



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

**DISEÑO DE UN VERTEDERO PARA LA DETERMINACIÓN DEL**  
**RÉGIMEN DE FLUJO EN LAS AGUAS RESIDUALES DEL**  
**CAMAL FRIGORÍFICO RIOBAMBA.**

Trabajo de titulación presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: ADRIANA NATALI MONTESDEOCA CABRERA**

**TUTOR: ING. HANNÍBAL BRITO**

Riobamba-Ecuador

2016

© 2016, Montesdeoca Cabrera Adriana Natali

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

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

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que el trabajo técnico: “DISEÑO DE UN VERTEDERO PARA LA DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN DE FLUJO EN LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL FRIGORÍFICO RIOBAMBA” de responsabilidad de la Srta. Montesdeoca Cabrera Adriana Natali, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación:

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Hanníbal Brito <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	_____
Ing. Mónica Andrade <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

Yo, Adriana Natali Montesdeoca Cabrera soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

---

**ADRIANA NATALI MONTESDEOCA CABRERA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación con todo mi amor a mis padres, Marcos y Eva porque el esfuerzo también lo hicieron ellos.

A Luis, por permitirme disfrutar la vida en su compañía.

**Adriana**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios por ser fiel en cada momento y situación.

A mis padres Marcos y Eva, a mis hermanos Richard, Abigail y Josué, a mis abuelitos Juan y Rosa, a mi tío Daniel y a todos quienes conforman mi querida familia por su apoyo incondicional, porque cada palabra y detalle fortalecía mi espíritu.

A Luis y a su familia por preocuparse y estar al pendiente siempre.

Al Camal Municipal Riobamba por el apoyo técnico y financiero para la realización de este proyecto.

A la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial mi reconocimiento al Ing. Hanníbal Brito director del trabajo de titulación y a la Ing. Mónica Andrade asesor, por haber brindado su tiempo y colaboración para guiarme con un criterio correcto en el desarrollo del trabajo.

**Adriana**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

### CONTENIDO

A:	Área ( $m^2$ )
b:	Ancho de la cresta vertedora (m)
B:	Ancho de la caja vertedora (m)
$C_c$ :	Coefficiente de contracción
$C_e$ :	Coefficiente de descarga
$C_v$ :	Coefficiente de velocidad
d:	Alto de la cresta vertedora (m)
D:	Diámetro del ducto en el que circula el fluido (m)
$DBO_5$ :	Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días (mg/L)
DQO:	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)
F:	Largo de la caja vertedora (m)
g:	Gravedad ( $m/s^2$ )
H:	Altura del agua (m)
la:	Ancho del orificio rectangular (m)
ll:	Alto del orificio rectangular (m)
L:	Longitud efectiva de la sección (m)
pH:	Potencial de hidrógeno
Q:	Caudal ( $m^3/h$ )
$Q_R$ :	Caudal real ( $m^3/s$ )
$Q_T$ :	Caudal teórico ( $m^3/s$ )
Re:	Número de Reynolds
t:	Tiempo (h)
u:	Viscosidad cinemática del fluido ( $m^2/s$ )
v:	Velocidad característica del fluido (m/s)
V:	Volumen ( $m^3$ )
$V_{th}$ :	Velocidad real (m/s)
$V_t$ :	Velocidad teórica (m/s)
x:	Distancia horizontal desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)
y:	Distancia vertical desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE DE ECUACIONES	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE FOTAGRAFÍAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN .....	xvii
SUMMARY .....	xviii
CAPÍTULO I	
1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1 Identificación del problema.....	1
1.2 Justificación del proyecto.....	2
1.3 Línea base del proyecto.....	2
1.4 Beneficiarios directos e indirectos .....	7
CAPÍTULO II	
2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
2.1 General .....	9
2.2 Específicos .....	9
CAPÍTULO III	
3 ESTUDIO TÉCNICO .....	10
3.1 Localización .....	10
3.2 Ingeniería del proyecto.....	12
3.2.1 Diagnóstico de los procesos de generación de agua residual.....	12
3.2.1.1 Área de porcinos .....	12
3.2.1.2 Área de bovinos.....	13
3.2.1.3 Área de panzas .....	13
3.2.1.4 Área de ovinos .....	14
3.2.1.5 Área de vísceras .....	14
3.2.2 Caracterización físico-químico de las aguas residuales .....	15
3.2.2.1 Límites de descarga.....	16
3.2.2.2 Área de porcinos .....	17
3.2.2.3 Área de bovinos.....	18

3.2.2.4	Área de ovinos .....	18
3.2.3	Diseño del vertedero .....	19
3.2.3.1	Datos experimentales .....	19
3.2.3.2	Datos adicionales .....	20
3.2.3.3	Determinación del ancho y alto de la cresta vertedera.....	21
3.2.3.4	Determinación del ancho de la caja vertedera.....	21
3.2.3.5	Determinación del largo de la caja vertedera.....	21
3.2.3.6	Determinación del coeficiente de descarga.....	21
3.2.3.7	Determinación de ancho y largo del orificio rectangular .....	22
3.2.3.8	Determinación del área del orificio rectangular .....	22
3.2.3.9	Determinación de la velocidad real.....	23
3.2.3.10	Determinación de la velocidad teórica .....	23
3.2.3.11	Determinación del coeficiente de velocidad .....	24
3.2.3.12	Determinación del coeficiente de contracción .....	24
3.2.3.13	Determinación del caudal real.....	24
3.2.3.14	Determinación del caudal teórico.....	25
3.2.3.15	Determinación del número de Reynolds .....	25
3.2.3.16	Dimensiones del vertedero .....	26
3.2.3.17	Ubicación del vertedero .....	26
3.2.3.18	Análisis y discusión de resultados.....	27
3.3	Proceso de producción .....	29
3.3.1	Faenamiento de porcinos.....	29
3.3.2	Faenamiento de bovinos.....	30
3.3.3	Faenamiento de ovinos.....	31
3.4	Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.....	32
3.5	Análisis costo/beneficio del proyecto .....	32
3.5.1	Determinación de costos previos .....	32
3.5.2	Análisis de alternativas .....	33
3.5.3	Presupuesto de construcción .....	34
3.5.4	Análisis de costos unitarios.....	35
3.5.4.1	Limpieza y preparación del terreno.....	35
3.5.4.2	Replanteo y nivelación del terreno.....	35
3.5.4.3	Cimiento de hormigón ciclópeo .....	36
3.5.4.4	Hormigón simple.....	36
3.5.4.5	Enlucido vertical de paredes .....	37
3.5.4.6	Tarifa de equipos .....	37
3.5.4.7	Costos de materiales.....	38

3.5.4.8	Mano de obra .....	38
3.5.6	Cronograma valorado.....	38
3.5.7	Formulación de reajuste .....	39
3.6	Cronograma de actividades .....	40
	CONCLUSIONES .....	41
	RECOMENDACIONES .....	42
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

## ÍNDICE ECUACIONES

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>Ecuación 1-1:</b> Método volumétrico.....	4
<b>Ecuación 2-1:</b> Método del flotador .....	4
<b>Ecuación 1-3:</b> Altura de la cresta vertedora .....	20
<b>Ecuación 2-3:</b> Ancho de la caja vertedora.....	21
<b>Ecuación 3-3:</b> Largo de la caja vertedora.....	21
<b>Ecuación 4-3:</b> Coeficiente de descarga .....	21
<b>Ecuación 5-3:</b> Alto del orificio rectangular.....	22
<b>Ecuación 6-3:</b> Ancho del orificio rectangular .....	22
<b>Ecuación 7-3:</b> Área del orificio rectangular .....	22
<b>Ecuación 8-3:</b> Velocidad real.....	23
<b>Ecuación 9-3:</b> Velocidad teórica .....	23
<b>Ecuación 10-3:</b> Coeficiente de velocidad.....	24
<b>Ecuación 11-3:</b> Coeficiente de contracción.....	24
<b>Ecuación 12-3:</b> Caudal real .....	24
<b>Ecuación 13-3:</b> Caudal teórico .....	25
<b>Ecuación 14-3:</b> Número de Reynolds .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>Figura 1-3:</b> División política del cantón Riobamba.....	10
<b>Figura 2-3:</b> Ubicación camal frigorífico .....	11
<b>Figura 3-3:</b> Cálculo de altura de la cresta vertedora .....	20
<b>Figura 4-3:</b> Medidas del orificio rectangular .....	22
<b>Figura 5-3:</b> Dimensiones de la caja vertedora.....	26
<b>Figura 6-3:</b> Dimensiones de la cresta vertedora.....	26
<b>Figura 7-3:</b> Ubicación del vertedero .....	27
<b>Figura 8-3:</b> Diagrama de faenamiento de porcinos.....	29
<b>Figura 9-3:</b> Diagrama de faenamiento de bovinos.....	30
<b>Figura 10-3:</b> Diagrama de faenamiento de ovinos.....	31

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>Fotografía 1-3:</b> Área de faenamiento de porcinos .....	10
<b>Fotografía 2-3:</b> Lavado del ganado porcino.....	11
<b>Fotografía 3-3:</b> Área de faenamiento de bovinos .....	20
<b>Fotografía 4-3:</b> Lavado de panzas del ganado bovino .....	22
<b>Fotografía 5-3:</b> Descarga del lavado de panzas del ganado bovino.....	26
<b>Fotografía 6-3:</b> Área de faenamiento de ovinos .....	26
<b>Fotografía 7-3:</b> Lavado de vísceras .....	27

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pp.
<b>Gráfico 1-1:</b> Variación de caudal .....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pp.
<b>Tabla 1-1:</b> Horario de procesos de faenamiento .....	5
<b>Tabla 2-1:</b> Caudal medio.....	5
<b>Tabla 3-1:</b> Cantidad de animales faenados .....	6
<b>Tabla 4-1:</b> Consumo de agua por animal .....	7
<b>Tabla 1-3:</b> Composición de la población por jurisdicción y sexo .....	15
<b>Tabla 2-3:</b> Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	16
<b>Tabla 3-3:</b> Resultados analíticos del agua residual del área de porcinos .....	17
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados analíticos del agua residual del área de bovinos .....	18
<b>Tabla 5-3:</b> Resultados analíticos del agua residual del área de ovinos .....	19
<b>Tabla 6-3:</b> Datos experimentales para el diseño del vertedero.....	20
<b>Tabla 7-3:</b> Datos adicionales para el diseño del vertedero.....	21
<b>Tabla 8-3:</b> Requerimientos de equipos.....	32
<b>Tabla 9-3:</b> Costos preliminares .....	32
<b>Tabla 10-3:</b> Descripción de rubros, unidades, cantidades y precios .....	34
<b>Tabla 11-3:</b> Análisis de costo unitario. Limpieza y preparación de terreno .....	35
<b>Tabla 12-3:</b> Análisis de costo unitario. Replanteo y nivelación del terreno .....	35
<b>Tabla 13-3:</b> Análisis de costo unitario. Cimiento de hormigón ciclópeo.....	36
<b>Tabla 14-3:</b> Análisis de costo unitario. Hormigón simple .....	36
<b>Tabla 15-3:</b> Análisis de costo unitario. Enlucido vertical de paredes .....	37
<b>Tabla 16-3:</b> Análisis de costo unitario. Tarifa de Equipos.....	37
<b>Tabla 17-3:</b> Análisis de costo unitario. Costos de materiales .....	38
<b>Tabla 18-3:</b> Análisis de costo unitario. Mano de obra .....	38
<b>Tabla 19-3:</b> Agrupación de rubros .....	38
<b>Tabla 20-3:</b> Cronograma valorado, curva de avance y ruta crítica .....	39
<b>Tabla 21-3:</b> Formulación de reajuste .....	39
<b>Tabla 22-3:</b> Descripción de grupos y subtotales .....	39
<b>Tabla 23-3:</b> Cronograma de actividades .....	40

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

### **CONTENIDO**

**Anexo A:** Plano del vertedero

**Anexo B:** Análisis físico químico de agua residual

**Anexo C:** Ordenanza Municipal

## RESUMEN

El desarrollo del Diseño de un Vertedero para la Determinación del Régimen de Flujo en las Aguas Residuales del Camal Frigorífico Riobamba plantea una medida a corto plazo para el control del agua residual evitando que se convierta en una fuente de contaminación al contacto con el suelo. Se realizó actividades de dimensionamiento del vertedero a partir de la determinación de los caudales de descarga, diagnóstico de los procesos de generación de agua residual, caracterización físico químico. El estudio experimental empleó técnicas para la recolección de muestras de agua residual, métodos de laboratorio para el análisis físico químico, técnicas de medición de caudales en conductos abiertos, cerrados, lineamientos de longitud, altura, ancho del vertedero. Los resultados del diagnóstico de procesos de generación del agua residual evidenció un mal uso, manejo inadecuado de las instalaciones hídricas, la caracterización físico químico permitió conocer que los valores de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) y tensoactivos se encuentran comúnmente fuera del límite permisible por la normativa ambiental del Acuerdo Ministerial 097A, la determinación de caudales de descarga arrojan valores con un límite superior de 22,95  $m^3/h$ , el diseño del vertedero de acuerdo a las especificaciones técnicas y cálculos de ingeniería se dimensionó para el orificio rectangular 0,14m de alto y 0,09m de ancho, para la cresta vertedora 0,17m de alto y 0,30m de ancho, para la caja vertedora 0,36m de ancho y 1,8m de largo, la determinación del régimen de flujo con valor adimensional de 195837,28 ubica a las aguas residuales en la clasificación de turbulento. Concluimos el estudio indicando que el diseño del vertedero está acorde al régimen de flujo, caudales máximos de descarga. Las recomendaciones al administrador del Camal se enfocan en la aplicación adecuada de las técnicas de medición de caudales según la estructura en que se conducen los flujos y la selección del tipo de vertedero de acuerdo caudal máximo que se maneje.

**PALABRAS CLAVE:**<AGUA RESIDUAL>,<CAMAL FRIGORÍFICO RIOBAMBA>,<CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO>,< CAUDAL DE DESCARGA>,<DISEÑO DE UN VERTEDERO>,< RÉGIMEN DE FLUJO>

## SUMMARY

The development of a landfill for determining the flow rate in wastewater at Camal Frigorífico Riobamba poses a short-term measure to control wastewater preventing it from becoming a source of contamination to ground contact. Sizing landfill was performed from the determination of the discharge, diagnosis process wastewater generation, chemical physical characterization. The study used experimental techniques for the collection of wastewater samples, laboratory methods for physical chemical analysis, flow measurement techniques in open channels, closed, lines of length, width landfill. The results of the diagnostic processes of generation of wastewater revealed misuse, inadequate management of water facilities, the physical and chemical characterization allowed to know that the values of the chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD<sub>5</sub>) and surfactants are commonly found outside the permissible limit by environmental regulations Ministerial Agreement 097A, it determined discharge flow yield values with an upper limit of 22,95m<sup>3</sup>/h, the design of the landfill according to the technical specifications and calculations engineering was sized for the rectangular opening 0,14m high and 0,09m wide, 0,17m for the spillway crest high and 0,30m wide, for the pouring box 0,36m wide and 1,8m long, the determination of the flow regime with dimensionless value 195837,28 wastewater located in the turbulent classification. It is concluded that the study indicates that landfill design is according to the flow rate, maximum flow discharge. The recommendations administrator camal focus on the proper implementation of flow measurement techniques according to the structure in which flows are driven and selecting the type of landfill according maximum flow in handled.

**KEY WORDS:** <WASTEWATER>,<CAMAL FRIGORÍFICO RIOBAMBA>,<CHARACTERIZATION PHYSICAL CHEMICAL>,<FLOW DISCHARGE>,<DESIGN OF A LANDFILL>,<FLOW REGIME>

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Adriana Natali Montesdeoca Cabrera, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 05 de abril del 2016

Adriana Natali Montesdeoca Cabrera

Cédula de Identidad: 1501073363

## CAPÍTULO I

### 1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Identificación del problema

A nivel local, nacional y mundial el proceso productivo de la carne, mediante los camales y mataderos frigoríficos, genera una gran cantidad de residuos, muchas de estas instalaciones no cuentan con sistemas de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, convirtiéndose en una fuente de contaminación que se emanan al exterior. Como consecuencia de ello, la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (Agrocalidad) y el Ministerio del Ambiente (MAE), vienen exigiendo que se establezcan prácticas y procesos que protejan los recursos naturales y el ambiente, asegurando una oferta de bienes de consumo limpios para las presentes y futuras generaciones.

En este sentido, la gestión ambiental se enmarca en la normativa legal ecuatoriana en donde la Ley de Mataderos N.- 502-C, establece disponer de los servicios básicos como: red de agua potable fría y caliente, en cantidad y calidad adecuada para atender las necesidades de consumo humano y las requeridas por cada cabeza de ganado faenado y el debido tratamiento a las aguas servidas originados en los camales, es por ello que el MAE, regula estas disposiciones y Agrocalidad, supervisa el cumplimiento de las mismas.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en el Anexo I: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua, indica la prohibición de descargas tanto de líquidos como sólidos que pueden afectar a los colectores, formen vapores u olores o deterioren las estructuras del alcantarillado.

En el Camal Municipal Riobamba se evidencia que es indispensable un tratamiento preliminar del agua así como una retención de sólidos, dichos procesos a su vez enfocan la necesidad de seguimiento del rumbo y dirección del agua para conocer la disponibilidad en cantidad y calidad de este recurso.

El presente trabajo plantea como propuesta el diseño de un vertedero para la determinación del régimen de flujo en las aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba como un aporte para la

medición de caudales, control de flujos en estructuras de salida a los alcantarillados, disminución de temperatura de los fluidos y aumento de oxigenación.

## **1.2 Justificación del proyecto**

El proceso de matanza se caracteriza por el elevado número de operaciones de lavado que deben realizarse, así como parte de las operaciones del mantenimiento de las condiciones de higiene que se exige el área de faenamiento. Estos efluentes líquidos constituyen uno de los principales problemas debido al alto contenido de carga orgánica que genera el proceso y que al ser descargada en un cuerpo hídrico, provoca serios problemas que se manifiestan en ausencia de oxígeno disuelto en las aguas, siendo causante de la desaparición de especies que requieren de oxígeno en su hábitat.

En el camal Frigorífico Riobamba es evidente un alto consumo de agua, para el empleo en los procesos de faenamiento en las líneas: porcina, ovina, bovina y sus complementos que corresponden a las áreas de vísceras y panzas, además se contempla el uso en la limpieza de las instalaciones y de la indumentaria del personal.

Debido a que estas actividades se desarrollan de forma inadecuada, y en virtud de que el camal frigorífico Riobamba, en la actualidad, no cuenta con un área para el tratamiento de aguas residuales, obliga tomar medidas a corto plazo, por lo que, se pone en marcha el proyecto de diseño de un vertedero para la determinación del régimen de flujo de las aguas residuales, el mismo que permitirán el aprovechamiento del agua para su conducción y distribución a fin de asegurar un nivel constante de flujo que permitan el control y regulación de los caudales, se menciona además que este proyecto constituye un estudio preliminar para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

La particularidad de este vertedero reside en su consideración como proyecto de saneamiento ambiental del camal, situado en la zona urbana de la ciudad de Riobamba, manteniendo siempre las condiciones de seguridad y prevención del medio natural que establece la legislación como medida de protección sobre el medio ambiente.

## **1.3 Línea base del proyecto**

El Camal Frigorífico Municipal Riobamba en sus inicios funcionaba en donde hoy es el Centro Comercial La Condamine, mediante gestiones del Alcalde Fernando Guerrero con la dirección técnica del Ing. José Latorre y montaje de maquinaria por la compañía QUIM-INCO se

inaugura el nuevo camal en Marzo del 1978, momento desde el cual presta sus servicios. Se han realizado trabajos de investigación en temas como Propuesta de un Plan de Gestión Ambiental para la Fábrica de Harina de Sangre por el autor Gusqui, 2010, Manual para el Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos Generados por el Camal Municipal de Riobamba de los autores Castro & Vinueza, 2011.

En lo que concierne a proyectos antecesores se ha ejecutado un estudio del Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el Área de Bovinos del autor Valencia, 2011 donde se realizó una caracterización físico-químico del agua residual, los análisis reportaron valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, Sólidos Suspendidos y Sólidos Totales fuera de los límites permisibles según la Normativa Ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

El Camal Municipal mediante disposiciones de Agrocalidad es cerrado el 5 de Diciembre del 2013, siendo reaperturado por este mismo departamento el 9 de Diciembre del mismo año, sin embargo, entra en proceso de readecuaciones, el 17 de Octubre del 2014 se brinda nuevamente el servicio de faenamiento. En este nuevo periodo de apertura no se han realizado controles, ni tratamientos a las aguas residuales además desde los inicios del camal no se han desarrollado estudios ni actividades de diseño de vertederos.

El punto de partida de este trabajo consiste en el levantamiento de información de caudales. En las actividades de faenamiento se ha tomado en cuenta la descarga a diferentes horarios, el tipo de animal que se sacrifica y la cantidad, de esta manera podemos estimar un valor máximo, mínimo y medio de las descargas en el Camal, el cual nos servirá para diseñar el vertedero para estimar el flujo, en el presente estudio no se tomó en cuenta parámetros de régimen fluvial y de escurrimiento, debido a que los desechos líquidos se transportan por tubería hasta el deposito principal.

Para la determinación de caudales de descarga en el área de porcino y bovinos se aplica la técnica de MEDIDA DEL CAUDAL DE LÍQUIDOS EN CONDUCTOS CERRADOS. MÉTODO POR RECOGIDA DE LÍQUIDO EN UN TANQUE VOLUMÉTRICO propuesta por NTE INEN ISO 8316:2014. Este método indica la medida de caudal de líquido en conductos cerrados determinando el volumen de líquido recogido en un tanque volumétrico en un intervalo de tiempo conocido.

El método descrito puede aplicarse a cualquier líquido con tal que:

- Su presión de vapor sea suficientemente baja para asegurar que cualquier escape de líquido del tanque volumétrico por evaporación no afecte la precisión de medida requerida;
- Su viscosidad sea suficientemente baja como para no alterar o retardar indebidamente la medida del nivel en el tanque volumétrico;
- No sea tóxico ni corrosivo.

Su ecuación viene dada por:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación 1-1}$$

Donde:

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

V: Volumen (m<sup>3</sup>)

T: Tiempo (h)

Para el área de ovinos donde solo existes canaletas de trampas de grasas se emplea la técnica de HIDROMETRÍA. MEDIDA DE CAUDAL DE LÍQUIDOS EN CANALES ABIERTOS UTILIZANDO MEDIDORES DE CAUDAL O FLOTADORES detallada en NTE INEN-ISO 748: 2014 que a partir de la velocidad y el área de la sección transversal de agua se calculan caudales. El principio de este método consiste en determinar la velocidad y el área de la sección transversal. El emplazamiento de medida se elige de acuerdo con los requisitos especificados, la anchura, dependiendo de su magnitud, se mide o por medio de una cinta, y la profundidad se mide en un número de puntos (conocido como verticales) a través de la anchura, suficiente para determinar la forma y área de la sección transversal

Las observaciones de la velocidad utilizando medidores de caudal se realizan en cada vertical preferiblemente al mismo tiempo. La ecuación que rige este principio viene dado por:

$$Q = A * v \quad \text{Ecuación 2-1}$$

Donde:

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

A: Área (m<sup>2</sup>)

v: Velocidad (m/h)

Tomando en cuenta las técnicas propuestas se procedió a calcular los caudales diariamente en cada proceso para así determinar una media semanal. Tratamos de ser rigurosos con las mediciones, horarios y cantidades.

**Tabla 1-1:** Horario de procesos de faenamiento

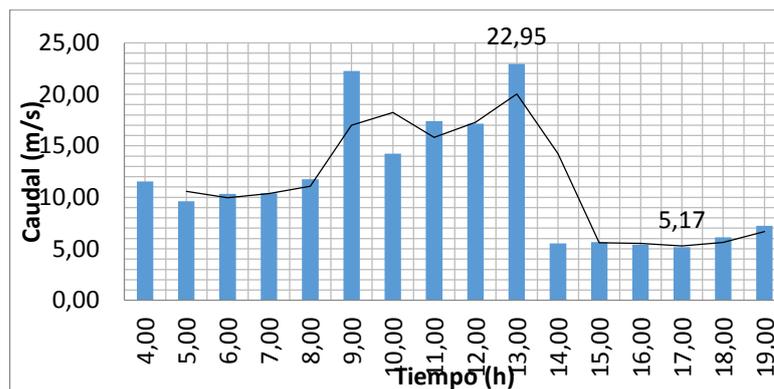
<b>Horario</b>	<b>Tipo de Ganado</b>
04:00 – 08:00	Porcinos
09:00 - 13:00	Bovinos
14:00 - 19:00	Ovinos

Realizado por: Montesdeoca, 2015

**Tabla 2-1:** Caudal medio

<b>Horario</b>	<b>Ganado</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>
04:00	Porcinos	11,53
05:00		09,61
06:00		10,32
07:00		10,40
08:00		11,76
09:00	Bovinos	22,26
10:00		14,23
11:00		17,40
12:00		17,14
13:00		22,95
14:00	Ovinos	05,53
15,00		05,66
16,00		05,40
17,00		05,17
18,00		06,10
19,00		07,24

Realizado por: Montesdeoca, 2015



**Gráfico 1-1:** Variación de caudal

Realizado por: Montesdeoca, 2015

Los valores más elevados de caudal se registran en el horario de 09:00 hasta las 13:00, con un valor máximo de 22,95 ( $m^3/h$ ); mientras que el valor más bajo se lo obtuvo en el horario de 14:00 hasta las 19:00, con un valor mínimo de 5,17 ( $m^3/s$ )

Para la determinación de la cantidad de animales faenados se realizó un registro diario de cada proceso para obtener una media semanal.

**Tabla 3-1:** Cantidad de animales faenados

Horario	Ganado	Cantidad
04:00	Porcinos	29
05:00		37
06:00		58
07:00		63
08:00		39
09:00	Bovinos	29
10:00		25
11:00		28
12:00		27
13:00		30
14:00	Ovinos	33
15,00		38
16,00		48
17,00		59
18,00		30
19,00		25

Realizado por: Montesdeoca, 2015

El consumo de agua por animal se obtuvo de la relación del caudal por hora y el número de animales faenados por hora.

**Tabla 4-1:** Consumo de agua por animal

<b>Horario</b>	<b>Ganado</b>	<b>Consumo de agua por animal (m<sup>3</sup>)</b>
4:00	Porcinos	0,40
5:00		0,26
6:00		0,18
7:00		0,17
8:00		0,30
9:00	Bovinos	0,77
10:00		0,57
11:00		0,62
12:00		0,63
13:00		0,77
14:00	Ovinos	0,17
15:00		0,15
16:00		0,11
17:00		0,09
18:00		0,20
19:00		0,29

Realizado por: Montesdeoca, 2015

El promedio de consumo de agua por cabeza de ganado porcino es de 0,26 m<sup>3</sup>, para el ganado bovino 0,67 m<sup>3</sup> y para el ganado ovino 0,17 m<sup>3</sup>.

#### **1.4 Beneficiarios directos e indirectos**

La población que directamente será beneficiaria lo constituyen autoridades y personal que labora en el Camal Frigorífico, además los habitantes del cantón Riobamba que son 225.741 habitantes, ya que, es una medida a corto plazo para controlar los efluentes del agua residual permitiendo tener un control del flujo total utilizado en las instalaciones. Además el personal del GADM Riobamba encargado del mantenimiento en el Sistema de Alcantarillado y Agua Potable se ven beneficiados ya que el diseño del vertedero constituye un órgano de seguridad para la evacuación de las aguas residuales ya que permitirá el control del flujo en estructuras de caída y estructuras de salida a los alcantarillados.

De manera indirecta las poblaciones aledañas al cantón Riobamba también representa un sector beneficiado ya que con el proyecto se contará con un vertedero que representa un medio regulador de las descargas líquidas de manera que cuando haya excesos de agua que podrá inspeccionar e intervenir evitando así estancamientos o taponamientos de las alcantarillas y por ende desbordes hacia las superficies.

## **CAPÍTULO II**

### **2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 General**

Realizar el diseño de un vertedero para la determinación del régimen de flujo en las aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba.

#### **2.2 Específicos**

- Efectuar el diagnóstico de los procesos de generación de agua residual.
- Caracterizar las aguas residuales mediante análisis físicos- químicos.
- Determinar los caudales de descarga.
- Dimensionar el vertedero identificando sus variables de diseño.

## CAPÍTULO III

### 3 ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización

La ciudad de Riobamba está situada en el centro del Ecuador, en la región Sierra, en medio del callejón interandino a una altitud de 2754 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito.

#### Límites:

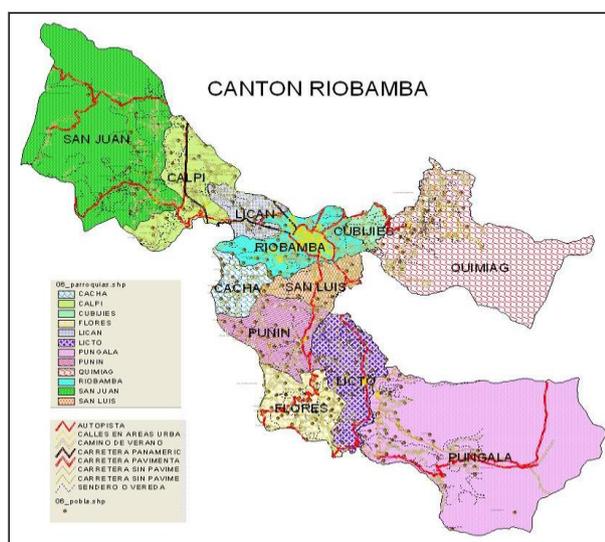
Norte: Cantones de Guano y Penipe

Sur: Cantones de Colta y Guamote

Este: Cantón Chambo

Oeste: Provincia de Bolívar

El cantón Riobamba consta de cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruqués; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijés, San Luis, Pungalá y Licán.



**Figura 1-3:** División política del cantón Riobamba

Fuente: DIPROC, 2015

Según la información del Censo de Población y Vivienda 2010, el cantón Riobamba cuenta con una población de 225.741 habitantes, de los cuales 106.840 y 118.901, son mujeres.

**Tabla 1-3:** Composición de la población por jurisdicción y sexo

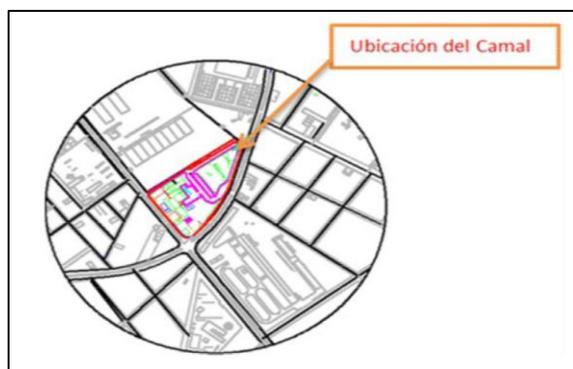
Jurisdicción	Número De Habitantes
<b>Ecuador</b>	
Población Total	14.483.499
Población Masculina	7.177.683
Población Femenina	7.305.816
<b>Provincia Chimborazo</b>	
Población Total	458.581
Población Masculina	219.401
Población Femenina	239.180
% con relación al país	3.16%
<b>Cantón Riobamba</b>	
Población total	225.741
Población Masculina	106.840
Población femenina	118.901

Fuente: INEC, Censo de población y vivienda, 2010

La ciudad de Riobamba, la parte urbana cuenta con 124.807 habitantes. El 70.01% de la población se concentra en la cabecera cantonal, Riobamba y el 29.09% en las 11 parroquias rurales.

### **Camal Frigorífico Riobamba**

El Camal Frigorífico Riobamba se encuentra localizado en la Av. Leopoldo Freire y Circunvalación, junto al Mercado Mayorista.



**Figura 2-3:** Ubicación camal frigorífico

Fuente: Valencia, 2012

## 3.2 Ingeniería del proyecto

### 3.2.1 Diagnóstico de los procesos de generación de agua residual

#### 3.2.1.1 Área de porcinos

En el área dispuesta para porcinos hay una adecuada instalación de mangueras de agua y vapor que satisface cada punto del proceso, además se dispone de trampas de grasas para evitar el paso de sólidos en el trayecto del agua.



**Fotografía 1-3:** Área de faenamiento de porcinos

Realizado por: Montesdeoca, 2015

En el manejo del agua se evidencia desperdicios considerables ya que no se cierra de forma inmediata el paso en las mangueras, además se observa que el proceso de lavado es muy repetitivo al no hacerlo adecuadamente, una vez que el canal del ganado porcino es lavado totalmente debería dirigirse directamente al área de oreo sin embargo se presentan restos de sangre o grasa por lo que debe ser lavado nuevamente aumentando considerablemente el uso del agua y por ende generando mayor agua residual.



**Fotografía 2-3:** Lavado del ganado porcino

Realizado por: Montesdeoca, 2015

### 3.2.1.2 Área de bovinos

El espacio físico donde se lleva a cabo este proceso resulta ser el mismo dispuesto para el área de porcinos por lo que las instalaciones de mangueras están adecuadas al mismo.



**Fotografía 3-3:** Área de faenamiento de bovinos

**Realizado por:** Montesdeoca, 2015

### 3.2.1.3 Área de panzas

Para el proceso de faenamiento de bovinos existe una zona aledaña para el lavado de panzas en el que se evidencia el mayor consumo de agua debido a la cantidad de rumen que se evacua y sobre todo al mal uso de las instalaciones ya que las llaves pasan abiertas todo el tiempo y se desbordan de los colectores.



**Fotografía 4-3:** Lavado de panzas del ganado bovino

**Realizado por:** Montesdeoca, 2015

La instalación de descarga del lavado de panzas del ganado bovino es muy decadente ya que se dispone de una tubería improvisada con láminas de zinc que concluyen en un pozo, parte de esta instalación está al descubierto por lo que permite el salpique y desborde del agua residual y el ingreso de aguas aledañas a la superficie entre otros agentes del medio exterior.



**Fotografía 5-3:** Descarga del lavado de panzas del ganado bovino

**Realizado por:** Montesdeoca, 2015

#### 3.2.1.4 *Área de ovinos*

Las instalaciones de mangueras en este proceso son menores. El consumo de agua en esta zona es relativamente inferior a los demás procesos debido al tamaño del animal.



**Fotografía 6-3:** Área de faenamiento de ovinos

**Realizado por:** Montesdeoca, 2015

#### 3.2.1.5 *Área de Vísceras*

Esta sección está dispuesta para el lavado de vísceras del ganado porcino y ovino, el consumo de agua es representativo debido a cantidad de desechos orgánico evacuados. Se disponen de recolectores con mangueras de descarga y de trampas de grasas.



**Fotografía 7-3:** Lavado de vísceras

**Realizado por:** Montesdeoca, 2015

El desperdicio de agua es evidente puesto que las llaves pasan constantemente abiertas y el agua se desborda de los colectores.

### **3.2.2** *Caracterización físico-químico de las aguas residuales.*

La toma de muestras del agua residual se procedió mediante la norma NTE INEN 2176:1998 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.

Las muestras se tomaron para cada uno de los procesos de faenamiento: porcinos, bovinos y ovinos, la cantidad de cada muestra fue de 3 litros respectivamente de los cuales dos litros se dispusieron en envases de plástico, de color blanco, de facilidad para abrir y cerrar, tamaño y forma adecuada, el litro restante se dispuso en un frasco de vidrio ámbar. Los recipientes permiten reducir cualquier tipo de contaminación, evitar pérdidas, inercia química y biológica, además, la muestra fue transportada en refrigeración.

El análisis de laboratorio para la caracterización físico- química se realizó en un laboratorio certificado “CESTTA” quienes manejan métodos estándares dispuestos por la normativa. Los parámetros determinados son: aceite y grasas, DBO, DQO, fenoles, pH, sólidos sedimentables, sólidos totales, solidos suspendidos, sulfatos, tensoactivos, cadmio, arsénico y hierro.

#### **3.2.2.1** *Límites de descarga*

Los límites de descarga se basan en los parámetros contemplados en el Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Tabla 8 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público.

**Tabla 2-3:** Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Aceites y grasas	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	mg/l	Cero
Alkil mercurio	mg/l	No detectable
Aluminio	mg/l	5,0
Arsénico total	mg/l	0,1
Cadmio	mg/l	0,02
Cianuro total	mg/l	1,0
Cinc	mg/l	10,0
Cloro activo	mg/l	0,5
Cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	mg/l	0,5
Cobre	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	mg/l	0,05
Cromo hexavalente	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	500,0
Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo total	mg/l	15,0
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/l	20,0
Hierro total	mg/l	25,0
Manganeso total	mg/l	10,0
Mercurio total	mg/l	0,01
Níquel	mg/l	2,0
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/l	60,0
Organofosforados	mg/l	0,1
Plata	mg/l	0,5
Plomo	mg/l	0,5
Potencial de Hidrógeno	pH	6-9

Selenio	mg/l	0,5
Sólidos sedimentables	mg/l	20,0
Sólidos suspendidos totales	mg/l	220,0
Sólidos totales	mg/l	1600,0
Sulfatos	mg/l	400,0
Sulfuros	mg/l	1,0
Temperatura	°C	<40,0
Tensoactivos	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Anexo 1.Libro VI.TULSMA, 2015

### 3.2.2.2 Área de porcinos

**Tabla 3-3:** Resultados analíticos del agua residual del área de porcinos

Parametros	Unidades	Resultado
Grasas y aceites	mg/l	8,3
DQO	mg/l	7840
DBO <sub>5</sub>	mg/l	4000
Fenoles	mg/l	< 0,02
pH	(H+)	6,94
Sólidos sedimentables	mg/l	18
Sólidos totales	mg/l	5852
Sólidos suspendidos	mg/l	222
Sulfatos	mg/l	< 8
Tensoactivos	mg/l	2,05
Cadmio	mg/l	< 0,004
Arsénico	mg/l	< 0,01
Hierro	mg/l	9,88

Realizado por: Montesdeoca, 2015

Los resultados de los análisis de agua residual del proceso de faenamiento de porcinos, al ser comparados con la normativa vigente del TULSMA, se encuentra que los parámetros de: DQO, DBO<sub>5</sub>, sólidos totales, sólidos suspendidos y tensoactivos se encuentran fuera de rango por encima del límite máximo permisible.

### 3.2.2.3 Área de bovinos

**Tabla 4-3:** Resultados analíticos del agua residual del área de bovinos

Parametros	Unidades	Resultado
Grasas y aceites	mg/l	10,6
DQO	mg/l	9280
DBO5	mg/l	4500
Fenoles	mg/l	< 0,02
pH	(H+)	6,99
Solidos sedimentables	mg/l	150
Solidos totales	mg/l	> 20000
Solidos suspendidos	mg/l	886
Sulfatos	mg/l	< 8
Tensoactivos	mg/l	2,40
Cadmio	mg/l	< 0,004
Arsénico	mg/l	< 0,01
Hierro	mg/l	> 30

Realizado por: Montesdeoca, 2015

Estos valores al ser comparados con los establecidos en el TULSMA reportan que, los parámetros: DQO, DBO<sub>5</sub>, sólidos sedimentables, sólidos totales, sólidos suspendidos, tensoactivos y hierro se encuentran fuera de rango por encima del límite máximo permisible. Esta área es la que presenta mayores valores fuera de rango debido a la abundante cantidad de sangre, estiércol y otros materiales.

### 3.2.2.4 Área de ovinos

**Tabla 5-3:** Resultados analíticos del agua residual del área de ovinos

Parametros	Unidades	Resultado
Grasas y aceites	mg/l	3,4
DQO	mg/l	872
DBO5	mg/l	450
Fenoles	mg/l	< 0,02
pH	(H+)	7,30
Solidos sedimentables	mg/l	1,5
Solidos totales	mg/l	944

Solidos suspendidos	mg/l	90
Sulfatos	mg/l	12
Tensoactivos	mg/l	2,75
Cadmio	mg/l	< 0,004
Arsénico	mg/l	< 0,01
Hierro	mg/l	1,70

Realizado por: Montesdeoca, 2015

Al ser especificados con la normativa del TULSMA se evidencia que los parámetros: DQO, DBO<sub>5</sub> y tensoactivos se encuentran fuera de rango por encima del límite máximo permisible. Esta zona es la que presenta menos valores fuera del rango.

### 3.2.3 *Diseño del vertedero*

Partiendo de los datos obtenidos para caudales se avanza con el dimensionamiento del vertedero mencionando que: el vertedero es una abertura realizada en la pared de un depósito, ubicada en un canal o río donde se escurre el líquido contenido en el depósito.

En general las principales funciones de un vertedero son:

- Control del nivel en embalses, canales, depósitos, estanques, etc.
- Aforo o medición de caudales.
- Elevar el nivel del agua.
- Evacuación de crecientes o derivación de un determinado caudal a estas estructuras se las denomina aliviaderos.

Conviene tomar en cuenta que el diseño del vertedero cumpla dos funciones, como aliviaderos en la descarga principal de fluidos en tuberías principales y como aforadores constantes de caudal, de esta manera lograremos optimizar el uso del mismo, se debe tener preferencia al uso de vertederos rectangulares para caudales estimados superiores a 21,6m<sup>3</sup>/h. Basándonos en esta aclaración consideraremos el diseño de un vertedero del tipo rectangular.

#### 3.2.3.1 *Datos experimentales*

**Tabla 6-3:** Datos experimentales para el diseño del vertedero

Parámetro	x	y	H
Valor	0,12	0,15	0,04

Realizado por: Montesdeoca, 2015

Donde:

x: Distancia horizontal desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)

y: Distancia vertical desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)

H: Altura del agua (m)

### 3.2.3.2 Datos adicionales

**Tabla 7-3:** Datos adicionales para el diseño del vertedero

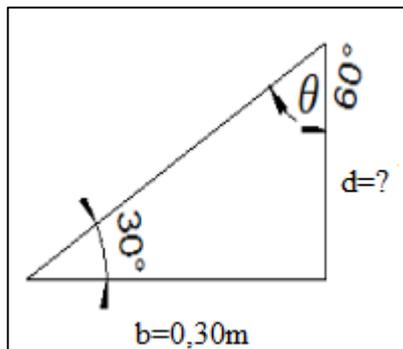
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Altura máxima (m)	Ancho de la cresta (m)	Largo de la caja vertedora (m)	Ancho de la caja vertedora (m)
hasta 300	0,30	0,30	1,83	0,61

Fuente: Hansen & Israelsen, 1985

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.2.3.3 Determinación del ancho y alto de la cresta vertedera

Según el espacio físico disponible y la tubería existente se considera el ancho de la cresta vertedera de 0,3m por tanto:



**Figura 3-3:** Cálculo de altura de la cresta vertedera

Realizado por: Montesdeoca, 2015

$$\tan \theta = \frac{b}{d}$$

Ecuación 1-3

$$d = \frac{b}{\tan 60}$$

$$d = \frac{0,30}{\tan 60}$$

$$d = 0,17$$

Donde:

b: Ancho de la cresta vertedora (m)

d: Alto de la cresta vertedora (m)

#### 3.2.3.4 Determinación del ancho de la caja vertedora

$$B = 1,2b \quad \text{Ecuación 2-3}$$

Donde:

B: Ancho de la caja vertedora (m)

b: Ancho de la cresta vertedora (m)

$$B = 1,2 * 0,30m$$

$$B = 0,36m$$

#### 3.2.3.5 Determinación del largo de la caja vertedora

$$F = 5B \quad \text{Ecuación 3-3}$$

Donde:

F: Largo de la caja vertedora (m)

B: Ancho de la caja vertedora (m)

$$F = 5 * 0,36m$$

$$F = 1.8m$$

#### 3.2.3.6 Determinación del coeficiente de descarga

$$C_e = 0,616 \left[ 1 - \left( \frac{b}{10B} \right) \right] \quad \text{Ecuación 4-3}$$

Donde:

Ce: Coeficiente de descarga

b: Ancho de la cresta vertedora (m)

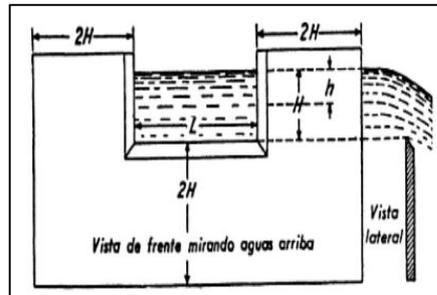
B: Ancho de la caja vertedora (m)

$$C_e = 0,616 \left[ 1 - \left( \frac{0,30m}{10 * 0,36m} \right) \right]$$

$$C_e = 0,616(0,92)$$

$$C_e = 0,57$$

### 3.2.3.7 Determinación de ancho y largo del orificio rectangular



**Figura 4-3:** Medidas del orificio rectangular

Fuente: Hansen & Israelsen, 1985

$$la = b - 2(2H) \quad \text{Ecuación 5-3}$$

$$ll = d - (2H) \quad \text{Ecuación 6-3}$$

Donde:

la: Ancho del orificio rectangular (m)

ll: Alto del orificio rectangular (m)

b: Ancho de las cresta vertedora (m)

d: Alto de la cresta vertedora (m)

H: Altura del agua (m)

El valor determinado experimentalmente de la carga hidráulica máxima es de 0,04m y el ancho de la cresta vertedera es de 0,30 por lo tanto:

$$la = 0,30m - 2(2 * 0,04m)$$

$$la = 0,14m$$

$$ll = 0,17m - (2 * 0,04m)$$

$$ll = 0,09m$$

### 3.2.3.8 Determinación del área del orificio rectangular

$$A = la * lb \quad \text{Ecuación 7-3}$$

Donde:

A: Área del orificio rectangular (m<sup>2</sup>)

la: Ancho del orificio rectangular (m)

l: Alto del orificio rectangular (m)

$$A = 0,14m * 0,09m$$

$$A = 0,013m^2$$

### 3.2.3.9 Determinación de la velocidad real

$$V_{rh} = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

Ecuación 8-3

Donde:

V<sub>rh</sub>: Velocidad real (m/s)

x: Distancia horizontal desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)

y: Distancia vertical desde el orificio hasta el punto que cae el líquido (m)

g: Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$$V_{rh} = \frac{0,12m}{\sqrt{\frac{2 * 0,15m}{9,8 \frac{m}{s^2}}}}$$

$$V_{rh} = 0,69m/s$$

### 3.2.3.10 Determinación de la velocidad teórica

$$V_t = \sqrt{2gh}$$

Ecuación 9-3

Donde:

V<sub>t</sub>: Velocidad teórica (m/s)

g: Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h: Altura del agua (m)

$$V_t = \sqrt{2 * 9,8 \frac{m}{s^2} * 0,04m}$$

$$V_t = 0,89m/s$$

### 3.2.3.11 Determinación del coeficiente de velocidad

$$C_v = \frac{V_{rh}}{V_t} \quad \text{Ecuación 10-3}$$

Donde:

$C_v$ : Coeficiente de velocidad

$V_{rh}$ : Velocidad real (m/s)

$V_t$ : Velocidad teórica (m/s)

$$C_v = \frac{0,69}{0,89}$$

$$C_v = 0,78$$

### 3.2.3.12 Determinación del coeficiente de contracción

$$C_c = \frac{C_e}{C_v} \quad \text{Ecuación 11-3}$$

Donde:

$C_c$ : Coeficiente de contracción

$C_e$ : Coeficiente de descarga

$C_v$ : Coeficiente de velocidad

$$C_c = \frac{0,57}{0,78}$$

$$C_c = 0,73$$

### 3.2.3.13 Determinación del caudal real

$$Q_R = A * V_{rh} \quad \text{Ecuación 12-3}$$

Donde:

$Q_R$ : Caudal real (m<sup>3</sup>/s)

$A$ : Área del orificio rectangular (m<sup>2</sup>)

$V_{rh}$ : Velocidad real (m/s)

$$Q_R = 0,013m^2 * 0,69m/s$$

$$Q_R = 0,0089 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_R = 32,29 \frac{m^3}{h}$$

### 3.2.3.14 Determinación del caudal teórico

$$Q_T = \frac{2}{3} C_e L \sqrt{2g} * H^{\frac{3}{2}} \quad \text{Ecuación 13-3}$$

Donde:

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

C<sub>e</sub>: Coeficiente de descarga

L: Longitud efectiva de la sección (m)

g: Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

H: Altura del agua (m)

$$Q_T = \frac{2}{3} * 0,57 * 1,8 * \sqrt{2 * 9,8 \frac{m}{s^2}} * 0,04^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_T = 0,024 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_T = 87,21 \frac{m^3}{h}$$

### 3.2.3.15 Determinación del número de Reynolds

El número de Reynolds es un número adimensional que relaciona las propiedades físicas de un fluido, su velocidad y la geometría del ducto por donde fluye, viene dado por:

$$Re = \frac{Dv}{u} \quad \text{Ecuación 14-3}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

D: Diámetro del ducto en el que circula el fluido (m)

v: Velocidad característica del fluido (m/s)

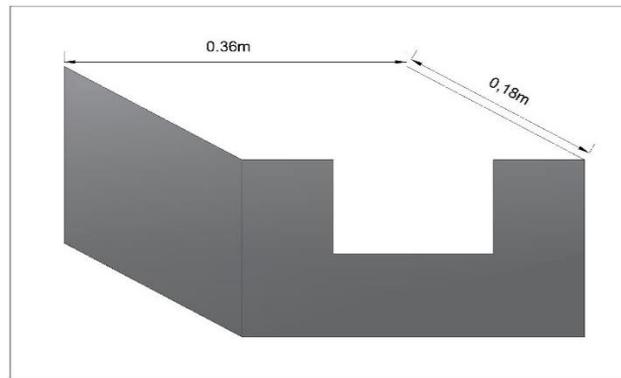
u: Viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s)

$$Re = \frac{0,30m * 0,69m/s}{1,057 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 195837,28$$

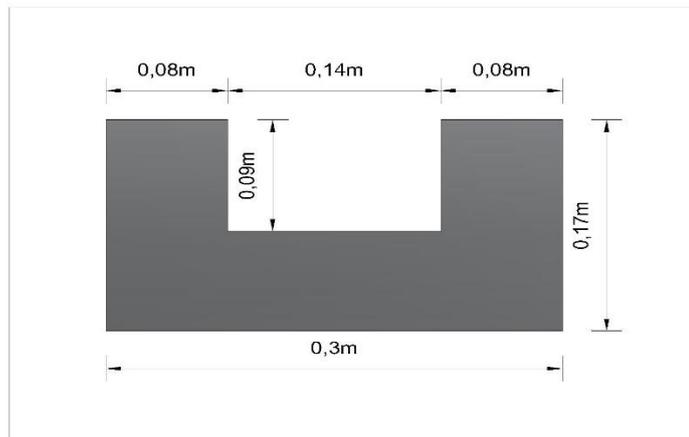
Generalmente cuando el número de Reynolds se encuentra por valores mayores de 4000 se considera como flujo turbulento, que es el caso.

### 3.2.3.16 Dimensiones del vertedero



**Figura 5-3:** Dimensiones de la caja vertedora

Realizado por: Montesdeoca, 2016

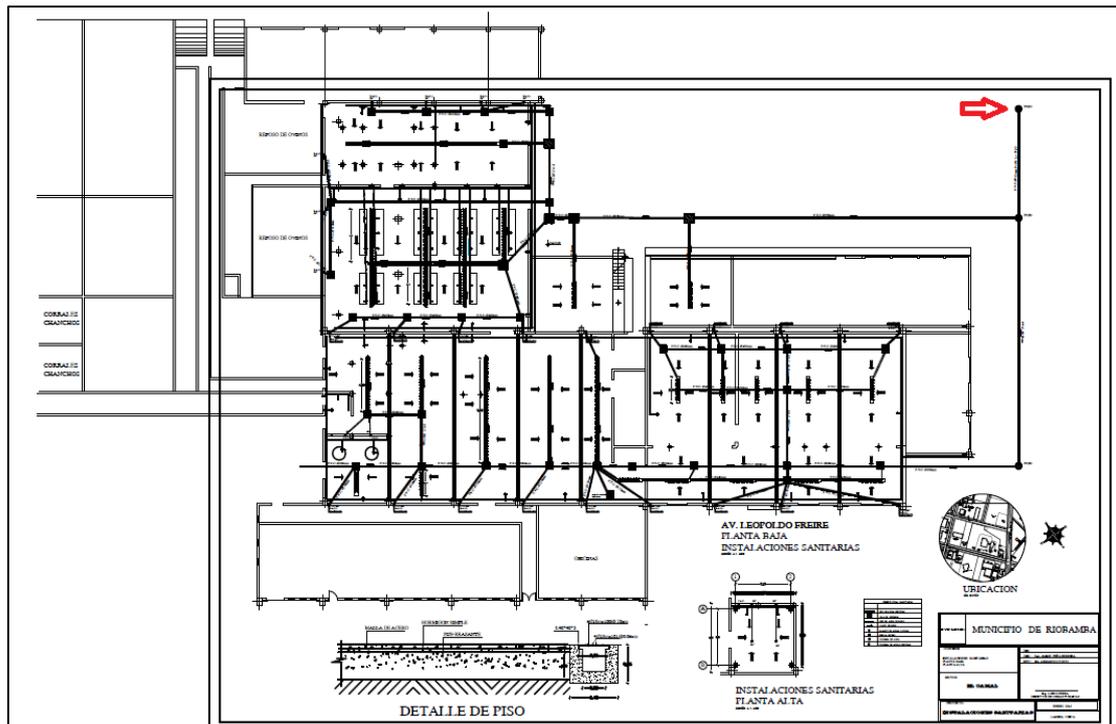


**Figura 6-3:** Dimensiones de la cresta vertedora

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.2.3.17 Ubicación del vertedero

Se prevé que la ubicación del vertedero debería realizarse en el último pozo puesto que es el que dirige la salida hacia el sistema de alcantarillado.



**Figura 7-3:** Ubicación del vertedero

**Fuente:** GAD Camal Municipal, 2015

### 3.2.3.18 Análisis y discusión de resultados

Los caudales determinados en la línea base son muy distantes, puesto que, se obtienen datos en el límite inferior de  $5,17 \text{ m}^3/\text{h}$  y en el límite superior de  $22,95 \text{ m}^3/\text{h}$  lo que indica un flujo variante dependiendo el tipo de ganado que se esté faenando.

Los parámetros  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{DQO}$  y tensoactivos se encontraron fuera del límite permisible de la normativa ambiental en los tres procesos, debido a, la presencia de sangre, grasa y estiércol, el factor  $\text{DBO}_5$  es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible a ser consumida, la  $\text{DQO}$  mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medio de químicos que hay disueltos o suspendidos en una muestra, los tensoactivos son moléculas orgánicas que ayudan a disolver o emulsionar sustancias insolubles en agua como aceites, grasas, etc.

En la selección del tipo de vertedero se consideró el caudal máximo determinado, tomando como referencia de selección el tipo rectangular a partir de los  $21,6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Partiendo con el diseño del vertedero, el ancho de la cresta vertedora se tomó de  $0,30 \text{ m}$  en relación al diámetro de la tubería de descarga, los cálculos se basaron en este dato inicial.

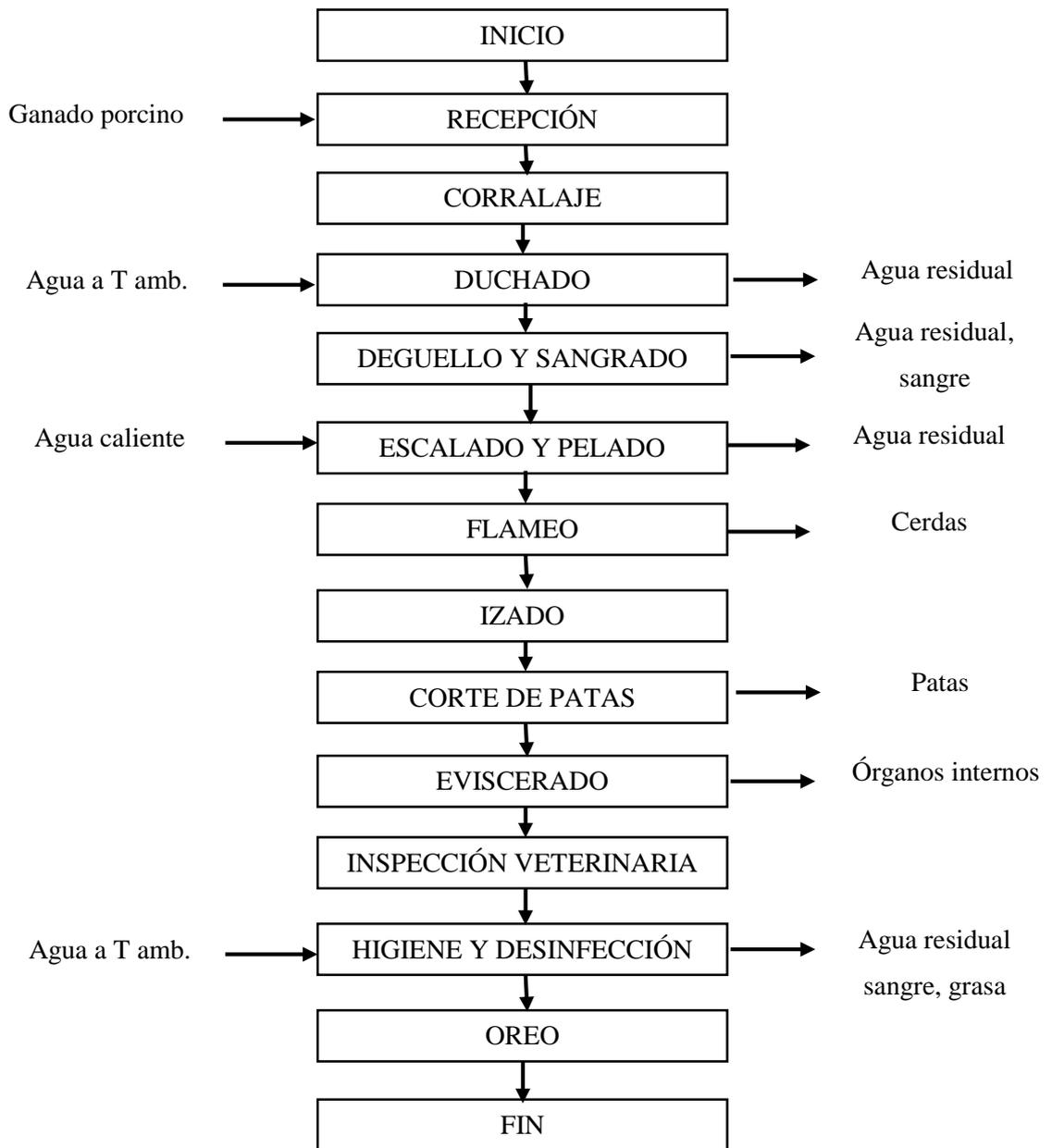
Mediante la aplicación la tangente se obtuvo la altura de 0,17m de la cresta vertedora, con estos valores se calculó el ancho y largo de la caja vertedera que permitieron llegar al coeficiente de descarga, el mismo que, variará con la carga y el diámetro del orificio.

El alto de orificio rectangular 0,09m se obtuvo al relacionar la diferencia de carga hidráulica 0,04m de la altura de la cresta vertedora, mientras que el ancho del orificio rectangular 0,14m resultó de la relación del ancho de la cresta vertedora y la carga hidráulica 0,04m.

La velocidad real de 0,69 m/s indica la distancia que recorre el fluido desde el orificio de salida hasta el punto en que cae el líquido, ésta es inferior a la velocidad teórica 0,89 m/s debido a las condiciones de la estructura y presencia de sólidos en el agua. El coeficiente de contracción disminuye con un diámetro mayor y con un incremento en la carga. El caudal teórico 87,21 m<sup>3</sup>/h es mayor al caudal real 32,29 m<sup>3</sup>/h. ya que cumple condiciones de idealidad en las dimensiones calculadas teóricamente.

### 3.3 Proceso de producción

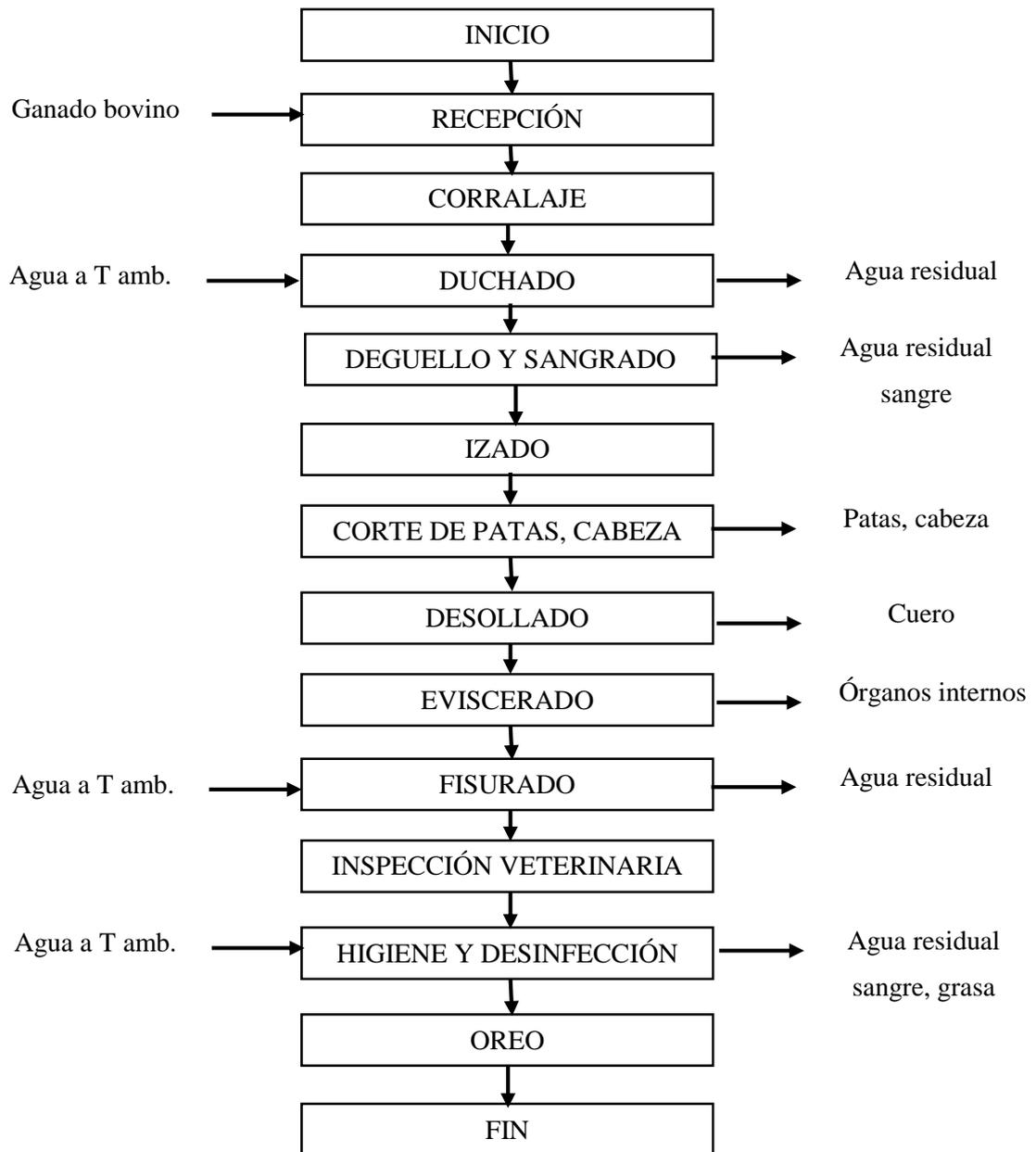
#### 3.3.1 Faenamiento de porcinos



**Figura 8-3:** Diagrama de faenamiento de porcinos

Realizado por: Montesdeoca, 2016

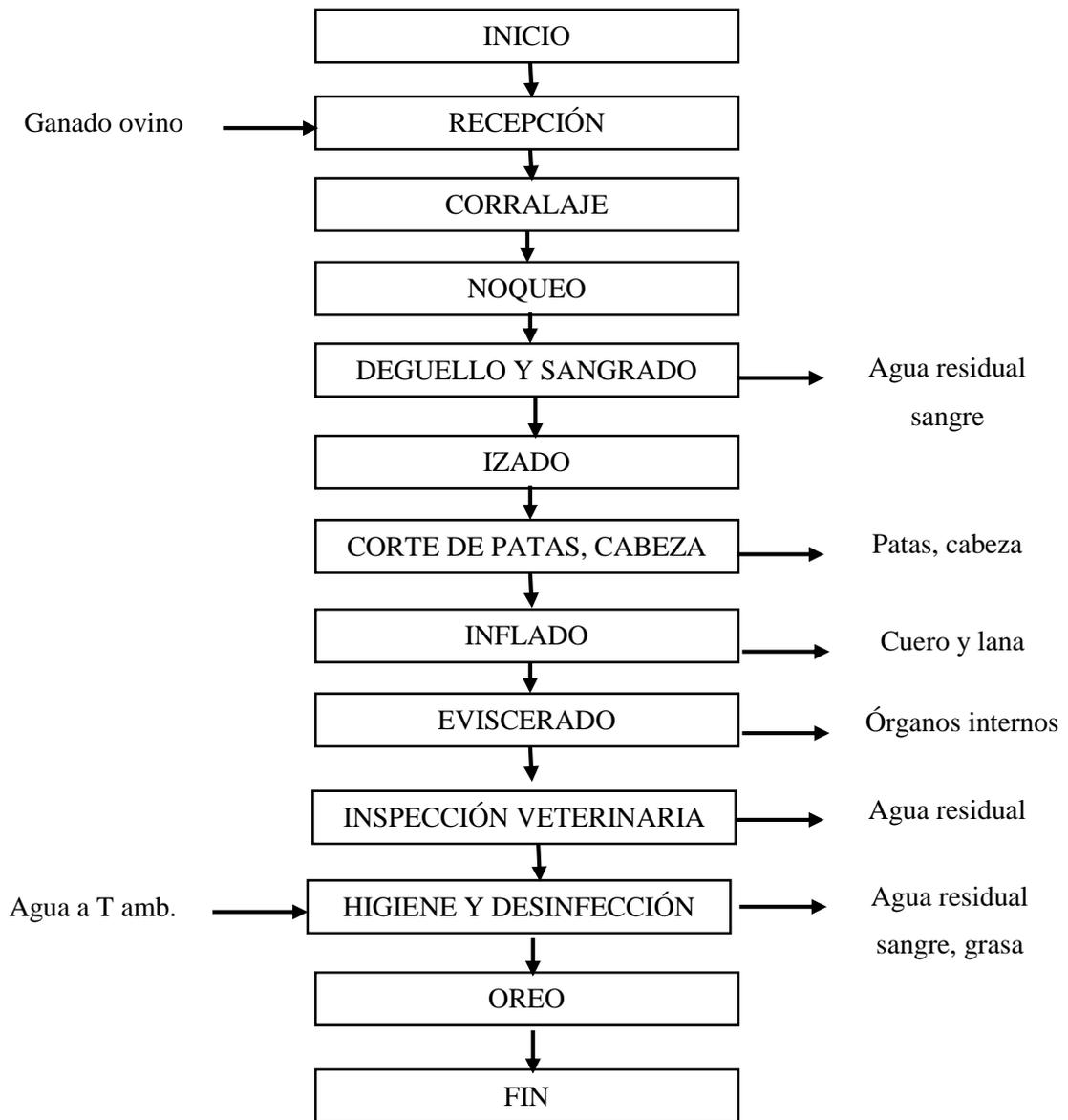
### 3.3.2 Faenamiento bovinos



**Figura 9-3:** Diagrama de faenamiento de bovinos

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.3.3 Faenamiento de ovinos



**Figura 10-3:** Diagrama de faenamiento de ovinos

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

Las necesidades de tecnología se limitan a instrumentos de campo que faciliten la determinación de caudales y propiedades del fluido.

**Tabla 8-3:** Requerimientos de equipos

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Función/Descripción</b>
Cronómetro	1	Instrumento de precisión que actúa como reloj para la medición del tiempo cuyo grado de precisión debe estar comprobado y certificado por el organismo competente.
Caudalímetro	1	Es un sensor que permite conocer de forma precisa la cantidad de agua que circula en un conducto. Generalmente se ubican en las tuberías de retorno.
Velocímetro	1	El velocímetro no constituye un aparato electrónico, éste indica la velocidad que tarda un cuerpo en recorrer una distancia establecida.
Termómetro	1	Instrumento que permite la medición de temperatura generalmente su escala está dada en grados Celsius.
Densímetro	1	Son aerómetros graduados que permiten tomar medida de la densidad relativa omitiendo el cálculo de la masa y volumen de un líquido.

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5 Análisis costo/beneficio del proyecto

#### 3.5.1 Determinación de costos previos

**Tabla 9-3:** Costos preliminares

<b>Actividad</b>	<b>Rubro De Gasto</b>	<b>Total Rubro</b>	<b>Total</b>
Línea base y diagnóstico	Copias	4,00	4,00
Selección de técnicas de medición de caudales	Ninguno	0,00	0,00
Medición de caudales	Baldes	8,00	84,50
	Pelotas de espuma	2,50	

	flex		
	Metro	4,00	
	Equipo de protección personal	70,00	
Análisis físico-químicos	Análisis de laboratorio	798,00	798,00
Interpretación de análisis físico-químicos	Ninguno	0,00	0,00
Cálculos de diseño	Ninguno	0,00	0,00
Dimensionar el vertedero	Ninguno	0,00	0,00
Revisión de información, cálculos y procedimientos	Ninguno	0,00	0,00
Presentación de reportes	Impresiones	12,00	12,00
TOTAL			\$ 898,50

Realizado por: Montesdeoca, 2015

### 3.5.2 *Análisis de alternativas*

Se consideran diferentes materiales para la construcción de una estructura que permita el control del flujo:

- Policarbonato
- Liner termosoldado
- Hormigón

**Policarbonato:** Sus características de resistencia radican en que no presenta deformación ante golpes, es flexible, soporta cambios de temperatura con lo que no se genera grietas en el material en primera instancia, presente características de duración prolongadas, su vida útil estará en función del trabajo al cual sea sometido.

Este material permite el paso de la luz por lo que se evidencia el primer inconveniente puesto que tiene a aumentar la temperatura del fluido que reposaría en él, que es el caso que queremos evitar, es decir, no es un aislante a la temperatura, además es de tipo inflamable no arde pero se funde.

La fabricación de este material se realiza en láminas por lo que comprende gastos de procesos de soldadura especial y los espesores son muy delgados, por lo que no soportaría cargas verticales altas.

**Liner termosoldado:** Es un material soldable, imputrescible, resistente al desgaste es incompatible con el alquitrán, asfaltos, aceites y reactivo a los solventes orgánicos.

El inconveniente a utilizar este material radica en los tratamientos previos que consisten en el mejoramiento del suelo, reconformación, anclaje lo que implicarían costos extras.

Al igual que en el caso del policarbonato al ser estructuras armables al aplicar fuerza tienden a desmoronarse.

**Hormigón:** Este material presenta larga vida útil resistente a la compresión y tracción por las situaciones de trabajo expuesto, no se altera con las condiciones ambientales no es inflamable es no fundible y soporta cargas verticales de fácil figurado y colocación

La alternativa seleccionada en base a la velocidad teórica calculada y a los componentes del agua residual se considera hormigón simple para la construcción del vertedero, puesto que, este material presenta características de resistencia al desgaste abrasivo, no es soluble ni degradante a compuestos orgánicos y no se desmineraliza.

### 3.5.3 *Presupuesto de construcción*

**Tabla 10-3:** Descripción de rubros, unidades, cantidades y precios

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
1	Limpieza y preparación del terreno	m <sup>2</sup>	1,20	1,12	1,34
2	Replanteo y nivelación del terreno	m <sup>2</sup>	1,20	1,59	1,91
3	Cimiento de hormigón ciclópeo	m <sup>2</sup>	1,20	78,00	93,60
4	Hormigón simple f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (incluye encofrado)	m <sup>3</sup>	0,14	274,19	38,39
5	Enlucido vertical en paredes	m <sup>2</sup>	1,28	7,44	9,52
				<b>TOTAL</b>	<b>144.76</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4 Análisis de costos unitarios

#### 3.5.4.1 Limpieza y preparación del terreno

**Tabla 11-3:** Análisis de costo unitario. Limpieza y preparación de terreno

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Costo Hora</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Costo</i>
Herramienta Menor					0,046
Peón	1,00	3,26	3,26	0,217	0,707
Ayudante	1,00	3,30	3,30	0,010	0,033
Maestro Mayor	1,00	3,66	3,66	0,050	0,183
<b>Total costo directo</b>					0,970
<b>Indirectos y utilidades (15%)</b>					0,145
<b>Otros indirectos (%)</b>					0,000
<b>Costo total del rubro</b>					1,12
<b>Valor unitario sin IVA</b>					1,12

Realizado por: Montesdeoca, 2016

#### 3.5.4.2 Replanteo y nivelación del terreno

**Tabla 12-3:** Análisis de costo unitario. Replanteo y nivelación del terreno

<i>Descripcion</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Costo Hora</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Costo</i>
Herramienta Menor					0,047
Equipo Topográfico	1,00	20,00	20,00	0,01	0,200
Cadenero	2,00	3,30	6,60	0,11	0,752
Topógrafo	1,00	3,66	3,66	0,05	0,183
Varios			0,20	1,00	0,200
<b>Total costo directo</b>					1,382
<b>Indirectos y utilidades (15 %)</b>					0,207
<b>Otros indirectos (%)</b>					0,000
<b>Costo total del rubro</b>					1,59
<b>Valor unitario sin IVA</b>					1,59

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.3 Cimiento de hormigón ciclópeo

**Tabla 13-3:** Análisis de costo unitario. Cimiento de hormigón ciclópeo

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Costo Hora</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Costo</i>
Herramienta Menor					0,229
Peón	1,00	3,26	3,26	1,00	3,260
Maestro Mayor	1,00	3,66	3,66	0,18	0,659
Albañil	1,00	3,30	3,30	0,20	0,660
Cemento portland	saco		5,00	7,40	37,000
Arena/macadán	m <sup>3</sup>		0,60	15,00	9,000
Ripio triturado	m <sup>3</sup>		0,60	15,00	9,000
Agua	m <sup>3</sup>		0,03	0,50	0,015
Piedra bola 4"	m <sup>3</sup>		0,80	10,00	8,000
<b>Total costo directo</b>					<b>67,823</b>
<b>Indirectos y utilidades (15%)</b>					<b>10,173</b>
<b>Otros indirectos (%)</b>					<b>0,000</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>78,00</b>
<b>Valor unitario sin IVA</b>					<b>78,00</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.4 Hormigón simple

**Tabla 14-3:** Análisis de costo unitario. Hormigón simple

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Costo Hora</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Costo</i>
Herramienta menor					0,594
Concreteira 1-2 sacos	1,00	6,00	6,00	25,00	150,000
Peón	4,00	3,26	13,04	0,80	10,432
Maestro mayor	1,00	3,66	3,66	0,20	0,732
Albañil	1,00	3,30	3,30	0,22	0,716
Cemento portland	saco		7,21	7,40	53,354
Arena/macadan	m <sup>3</sup>		0,60	15,00	9,000
Ripio triturado	m <sup>3</sup>		0,90	15,00	13,500
Agua	m <sup>3</sup>		0,20	0,50	0,100
<b>Total costo directo</b>					<b>238,428</b>
<b>Indirectos y utilidades (15%)</b>					<b>35,764</b>

<b>Otros indirectos (%)</b>	0,000
<b>Costo total del rubro</b>	274,19
<b>Valor unitario sin IVA</b>	<b>274,19</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.5 Enlucido vertical de paredes

**Tabla 15-3:** Análisis de costo unitario. Enlucido vertical de paredes

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Costo Hora</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Costo</i>
Herramienta Menor					0,117
Peon	1,00	3,26	3,26	0,300	0,978
Albañil	1,00	3,30	3,30	0,300	0,990
Maestro Mayor	1,00	3,66	3,66	0,104	0,381
Mortero	m <sup>2</sup>		1,00	4,00	4,000
<b>Total costo directo</b>					6,467
<b>Indirectos y utilidades (15%)</b>					0,970
<b>Otros indirectos (%)</b>					0,000
<b>Costo total del rubro</b>					7,44
<b>Valor unitario sin IVA</b>					<b>7,44</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.6 Tarifa de Equipos

**Tabla 16-3:** Análisis de costo unitario. Tarifa de Equipos

<b>Descripción</b>	<b>Costo por hora</b>	<b>Hora-equipo</b>	<b>Costo total</b>
Herramienta menor(% total)	0,62		0,62
Concreteira 1-2 sacos	6,00	3,50	21,00
Equipo topográfico	20,00	0,01	0,20
		<b>Total</b>	<b>21, 82</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.7 Costos de materiales

**Tabla 17-3:** Análisis de costo unitario. Costos de materiales

Descripción	Unidad	Precio Unitario.	Cantidad	Costo Total
Agua	m <sup>3</sup>	0,50	0,07	0,04
Arena/macadan	m <sup>3</sup>	15,00	0,80	12,00
Cemento portland	SACO	7,40	7,01	51,87
Mortero arena-cemento 1:3	m <sup>2</sup>	4,00	1,28	5,12
Piedra bola 4"	m <sup>3</sup>	10,00	0,96	9,60
Ripio triturado	m <sup>3</sup>	15,00	0,85	12,75
Varios	GLB	1,00	0,24	0,24
			<b>Total</b>	<b>91,62</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.4.8 Mano de obra

**Tabla 18-3:** Análisis de costo unitario. Mano de obra

Descripción	Salario real por hora	Hora hombre	Costo total
Maestro Mayor	3,66	0,44	1,61
Topógrafo	3,66	0,06	0,22
Albañil	3,30	0,65	2,15
Ayudante	3,30	0,01	0,03
Cadenero	3,30	0,27	0,89
Peón	3,26	2,29	7,47
		<b>Total</b>	<b>12,37</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.6 Cronograma valorado

**Tabla 19-3:** Agrupación de rubros

Grupo	Rubro	Descripción
PREL	1	Limpieza y preparación de terreno
PREL	2	Replanteo y nivelación de terreno
HORM	3	Cimiento de hormigón ciclópeo
HORM	4	Hormigón simple f c 210 kg/cm <sup>2</sup> (incluye encofrado)
ACAB	5	Enlucido vertical en paredes

Realizado por: Montesdeoca, 2016

**Tabla 20-3:** Cronograma valorado, curva de avance y ruta crítica

Rubro	Descripción	P. Total	1 Semana			2 Semana			3 Semana		
ACAB	Acabados	9,52						3,33			6,19
HORM	Trabajos De Hormigonado	131,99			52,80			79,19			
PREL	Trabajos Preliminares	3,25			3,25						
Inversión Semanal		144,76			56,05			82,52			6,19
Avance Semanal (%)					38,72			57,01			4,28
Inversión Acumulada Al 100%					56,05			138,57			144,76
Avance Acumulado (%)					38,72			95,72			100,00
Inversión Acumulada Al 80%					44,84			110,86			115,81
Avance Acumulado (%)					30,98			76,58			80,00

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.5.7 Formulación de reajuste

**Tabla 21-3:** Formulación de reajuste

Descripción	Costo directo	Coefficiente
Mano de obra	12,39	0,098
Cemento portland-sacos	57,26	0,455
Equipo propiamente dicho	21,24	0,169
Materiales pétreos-Chimborazo	34,35	0,273
Varios	0,62	0,005
<b>Total</b>	<b>125,86</b>	<b>1,000</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

**Tabla 22-3:** Descripción de grupos y subtotales

Descripción	Precio total
Acabados	9,52
Trabajos de hormigonado	131,99
Trabajos preliminares	3,25
<b>Total:</b>	<b>144,76</b>

Realizado por: Montesdeoca, 2016

### 3.6 Cronograma de actividades

**Tabla 23-3:** Cronograma de actividades

N.-	ACTIVIDAD	Noviembre				Diciembre				Enero	
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
1	Línea base y diagnóstico	■									
2	Análisis físico-químicos		■								
3	Interpretación de análisis físico-químicos			■							
4	Selección de técnicas e instrumentos de medición de caudales				■						
5	Medición de caudales					■					
6	Tabulación de datos de caudales y representación gráfica						■	■			
7	Análisis de descargas de agua por zona								■		
8	Dimensionamiento del vertedero									■	■
9	Revisión de información, cálculos y procedimientos										■

Realizado por: Montesdeoca, 2015

## CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de un vertedero determinando un régimen de flujo de 195837,28, valor que ubica las aguas residuales del Camal Frigorífico Riobamba en la clasificación de flujo turbulento.
- En el diagnóstico de los procesos de generación de agua residual en el área de porcinos, bovinos, ovinos, panzas y vísceras se constató una adecuada instalación de la red hídrica en condiciones de abastecimiento y condiciones requeridas en los procesos, sin embargo, su uso y manejo no es el adecuado motivo por el cual existe mucho desperdicio de agua.
- La caracterización físico-química de las muestras tomadas del área de porcinos, bovinos y ovinos demostró que parámetros como DQO, DBO<sub>5</sub> y tensoactivos se encuentran comúnmente sobre el límite permisible según la normativa ambiental del Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Tabla 8 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público, que condiciona valores de 250,0 mg/l, 500,0 mg/l, 2,0 mg/l respectivamente.
- La determinación de caudales de descarga en el área de porcinos y bovinos se realizó mediante la aplicación de la técnica NTE INEN ISO 8316:2014: Medida del Caudal de Líquidos en Conductos Cerrados Método por Recogida De Líquido en un Tanque Volumétrico, mientras que, en el área de ovinos la técnica utilizada fue la NTE INEN-ISO 748: 2014 Hidrometría. Medida de Caudal de Líquidos en Canales Abiertos Utilizando Medidores de Caudal o Flotadores. Los valores determinados reportaron un caudal mínimo promedio semanal de 5,17 m<sup>3</sup>/h y un caudal máximo promedio semanal de 22,95m<sup>3</sup>/h.
- De acuerdo a las especificaciones técnicas y cálculos de ingeniería se dimensionó el vertedero con las siguientes dimensiones: para el orificio rectangular 0,14m y 0,09m, para la cresta vertedora 0,30m y 0,17m, para la caja vertedora 0,36m y 1,8m respectivamente.

## RECOMENDACIONES

- Priorizar el uso y manejo adecuado de las instalaciones hídricas durante su empleo en los procesos de faenamiento.
- Aplicar adecuadamente las técnicas de medición de caudales según la estructura en que se conducen los flujos.
- Seleccionar el tipo de vertedero de acuerdo caudal máximo que se maneje.
- Implementar el vertedero en el Camal Frigorífico ya que es una medida a corto plazo que permite controlar el nivel de flujo de la descarga final de salida hacia el alcantarillado, además, permite la disminución de temperatura.
- Una vez implementado el vertedero se sugiere la construcción de cartas de calibración para que mediante el empleo de una regleta se determine la altura y poder interpolar el caudal contenido en la estructura.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABADÍA, R; et al.** *Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego* [en línea]. Murcia-España: Marcombo Ediciones Técnicas, 2010, [Consulta: 27 febrero 2016]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Automatizaci%C3%B3n\\_y\\_telecontrol\\_de\\_sistema.html?id=Kq4NigtceIwC](https://books.google.com.ec/books/about/Automatizaci%C3%B3n_y_telecontrol_de_sistema.html?id=Kq4NigtceIwC)

**ARIAS, V; & TERNEUS, E.** “Los Caudales Ecológicos en el Ecuador, Análisis Institucional y Legal”. *Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental*, n°24 (2012), (Ecuador) pp. 2-3

**BETANCOURT, R.** *Transferencia Molecular de Calor, Masa y/o Cantidad de Movimiento* [en línea]. Manizales-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. [Consulta: 16 enero 2016]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Introduccion\\_a\\_la\\_Mecanica\\_de\\_Fluidos.html?id=ETqRTGieUyYC](https://books.google.com.ec/books/about/Introduccion_a_la_Mecanica_de_Fluidos.html?id=ETqRTGieUyYC)

**BUSTAMANTE, O.** *Manual Básico para Medir Caudales*. Ecuador: FONAG, 2006, pp. 8-17.

**CADAVID, J.** *Hidráulica de Canales*. 2ª ed. Medellín-Colombia: Universidad EAFIT, 2008, pp. 182-216.

**CASTRO, M; & VINUEZA, M.** Manual para el Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos Generados por el Camal Municipal de Riobamba [en línea] (Tesis) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 16-19. [Consulta: 12 noviembre 2015]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/26T00003.pdf>

**CERVERA, S; et al.** *Curso de Ingeniería Química, Introducción a los Procesos, las Operaciones Unitarias y los Fenómenos de Transporte*. Barcelona-España: Reverté S.A., 1991, pp.73-74.

**COULSON, J; & RICHARDSON J.** *Ingeniería Química, Operaciones Básicas*. 3ª ed. Barcelona-España: Reverté S.A., 1981, pp. 168-173.

**DÍAZ, J.** *Mecánica de Fluidos e Hidráulica*. Cali-Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle, 2006, pp. 9-16.

**DUARTE, C; & NIÑO, J.** *Introducción a la Mecánica de Fluidos*. 3ª ed. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2004, pp. 12-15.

**DUQUE, J; & ROMERO, F.** *Acueductos, teoría y diseño*. 3ª ed. Medellín-Colombia: Sello Editorial, 2005, pp. 51-67.

**GARCÍA, L.** *Teoría de la Medición de Canales y Volúmenes de Agua e Instrumental Necesario Disponible* [pdf]. Madrid-España: Centro Español de Metrología, 2009, pp. 21-22. [Consulta: 12 noviembre 2015]. Disponible en: [http://www.igme.es/igme/publica/libros2\\_TH/art2/pdf/teoria.pdf](http://www.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf)

**GUROVICH, L.** *Sistemas de Riego* [pdf]. San José-Costa Rica: Serie de Libros y Materiales Educativos, 1985. [Consulta: 23 febrero 2016]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A9806E/A9806E.PDF>

**GUSQUI, L.** Propuesta de un Plan de Gestión Ambiental para la Fábrica de Harina de Sangre del Camal Frigorífico Municipal de Riobamba [en línea] (Tesis) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2010. pp. 19-28. [Consulta: 27 noviembre 2015]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/752>

**HANSEN; & ISRAELSEN.** *Principios y Aplicaciones del Riego*. 2ª ed. Barcelona-España: Reverté S.A., 1985, pp. 100-122.

**HERNÁNDEZ, J; et al.** *Técnicas de Medición de Caudales, Métodos de Aforo*. España: Académica Española, 2012, pp. 82-97.

**HUDSON, N.** *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía* [en línea]. Bedford-Reino Unido: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1997. [Consulta: 18 febrero 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s00.HTM>

**KHOURI E.** *Apuntes de Hidráulica para Explotaciones Forestales* [en línea]. Oviedo-España: Universidad de Oviedo, 2004. [Consulta: 18 febrero 2016]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=-Vhqi-F4d34C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books?id=-Vhqi-F4d34C&redir_esc=y)

**LARA, O.** *Determinación de Caudales Máximos con el Método Racional* [en línea]. España: 24 marzo 2012. [Consulta: 7 enero 2016]. Disponible en: <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/determinacion-de-caudales-maximos-con-el-metodo-racional/>

**MARQUES, R; et al.** *El Agua en el Medio Ambiente, Muestreo y Análisis*. San Rafael-México: Plaza y Valdés S.A., 2003, pp. 65-84.

**MOTT, R.** *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson Educación, 2006, pp. 27-29.

**MULLER, P; & RIEL, R.** *Tecnología de América del Norte para el Procesamiento de Alimentos* [en línea]. Venezuela: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1990. [Consulta: 2 diciembre 2015]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=SzShR3DcsHwC&pg=PA77&dq=tecnologia+de+america+del+norte&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiy0OiK6vPLAhXFth4KHxf9BiYQ6AEIGjAA#v=onepage&q=tecnologia%20de%20america%20del%20norte&f=false>

**NTE INEN 2176.** *Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo.*

**NTE INEN-ISO 748.** *Hidrometría. Medida del Caudal de Líquidos en Conductos Abiertos Utilizando Medidores de Caudal o Foltadores.*

**NTE INEN-ISO 8316.** *Medida del Caudal de un Líquido en Conductos Cerrados. Método por recogida de un líquido en un tanque volumétrico.*

**PIZARRO, H.** *Introducción al Diseño Hidráulico de Canales y a la Medición de Caudales* [en línea]. Venezuela: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1995. [Consulta: 27 noviembre 2015]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=6MQqAAAAYAAJ&pg=PA14&dq=caudales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjEzYT0-fDLAhWBGR4KHea4CCgQ6AEIGjAA#v=onepage&q=caudales&f=false>

**QUISNANCELA, L.** Diseño de Sistemas para la Derivación de Caudales Concesionados y Construcción de Aforadores en la Microcuenca Del Río Guano [en línea] (Tesis) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador, 2013, pp. 16-41. [Consulta: 27 noviembre 2015]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3215?mode=full>

**RAMALHO, R.** *Tratamiento de Aguas Residuales*. Barcelona-España: Reverté S.A., 2003, pp. 76-77.

**RIVERA, B; et al.** *Desarrollo Metodológico para la Caracterización de Caudales y Niveles de Sedimentación* [pdf]. Manizales-Colombia: Universidad de Caldad, 2012, pp. 3-5. [Consulta: 21 diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.condesan.org/memoria/col1299.pdf>

**SORIA, A.** “EL Banco Mundial Advierte sobre la Escasez de Agua Potable”. *Tecnología del Agua* [en línea], 2004, (España) 36(249), pp. 21-22. [Consulta: 27 noviembre 2015]. ISSN 211-8173. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=iGAEAAAAMBAJ&pg=PT74&dq=caracterizacion+de+agua+residual&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJ5JLn6fDLAhWEJh4KHVPIDiYQ6AEIQTAD#v=onepage&q=caracterizacion%20de%20agua%20residual&f=false>

**STERNHEIM, K.** *Física*. 2ª ed. Barcelona-España: Reverté S.A., 2007, pp. 289-290.

**VALENCIA, J.** Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el Área de Bovinos en el Camal Frigorífico Municipal De Riobamba [en línea] (Tesis) (pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química. Riobamba-Ecuador, 2012, pp. 42-46. [Consulta: 9 diciembre 2015]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1983>

**VALVERDE, J.** *Riego y Drenaje*. San José-Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San José, 2007, pp. 177-180.

**VIDAL, A.** *Comercialización de Ganado y Carne para Consumo Interno y Exportación a través del Matadero de Cartago Costa Rica* [en línea]. Turrialba-Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1990. [Consulta: 12 noviembre 2015]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=TyYOAQAIAAJ&pg=PA100&dq=comercializacion+>

[de+ganado+y+carne+para+consumo+interno&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwirrY236fPLAhWCGx4KHeBdACUQ6AEIGjAA#v=onepage&q=comercializacion%20de%20ganado%20y%20carne%20para%20consumo%20interno&f=false](#)



## Anexo B: Análisis físico químico de agua residual

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 187  
**ST:** 133-16 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA  
**Atn.** Ing. Rosario Jara  
**Dirección:** 5 de Junio y Veloz  
 Riobamba - Chimborazo

**FECHA:** 25 de Febrero del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/02/11 - 15:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/02/11 - 13:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/02/11 - 2016/02/25  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-A 175-16  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** A-3  
**PUNTO DE MUESTREO:** Descarga de proceso de faenamiento de bovinos  
 17M 763462E 9813232 S

**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico-Químico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Jorge Miranda  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	10,6	±9%	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	9280	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	4500	±15%	-
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	<0,02	±29%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	6,99	± 0,2	-
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	150	-	-
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	>20000	±3%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	886	±11%	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sub>4</sub> E	mg/L	<8	±25%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
 MC01-14

Página 1 de 2  
 Edición 5

	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p align="center">DEPARTAMENTO : <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03)3013183</p>	 <p>Servicio de <b>Acreditación</b> Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2G 06-008 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b></p>
---	--	--

Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	2,40	±7%	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,004	±20%	-
Arsénico	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±22%	-
Hierro	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	>30	±16%	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- Los parámetros marcados con (\*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
 Dr. Mauricio Alvarez  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCIÓN  
LAB - CESTTA  
ESPOCH**



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183



Servicio de  
**Acreditación**  
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008  
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

187

ST:

133- 16 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario:

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA

Atn.

Ing. Rosario Jara

Dirección:

5 de Junio y Veloz  
Riobamba - Chimborazo

FECHA:

25 de Febrero del 2016

NUMERO DE MUESTRAS:

1

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

2016/02/11 - 15:00

FECHA DE MUESTREO:

2016/02/11 - 11:30

FECHA DE ANÁLISIS:

2016/02/11 - 2016/02/25

TIPO DE MUESTRA:

Agua residual

CÓDIGO LABCESTTA:

LAB-A 174-16

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

A-2

PUNTO DE MUESTREO:

Descarga de proceso de faenamiento de ovinos  
17M 763462E 9813232 S

ANÁLISIS SOLICITADO:

Físico-Químico

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

Jorge Miranda

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	3,4	±19%	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	872	±7%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	450	±15%	-
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	<0,02	±29%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	7,30	± 0,2	-
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	1,5	-	-
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	944	±6%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	90	±20%	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	12	±25%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 5



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183



Servicio de  
**Acreditación**  
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008  
LABORATORIO DE ENSAYOS**

Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	2,75	±7%	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,004	±20%	-
Arsénico	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±22%	-
Hierro	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	1,70	±16%	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- Los parámetros marcados con (\*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Alvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCIÓN  
LAB - CESTTA  
ESPOCH



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E  
INSPECCIÓN (LABCESTTA)**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008  
LABORATORIO DE ENSAYOS**

**INFORME DE ENSAYO No:** 187  
**ST:** 133-16 ANÁLISIS DE AGUAS  
**Nombre Peticionario:** GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA  
**Atn.** Ing. Rosario Jara  
**Dirección:** 5 de Junio y Veloz  
Riobamba - Chimborazo

**FECHA:** 25 de Febrero del 2016  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2016/02/11 - 15:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2016/02/11 - 11:15  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2016/02/11 - 2016/02/25  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua residual  
**CÓDIGO LABCESTTA:** LAB-A 173-16  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** A-1  
**PUNTO DE MUESTREO:** Descarga del proceso de faenamiento de porcinos  
17M 763462E 9813232 S  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Físico-Químico  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Jorge Miranda  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:** T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	8,3	±10%	-
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	7840	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	4000	±15%	-
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	<0,02	±29%	-
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H <sup>+</sup> B	Unidades de pH	6,94	± 0,2	-
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 Standard Methods No. 2540 F	ml/L	18	-	-
Sólidos Totales	PEE/LABCESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	5852	±3%	-
Sólidos Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	222	±11%	-
Sulfatos	PEE/LABCESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO <sup>2</sup> 4 E	mg/L	<8	±25%	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-14

Página 1 de 2  
Edición 5

	<p align="center"><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p>	 <p>Servicio de <b>Acreditación</b> Ecuatoriano</p> <p><b>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</b></p>
	<p align="center"><b>DEPARTAMENTO : LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN (LABCESTTA)</b></p>	
	<p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	

Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	2,05	±7%	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,004	±20%	-
Arsénico	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±22%	-
Hierro	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	9,88	±16%	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- Los parámetros marcados con (\*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
 Dr. Mauricio Álvarez  
 RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
 E INSPECCIÓN  
 LAB - CESTTA  
 ESPOCH

## **Anexo III: Ordenanza Municipal**

Registro oficial N° 441

Miércoles 13 de Octubre del 2004

### **ORDENANZA MUNICIPAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS INDUSTRIALES, DE SERVICIOS FLORÍCOLAS Y OTROS DE CARÁCTER PELIGROSO GENERADOS POR FUENTES FIJAS DEL CANTÓN RIOBAMBA**

#### **Capítulo II**

##### **Objeto y ámbito de aplicación**

Art. 3.- **OBJETO.**- Esta norma regula los mecanismos para la prevención y control de la contaminación generada por los desechos líquidos y emisiones a la atmósfera de los sujetos de control, que afecta a los elementos del agua, aire, suelo y a sus respectivos componentes bióticos y abióticos en salvaguarda de la salud de la comunidad del cantón.

Dentro de los desechos líquidos se incluye los lodos residuales de los procesos y en general, los efluentes de fuentes fijas que se descarguen en los canales de alcantarillado público o directamente a los cuerpos receptores naturales o al suelo o subsuelo del canto.

Art. 4.- **SUJETOS DE CONTROL.**-Son sujetos de control de esta ordenanza los establecimientos asentados físicamente dentro de los límites del cantón se hallen o no domiciliados en el mismo dedicados a la actividades industriales, de servicio florícola, así como aquellos que constituyan fuentes fijas de generación de los desechos peligrosos previstos en los anexos 1,2 y 3 del "Convenio de Brasilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizo de los desechos Peligroso y su Eliminación"

Art. 5.- **NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES.**- Al tenor del artículo precedente, de los desechos líquidos y emisiones a la atmósfera, generados por los sujetos de control, deberán someterse a los niveles máximos permisibles establecidos por esta ordenanza.

Art. 6.- Con una periodicidad de 2 años la Municipalidad de Riobamba, a través de la unidad administrativa a cargo de gestión ambiental conjuntamente con los delegados de las cámaras de la producción y de las universidades locales, realizaran el análisis y evaluación de los resultados logrados y procederá a realizar los cambios y ajustes que sean necesarios en el ámbito legal. Técnico, económico y administrativo.

#### **TITULO TERCERO**

##### **DE LOS MECANISMOS DE CONTROL Y PREVENCIÓN**

Art. 11.- **DEL CATASTRO Y REGISTRO.**- todo sujeto de control deberá ser catastrado por la autoridad ambiental para lo cual el establecimiento obligado en términos del Art. 4 y

en Art. 2 disposición transitoria, deberá registrar en esa dependencia los datos técnicos generales que permita la efectiva identificación de su actividad

Los establecimientos nuevos que deseen instalarse y funcionar en el cantón, a partir de la fecha en que entren en vigencia esta ordenanza deben presentar a la unidad administrativa a cargo de gestión ambiental un estudio de impacto ambiental, planes de manejo, con base en lo establecido en el instructivo que para este efecto elaborara dicha unidad administrativa.

**Art. 12.- PERMISO AMBIENTAL.-** Todo sujeto de control deberá obtener el permiso ambiental que otorga la autoridad ambiental, como requisito indispensable para poder funcionar legalmente.

El Permiso Ambiental Provisional (PAP) se lo obtiene al momento en que el establecimiento se registre y tendrá una validez de 2 años, contados a partir de la fecha de expedición.

El Permiso Ambiental Definitivo (PAD) lo obtienen los establecimientos que a través del informe técnico demostrativo verificando el cumplimiento de los niveles máximos permisibles de contaminación. El PDA tendrá una validez de 4 años calendario, contados a partir de la fecha de expedición.

**Art. 13.- DEL INFORME TECNICO DEMOSTRATIVO (ITD).-** Es el instrumento que contiene la información técnica sobre las condiciones en que un sujeto de control desarrolla su actividad, y permite establecer si estos cumplen con los niveles máximos permisibles de contaminación y demás normas técnicas pertinentes. Para este efecto, todo sujeto de control además de presentar la correspondiente información dentro del respectivo formulario que posee la autoridad ambiental, deberá adjuntar los resultados de una caracterización actualizada de sus desechos y emisiones realizadas por un profesional o laboratorio calificado previamente por la unidad administrativa a cargo de gestión ambiental.

El IDT se presentara ante la autoridad ambiental, suscrito por el propietario o representante legal del establecimiento sujeto de control, en un plazo de 180 días contados desde la fecha de emisión del PAP. Si transcurrido este lapso no se presentara el ITD, se sancionara al infractor con una carta de amonestación con copia ala gremio respectivo y dispondrá de dos meses adicionales para presentar el ITD, si vencido el segundo plazo el establecimiento no presenta el IDT se impondrá al establecimiento una multa de USD 50 y se le concederá un plazo perentorio de dos meses adicionales, si transcurrido el tercer plazo no presenta el ITD, se caducara el Permiso Ambiental Provisional y se procederá a la suspensión de actividades hasta que presente el informe técnico demostrativo.

También habrá obligación de presentar el IID en los demás casos señalados por esta ordenanza como requisito para obtener o recuperar el PAD.

La autoridad ambiental se reserva el derecho de comprobar en cualquier momento la veracidad de la información consignada en el IID y sus documentos de soporte.

Art. 14.- para efectos de la respectiva revisión de los informes técnicos demostrativos de la Municipalidad de Riobamba a través del personal debidamente calificado dispondrá un plazo de 90 días para emitir su criterio sobre la información recibida.

Art. 15.- Para los fines de aplicación a continuación se detallan los valores máximos permisibles que regirán para el control de las descargas líquidas industriales y las emisiones a la atmosfera,

a) Valores máximos permisibles para desechos líquidos (l)

Carga contaminante líquida (\*)

1. Hacia cuerpos de agua dulce (ríos, quebradas y lagunas): 48,6 Kg/d
2. Hacia sistemas de alcantarillado: 107,47 Kg/d

Temperatura < 30°C

Potencial de hidrogeno: 5-9

(\*) Datos de referencia para el cálculo de la carga combinada contaminante líquida caudal: 4,5 L/s

Tiempo promedio de descarga 12 horas/d

b) Valores máximos permisibles para desechos líquidos peligrosos (l)

Sustancia	Concentración (mg/L)
Arsénico	0,1
Bario	5,0
Cadmio	0,02
Cobre	1,0
Cromo	0,5
Compuestos fenólicos	0,2
Mercurio	0,01
Níquel	2,0
Plata	0,5
Plomo	0,5
Selenio	0,5
Cianuro	1,0
Difenil Policlorados	ND
Mercurio orgánico	ND
Tricloroetileno	1,0
Cloroformo	0,1
Tetracloruro de carbono	1,0

Dicloroetileno	1,0
Sulfuro de carbono	1,0
Otros compuestos orgánicos clorados	0,05
Compuestos orgánicos fosforados	0,1
Carbonatos	0,1
Hidrocarburos	20,0
Cloro activos	0,5

1. Para mayor detalle consultar registro oficial N° 204 de 5 de Junio de 1989.