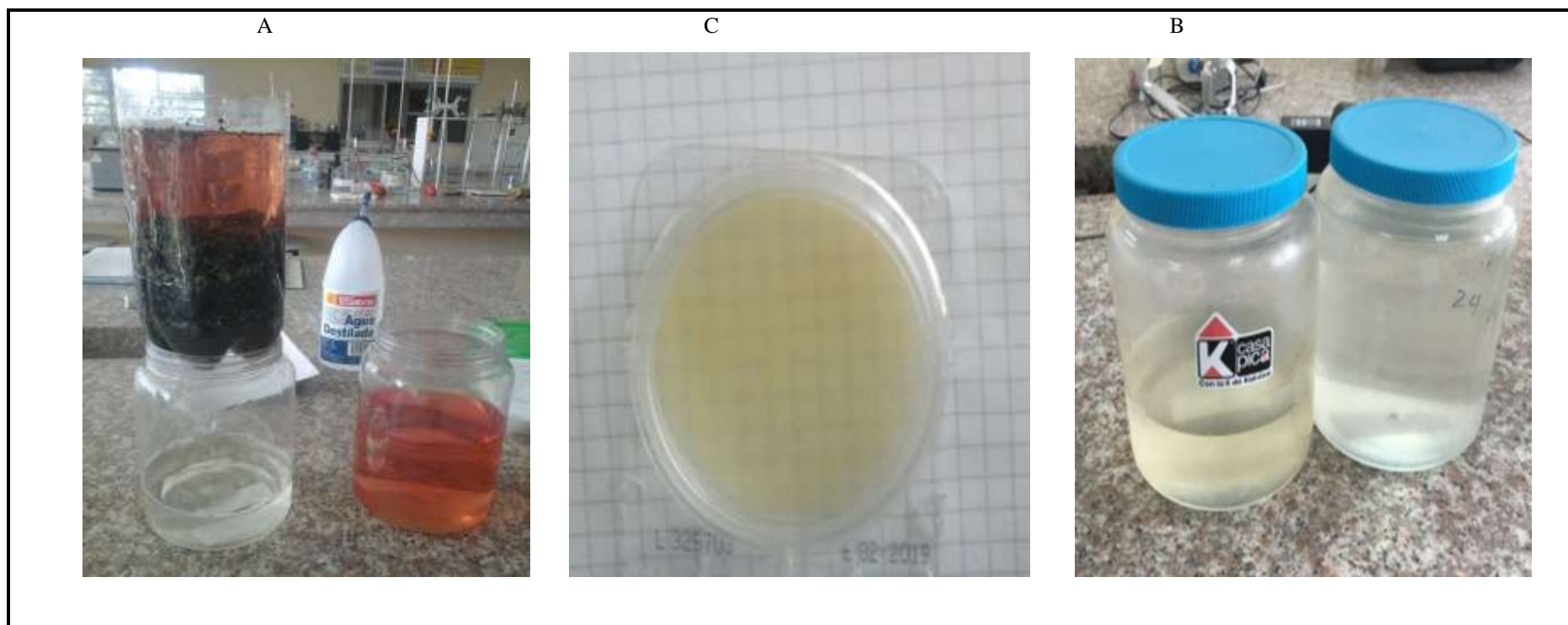
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>A. Determinación de grasas y aceites</p> <p>B. Medición del DBO<sub>5</sub></p> <p>C. Medición del DQO</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO            POR ELIMINAR</p> <p>APROBADO                POR CALIFICAR</p> <p>POR APROBAR            <u><b>INFORMACIÓN</b></u></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">LUZ ALEXANDRA PAUCAR SISA</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN COLTA”</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ANEXO L. Tratamiento químico mediante el test de jarras.**



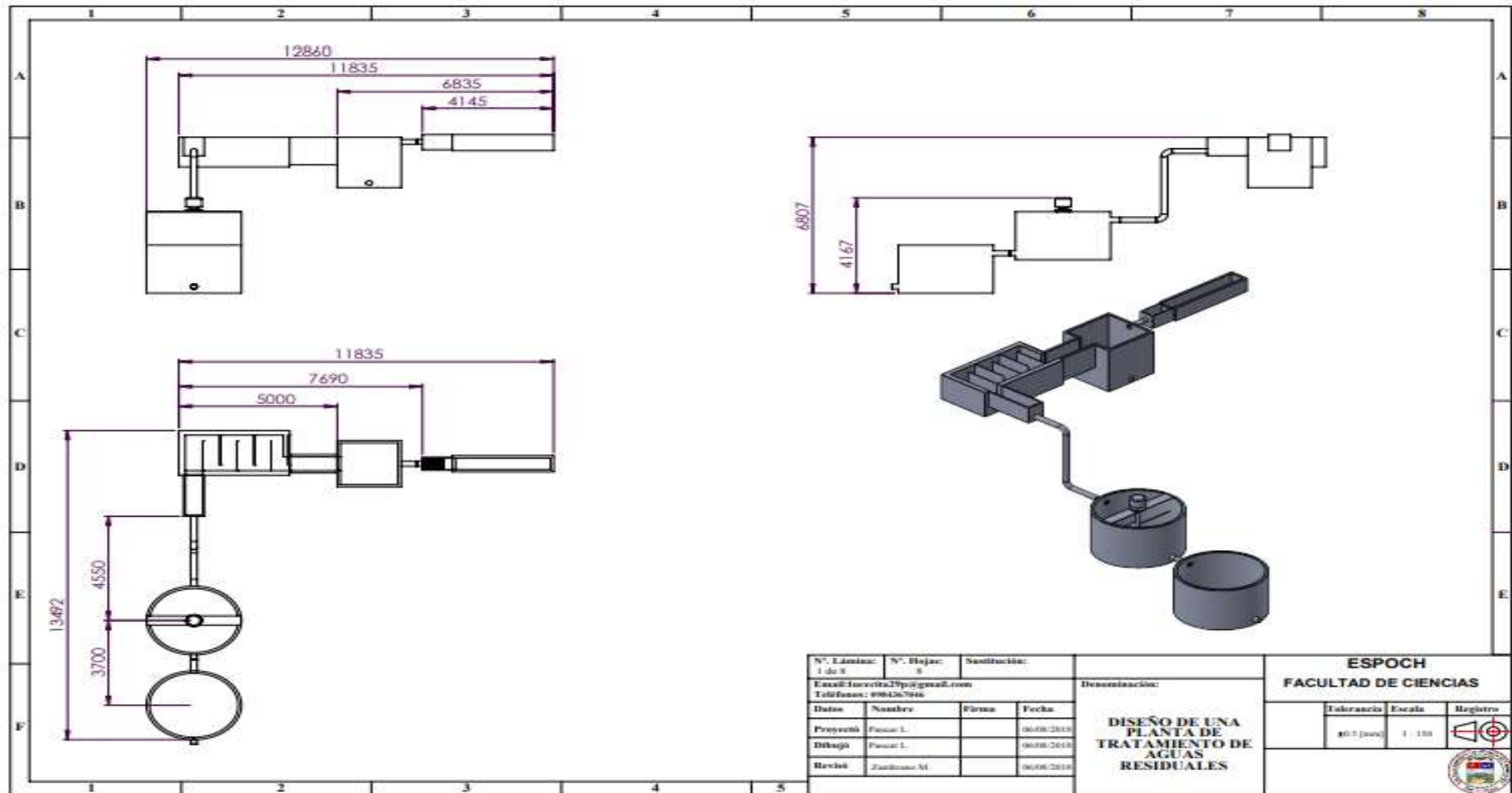
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>A. Tratamiento con Cloruro Férrico          B. Tratamiento con PAC          C. Tratamiento con Sulfato de Al</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO      POR ELIMINAR          APROBADO        POR CALIFICAR          POR APROBAR      <b><u>INFORMACIÓN</u></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">LUZ ALEXANDRA PAUCAR SISA</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE          TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES          PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL          CANTÓN COLTA”</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ANEXO M. Resultados del agua residual con tratamiento químico.**



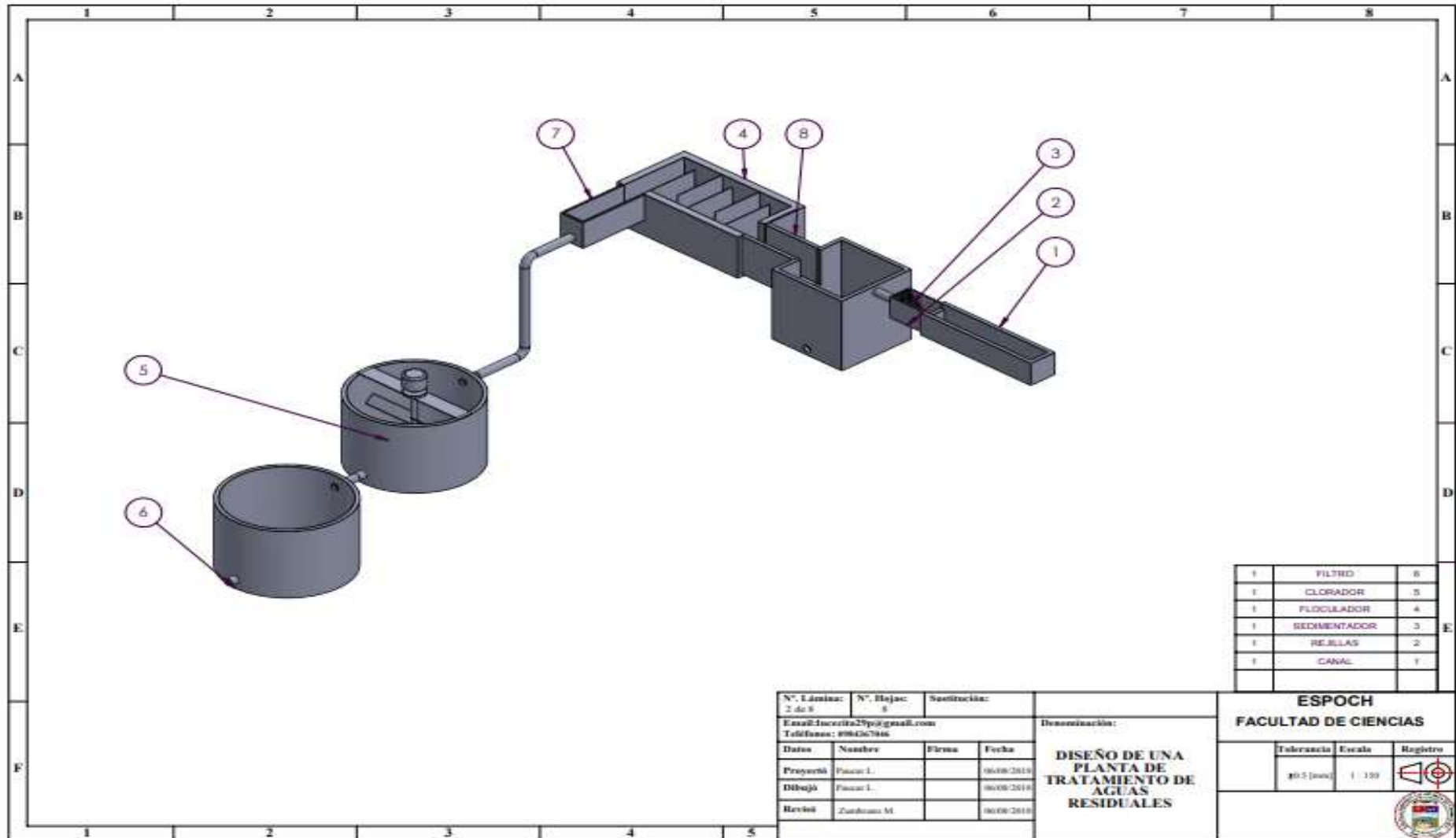
<p style="text-align: center;"><b>NOTAS</b></p> <p>A. Filtración de la muestra          B. Determinación de Coliformes f.          C. Muestra final tratada.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA:</b></p> <p>CERTIFICADO            POR ELIMINAR</p> <p>APROBADO                POR CALIFICAR</p> <p>POR APROBAR            <b><u>INFORMACIÓN</u></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESPOCH</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;">LUZ ALEXANDRA PAUCAR SISA</p>	<p style="text-align: center;">“DISEÑO DE UN SISTEMA DE          TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES          PARA EL CAMAL MUNICIPAL DEL          CANTÓN COLTA”</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ANEXO N. Plano del diseño de la planta de tratamiento





ANEXO Ñ. Plano del diseño de la planta de tratamiento



1	FILTRO	8
1	CLORADOR	5
1	FLOCULADOR	4
1	SEDIMENTADOR	3
1	REJILLAS	2
1	CANAL	1

N°. Lámina: 2 de 8	N°. Hojas: 8	Sección:	
Email: lucerita29p@gmail.com Teléfono: 996467846			
Datos	Nombre	Firma	Fecha
Proyecto	Placas L.		06/08/2019
Diseño	Placas L.		06/08/2019
Revisó	Zaragoza M.		06/08/2019

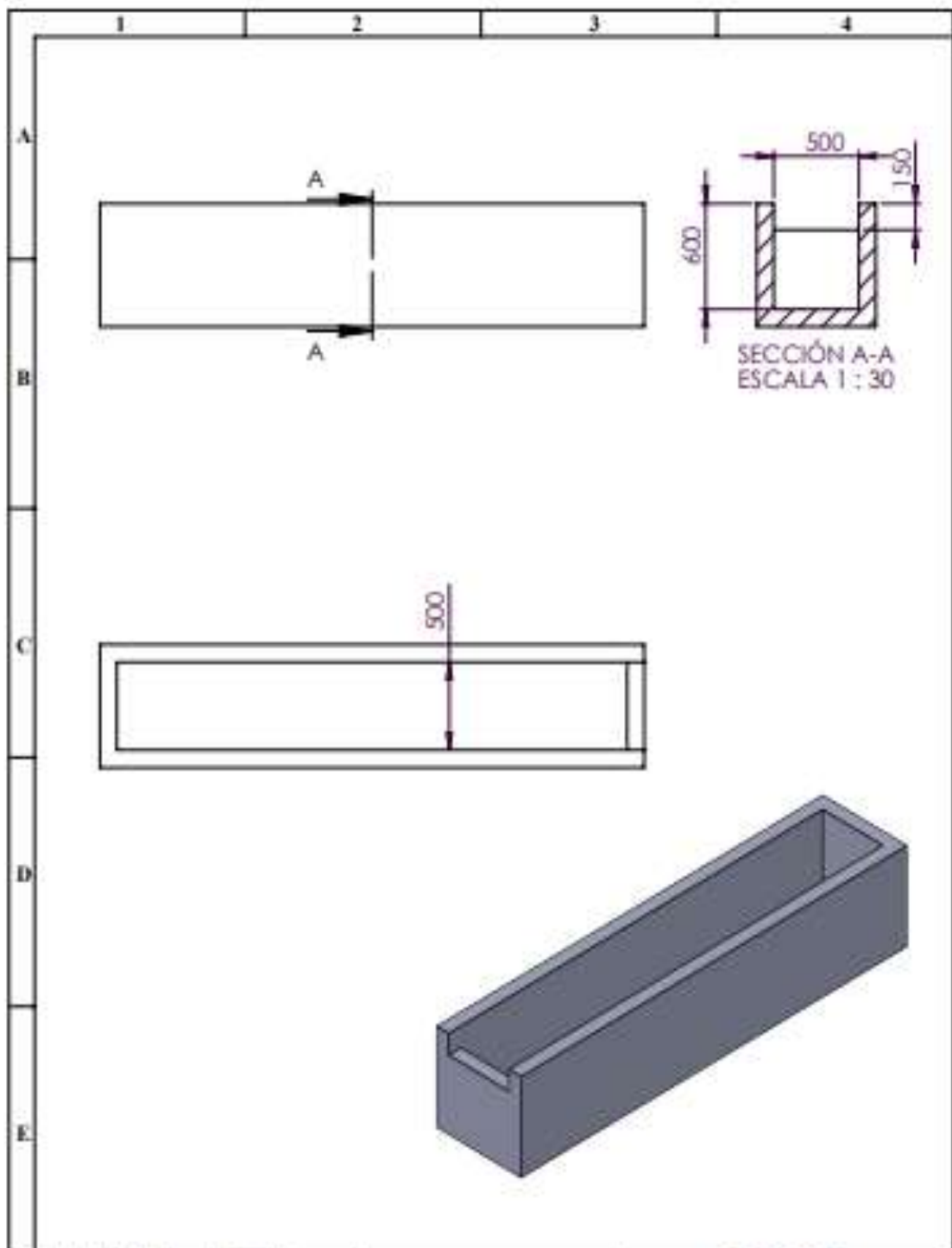
Denominación:  
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**ESPOCH**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Tolerancia	Escala	Registro
#0.5 (mm)	1 : 100	

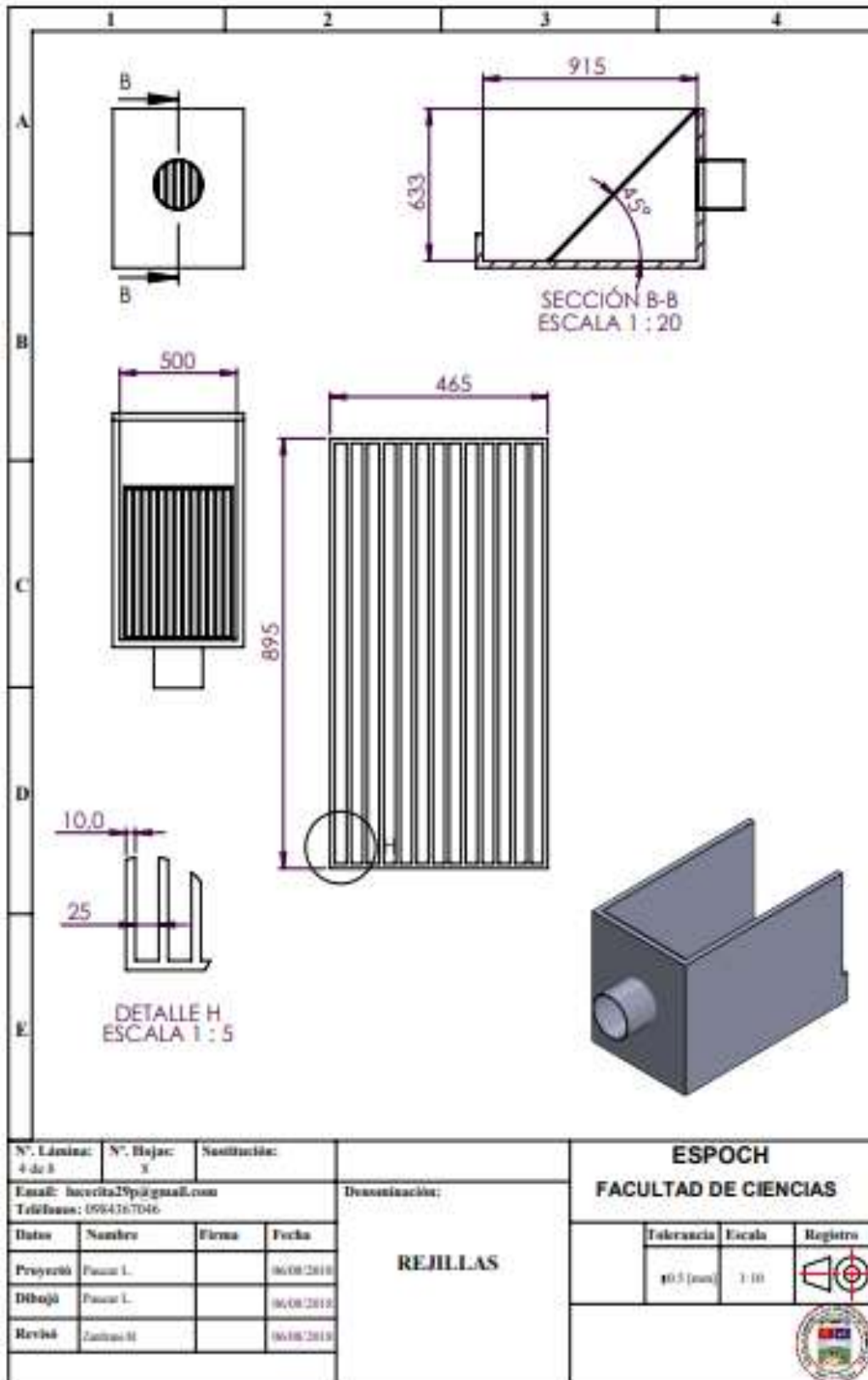


ANEXO O. Plano del canal

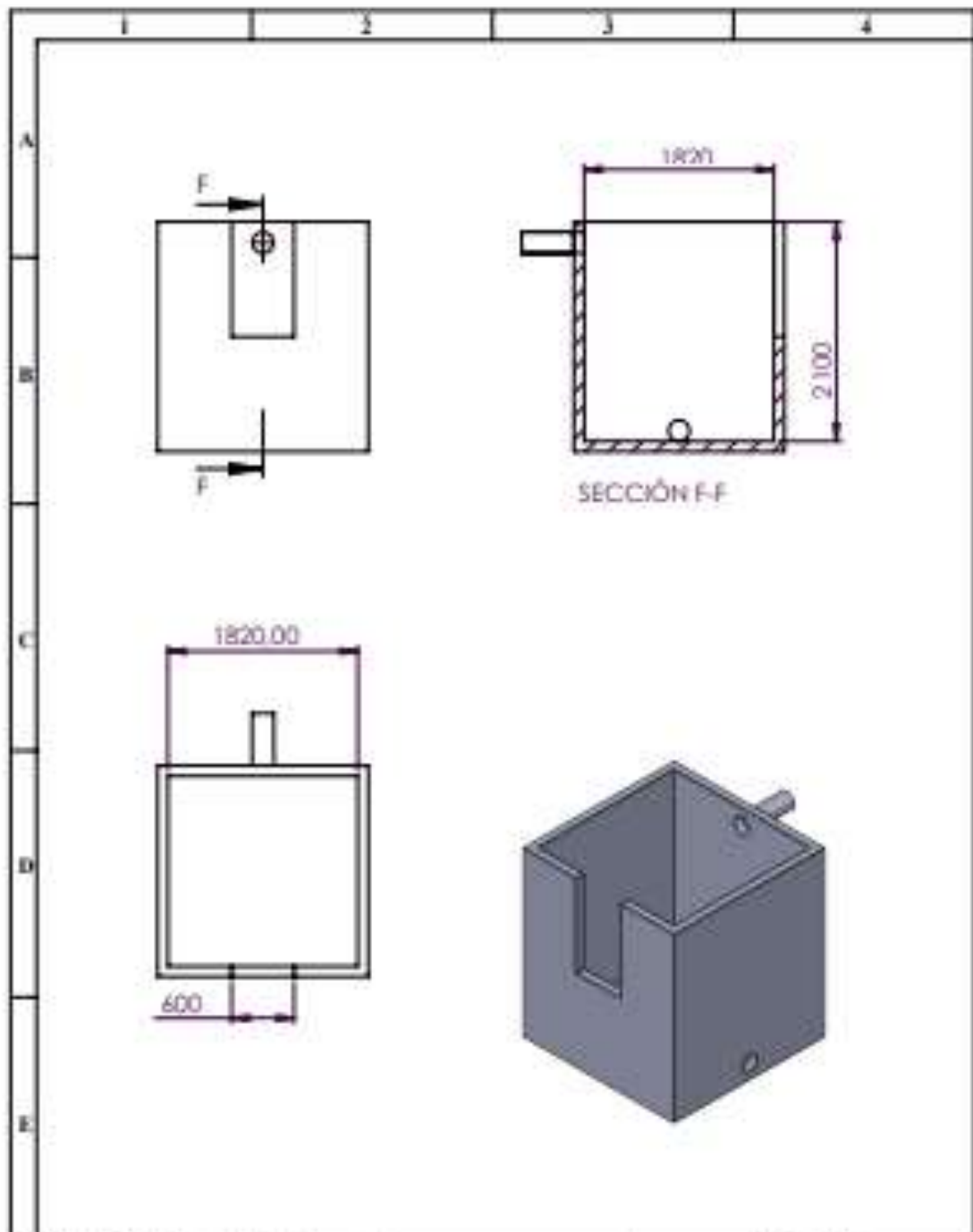


N° Lámina: 1 de 5	N° Hojas: 5	Sustitución:		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>		
Email: <a href="mailto:hacerita29@gmail.com">hacerita29@gmail.com</a> Teléfonos: 0584367046			Denominación:		Tolerancia	Registro
Datos	Nombre	Firma	Fecha	<b>CANAL</b>	±0.1 (mm)	1:10
Proyectó	Fauce L.		06/08/2010			
Dibujó	Fauce L.		06/08/2010			
Revisó	Cabrera M.		06/08/2010			

ANEXO P. Plano del diseño de la rejilla



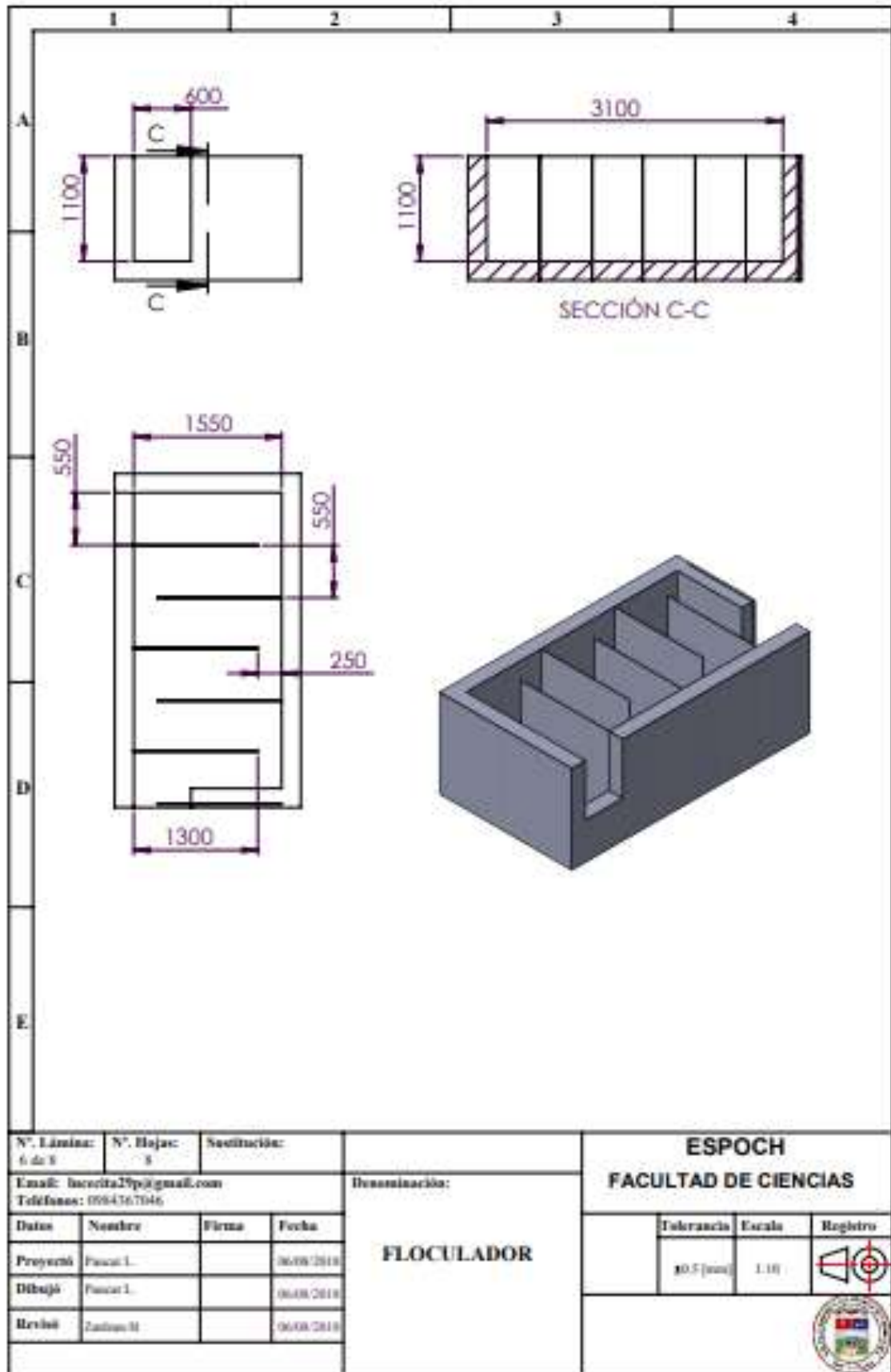
**ANEXO Q. Plano del diseño del sedimentador**



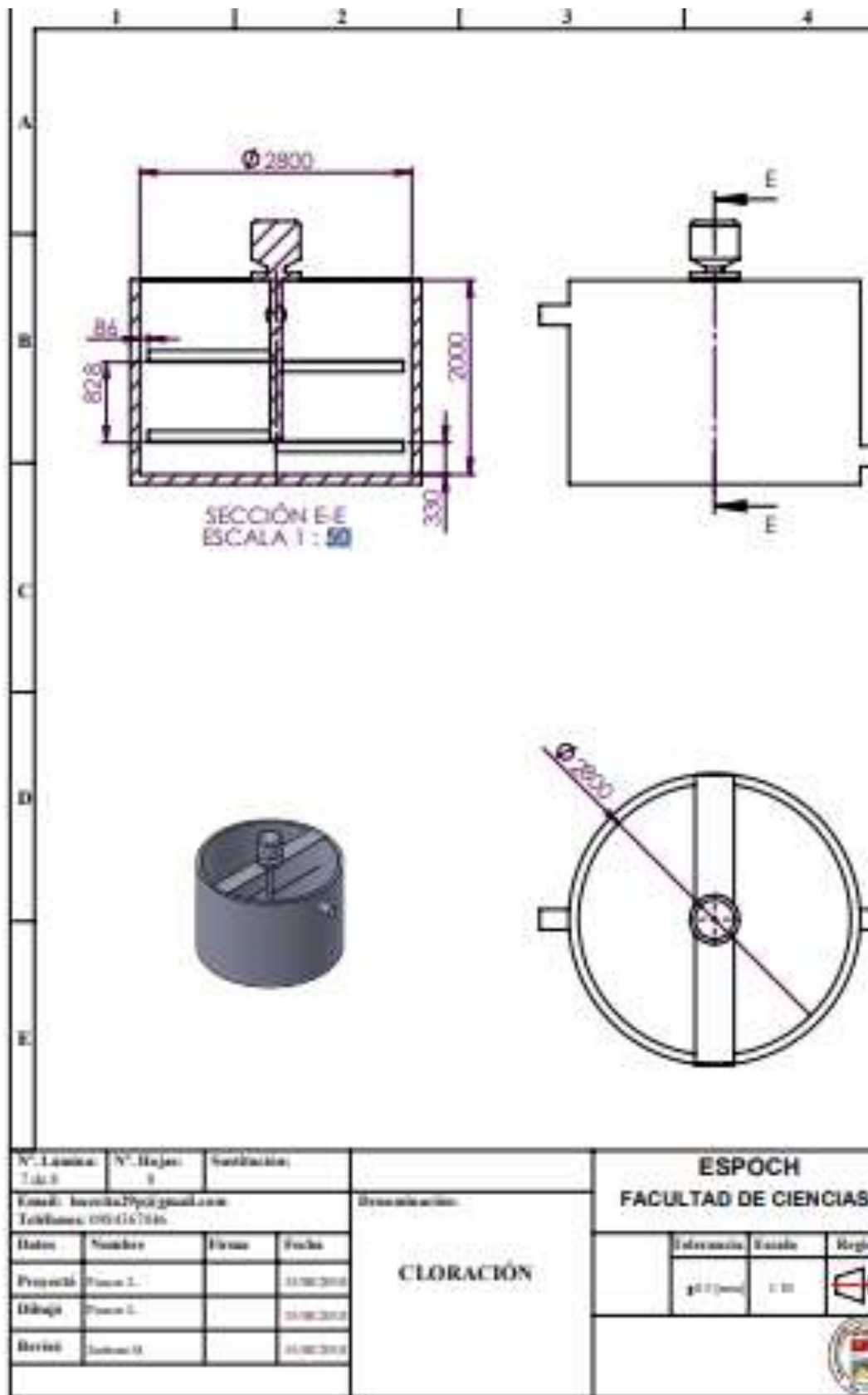
N. Lámina: 1 de 8		N. Hojas: 8		Sustitución:		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>																	
Email: <a href="mailto:esoch@upg.edu.ve">esoch@upg.edu.ve</a> Teléfono: 051 414 7146				Derechos reservados:					<table border="1"> <tr> <td>Edici3n:</td> <td>Estado:</td> <td>Registro:</td> </tr> <tr> <td>11/08/2013</td> <td>1.00</td> <td></td> </tr> </table>			Edici3n:	Estado:	Registro:	11/08/2013	1.00							
Edici3n:	Estado:	Registro:																					
11/08/2013	1.00																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datos</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyecto</td> <td>Faseo 1.</td> <td></td> <td>11/08/2013</td> </tr> <tr> <td>Diseño</td> <td>Faseo 2.</td> <td></td> <td>11/08/2013</td> </tr> <tr> <td>Revisi3n</td> <td>Faseo 3.</td> <td></td> <td>11/08/2013</td> </tr> </tbody> </table>		Datos	Nombre	Firma	Fecha	Proyecto	Faseo 1.		11/08/2013	Diseño	Faseo 2.		11/08/2013	Revisi3n	Faseo 3.		11/08/2013	<b>SEDIMENTADOR</b>					
Datos	Nombre	Firma	Fecha																				
Proyecto	Faseo 1.		11/08/2013																				
Diseño	Faseo 2.		11/08/2013																				
Revisi3n	Faseo 3.		11/08/2013																				



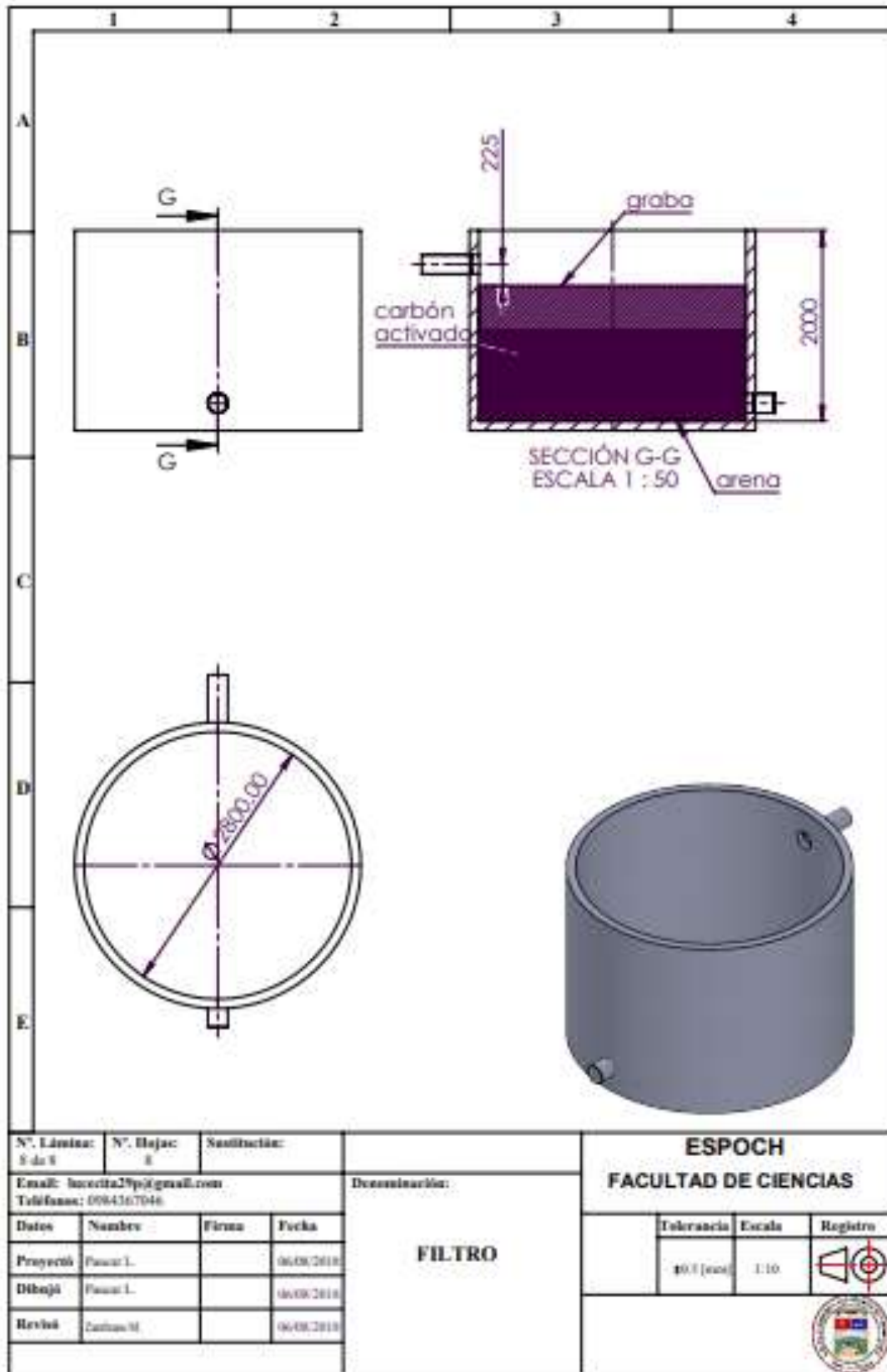
**ANEXO R. Plano del diseño del floculador**



ANEXO S. Plano del diseño del cloración



**ANEXO T. Plano del diseño para el filtro**



N° Lámina: 3 de 3	N° Hojas: 3	Sustitución:			
Email: lucrcita29p@gmail.com		Denominación:			
Teléfono: 0984367046		<b>FILTRO</b>			
Datos	Nombre			Firma	Fecha
Proyectó	Pascua L.				06/08/2018
Dibujó	Pascua L.				06/08/2018
Revisó	Castro M.		06/08/2018		

**ESPOCH  
FACULTAD DE CIENCIAS**

Tolerancia	Escala	Registro
±0.3 (mm)	1:10	

