



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

**LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO**  
**INDUSTRIAL DE LA LÍNEA BOVINA DEL CAMAL MUNICIPAL**  
**DE RIOBAMBA**

**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Trabajo de titulación para optar por al grado académico de:

**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: YANICK SEBASTIÁN SUÁREZ GONZÁLEZ**

**TUTORA: ING. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA**

Riobamba – Ecuador

2016

© 2016, SUÁREZ GONZÁLEZ YANICK SEBASTIÁN.

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 del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico: **“LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE LA LÍNEA BOVINA DEL CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA”**, de responsabilidad del señor Yanick Sebastián Suárez González, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedada autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Mayra Zambrano	.....	.....
<b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
Dra. Paola Villalón	.....	.....
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		

“Yo, **YANICK SEBASTIÁN SUÁREZ GONZÁLEZ** soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

.....  
**YANICK SEBASTIÁN SUÁREZ GONZÁLEZ**

## DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios, la fuente de mis bendiciones y porque me ha iluminado y dado salud para cumplir con éxito la meta anhelada.

A la Madre Dolorosa, quien me ha dado su protección maternal y ha guiado siempre mis pasos, siendo un modelo perfecto para hacer siempre la voluntad de Dios con perseverancia y fidelidad.

A mi abuelita Lupita, por su sacrificio y amor incondicional, por su apoyo constante que ha permitido plasmar uno de mis objetivos.

A mis padres Ángel y Susana que con su apoyo incondicional, su confianza, sus consejos, su amor y la motivación constante me permitieron lograr terminar mi carrera.

A mis hermanos Dylan y Katherine que con su alegría y cariño me ayudaron a llegar hasta la meta.

A la memoria de mi abuelito Talo, quien siempre tuvo los brazos abiertos para mí, ser un padre y supo brindarme su amor durante su vida.

A las memorias de José Manuel y Matthew Josua, quienes siempre serán como mis hermanos, José por ser ejemplo de superación, que un obstáculo nunca es invencible. Matthew quien supo ser un modelo de lucha constante a pesar de todas sus adversidades y fue una alegría en vida.

A toda mi familia que estuvo acompañándome a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para cumplir mi ideal.

A mis amigos/os que con su amistad, complicidad, cariño y consejos me ayudaron a sobrellevar aquellos momentos difíciles y estresantes en esta trayectoria.

Yanick Sebastián Suárez González

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios y a la Madre Dolorosa por guiar mi camino para alcanzar con éxito mi objetito ser un profesional.

A mis padres por todo su sacrificio y esfuerzo, porque en el transcurso de mi vida me han enseñado con su testimonio que la medida del amor es el sacrificio, y sin su sacrificio no podría cumplir esta meta.

A la Ingeniera Mayra Zambrano y a la Doctora Paola Villalón, por sus conocimientos, sus orientaciones, paciencia y motivación, y además porque han inculcado en mí un sentido de seriedad y responsabilidad para la realización del trabajo de titulación

A la Administración Camal Municipal de Riobamba, quien permitió realizar mi trabajo de Titulación en su prestigiosa empresa, brindándome apoyo incondicional en cada momento.

A mi Madrina Myriam por brindarme su confianza, apoyo, paciencia y amor incondicional, su mayor esfuerzo y dedicación para poder seguir superándome y alcanzar nuevas metas.

A Carlita por su apoyo, ayuda incondicional con paciencia, cariño, esfuerzo y dedicación me permitió alcanzar un peldaño más en mi vida profesional

A mis primas Mayling, Dominig, Valentina y María Augusta por ser como mis hermanas, estar siempre apoyándome, dándome aliento a continuar siempre, de ser mejor cada día.

A mis tíos Jenny, Eduardo, Fernando y Vilma por la confianza incondicional y el valioso apoyo que me han brindado, a seguir alcanzando nuevos objetivos con perseverancia y constancia.

A Julito y Berthita por ser como mis segundos padres, de llegar con un oportuno consejo y alentarme de llegar hasta el final.

A Mario Villacrés y Adrianita Villena por brindarme incondicional apoyo durante todo el desarrollo de mi carrera en la escuela de Ingeniería Química.

A mis amigos Ernesto, Dany, Nacho, Vichi, Alex, Gaby, Karen, Glenda, Rómulo, Adri, Vivi que han marcaron esta etapa de mi vida y que de una u otra forma han sido participes de mi formación personal y académica.

Yanick Sebastián Suárez González

## ABREVIATURAS

BPM	Buenas prácticas de manufactura
BPOs	Buenas prácticas operativas
CMR	Camal Municipal Riobamba
e	Límite aceptable de error muestral.
Kg	Kilogramos
L	Litros
min	Minutos
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
n	Tamaño de la muestra.
N	Tamaño de la población.
P+L	Producción más limpia
Pc	Peso de cabeza (Kg)
Pcl	Peso de colas (Kg)
Pcn	Peso de las canales (Kg)
Pcr	Peso de cuero (Kg)
Pp	Peso en pie del animal (Kg)
Ppt	Peso de patas (Kg)
Ps	Peso de la sangre (Kg)
Pv	Peso de Vísceras (Kg)
Q	Caudal (L/s)
R %	Rendimiento en peso
s	Segundos
t	Tiempo (s)
TM	Tiempo Muerto
TP	Tiempo Productivo
TT	Tiempo Total
V	Volumen (L)
Z	Valor obtenido mediante niveles de confianza.
$\sigma$	Desviación estándar

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Paginas</b>
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	xi
INDICE DE FOTOGRAFIAS .....	xii
INDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.2. Justificación del proyecto .....	2
1.3. Línea de base del proyecto .....	3
1.3.1. Situación del faenamiento de bovinos en el Ecuador .....	3
1.3.2. Descripción de la línea de base .....	4
1.3.3. Situación actual del camal.....	4
1.3.4. Caracterización del proceso de faenamiento de bovinos del CMR.....	7
1.3.5. Identificación de los principales problemas .....	26
1.4. Beneficiarios directos e indirectos.....	29
1.4.1. Beneficiarios directos.....	29
1.4.2. Beneficiarios indirectos: .....	29
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	30
2.1. Objetivo general .....	30
2.2. Objetivos específicos.....	30
CAPÍTULO 3. ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR.....	31
3.1. Localización del proyecto.....	31
3.2. Ingeniería del proyecto. ....	32
3.2.1. Tecnologías limpias aplicadas al proceso de faenamiento .....	32
3.3. Proceso de Producción .....	41
3.3.1. Faenamiento de ganado bovino.....	41
3.4. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria. ....	46
3.5. Análisis de Costo/beneficio del proyecto .....	47
3.6. Cronograma de ejecución del proyecto.....	49
3.7. Conclusiones .....	51

3.8.	Recomendaciones .....	52
	BIBLIOGRAFÍA .....	54
4.1.	Libros .....	54
4.2.	Artículos electrónicos .....	54
	ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1.</b> Población de ganado Bovino en Chimborazo .....	4
<b>Tabla 2-1.</b> Toma de muestra semanal distribuida en cinco días de faenamiento.....	8
<b>Tabla 3-1.</b> Detalle de la capacidad de producción de carne de bovinos del CMR .....	9
<b>Tabla 4-1.</b> Datos de pesos del animal y sus componentes .....	14
<b>Tabla 5-1.</b> Datos de promedio de pesos de machos y hembras .....	14
<b>Tabla 6-1.</b> Datos de rendimiento .....	16
<b>Tabla 7-1.</b> Medición de volumen y tiempo de gasto por manguera en cada etapa .....	19
<b>Tabla 8-1.</b> Resumen del volumen consumido diario de agua .....	20
<b>Tabla 9-1.</b> Tiempos y Animales promedio por jornada de trabajo .....	20
<b>Tabla 10-1.</b> Promedios de tiempos de actividades .....	22
<b>Tabla 11-1.</b> Medición de tiempos en el faenamiento de bovinos del CMR .....	23
<b>Tabla 12-1.</b> Promedios del tiempo productivo y tiempo muerto.....	24
<b>Tabla 13-1.</b> Análisis del diagrama de causa – efecto .....	27
<b>Tabla 1-3.</b> Volumen de Sangre por semana.....	35
<b>Tabla 2-3.</b> Consumo y costo mensual del agua del proceso de faenamiento de bovinos .....	36
<b>Tabla 3-3.</b> Proyección de la reducción por etapa de volumen y costo mensual de agua .....	39
<b>Tabla 4-3.</b> Porcentaje de reducción mensual de consumo y costo de agua .....	39
<b>Tabla 5-3.</b> Inversión de la propuesta del mejoramiento del proceso de faenamiento de bovinos .....	48
<b>Tabla 6-3.</b> Inversión de la construcción de un sistema de refrigeración atmosférica tradicional .....	48
<b>Tabla 7-3.</b> Cronograma de trabajo por objetivos.....	50

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-1.</b> Situación actual del proceso de faenamiento de Bovinos.....	6
<b>Ilustración 2-1.</b> Descripción del uso de mangueras por cada etapa del proceso de faenamiento .....	17
<b>Ilustración 3-1.</b> Metodología de calificación para diagrama de Ishikawa .....	28
<b>Ilustración 1-3.</b> Datos geográficos de la Ciudad de Riobamba .....	31
<b>Ilustración 2-3.</b> Herramientas empleadas, para el logro de una P+L .....	32
<b>Ilustración 3-3.</b> Beneficio e implementación de BPOs en camales para la P+L .....	33
<b>Ilustración 4-3.</b> Opciones de mejores prácticas de manufactura en el faenamiento de ganado. ....	33
<b>Ilustración 5-3.</b> BPM a través de la recuperación de sangre en el faenamiento del ganado.....	33
<b>Ilustración 6-3.</b> Aplicación de BPM en camales mediante el ahorro de agua.....	34
<b>Ilustración 7-3.</b> BPM mediante mantenimiento preventivo de instalaciones y maquinaria. ....	34
<b>Ilustración 8-3.</b> Equipos requeridos para la optimización .....	47

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-1.</b> Línea de Faenamiento de Bovinos CMR .....	9
<b>Fotografía 2-1.</b> Cinta de medición de perímetro torácico .....	10
<b>Fotografía 3-1.</b> Medida del perímetro torácico de la res.....	10
<b>Fotografía 4-1.</b> Recolección de sangre bovina .....	11
<b>Fotografía 5-1.</b> Sala de cabezas, cueros y patas .....	11
<b>Fotografía 6-1.</b> Canales .....	11
<b>Fotografía 7-1.</b> Vísceras blancas .....	12
<b>Fotografía 8-1.</b> Lavado de canales .....	18
<b>Fotografía 9-1.</b> Medida experimental de caudal .....	18
<b>Fotografía 1-3.</b> Área de sangrado .....	35
<b>Fotografía 2-3.</b> Cuchillo hueco .....	36
<b>Fotografía 3-3.</b> Esterilizador de Cuchillos .....	40
<b>Fotografía 4-3.</b> Descarga de animales de los camiones .....	42
<b>Fotografía 5-3.</b> Caja de aturdimiento para bovinos .....	43
<b>Fotografía 6-3.</b> Degüello y sangrado de animales .....	43
<b>Fotografía 7-3.</b> Desollado mecánico .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Balance de masa para el cálculo del peso de vísceras .....	13
<b>Figura 2-1.</b> Comparación de pesos entre machos y hembras .....	15
<b>Figura 3-1.</b> Comparación de animales faenados por volumen consumido diario de agua .....	21
<b>Figura 4-1.</b> Porcentaje de gasto de agua por etapa .....	21
<b>Figura 5-1.</b> Comparación de los promedios del tiempo productivo y tiempo muerto .....	24
<b>Figura 6-1.</b> Diagrama de proceso con el flujo de variables .....	25
<b>Figura 7-1.</b> Diagrama de causa – efecto CMR .....	26
<b>Figura 1-3.</b> Ubicación del Camal Municipal de Riobamba .....	31
<b>Figura 2-3.</b> Vista superior del área de desangrado.....	37
<b>Figura 3-3.</b> Vista lateral del Área de desangrado.....	37
<b>Figura 4-3.</b> Esquema del equipo desangrador de bovinos .....	38
<b>Figura 5-3.</b> Esquema del rediseño del Área de Desangrado .....	38
<b>Figura 6-3.</b> Diagrama de bloques del proceso de faenamiento de bovinos CMR .....	46

## **Declaración de Autenticidad**

Yo, Yanick Sebastián Suárez González, 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 autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos en este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 13 de Mayo del 2016.

Yanick Sebastián Suárez González

CI. 060338708-5

## RESUMEN

El objetivo del estudio técnico fue caracterizar el proceso de faenamiento de bovinos del camal municipal de Riobamba mediante de cálculo de ingeniería para optimización. Se realizó muestreo no probabilístico para el análisis de las variables de proceso como fueron: toma de pesos de los bovinos y subproductos, el tiempo productivo, tiempo muerto, la velocidad de línea y la medición de caudales de agua en cada etapa del proceso mediante la observación y recolección de datos in situ. Posteriormente se comprobó que existe el incumplimiento de la Norma INEN 1218:1985 Carne y productos cárnicos faenamiento con la ayuda del diagrama causa – efecto determinando los principales problemas en la línea de bovinos; como son: la existencia de tiempos muertos, mal manejo de la sangre, consumo excesivo del agua, falta de desinfección de las áreas y utensilios de trabajo, falta de la ducha ante morten del animal. Para dar solución a los problemas se efectuó cálculos de ingeniería proponiendo el rediseño del área de desangrado, él cual es el punto crítico del proceso, empleando rejillas de acero inoxidable de 2,20 m x 3,04 m, un equipo desangrador para el manejo adecuado e higiénico de la sangre que semanalmente se produce 11627 litros para su posterior tratamiento, la instalación de esterilizadores de cuchillos en las etapas de desangrado, preparativo, descuerado y eviscerado. A su vez también se reducirá el consumo de agua por animal de 651,85 a 400 Litros; representando un 30% menos mensualmente tanto de consumo de agua como costo económico. Además para disminuir los tiempos muertos se recomienda capacitar periódicamente sobre las operaciones de faenamiento a los operarios con el fin de garantizar al consumidor carne tratada, limpia e higiénica cumpliendo los parámetros estipulados en la norma INEN 1218:1985.

**PALABRAS CLAVES:** <CONTROL DE PROCESOS> <CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO> <PROCESO DE FAENAMIENTO> <BOVINOS> <OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO> <TIEMPO MUERTO> <SANGRE DEL BOVINO> <GASTO DE AGUA>

## ABSTRACT

This research work had as objective to characterize the slaughter process of cattle in the carnal municipal of Riobamba through of engineering calculation for optimization. Sampling was realized non-probability for analysis of process variables were: taking weights of cattle and by-products, the uptime, downtime, line speed and the measurement of water flow at each stage of the process through observation and in-situ data collection. It was found that there is a breach of standard INEN 1218:1985 Meat and meat products, the main problems in the line of cattle were determined with the help of the diagram cause – effect; such as: the existence of downtimes, bad handling of blood, excessive water consumption, lack of disinfection of areas and working utensils, lack of shower before slaughter animal. Engineering calculations were made to solve problems, proposing the redesign of the area of bleeding, which is the critical point in the process, using stainless steel gratings of 2,20m x 3,04m, a bleed equipment for adequate and hygienic management of blood occurring weekly 11627 liters for further treatment, installation of sterilizers for knives in the stages of bleed preparation, remove leather and gutted. Applying this process will reduce water consumption by animal 651,85 to 400 liters; representing 30% monthly both consumption of water as economic cost. This study recommended decrease downtime with to periodically train on slaughter process to operators in order to ensure consumer meat treated, clean and hygienic achieving the parameters stipulated in the standard INEN 1218:1985.

**WORDS KEY:** <PROCESS CONTROL> <CHARACTERIZATION PROCESS>  
<SLAUGHTER PROCESS> <CATTLE> <OPTIMIZATION OF THE PROCESS> <DOWN TIME> <BLOOD OF CATTLE> <WATER EXPENSE>

## **CAPÍTULO 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1. Identificación del problema**

El Camal Municipal de Riobamba (CMR) funcionaba hace 36 años en las calles Juan Montalvo y Boyacá, actual Centro Comercial “La Condamine” ubicado el cantón Riobamba, perteneciente a la provincia de Chimborazo.

En la primera administración del Dr. Fernando Guerrero Alcalde del Municipio de Riobamba en el año 1974 se construyó el nuevo Camal, bajo la dirección técnica en la obra civil por parte del Ing. José Latorre y el montaje de la maquinaria lo realizó la compañía QUIM-INCO el mismo que fue inaugurado en Marzo de 1978 ubicado al sur de la ciudad de Riobamba en la Av. Leopoldo Freire y Circunvalación, a una altitud de 2754 metros sobre el nivel del mar, tiempo desde el cual ha venido prestando sus servicios a la ciudadanía riobambeña.

En la actualidad conforme a la Estructura Orgánica y Funcional del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba el Camal es un subproceso del proceso Agregador de Valor: Gestión de Servicios Municipales, que es el encargado de reactivar los servicios públicos municipales, ya que de ellos dependerá que eleven los niveles de satisfacción de la población, implementando estrategias para evaluar, medir y proponer alternativas de mejoras en el funcionamiento operativo y administrativo. (Gad Municipal Riobamba, 2014)

Uno de los problemas más relevantes del CMR fue su clausura que se dio el 5 de diciembre del 2013 realizada por técnicos de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) de Chimborazo quienes señalaron que no cumplían con estándares mínimos requeridos.

En el CMR se faenaban mensualmente aproximadamente 3.800 bovinos, [...] según datos de la administración, carne que es enviada principalmente a los mercados de Guayas y los Ríos. (El Comercio.com, 2013).

Para plantear una solución a este problema se propone el LEVANTAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE LA LÍNEA BOVINA DEL CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA que permitirá identificar los procesos que se llevan a cabo dentro de la misma que garantice el faenamiento en forma apropiada.

En la ciudad de Riobamba las técnicas aplicadas al faenamiento de bovinos en el Camal Municipal son manejadas sin calidad, debido a falta de infraestructura, tecnología, técnicos que controlen las condiciones en las que se encuentra el animal, sufrimiento de los animales al momento del sacrificio, hasta su despacho y transporte que inciden directamente en la calidad de la carne que se obtiene como producto final para el consumo diario, producto que muchas de las veces no cumple con estándares mínimos en el manejo higiénico.

Este tipo de procesos al no ser caracterizados de una manera técnica, constituye también una preocupación para los trabajadores, consumidores y habitantes del sector, por lo cual con el desarrollo de este trabajo técnico se podrá identificar condiciones y elementos que hacen parte del proceso, tales como: ¿quién lo hace?, ¿Para quién o quienes se hace?, ¿Por qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Qué se requiere para hacerlo?.

## **1.2. Justificación del proyecto**

La finalidad de un camal es producir carne de manera higiénica, segura y técnica mediante la manipulación humana de los animales desde su llegada al camal hasta que es adquirida por el consumidor final, mediante el empleo de técnicas higiénicas para el sacrificio de los animales, la preparación y distribución adecuada del producto, facilitando de tal manera la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda llegar al consumidor causando intoxicación alimentaria o generar contaminantes ambientales.

El CMR no cuenta con una caracterización del proceso de faenamiento de bovinos, afectando de tal manera la identificación de la pérdidas generadas durante el proceso (masa), escasos registros de peso en pie y de las canales, insuficiente identificación de los factores que inciden directamente en el aseguramiento de la calidad del producto desde la recepción de la especie hasta la distribución de las canales.

Con dicha caracterización, se busca identificar los indicadores que permitan alcanzar los parámetros de calidad establecidos y regular la línea de producción; además de hacer que el proceso cumpla con la norma INEN 1218:1985-02, a su vez desde el punto de vista de la ingeniería química ayudar a la optimización e incrementar la eficiencia del proceso, elevando los estándares de calidad, reducción de gasto de agua, mejoramiento de la gestión de los subproductos (sangre, cueros, cabezas, patas, etc.), disminución de los costos operativos, mediante el cálculo de balances masa - energía, y cálculo de ingeniería que se requiera.

Este trabajo técnico demostrará la importancia del proceso y el potencial de la industria de carne bovina, considerando que en el mes de octubre del 2014, el Alcalde de Riobamba Ing. Napoleón Cadena, efectuó la reapertura de las instalaciones del Camal Municipal, en el que se evidenció una infraestructura renovada, para el faenamiento y la adquisición de maquinaria y equipo tecnológico. (Gad Municipal Riobamba, 2014).

El estudio proporcionará recomendaciones que puedan ser adoptadas por el personal de la línea y la administración del CMR, considerando que la carne es un alimento importante en el consumo diario de riobambeños y chimboracenses, porque esta provincia se encuentra entre las “ocho provincias que concentra mayor número de consumo de carne” (Revista Lideres, 2015)

### **1.3. Línea de base del proyecto**

#### ***1.3.1. Situación del faenamiento de bovinos en el Ecuador***

La preocupación por el estado de la carne en lo relacionado a su faenamiento, las condiciones sanitarias y la comercialización ha sido permanente en todo el mundo, los países llamados desarrollados han logrado establecer normas de calidad que son consideradas básicas para garantizar el tratamiento de la carne, de allí que se toman constantemente medidas convenientes para ello.

“Antes de la aparición de la refrigeración, era esencial que un camal estuviera cerca de las zonas de consumo; y ésta sigue siendo todavía la regla general para los países en desarrollo ubicados en las zonas tropicales, donde se come la carne en su mayor parte durante las veinticuatro horas siguientes del faenamiento y los productos fabricados de la carne sólo se pueden conservar durante un período reducido.” (Veall, 1993, p. 4)

En el Ecuador conforme al régimen de competencias establecidas en la Constitución y en el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en el artículo 54, literal I; corresponde a los Gobiernos Autónomos Locales fomentar la seguridad alimentaria regional, dentro de la cual que se encuentra el servicio de faenamiento y su control sanitario, actividad que la realiza las Empresas Municipales de Rastro las mismas que disponen de plantas modernas especialmente en las ciudades con mayor población como son los de los Distritos Metropolitanos de Guayaquil y Quito y las ciudades de Cuenca, Portoviejo, Machala, quedando las municipalidades con poblaciones más pequeñas, en las que se encuentra los denominados Camales Municipales con limitada infraestructura dado sus costos de operación.

### **1.3.2. Descripción de la línea de base**

De acuerdo con datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del año 2013 en el Ecuador el ganado vacuno lidera el sector pecuario con 5.134 miles de cabezas; De esa cifra, las provincias con mayor número de cabezas de ganado son Azuay, Chimborazo, Loja, Manabí y Pichincha con 2.350 miles de cabezas, lo que representa el 45,78% del total nacional. (INEC, 2013).

En la provincia de Chimborazo el ganado vacuno o bovino lidera el sector pecuario, existiendo el 6,5% del total nacional.

**Tabla 1-1:** Población de ganado Bovino en Chimborazo

Número total de cabezas de ganado (machos y hembras)						
Vacuno	Porcino	Ovino	Asnal	Caballar	Mular	Caprino
332.452	100.800	293.512	36.849	14.048	2.900	3.810

Fuente. ESPAC, 2013

La Constitución del Ecuador en el capítulo segundo: Derechos del Buen Vivir, sección primera en su Art. 13., señala que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local.

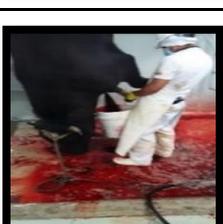
En el numeral 13 del Art. 281 de la Soberanía Alimentaria indica que es responsabilidad del Estado: Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud.

El proceso de faenamiento en el Ecuador debe cumplir con lo establecido en las siguientes normas y reglamentos:

- Norma NTE INEN 1218 (1985-02): Carnes y Productos Cárnicos Faenamiento.
- Decreto Supremo N° 2.853 - Reglamento de la Ley sobre mataderos, inspección, comercialización e industrialización de la carne. Registro Oficial N° 677, 26 de enero de 1966, págs. 5325-5332.
- Decreto N° 3.873 - Reglamento sobre la Ley de mataderos. Registro Oficial N° 964, 11 de junio de 1996, págs. 3-17.

### **1.3.3. Situación actual del camal**

El CMR opera de la siguiente manera en la línea de faenamiento de ganado bovino.

n	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES OBSERVADAS	EVIDENCIA
1	<b>Recepción</b>	Los animales llegan al CMR por vía terrestre hasta los corrales de descanso. Los camiones entran a descargar el ganado vacuno de 10:00 a 18:30 pm, asegurando su permanencia en los corrales de descanso de 12 horas antes del faenamiento.	Se realiza normalmente	
2	<b>Inspección y Reposo</b>	Se realiza un examen visual del estado físico de los animales por parte del veterinario.	Se realiza normalmente. Falta de limpieza de corrales	
3	<b>Baño ante mortem</b>	Radica en la eliminación o reducción de la suciedad presente en el cuerpo de los mismos restos de excremento, orina, alimentos, Secreciones, ectoparásitos, etc. Evitando que el momento del sacrificio, exista una contaminación excesiva, tanto de las instalaciones, canales o la sangre para consumo humano.	No se realiza baños de animales	
4	<b>Noqueo</b>	El aturdimiento provoca una conmoción interna, que incita la pérdida de la conciencia. Asegurando que el animal no sufra durante el proceso de desangrado y se logra una relajación completa del cuerpo sin paralizar el corazón, el cual continua bombeando sangre, lo cual favorece la evacuación de la sangre	Falta de precisión en el noqueo y acumulación de animales en la cámara de aturdimiento	
5	<b>Izado</b>	Se realiza con un amarrado con un gancho en la pata izquierda y elevada el conjunto (gancho – animal) con la ayuda de un teclé, hasta enganchar el gancho en un riel.	Existe acumulación de animales	
6	<b>Desangrado</b>	Se realiza un corte por el costado izquierdo del corazón, detrás de la mandíbula y se espera que la sangre sea expulsada por acción de gravedad.	El área de desangrado no cuenta con las condiciones adecuadas e higiénicas para la recolección de sangre; también existe un alto consumo de agua.	
7	<b>Degüelle - corte de extremidades</b>	Se retira la cabeza manualmente con la ayuda de un cuchillo, luego de su remoción, así como las patas.	Falta de desinfección de cuchillos, gasto de agua por limpieza constante.	

8	<b>Preparativo y Descuerado</b>	Primero los operarios con cuchillo van desprendiendo el cuero de las patas del animal, para luego el desprendimiento total de piel que se encuentra adherida a lo largo de la región vertical y dorsal, con la ayuda de procedimiento mecánico.	Falta de desinfección de cuchillos, gasto de agua por limpieza constante.	
9	<b>Evisceración</b>	Se abre el pecho con sierra eléctrica y se desprenden las vísceras.	Desperdicio de agua, acumulación de animales.	
10	<b>Retiro de vísceras</b>	Se trata de separar del animal los órganos genitales, las vísceras blancas y rojas. Se facilita la extracción practicada una incisión con un cuchillo a lo largo de la línea media vertical y retornando todo el conjunto de órganos.	Se realiza normalmente	
11	<b>Revisión de Vísceras</b>	El técnico a cargo realiza incisiones para observar si el tejido tiene apariencia y textura normal, para clasificarlas si son aptas o pasan a ser descartadas.	Se realiza normalmente	
12	<b>Corte en canales</b>	Se corta la carcasa en canal en dos mitades esta labor se efectúa con la ayuda de una sierra eléctrica dividiendo completamente la canal.	Acumulación de canales	
13	<b>Lavado de canales</b>	Las canales se lavan con agua potable a presión	Se realiza normalmente	
14	<b>Oreo</b>	En el oreo permanecen de 1 hora hasta 4 horas, para realizar la distribución y comercialización de la carne. La carne debe tener una apariencia higiénica, verse limpia y no sanguinolenta.	No cumple con el tiempo mínimo de una hora, porque las canales permanecen desde 5 minutos.	

**Ilustración 1-1.** Situación actual del proceso de faenamiento de Bovinos

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

### ***1.3.4. Caracterización del proceso de faenamiento de bovinos del CMR***

#### ***1.3.4.1. Metodología de estudio***

El estudio realizado fue de enfoque cuantitativo, centrado en el proceso de la línea bovina, y por lo tanto secuencial “cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir “pasos (Hernández, 2010, p. 20)

El alcance del estudio fue descriptivo ya que pretende detallar y caracterizar el proceso industrial de faenamiento de bovinos y su contexto (interacción entre el ambiente, el animal, el operario, etc.) lo que permitirá comprender el proceso, ya que los estudios descriptivos “son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno...” (Hernández, 2010, p. 80)

#### ***1.3.4.2. Fuentes de recolección de datos***

Para la recolección de datos se consideró dos tipos de fuentes:

- **Fuentes Primarias:** la observación, entrevistas, toma de muestras, in situ.
- **Fuentes Secundarias:** documentos sobre Camales, Ley de Mataderos, Normas INEC, revistas, diarios, web, y material bibliográfico (libros, manuales, normas legales nacionales)

#### ***1.3.4.3. Población de estudio***

El área de estudio comprendió la línea de bovinos del CMR

#### ***1.3.4.4. Selección y tamaño de la muestra***

“La muestra es en esencia, un subgrupo de la población” (Hernández, 2010, p. 1759, por lo que el muestreo se realizó netamente en el proceso de faenamiento, teniendo presente que todos los bovinos tienen la misma probabilidad de ser elegidos, el muestreo fue de tipo no probabilístico.

- ***Calculo del tamaño de la muestra***

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

$$n = \frac{600 * 0,5^2 * 1,96^2}{(600 - 1) * 0,07^2 + 0,5^2 * 1,96^2}$$

$$n = 147,9$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

$\sigma$  = Desviación estándar

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = Límite aceptable de error muestral.

El tamaño de la muestra se obtuvo de una selección aleatoria simple de las unidades de análisis. Para el muestreo, al ser difícil analizar de manera conjunta todas y cada una de las variables se optó por elegir el promedio de la producción que es de 120 reses diarias, de acuerdo al cálculo por métodos estadísticos. Calculado el valor del tamaño de la muestra, se distribuyó en los cinco días que existe faenamiento de bovinos enfocándolo en la toma consecutiva de acuerdo a la metodología detallada a continuación con el óptimo uso del recurso (tiempo, económico y humano) para la recolección de información.

**Tabla 2-1:** Toma de muestra semanal distribuida en cinco días de faenamiento

Producción Mínima Diaria		70
Producción Máxima Diaria		160
Promedio Diario		120
Nivel Confianza Y Error		95%
Error		7%
Muestra Semanal		147,9
<b>Días De Producción</b>		<b>Muestra Diaria</b>
<b>Lunes</b>	120	30
<b>Martes</b>	120	29
<b>Miércoles</b>		
<b>Jueves</b>	120	30
<b>Viernes</b>	120	29
<b>Sábado</b>	120	30
<b>Domingo</b>		
<b>Total</b>	600	148

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

- *Capacidad de camal*

En el CMR se faenan animales bovinos: los días lunes, martes, jueves, viernes y sábados, en jornadas de 8 horas. Diariamente se tiene un promedio de 120 reses, con pesos que van desde 135 a 700 Kg por animal aproximadamente.



**Fotografía 1-1.** Línea de Faenamamiento de Bovinos CMR

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Dado que el tiempo necesario para faenar una res es de 13,38 minutos y que cuenta con 14 personas que trabajan en la línea de faenamamiento, difícilmente podrán mantener un trabajo totalmente constante en períodos largos de tiempo (relativos a la jornada). Por lo que teóricamente se considera, una eficiencia de 85%; es decir el personal hace trabajo efectivo solo el 85% de su jornada de 8 horas. El resto de tiempo es ocupado en otras actividades, para tomar un descanso por ejemplo, etc.

**Tabla 3-1:** Detalle de la capacidad de producción de carne de bovinos del CMR

Descripción	Línea De Bovinos
Días al año (2015)	365,00
Días al año no trabajados (2015)	269,00
Días disponibles al año (2015)	96,00
Horas disponibles al año	
Línea de Bovinos (8 horas por día)	768,00
Eficiencia (%)	85,00
Velocidad de línea (bovino/hora)	19,00
Cantidad de bovinos faenados por año	12403

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

#### **1.3.4.5. Actividades dentro de la caracterización del proceso de faenamiento de bovinos**

- **Recolección de pesos de bovinos**
  - **Toma de peso vivo del bovino**

El CMR no cuenta con una balanza en funcionamiento para el pesaje de la res en pie, por lo cual se procedió a la determinación de la medida corporal de peso con ayuda de una cinta de perímetro torácico (Fotografía 2-1).



**Fotografía 2-1.** Cinta de medición de perímetro torácico  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Se realizó en corrales, seleccionando bovinos al azar entre pequeños, medianos y grandes. Y con ayuda de la cinta se marcó la medida que se ajustó al animal, leyendo así un dato aproximado del peso en pie como se muestra en la Fotografía 3-1.



**Fotografía 3-1.** Medida del perímetro torácico de la res  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

- **Medición de sangre de bovinos**

Cuando el bovino estaba izado, el operario insertaba un fino cuchillo en el corazón para el desangrado del animal como se muestra en la Fotografía 4-1. Se recolectaba en un recipiente con medida la sangre por animal para ser pesada.



**Fotografía 4-1.** Recolección de sangre bovina  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

○ **Toma de peso de cabeza, patas, colas y cuero.**

Para la cabeza se lo realizo en el momento de la separación (corte de cabeza) esto se repitió por separado, para cada una de las partes del bovino como son las patas, colas y cuero.



**Fotografía 5-1.** Sala de cabezas, cueros y patas  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

○ **Toma de peso de las canales**

Se seleccionó un animal al inicio del faenamiento y se lo siguió hasta el final del proceso, para tener un estimado del peso. Y se tomó el dato al momento de pesar la canal.



**Fotografía 6-1.** Canales  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

○ **Peso de vísceras**

Para determinar el peso de las vísceras del animal, no se realizó por medición directa; ya que por estrictas condiciones de trabajo, la manipulación de vísceras estaba únicamente a cargo del técnico de la línea; y por lo tanto se efectuó calculo por balance de masa.



**Fotografía 7-1. Vísceras blancas**  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

**Balance de masa para el cálculo del peso de vísceras**

$$P_v = P_p - (P_c + P_{pt} + P_{cr} + P_{cl} + P_{cn} + P_s)$$

Donde:

P<sub>v</sub>: Peso de Vísceras

P<sub>p</sub>: Peso en pie del animal

P<sub>c</sub>: Peso de cabeza

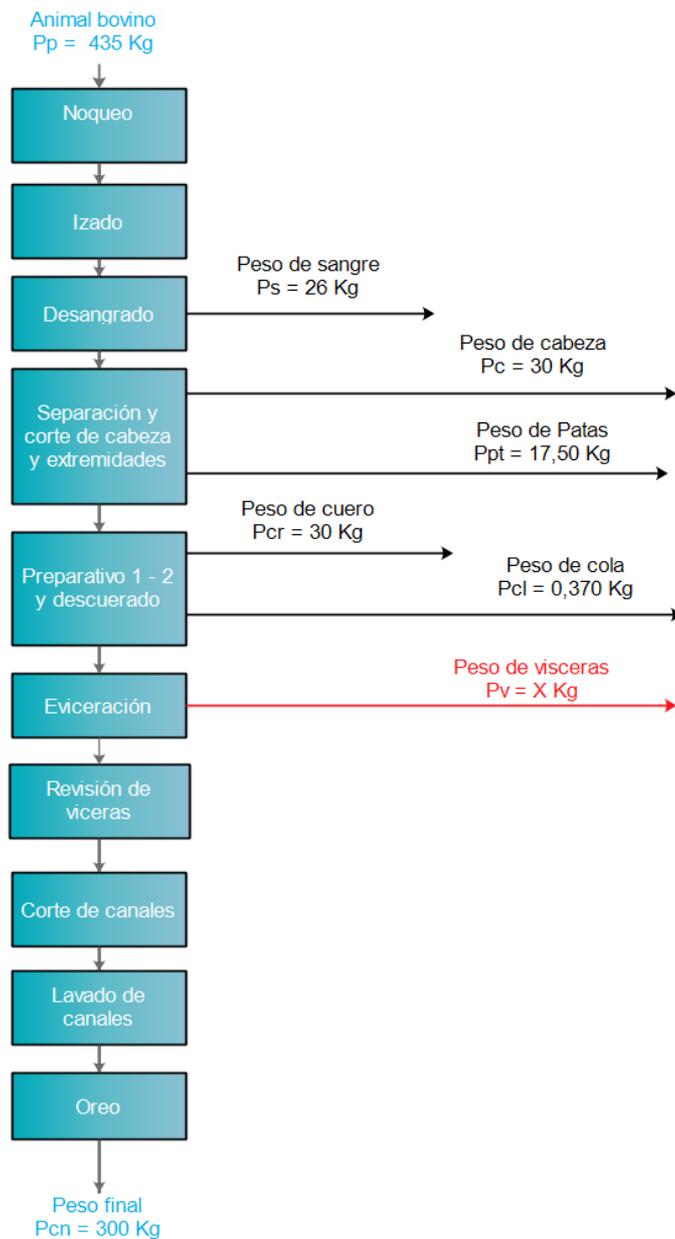
P<sub>pt</sub>: Peso de patas

P<sub>cr</sub>: Peso de cuero

P<sub>cl</sub>: Peso de colas

P<sub>cn</sub>: Peso de las canales

P<sub>s</sub>: Peso de la sangre



**Figura 1-1.** Balance de masa para el cálculo del peso de víceras  
Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

$$Pv = Pp - (Pc + Ppt + Pcr + Pcl + Pcn + Ps)$$

$$Pv = 435 \text{ Kg} - (30 \text{ Kg} + 17,50 \text{ Kg} + 30 \text{ Kg} + 0,370 \text{ Kg} + 26 \text{ Kg} + 300 \text{ Kg})$$

$$Pv = 435 \text{ Kg} - 403,870 \text{ Kg}$$

$$Pv = 31,130 \text{ Kg}$$

**Tabla 4-1.** Datos de pesos del animal y sus componentes

N	En Pie (Kg)	Cabeza (Kg)	Patas (Kg)	Cuero (Kg)	Cola (Kg)	Sangre (Kg)	Canal (Kg)	Vísceras (Kg)
1	145,00	9,50	6,50	16,00	0,12	8,50	88,50	15,89
2	153,00	10,50	7,00	16,00	0,12	9,00	93,00	17,38
3	161,00	12,50	7,50	16,50	0,14	9,50	98,00	16,87
4	183,00	16,00	7,50	17,00	0,14	11,00	112,00	19,37
5	191,00	17,50	8,50	18,50	0,14	11,50	116,50	18,37
6	222,00	21,00	10,00	21,50	0,15	13,00	135,00	21,35
7	237,00	19,00	10,00	22,00	0,18	13,00	144,50	28,32
8	260,00	20,00	10,00	23,00	0,19	14,00	158,50	34,32
9	278,00	20,50	10,50	24,00	0,19	15,50	169,50	37,81
10	311,00	24,00	11,00	25,50	0,21	18,50	204,00	27,79
11	326,00	25,00	11,50	25,50	0,23	19,50	212,00	32,27
12	332,00	25,00	12,00	26,00	0,23	20,00	217,50	31,27
13	361,00	25,00	13,50	27,50	0,23	20,00	246,50	28,27
14	379,00	26,50	13,50	27,50	0,27	21,50	259,50	30,23
15	382,00	27,00	14,00	28,00	0,30	22,50	260,00	30,20
16	416,00	28,00	16,50	29,00	0,35	24,50	281,00	36,65
17	449,00	30,50	18,00	30,00	0,41	26,00	310,00	34,10
18	476,00	31,00	19,00	31,50	0,41	27,00	328,00	39,09
19	526,00	32,00	19,50	32,00	0,42	28,50	377,50	36,08
20	577,00	33,50	19,50	34,00	0,60	31,50	418,00	39,90
21	637,00	35,00	21,50	35,00	0,85	34,60	468,50	41,55
22	666,00	37,50	24,00	36,00	1,20	38,20	485,00	44,10
23	698,00	42,00	27,00	41,00	1,35	40,00	500,00	46,65
24	216,00	19,50	10,00	21,00	0,16	12,00	131,00	22,35
25	283,00	20,50	10,50	24,50	0,20	17,00	181,00	29,31
26	293,00	21,50	10,50	25,00	0,21	17,50	190,00	28,29
27	299,00	22,50	11,00	25,50	0,21	18,00	194,00	27,79
28	410,00	27,50	16,00	29,00	0,35	23,00	277,50	36,65
29	429,00	29,00	17,50	29,00	0,37	25,00	287,00	41,13
30	435,00	30,00	17,50	30,00	0,37	26,00	300,00	31,13

	Machos
--	--------

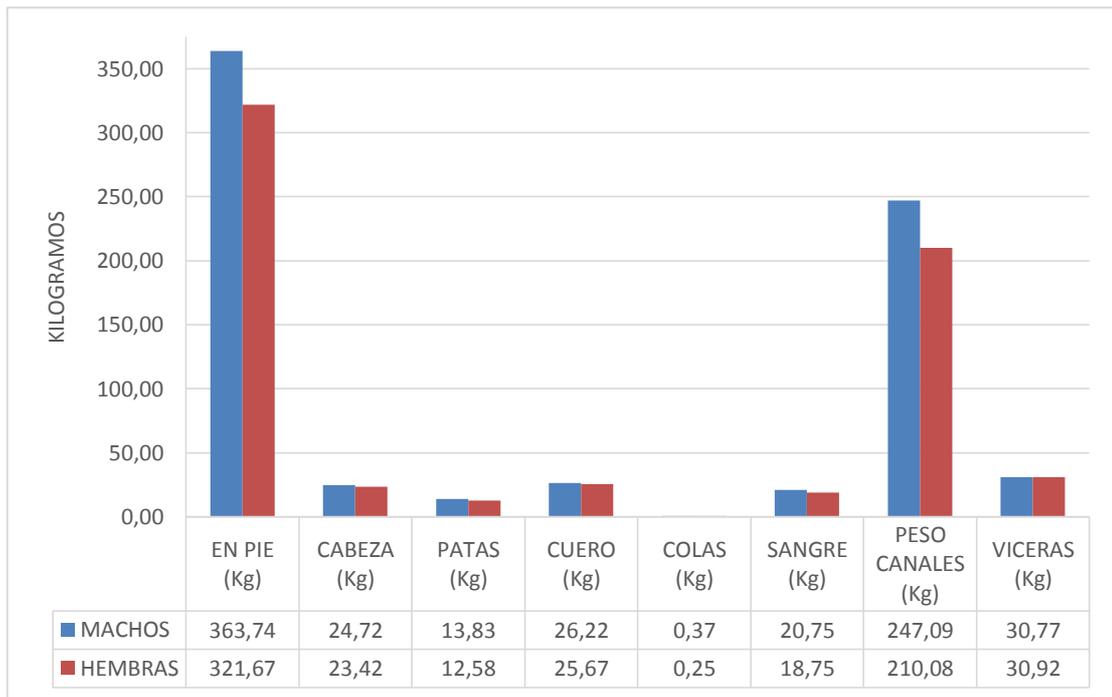
	Hembras
--	---------

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

**Tabla 5-1.** Datos de promedio de pesos de machos y hembras

Pesos	En Pie (Kg)	Cabeza (Kg)	Patas (Kg)	Cuero (Kg)	Colas (Kg)	Sangre (Kg)	Canales (Kg)	Vísceras (Kg)	Rendimiento %
Machos	363,74	24,72	13,83	26,22	0,37	20,75	247,09	30,77	67,93
Hembras	321,67	23,42	12,58	25,67	0,25	18,75	210,08	30,92	65,31

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



**Figura 2-1.** Comparación de pesos entre machos y hembras  
 Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

- **Calculo del rendimiento:**

$$R \% = \frac{Pcn}{Pp} \times 100\%$$

Donde:

R %: Rendimiento en peso

Pp: Peso en pie del animal

Pcn: Peso de las canales

$$R \% = \frac{Pcn}{Pp} \times 100\%$$

$$R \% = \frac{300}{435} \times 100\%$$

$$R \% = 68,97 \%$$

**Tabla 6-1.** Datos de rendimiento

N	En Pie (Kg)	Peso Canales (Kg)	Rendimiento (%)
1	145,00	88,50	61,03
2	153,00	93,00	60,78
3	161,00	98,00	60,87
4	183,00	112,00	61,20
5	191,00	116,50	60,99
6	222,00	135,00	60,81
7	237,00	144,50	60,97
8	260,00	158,50	60,96
9	278,00	169,50	60,97
10	311,00	204,00	65,59
11	326,00	212,00	65,03
12	332,00	217,50	65,51
13	361,00	246,50	68,28
14	379,00	259,50	68,47
15	382,00	260,00	68,06
16	416,00	281,00	67,55
17	449,00	310,00	69,04
18	476,00	328,00	68,91
19	526,00	377,50	71,77
20	577,00	418,00	72,44
21	637,00	468,50	73,55
22	666,00	485,00	72,82
23	698,00	500,00	71,63
24	216,00	131,00	60,65
25	283,00	181,00	63,96
26	293,00	190,00	64,85
27	299,00	194,00	64,88
28	410,00	277,50	67,68
29	429,00	287,00	66,90
30	435,00	300,00	68,97

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

- **Medición del caudal consumido en el proceso de faenamiento**

El agua es un insumo imprescindible en el área de faenamiento, puesto que se requiere para el lavado de canales, subproductos (vísceras, patas, cabezas, etc.) y la limpieza de todas las instalaciones. No se tiene datos sobre la cantidad de agua que se utiliza en la línea de Bovinos, se realizó cálculos aproximados del consumo de agua durante la jornada de trabajo diario, tomando en consideración un promedio de **n** reses.

Se identificó cada etapa del proceso de faenamiento que utilice en la misma agua, donde se especificó tiempo, volumen y caudal.

N	Etapas	Nº de mangueras	Descripción de la utilización	Grado de apertura de la válvula
1	Izado	1,00	Para limpieza del área por contaminación de rumen	Abierta
2	Desangrado	1,00	Para evitar que la sangre se adhiera al piso	Semi-abierta
3	Preparativo 1	1,00	Para evitar que la sangre se adhiera al piso	Semi-abierta
4	Preparativo 2	1,00	Para evitar que la sangre se adhiera al piso	Semi-abierta
5	Descuerado	1,00	Eliminar material contaminante del cuero - Limpieza del área	Semi-abierta
6	Evisceración	1,00	Limpieza del contenido ruminal	Semi-abierta
7	Revisión de vísceras	1,00	Limpieza de fluidos del animal	Semi-abierta
8	Corte	1,00	Facilidad y limpieza de la canal	Abierta
9	Lavado	1,00	Lavado a presión de las canales	Abierta
10	Sala de cabeza	1,00	Limpieza por contaminación de sangre, rumen, materia fecal y otros	Semi-abierta
11	Oreo	1,00	Lavado y limpieza	Abierta
	Total	11,00		

**Ilustración 2-1.** Descripción del uso de mangueras por cada etapa del proceso de faenamiento  
Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

**Ejemplo del cálculo:**

- Etapa: LAVADO DE CANALES
- Proceso: Lavado de canales.
- Hora aproximada de inicio de la jornada de faenamiento de bovinos: 7h00
- Receso de almuerzo: 45min
- Hora aproximada de finalización de la jornada de faenamiento de bovinos: 16h00
- Total aproximado de tiempo laborado sin tomar en cuenta el receso: 8 horas



**Fotografía 8-1.** Lavado de canales

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Descripción: La manguera utiliza agua a presión y se encuentra abierta en su totalidad durante toda la jornada de trabajo.

Procedimiento: Se midió el volumen y tiempo de llenado de un recipiente con medida, como se muestra en la fotografía 9-1. En la lectura se tomó en cuenta de utilizar el mismo flujo de agua que se utiliza en el proceso.

Con la ayuda de un cronómetro se controló el tiempo de llenado del agua hasta alcanzar un volumen de **n litros** dependiendo en cada etapa. Mediante cálculos se determinó el volumen de agua utilizada por el tiempo total que se demora el proceso, en la jornada de trabajo.



**Fotografía 9-1.** Medida experimental de caudal

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

- **Calculo de caudal por cada etapa**

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

$$Q = \frac{14 \text{ L}}{11 \text{ s}}$$

$$Q = 1,27 \text{ L/s}$$

Donde:

Q: Caudal (L/s)

V: Volumen (L)

t: Tiempo (s)

**Tabla 7-1.** Medición de volumen y tiempo de gasto por manguera en cada etapa

N	Etapas	1. Tiempo (S)	2. Tiempo (S)	3. Tiempo (S)	4. Tiempo (S)	Tiempo Promedio (S)	Volumen (L)	Caudal (L/S)
1	Izado	11,5	11,9	10,8	9,8	11	14	1,27
2	Desangrado	32,2	32	28,7	30	30,73	14	0,46
3	Preparativo 1	18,4	19,3	15,4	19,5	18,15	5,5	0,30
4	Preparativo 2	20,1	22,1	21,5	21,6	21,325	5,5	0,26
5	Descuerado	27,4	31,5	29,3	31,1	29,825	10	0,34
6	Evisceración	15,8	12,5	11,8	12,3	13,10	3	0,23
7	Revisión De Vísceras	16,8	15,3	15,5	16	16,0333	6	0,37
8	Corte	32,7	32,5	32,6	32	32,45	1,75	0,05
9	Lavado	8,5	8	8	8,5	8,25	5	0,61
10	Sala De Cabeza	24	26	25,6	26	25,4	16	0,63
11	Oreo	22	23	22,7	21,4	22,275	16	0,72

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

En la tabla 8-1. Se muestra formato lleno donde se detalla el caudal gastado o consumo de agua en un lapso de tiempo de recolección de datos, se reporta los resultados por jornada de trabajo.

**Tabla 8-1.** Resumen del volumen consumido diario de agua

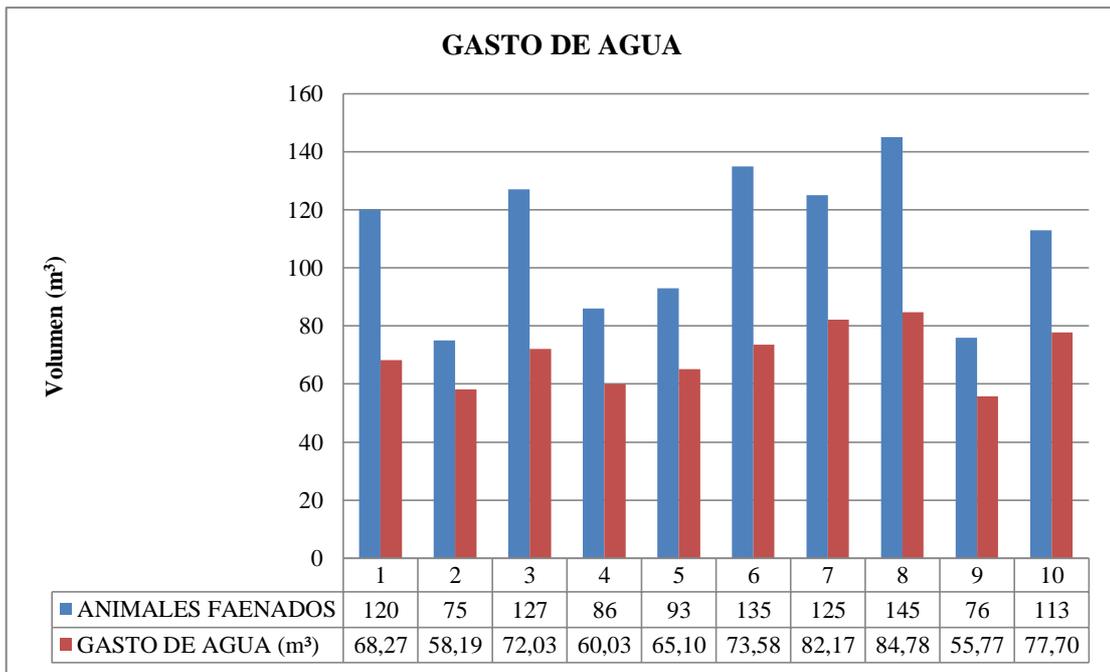
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jornada	Izado	Desangrado	Preparativo 1	Preparativo 2	Descuerado	Evisceración	Revisión De Visceras	Corte	Lavado	Sala De Cabeza	Oreo
J1 (L)	2751,2	12261,7	7909,1	6035,2	7845,8	5358,8	4168,2	1261,9	14181,8	1856,5	5459,8
J2 (L)	4298,8	8960,5	5181,8	4410,3	5733,5	3916,0	2605,1	922,2	10363,6	1450,4	10344,8
J3 (L)	3569,1	13676,5	7909,1	6731,5	8751,1	5977,1	4411,4	1407,6	15818,2	2456,0	4885,0
J4 (L)	3286,2	10375,3	6000,0	5106,7	6638,7	4534,4	2987,2	1067,8	12000,0	1663,1	6369,7
J5 (L)	2665,3	10846,9	6272,7	5338,8	6940,5	4740,5	3230,4	1116,3	12545,5	1438,8	9961,7
J6 (L)	2579,3	13204,9	7636,4	6499,4	8449,3	5771,0	4689,2	1359,0	15272,7	2088,6	6034,5
J7 (L)	7164,7	13204,9	7636,4	6499,4	8449,3	5771,0	4341,9	1359,0	15272,7	1933,9	10536,4
J8 (L)	8311,0	15091,3	8727,3	7427,9	9656,3	6595,4	5036,6	1553,2	17454,6	2243,3	2682,0
J9 (L)	4356,1	9432,1	5454,6	4642,4	6035,2	4122,1	2639,9	970,7	10909,1	1175,8	6034,5
J10 (L)	12953,7	11318,5	6545,5	5570,9	7242,3	4946,6	3925,1	1164,9	13090,9	1748,2	9195,4
Promedio	4836,9	11837,2	6927,3	5826,3	7574,2	5173,3	3803,5	1218,3	13690,9	1805,5	7150,4

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

**Tabla 9-1.** Tiempos, Volumen y Animales promedio por jornada de trabajo

Jornada	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Animales Faenados	120	75	127	86	93	135	125	145	76	113	110
Tiempo De Faenamiento (h)	6,5	4,75	7,25	5,5	5,75	7	7	8	5	6	6,28
Gasto De Agua (m <sup>3</sup> )	68,3	58,2	72,0	60,0	65,1	73,6	82,2	84,8	55,8	77,7	69,8
Gasto De Agua (L/bovino)	568,9	775,8	567,1	698,0	700,0	545,1	657,4	584,7	733,8	687,6	651,8

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



**Figura 3-1.** Comparación de animales faenados por volumen consumido diario de agua  
 Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



**Figura 4-1.** Porcentaje de gasto de agua por etapa  
 Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

- **Medición de tiempos por etapa de faenamiento del CMR**

Con la medición de tiempos del proceso de faenamiento, se identificó el retraso en la salida del producto final (medias canales de ganado bovino). Esta medición se realizó mediante muestras aleatorias de las reses, desde el comienzo del faenamiento. Los resultados se muestran en la Tabla 11-1, se detalla los tiempos en segundos que demora cada etapa del proceso, debido a la relevancia de cada una en cuanto al horario en que se deben ejecutar. Se excluyó el oreo ya que por dicha actividad no se la cumplía a cabalidad.

**Tabla 10-1.** Promedios de tiempos de actividades

Etapa	Tiempo Transcurrido Desde El Noqueo (S)	Tiempo Transcurrido Desde El Noqueo (Min)	Tiempo Adecuado Desde El Noqueo (S)	Tiempo Adecuado Desde El Noqueo (Min)
Desangrado	301,79	5,03	60,00	1,00
Etapa	Tiempo Transcurrido Desde El Desangrado (S)	Tiempo Transcurrido Desde El Desangrado (Min)	Tiempo Adecuado Desde El Desangrado (S)	Tiempo Adecuado Desde El Desangrado (Min)
Evisceración	895,81	14,93	2700,00	45,00

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

En la tabla 10-1. Se evidencia los tiempos transcurridos; sobre el tiempo en que un animal noqueado pasa a la etapa de desangrado, se observa que la medición de este tiempo es mayor al que se encuentra estipulado como adecuado, que explica que el tiempo transcurrido desde el noqueo de la res hasta que se efectúa el desangrado, no debe superar los 60 segundos, luego de ese tiempo el animal comienza a recobrar la sensibilidad, y, si transcurre mayor tiempo además se presenta sufrimiento del animal.

Así mismo el tiempo en que se realiza la evisceración, está dentro del rango de tiempo establecido por organismos internacionales, en los que indican que el tiempo transcurrido desde el desangrado a la evisceración, no debe superar los 45 minutos, debido a que una vez muerto el animal, aumenta la permeabilidad del aparato digestivo permitiendo la salida de microorganismos del mismo a los tejidos adyacentes, provocando su contaminación (Vásquez y Casp, 2004).

**Tabla 11-1.** Medición de tiempos en el faenamamiento de bovinos del CMR

n	Noqueo			Izado			Desangrado - Corte de cabeza y patas			Preparativo y Descuerado			Evisceración			Corte de Canal			Lavado de Canal			Tiempo de Producción		
	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TP (s)	TM (s)	TT (s)	TTP (s)	TTM (s)	TTT (s)
1	2,2	30,6	32,8	31,8	566,2	598,0	185,4	80,6	266,0	268,7	246,3	515,0	77,1	0,0	77,1	30,5	335,5	366,0	182,7	191,3	374,0	778,4	1450,5	2228,9
2	2,1	42,2	44,3	30,7	472,3	503,0	208,3	8,7	217,0	289,2	233,8	523,0	86,6	0,0	86,6	29,9	240,1	270,0	161,7	289,3	451,0	808,5	1286,4	2094,9
3	1,3	38,2	39,5	37,6	595,4	633,0	199,1	141,9	341,0	200,3	321,7	522,0	99,0	0,0	99,0	28,8	180,2	209,0	249,7	334,3	584,0	815,8	1611,7	2427,5
4	2,6	59,3	61,9	25,9	471,1	497,0	128,7	292,3	421,0	243,2	858,2	1101,4	86,1	0,0	86,1	32,3	190,7	223,0	189,9	450,1	640,0	708,7	2321,7	3030,4
5	1,2	29,5	30,7	28,2	151,8	180,0	215,9	327,1	543,0	225,6	300,4	526,0	83,5	27,5	111,0	25,1	327,9	353,0	184,6	506,4	691,0	764,1	1670,6	2434,7
6	1,7	76,5	78,2	35,4	300,6	336,0	137,7	163,3	301,0	245,0	388,0	633,0	73,1	65,9	139,0	38,6	604,4	643,0	158,9	191,1	350,0	690,4	1789,8	2480,2
7	2,4	84,7	87,1	31,7	413,3	445,0	134,4	77,6	212,0	218,1	300,9	519,0	67,6	77,4	145,0	34,3	209,7	244,0	189,5	950,5	1140,0	678,0	2114,1	2792,1
8	2,3	59,8	62,1	17,2	274,8	292,0	151,8	213,2	365,0	252,1	329,9	582,0	91,9	112,1	204,0	30,2	163,8	194,0	213,5	1012,5	1226,0	759,0	2166,1	2925,1
9	2,3	53,8	56,1	20,3	158,7	179,0	170,2	267,8	438,0	230,8	361,2	592,0	105,4	150,6	256,0	29,9	516,1	546,0	222,8	696,2	919,0	781,7	2204,4	2986,1
10	2,5	48,4	50,9	23,3	122,7	146,0	156,5	178,5	335,0	233,3	363,3	596,6	78,1	153,9	232,0	36,6	486,4	523,0	219,5	823,5	1043,0	749,8	2176,7	2926,5
11	1,3	45,6	46,9	17,6	152,4	170,0	201,6	295,4	497,0	218,9	378,1	597,0	74,3	103,7	178,0	36,1	409,9	446,0	151,4	938,6	1090,0	701,2	2323,7	3024,9
12	2,4	39,2	41,6	27,9	56,1	84,0	167,7	310,0	477,7	287,6	364,4	652,0	72,0	148,0	220,0	39,7	404,3	444,0	122,2	958,8	1081,0	719,5	2280,8	3000,3
13	2,6	60,1	62,7	14,9	77,1	92,0	176,0	332,0	508,0	266,5	417,5	684,0	68,2	126,8	195,0	53,3	218,7	272,0	116,5	1137,5	1254,0	698,0	2369,7	3067,7
14	1,9	57,0	58,9	35,0	87,0	122,0	184,1	214,9	399,0	237,9	527,1	765,0	69,0	95,0	164,0	48,0	642,0	690,0	172,0	852,0	1024,0	747,9	2475,0	3222,9
15	2,8	54,6	57,4	25,3	39,7	65,0	226,9	225,1	452,0	259,7	579,3	839,0	80,8	189,2	270,0	37,1	537,9	575,0	211,9	1052,1	1264,0	844,5	2677,9	3522,4
16	2,0	45,9	47,9	41,4	13,6	55,0	178,6	222,4	401,0	265,8	575,2	841,0	69,0	168,0	237,0	34,9	476,1	511,0	173,1	847,9	1021,0	764,8	2349,1	3113,9
17	1,6	41,3	42,9	51,6	57,4	109,0	196,1	247,9	444,0	279,7	522,3	802,0	63,5	141,5	205,0	28,8	691,2	720,0	203,5	879,5	1083,0	824,8	2581,1	3405,9
18	2,1	37,2	39,3	34,7	106,3	141,0	155,1	322,9	478,0	244,0	544,0	788,0	75,8	168,2	244,0	35,5	534,5	570,0	255,6	933,4	1189,0	802,8	2646,5	3449,3
19	2,6	20,9	23,5	46,8	346,2	393,0	182,8	203,2	386,0	266,5	493,5	760,0	71,0	153,0	224,0	37,2	629,8	667,0	184,6	543,4	728,0	791,5	2390,0	3181,5
20	1,3	18,8	20,1	53,7	167,3	221,0	193,4	264,6	458,0	233,5	490,5	724,0	88,3	4,7	93,0	29,1	615,9	645,0	213,5	691,5	905,0	812,8	2253,3	3066,1
21	1,6	17,9	19,5	37,7	61,3	99,0	188,9	314,1	503,0	299,3	434,7	734,0	78,3	30,7	109,0	37,3	508,7	546,0	221,0	725,0	946,0	864,1	2092,4	2956,5
22	2,2	45,6	47,8	33,3	208,7	242,0	277,5	163,5	441,0	376,4	467,6	844,0	59,9	66,1	126,0	30,9	474,1	505,0	216,9	627,1	844,0	997,1	2052,7	3049,8
23	2,1	13,9	16,0	24,3	380,7	405,0	212,1	311,9	524,0	303,5	533,5	837,0	65,2	82,8	148,0	45,0	358,0	403,0	258,7	728,3	987,0	910,9	2409,1	3320,0
24	2,0	17,7	19,7	52,7	549,3	602,0	198,9	165,1	364,0	304,6	570,4	875,0	75,7	81,3	157,0	43,0	661,0	704,0	192,6	970,4	1163,0	869,5	3015,2	3884,7
25	1,1	37,5	38,6	25,9	66,1	92,0	190,0	252,0	442,0	344,7	541,3	886,0	61,8	92,2	154,0	36,7	620,3	657,0	238,1	975,9	1214,0	898,3	2585,3	3483,6
26	2,1	45,0	47,1	17,4	87,6	105,0	184,0	121,0	305,0	325,9	467,1	793,0	79,9	85,1	165,0	48,0	543,0	591,0	161,7	801,3	963,0	819,0	2150,1	2969,1
27	2,6	56,3	58,9	28,3	324,7	353,0	167,4	105,6	273,0	319,8	146,2	466,0	62,0	48,0	110,0	38,0	791,0	829,0	174,6	993,4	1168,0	792,7	2465,2	3257,9
28	1,8	55,5	57,3	35,4	140,6	176,0	167,2	19,8	187,0	347,5	243,5	591,0	61,5	51,5	113,0	36,2	624,8	661,0	199,5	934,5	1134,0	849,1	2070,2	2919,3
29	2,6	28,2	30,8	26,5	136,5	163,0	202,6	87,4	290,0	345,0	250,0	595,0	83,7	64,3	148,0	49,3	764,7	814,0	208,4	943,6	1152,0	918,1	2274,7	3192,8
30	2,0	25,4	27,4	33,0	236,0	269,0	173,5	149,5	323,0	361,3	250,7	612,0	92,6	182,4	275,0	33,5	728,5	762,0	230,0	951,0	1181,0	925,9	2523,5	3449,4
P	2,0	42,9	44,9	31,5	227,4	258,9	183,7	202,6	386,4	276,5	416,7	693,2	76,7	89,0	165,7	36,5	483,0	519,4	196,0	764,3	960,3	802,9	2225,9	3028,8

TM: Tiempo Muerto

TP: Tiempo Productivo

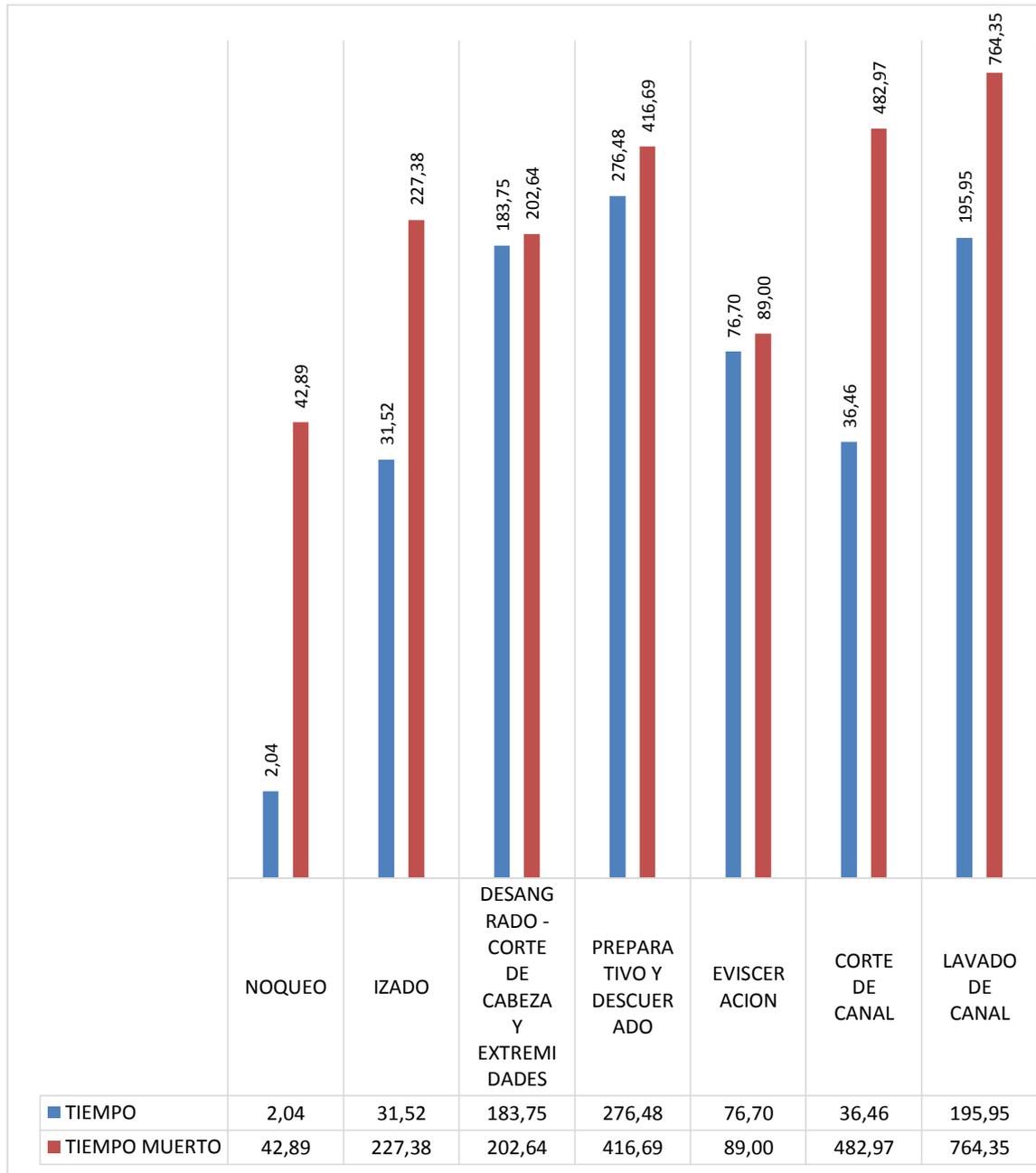
TT: Tiempo Total

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

**Tabla 12-1.** Promedios del tiempo productivo y tiempo muerto

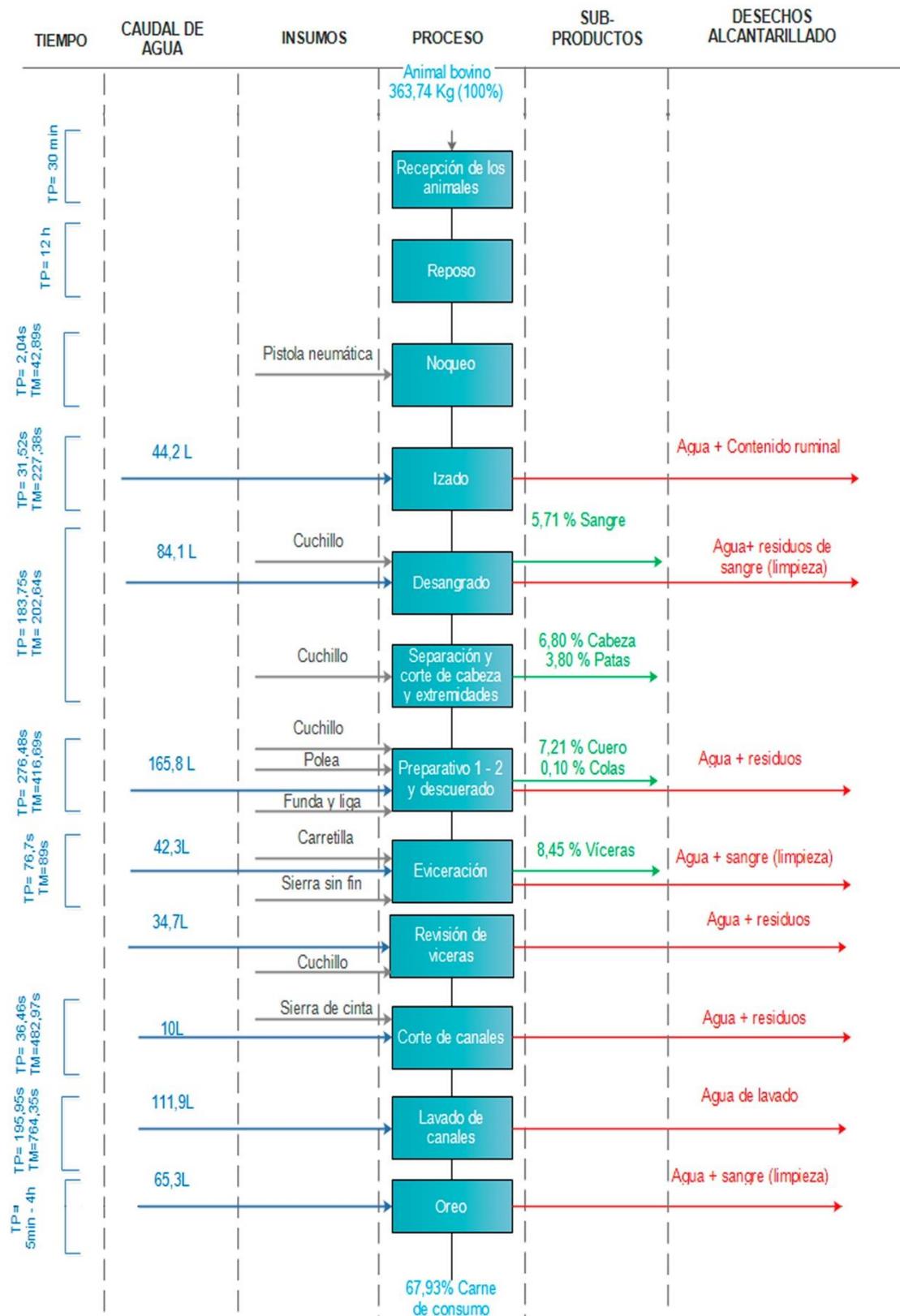
Tiempo	Tiempo Productivo	Tiempo Muerto	Tiempo Total
Segundos	802,90	2225,92	3028,81
Minutos	13,38	37,10	50,48

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



**Figura 5-1.** Comparación de los promedios del tiempo productivo y tiempo muerto

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



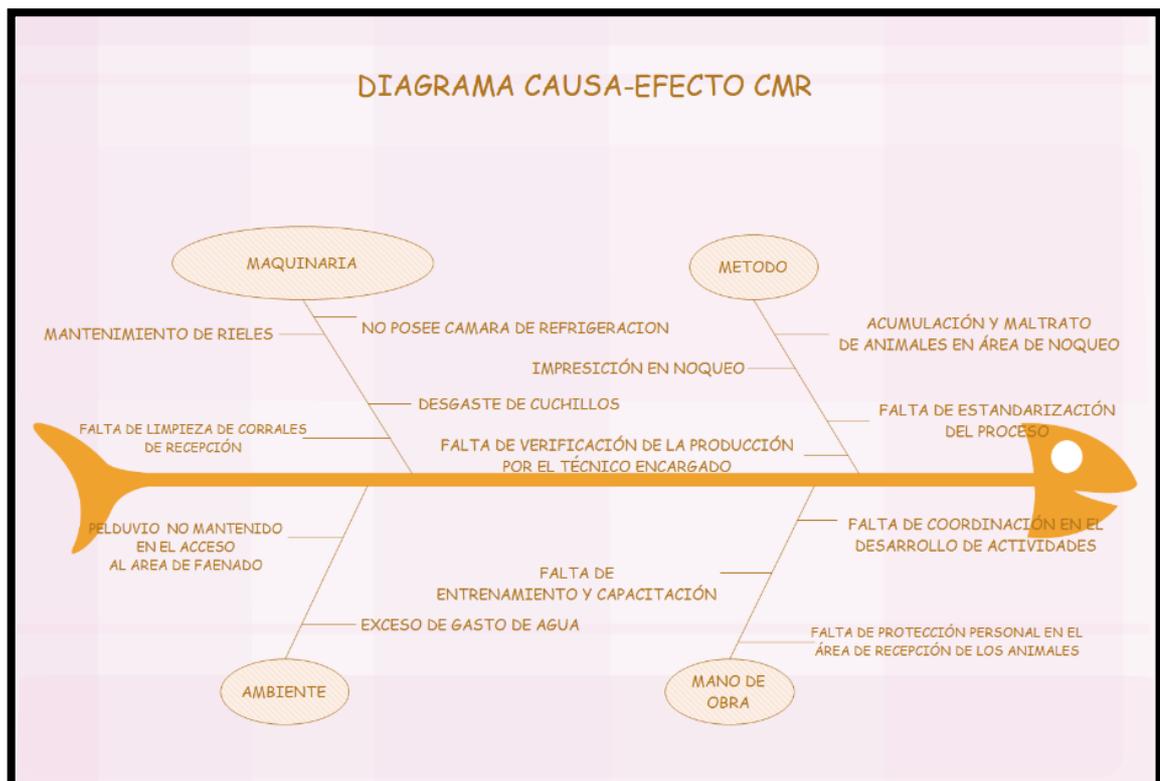
**Figura 6-1.** Diagrama de proceso con el flujo de variables  
Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

### 1.3.5. Identificación de los principales problemas

#### 1.3.5.1. Diagnostico

Una vez analizada la información sobre el CMR y luego de haber registrado los diferentes problemas que perjudican en términos generales al proceso en el nivel de eficiencia, se plantea en el análisis efectuado, que se puede optimizar positivamente el proceso integral de faenamiento del CMR incorporando aspectos como, un manejo higiénico de la sangre, optimización del tiempo empleado en cada etapa del proceso, falta de entrenamiento y capacitación al personal que trabaja en el faenamiento de bovinos.

No posee refrigeración para almacenar carne. No hay Pelduvios usados correctamente, a la entrada del camal para eliminar bacterias patológicas, ya sea en los zapatos, botas, llantas de camiones o repartidores de carne. En la sala de faenamiento para desinfectar las llantas de carretas que trasportan víscera, cabezas de animales vacunos, zapatos de operadores etc.



A continuación se presenta los problemas encontrados con su respectiva causa y efecto.

**Figura 7-1.** Diagrama de causa – efecto CMR

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

**Tabla 13-1.** Análisis del diagrama de causa – efecto

	CAUSA	EFEECTO	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
MAQUINARIA	Falta de mantenimiento de rieles	Sobre-esfuerzo por parte del operario	Mantenimiento de rieles	1	1	3	2	1	2	10
	Falta en limpieza en corrales de recepción	Contaminación de animales nuevos	Implementación de sistema de limpieza	1	2	1	2	2	3	11
	No posee cámara de refrigeración	Tiempo limitado para conservación de la carne	Adecuar un cuarto de enfriamiento	3	3	3	2	3	1	15
	Desinfección de cuchillos	Contaminación cruzada de la carne	Implementación de esterilizadores	3	3	3	3	2	1	15
MÉTODO	Imprecisión en el noqueo	Sufrimiento del animal	Entrenamiento y capacitación de los empleados encargados	2	1	2	2	2	1	10
	Falta de supervisión en la producción	Demora en el proceso	Mayor control por parte de los supervisores de producción	2	3	2	3	2	1	13
	Falta de estandarización del proceso	Falta de cumplimiento de secuencia de procedimientos	Caracterización y optimización del proceso	3	3	3	2	3	2	16
	Acumulación y maltrato de animales en el noqueo	Genera moretones y daño en la carne	Supervisión y coordinación en proceso	2	1	3	2	1	2	11
MANO DE OBRA	Falta de entrenamiento y capacitación	Retardo en el cumplimiento de la tarea	Capacitación al personal que opera	3	3	2	2	3	3	16
	Falta de coordinación en las actividades	Acumulación de animales en el proceso	Supervisión y control del proceso	1	2	1	2	1	2	9
	Falta de protección de personal en corrales	Accidentes al personal que descarga los animales	Implementación del equipo de protección	1	1	1	2	3	2	10
AMBIENTE	Peludvio no mantenido en el acceso	Contaminación de la sala de faenamiento	Mantenimiento e implementación de peludvios en las zonas de acceso al proceso de faenamiento	3	3	3	2	3	2	16
	Exceso de consumo de agua	Gasto económico alto, contaminación de agua y de carne debido a la dispersión de residuos (excrementos, materia ruminal, sangre)	Implementación de nuevas tecnologías y técnicas en los procesos	3	3	3	2	3	3	17

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

### 1.3.5.2. Calificación

VALOR	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO
1	No afecta directamente	No	Poco probable	No	No es posible medir	Altos costos
2	Importante	Parcialmente	Probable	Parcialmente	Parcialmente	Costos altos
3	Importante y determinante	Si	Muy probable	Si	Si se puede medir	Costos altos e inversión recuperable

**Ilustración 3-1.** Metodología de calificación para diagrama de Ishikawa

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

### 1.3.5.3. Análisis

La principal causa identificada es el excesivo consumo de agua que es una causa directa, la cual presenta soluciones factibles mediante la implementación de nuevas tecnologías y técnicas del proceso como son: su propuesta las cuales reflejan altos costos que serán reembolsados posteriormente ya que se garantiza la calidad de la carne y de productos secundarios que pueden ser generados dando un valor agregado a lo que actualmente consideramos un desecho (sangre) debido a la contaminación que tiene con los derechos ruminales. Otras de las causas que se consideraron como causas directas dentro del proceso y que deben ser implementadas para mejorar el proceso de faenamiento tenemos:

Falta de capacitación a los operadores, mantenimiento de pelduvios de acceso, falta de estandarización del proceso, implementación del cuarto frío y la falta de desinfección de los cuchillos son causas relacionadas directamente en la optimización del proceso y que no representan gastos muy altos de implementación pero si generan grandes gastos y pérdidas de materia prima debido a la contaminación que se genera en toda la línea de producción, por lo cual la propuestas planteadas en el desarrollo de este trabajo deben ser consideradas para alcanzar el cumplimiento de normas alimentarias y la estandarización y caracterización del proceso.

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

##### ***1.4.1. Beneficiarios directos.***

- El Camal Municipal de Riobamba: La administración que contará con un estudio sobre el proceso de bovinos que le permitan la aplicación de directrices, usuarios del servicio de faenamiento (personas naturales o jurídicas y sociedades de hecho), debidamente autorizados para ingresar el ganado bovino y personal del centro de faenamiento (Técnico, operativo, faenadores, estibadores, conductores), porque contará con información relevante acerca del proceso y su correspondiente rol.
- Ganaderos y productores de ganado de la provincia
- Comerciantes de esta actividad

##### ***1.4.2. Beneficiarios indirectos:***

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba porque proporcionará un servicio de faenamiento de calidad a la ciudadanía riobambeña, GADMR
- Entidades gubernamentales de regulación (AGROCALIDAD)
- Habitantes cercanos al Camal Municipal
- Consumidores a nivel local y provincial que adquieren el producto

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

### **2.1. Objetivo general**

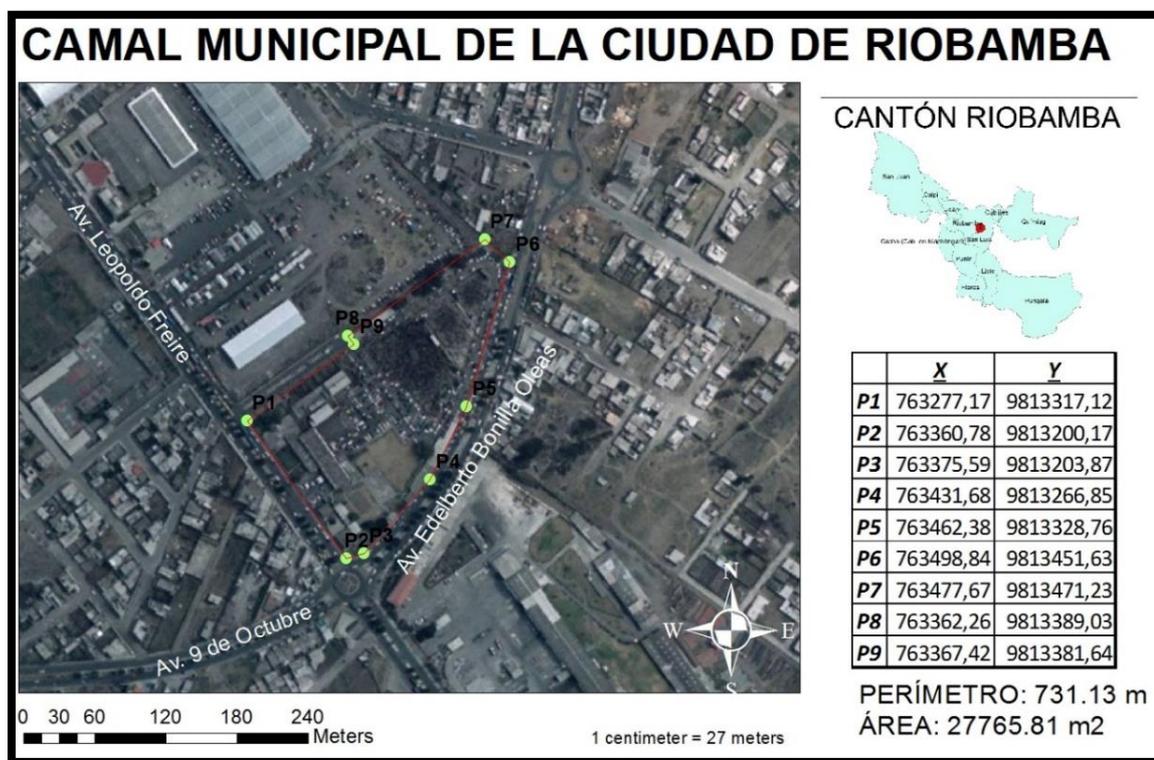
- Caracterizar el proceso de faenamiento de bovinos del Camal Municipal de Riobamba mediante cálculo de ingeniería para optimización.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar los procesos de la línea de bovinos que se lleva a cabo en el camal desde el ingreso del animal hasta la salida del producto.
- Identificar las variables de proceso para la caracterización de proceso industrial de la línea de bovinos.
- Efectuar cálculos de ingeniería para los balances de masa y energía del proceso industrial de la línea de bovinos.
- Interpretar los resultados obtenidos en los balances de masa y energía del proceso industrial de la línea de bovinos.

## CAPÍTULO 3. ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

### 3.1. Localización del proyecto.



\* Las coordenadas de los puntos x-y se encuentran en UTM-WGS84

● Perímetro de las instalaciones del Camal

**Figura 1-3.** Ubicación del Camal Municipal de Riobamba

Elaborado por. CASTELO, Santiago, 2015

El CMR está ubicado en Av. Leopoldo Freire y Circunvalación, parroquia Maldonado, del cantón Riobamba Provincia de Chimborazo, Se encuentra ubicado junto a la Empresa Pública Municipal Mercado de Productores Agrícolas San Pedro de Riobamba EP-MMPA

<b>Ubicación</b>	Región Sierra ubicada en el centro del Callejón Interandino en la Hoya de Chambo.
<b>Altitud</b>	2.754 m.s.n.m
<b>Clima</b>	Frío
<b>Temperatura</b>	Temperatura promedio de 8°C a 14° C
<b>Latitud</b>	1° 41´ 46´´ Sur
<b>Longitud O</b>	0° 3´ 30´´ Longitud occidental
<b>Superficie</b>	979,7 Km <sup>2</sup>
<b>Límites</b>	<b>Norte:</b> Cantones de Guano y Penipe. <b>Sur:</b> Cantones de Colta y Guamote <b>Este:</b> Cantón Chambo <b>Oeste:</b> Provincia de Bolívar

**Ilustración 1-3.** Datos geográficos de la Ciudad de Riobamba

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

### 3.2. Ingeniería del proyecto.

La fundamentación teórica en los cuales se basa este trabajo técnico, inició con la revisión de los estudios sobre el funcionamiento, tecnología y procesos de los camales de (Veall, 1993) y de (López Vázquez y Vanaclocha, 2004) principalmente.

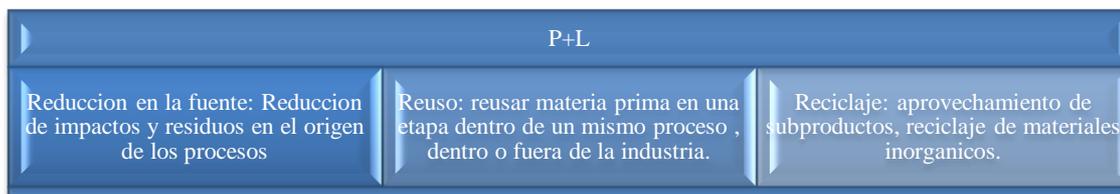
Para el estudio es esencial el análisis de manuales de Organismos Oficiales, tales como:

- Manual de Buenas Prácticas para la Industria de la carne elaborados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- Manual de Procedimientos para la Inspección y habilitación de mataderos expedido por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, AGROCALIDAD
- Modelo HACCP general para el sacrificio de reses, del Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service, U.S.D.A.

Seguidamente se abordó la caracterización, desarrollo y optimización del proceso de faenamiento de la línea de bovinos, que permitió entender, el porqué de las etapas, de qué forma se relacionan y sus condiciones de operación desde los postulados teóricos de (Narvaéz, 2014), para lo relacionado al punto de vista de ingeniería química (Himmelblau, 2002).

#### 3.2.1. Tecnologías limpias aplicadas al proceso de faenamiento

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2005): “Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos, productos y servicios, para incrementar la eficiencia global y reducir los impactos al ser humano y al medio ambiente.”



**Ilustración 2-3.** Herramientas empleadas, para el logro de una P+L

Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005

##### 3.2.1.1. Alternativas de aplicación de P+L en camales

Un camal generalmente consume cantidades significativas de agua, por tanto descarga grandes volúmenes de aguas residuales. A continuación se describen las tres herramientas (reducción, reuso y reciclaje), para la aplicación de P+L en camales.

- **Reducción en la fuente:** sirve para prevenir la contaminación mediante buenas prácticas operativas y de manufactura.

Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales: reducción de residuos en la fuente.</li> <li>• Económicos: eficiencia en el gasto en materias primas, insumos y productos.</li> <li>• Otros: mayor seguridad en la planta.</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener áreas de trabajo ordenadas y despejadas.</li> <li>• Llevar un control de inventarios de insumos y evitar desperdicios.</li> <li>• Sensibilizar y concientizar acerca de desempeño global y ambiental de la Planta.</li> <li>• Entrenar a un grupo de trabajadores en buenas prácticas de limpieza.</li> <li>• Estandarizar y documentar todas las operaciones y registrar las operaciones diarias</li> <li>• Registrar el consumo de recursos: agua, energía, combustibles, materias primas.</li> </ul>

**Ilustración 3-3.** Beneficio e implementación de BPOs en camales para la P+L

Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005

- **Buenas prácticas de manufactura:** Principalmente en la separación y recuperación de la sangre, ahorro de agua, mantenimiento preventivo y seguridad industrial.

Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales: reducción de residuos en la fuente.</li> <li>• Económicos: menores pérdidas de materias primas.</li> <li>• Otros: mayor productividad y calidad de productos y subproductos.</li> </ul>
Implementación	<p>Recepción de animales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control a la entrada de vehículos mediante arcos de desinfección.</li> <li>- Reposo no inferior a 18 horas y lavado externo riguroso a presión de los animales</li> </ul> <p>Aturdimiento, degüello y sangrado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trato humanitario a los animales.</li> <li>- Usar pistolas neumáticas para el aturdimiento de reses.</li> <li>- Reducción del desperdicio y contaminación de la sangre.</li> </ul> <p>Evisceración y faenado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar carros de acero inoxidable para transporte de las vísceras.</li> <li>- Recolección en seco del polvo o residuos generados en el faenado.</li> </ul> <p>Tratamiento de vísceras blancas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Separación del rumen para aprovechar en compostaje.</li> </ul>

**Ilustración 4-3.** Opciones de mejores prácticas de manufactura en el faenamiento de ganado.

Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005

- **Separación y recuperación de la sangre:** La sangre es un subproducto importante para la producción de alimentos para animales e industria farmacéutica. Cuando éste se vierte a desagües, se convierte en un residuo que aumenta los niveles de carga orgánica contaminante.

Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales: reducción de residuos en la fuente; menores vertimientos líquidos.</li> <li>• Económicos: ingresos adicionales derivados por el aprovechamiento de la sangre.</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangrado de los animales mediante el uso de un cuchillo hueco “vampiro”.</li> <li>• Recolección de la sangre empleando recipientes en materiales higiénico-sanitarios.</li> <li>• Instalación de un túnel de sangrado a lo largo del riel por donde se transportan las canales.</li> <li>• Instalación de un drenaje de dos vías en el área de degüello para la separación de la sangre y las aguas de lavado.</li> </ul>

**Ilustración 5-3.** BPM a través de la recuperación de sangre en el faenamiento del ganado.

Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005

- **Ahorro de agua:** La mayor generación de aguas residuales se debe a operaciones de limpieza durante el sacrificio, faenado de los animales y limpieza de equipos e instalaciones.

Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales: Reducción del consumo de agua y de los caudales de aguas residuales.</li> <li>• Económicos: Menores costos para tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Otros Mayor sostenibilidad en el uso del recurso hídrico.</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear un comité para la auditoría del consumo de agua.</li> <li>• Implantar un estricto barrido en seco antes del lavado con agua de las instalaciones.</li> <li>• Uso de equipos de presión para lavado de pisos y paredes.</li> <li>• Todas las mangueras deben contar con un dispositivo de cierre o pistola.</li> <li>• El primer enjuague de pisos y paredes debe realizarse con agua fría para evitar adherencias.</li> <li>• Estandarización de las operaciones de limpieza.</li> <li>• Capacitar y sensibilizar al personal sobre el buen manejo del recurso hídrico.</li> </ul>

**Ilustración 6-3.** Aplicación de BPM en camales mediante el ahorro de agua.

*Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005*

- **Mantenimiento preventivo:** Los equipos e instalaciones no se limitan a la corrección de fallas sino también a la prevención de las mismas. El mantenimiento preventivo se encamina a evitar posibles fallas en el funcionamiento de equipos e instalaciones que alteren a su vez el normal funcionamiento de la Planta.

Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientales: Reducción de residuos causados por tiempos muertos y por</li> <li>• Económicos: Menores costos de mantenimiento.</li> <li>• Otros: Mayor seguridad al interior de la planta.</li> </ul>
Implementación	<p>Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación periódica de techos, pisos, paredes y sistemas de iluminación.</li> </ul> <p>Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de planillas de inspección.</li> <li>• Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo.</li> <li>• Elaboración de hojas de vida de equipos.</li> </ul>

**Ilustración 7-3.** BPM mediante mantenimiento preventivo de instalaciones y maquinaria.

*Fuente. Programa Ambiental Nacional ANAM-PAN-BID, 2005*

- **Reuso:** Las medidas de recirculación de materiales en un camal está relacionada con el aprovechamiento de las aguas lluvias. Estas pueden recircularse a través de canaletas instaladas alrededor de techos que las conduzcan a un reservorio, desde donde se impulse con una bomba a los sitios donde sean requeridas, pueden aprovecharse en el lavado de las áreas sucias, de utensilios que no entren en contacto directo con las carnes y de vehículos.
- **Reciclaje:** Reciclaje de subproductos como: el estiércol y rumen son valorizados mediante compostaje y obtener fertilizantes y mejoradores de suelos. También se puede implementar para el manejo de subproductos, es su ensilaje, para el cual se utiliza tanques de polipropileno o de concreto, preferiblemente enterrados a ras de piso, este sistema tiene como limitante los grandes volúmenes que se generan diariamente en los camales.

### 3.2.1.2. *Propuestas para optimización en el proceso de faenamiento*

Dentro de la optimización del proceso de faenamiento de bovinos del CMR podemos aplicar lo que se detalla a continuación:

- **Manejo de la higiene de la sangre**

Semanalmente se producen un promedio cerca de 11647 litros de sangre, este subproducto es importante porque sirve de materia prima para productos alimenticios. Por lo cual la recogida de la sangre debe ser adecuada para lograr un mejor aprovechamiento de la misma y en condiciones más higiénicas.

**Tabla 1-3.** Volumen de Sangre por semana

Tipo de ganado	Animales Faenados / Semana	Sangre (L)
Bovino	540	11627

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

En el CMR la actividad de recolección de la sangre se describe a continuación: el matarife clava un fino cuchillo en el corazón para el desangrado del animal, la sangre por gravedad cae en una artesa (piscina de desangre), que frecuentemente se mezcla con el contenido ruminal expulsado por el animal. Para evitar que la sangre se pegue al piso se mantiene abierta la manguera de agua durante toda la jornada, lo que eleva el consumo de agua y a su vez se contamina la sangre

La Sangre contaminada con material ruminal y agua se transporta a la fábrica de sangre para su procesamiento. Se muestra en la fotografía 1-3. Como la sangre desborda y contamina las áreas contiguas.



**Fotografía 1-3.** Área de sangrado

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Para evitar el excesivo consumo de agua, se debería implementar un rediseño del área de sangrado, con las características necesarias que eviten que la sangre se adhiera, por ejemplo; debe tener una superficie lisa impermeable, con materiales que se pueden aplicar como losas, acero inoxidable u hormigón liso. Esto permite mayor higiene y un mejor aprovechamiento de este residuo, que según el número de animales faenados puede ser una cantidad considerable.

También la aplicación del cuchillo ahuecado, efectuando en el bovino una incisión en la región pre-escapular (región anterior del brazo) hacia los grandes vasos sanguíneos del animal, previo el lavado y enjuague de la zona con agua. A su vez el cuchillo está conectado a una manguera de plástico con un tanque y una bomba succionara la sangre del animal.



**Fotografía 2-3.** Cuchillo hueco  
Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

- **Consumo de agua**

Durante todo el proceso el recurso hídrico es utilizado en exceso, lo que refleja el alto endeudamiento del CMR a la empresa de agua potable, por lo que se requiere optimizar la utilización del agua, ya que es fuente vital. Recalcando que desde el mes de Enero del 2016 se incrementó el valor de consumo de agua potable a 1 \$ / m<sup>3</sup>.

**Tabla 2-3.** Consumo y costo mensual del agua del proceso de faenamiento de bovinos

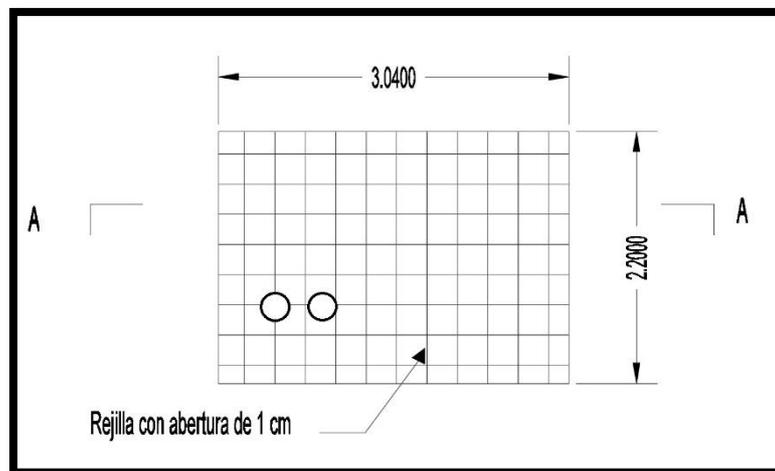
n	ETAPA	Volumen Diario Promedio (m <sup>3</sup> )	Volumen Mensual Promedio (m <sup>3</sup> )	Costo Mensual (\$)
1	Izado	4,84	106,48	106,48
2	Desangrado	11,84	260,48	260,48
3	Preparativo 1	6,93	152,46	152,46
4	Preparativo 2	5,83	128,26	128,26
5	Descuerado	7,57	166,54	166,54
6	Evisceración	5,17	113,74	113,74
7	Revisión de vísceras	3,80	83,60	83,60
8	Corte	1,21	26,62	26,62
9	Lavado	13,69	301,18	301,18
10	Sala de subproductos	1,81	39,82	39,82
11	Oreo	7,15	157,30	157,30
	TOTAL	69,84	1536,48	1536,48

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

### Planteamiento del rediseño del área de desangrado

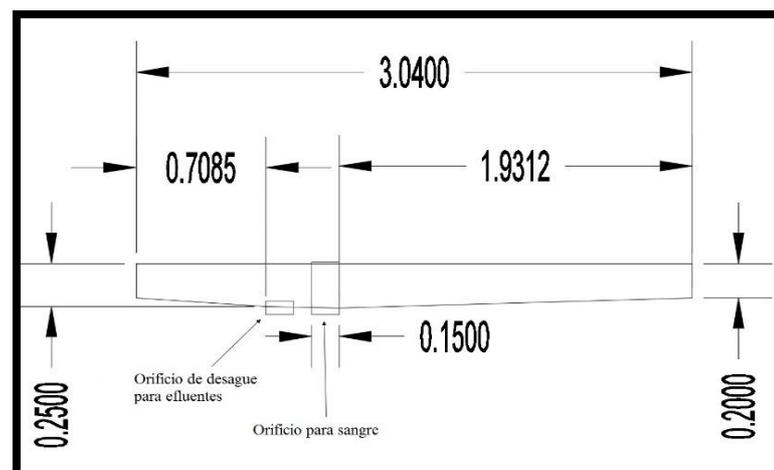
Al readecuar el espacio de desangrado no solamente se va a recolectar la sangre de manera adecuada e higiénica sino también se va a disminuir el consumo de agua. Para ello se propone el siguiente diseño del área para desangrado:

- Una rejilla en acero inoxidable que ocupe toda el área rectangular de desagrado de medidas de ancho 2,20 m y longitud de 3,04 m. Con separación entre varillas de 1 cm como se muestra en la figura 2-3. Con profundidad de 25 cm y además con inclinación para que por gravedad se pueda evacuar efluentes por el orificio de desagüe como se indica en la figura 3-3.



**Figura 2-3.** Vista superior del área de desangrado

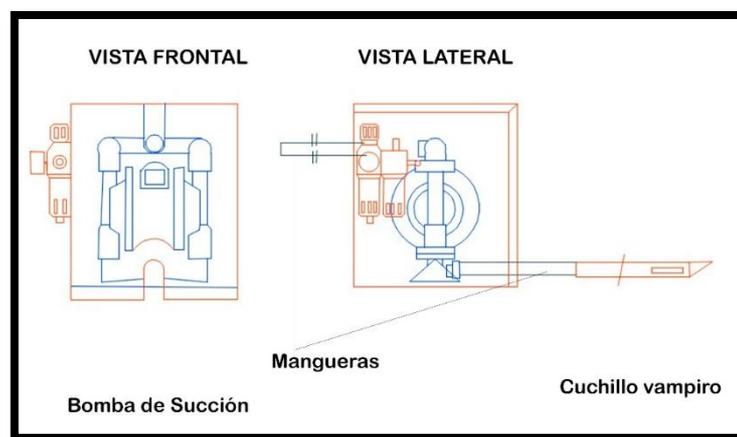
Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016



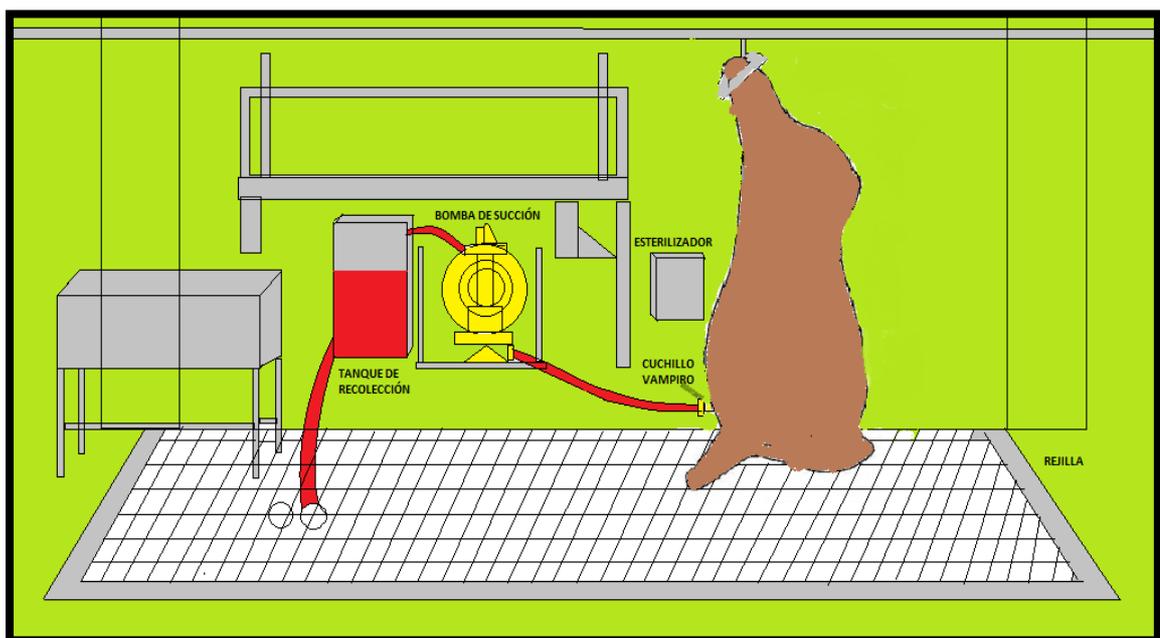
**Figura 3-3.** Vista lateral del Área de desangrado

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

Para evitar el consumo innecesario del recurso hídrico es recomendable la utilización de un sistema de extracción de sangre del animal para disminuir el tiempo de desangramiento, optimizar el tiempo en proceso. Este propósito consiste en: el uso del cuchillo hueco, que se inserta en la región pre-escapular (región anterior del brazo) para el sangrado del animal. A su vez el cuchillo está conectado a una manguera de plástico a un tanque y a una bomba de succión que mediante aspiración se obtiene la sangre del animal, que a su vez está conectado por medio de una manguera sanitaria y flexible que conduce la sangre hacia un recipiente de 100 Litros succionado por una bomba, y que será enviada a través del orificio de sangre que llega finalmente un contenedor en la fábrica.



**Figura 4-3.** Esquema del equipo desangrador de bovinos  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*



**Figura 5-3.** Esquema del rediseño del Área de Desangrado  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Con la implementación de las adecuaciones del área de desangre y el equipo de desangrado se proyecta disminuir en un 30% del consumo global por mes y a su vez por su directa proporcionalidad con el costo también sería de un 30% la reducción del costo mensual en el agua potable. Además se deberá aplicar entrenamiento y capacitación a todo el personal que trabaja en la línea de faenamiento de bovinos con el fin de reducir los tiempos muertos, y mejorar la eficiencia productiva

Principalmente las áreas que se beneficiarían con la reducción del consumo de recurso hídrico son: izado, desangrado, preparativo lavado y oreo.

**Tabla 3-3.** Proyección de la reducción por etapa de volumen y costo mensual de agua

N	Etapa	Porcentaje de reducción del consumo de agua (%)	Volumen mensual (m <sup>3</sup> )	Costo mensual (\$)
1	Izado	50	53,24	\$ 53,24
2	Desangrado	90	26,05	\$ 26,05
3	Preparativo 1	80	30,49	\$ 30,49
4	Preparativo 2	80	25,65	\$ 25,65
5	Descuerado	50	83,27	\$ 83,27
6	Evisceración	-	106,48	\$ 106,48
7	Revisión de vísceras	-	260,48	\$ 260,48
8	Corte	-	152,46	\$ 152,46
9	Lavado	30	210,83	\$ 210,83
10	Sala de cabeza	-	39,82	\$ 39,82
11	Oreo	50	78,65	\$ 78,65
	Total		1067,42	\$ 1.067,42

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

**Tabla 4-3.** Porcentaje de reducción mensual de consumo y costo de agua

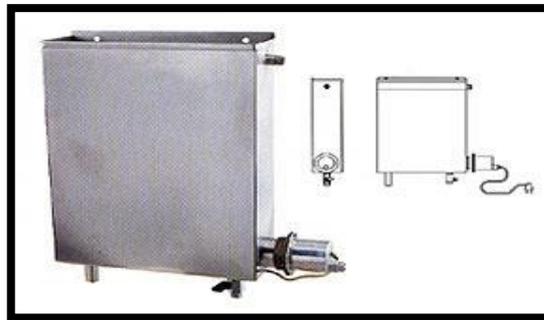
Volumen mensual actual (m <sup>3</sup> )	Costo mensual (\$)	Volumen mensual reducido (m <sup>3</sup> )	Costo mensual reducido (\$)	Porcentaje de reducción de gasto de agua (%)	Porcentaje de reducción de Costo mensual (%)
1536,48	\$ 1.536,48	1067,418	\$ 1.067,42	30,53	30,53

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

Con la implementación de las adecuaciones del área de desangre y el equipo de desangrado se proyecta disminuir en un 30% del consumo global por mes y a su vez por su directa proporcionalidad con el costo también sería de un 30 % la reducción del costo mensual en el agua potable.

- **Disminución de la contaminación en el proceso de faenamiento**

El matarife antes de practicar las incisiones de desangrado, se aconseja desinfectar la hoja del cuchillo que se va a utilizar, a fin de eliminar contaminaciones bacterianas. La contaminación bacteriológica que existe en las hojas de los cuchillos, se elimina por inmersión en agua a 82 ° C durante un segundo en ausencia de grasa y proteína procedente de las canales. Cuando el cuchillo contiene estos restos, es necesario limpiarlos antes de la higienización, con insistencia en la zona que se une la cuchilla y mango, donde más se acumula restos que presentan bacterias. Por lo que es ideal la instalación de al menos en los puntos con mayor trabajo con cuchillos un esterilizador de cuchillos, como son las áreas de desangrado y preparativos pre-descuerado.



**Fotografía 3-3.** Esterilizador de Cuchillos  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

En cada acceso al proceso debe existir un pelduvio que permita la desinfección de las botas del personal que realiza actividades dentro y fuera de la nave principal del faenamiento como es el operario que transporta las cabezas, patas y colas; los operarios que llevan los cueros a la sala de subproductos. Para abaratar costos y por fácil adquisición se recomienda emplear agua con cal.

### **3.2.1.3. Análisis y discusión de resultados**

Finalizado el estudio técnico para la caracterización del proceso de faenamiento de bovinos del CMR:

Se realizó la medición de pesos de los bovinos, desde que llegan (en pie) hasta como producto final (peso de canal) para machos el peso promedio fue de 364 Kg dependiendo de la raza y crianza parámetros manejados más a fondo por un ingeniero zootecnista; mientras en hembras fue de 322 Kg. En cuanto al rendimiento de peso de canal por peso en pie de res fue para machos y hembras de 67,93% y 65,31% respectivamente. Además del subproducto a considerar dentro del proceso de

faenamiento fue la sangre que tuvimos un promedio de 19,75 Kg/animal, importante por su finalidad para elaborar productos alimenticios humanos y animales.

Se identificó el excesivo consumo de agua, mediante cálculo, en promedio se consume 651,85 L/bovino, y por jornada de trabajo se gastan en promedio 69,76 m<sup>3</sup>. Se genera mayor consumo en porcentaje en la etapa de lavado con un 20% y en el desangrado con un 17%, donde el desangrado es la etapa que presenta soluciones factibles mediante la implementación de nuevas tecnologías y técnicas del proceso como son, entrenamiento de los nuevos operadores y capacitaciones in situ. Ya que al disminuir el gasto en estas áreas se soluciona las etapas adyacentes, disminuye la contaminación por fluidos de los animales, además que la propuesta refleja a futuro disminuir tanto consumo y costo en un 30,53% del gasto de agua actual.

En la medición de tiempos, el tiempo productivo en faenar de principio a fin un animal es de 13,38 minutos; pero existe un tiempo muerto de 37,10 min lo que da un total de 50,48 min. El tiempo muerto se da principalmente en el izado, en el corte de canales y en el lavado donde existe acumulación de canales. Se recomienda que desde el noqueo al desangrado máximo transcurra un minuto antes que el animal pueda recobrar la conciencia pero en el faenamiento se da un tiempo de 5,03 minutos por lo que sobrepasa y es por ello que se da un sufrimiento del bovino. Los tiempos muertos se producen en primera causa por la inexperiencia y falta de capacitación de nuevos operarios, y por el cumplimiento de múltiples tareas de un mismo operador.

### **3.3. Proceso de Producción**

#### **3.3.1. *Faenamiento de ganado bovino***

Los animales deben tener un trato especial antes del sacrificio para garantizar una buena calidad de la carne, motivo por el cual se deben tener en cuenta las siguientes actividades:

##### **3.3.1.1. *Transporte a sacrificio***

No debe superar las ocho horas de viaje del animal, las densidades de carga así como las condiciones del vehículo. Todo vehículo utilizado para el transporte de ganado destinado al sacrificio debe tener una ventilación adecuada, un piso antideslizante y un drenaje apropiado. Las superficies de los costados deben ser lisas, y sin protuberancias ni bordes afilados. Ningún vehículo debe ser completamente cerrado (Chambers & Grandin, 2001).

### 3.3.1.2. *Recepción del ganado*

La recepción del ganado en la planta de sacrificio comprende las siguientes actividades:

#### a. **Desembarque**

Los animales son descargados inmediatamente después de su llegada, para esto se utilizan rampas con pendiente de 45°.



**Fotografía 4-3.** Descarga de animales de los camiones

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

#### b. **Conducción y estadía en los Corrales**

Los animales son conducidos a los corrales de reposo, los cuales disponen agua limpia para que los animales puedan beber, con suelos de superficie antideslizante, en el CMR dichos espacios están al aire libre.

#### c. **Inspección Ante-mortem**

Una vez que los animales se han recuperado de la fatiga del viaje y se encuentran en reposo, se realiza la inspección ante-mortem por el veterinario de turno. Si hay algún animal sospechoso o enfermo, es conducido a un corral de aislamiento y esperar el dictamen del veterinario. Si se requiere efectuar un sacrificio de emergencia, este debe ser realizado en la sala de sacrificio.

### 3.3.1.3. *Sacrificio del ganado*

#### a. **Aturdimiento**

El animal ingresa al cajón de aturdimiento, el mismo que es lo suficientemente angosto para evitar que el animal dé la vuelta, y ligeramente más elevado del suelo. Donde con la ayuda de una pistola neumática se noquea al bovino incitando a la pérdida de la conciencia del animal.

Con la insensibilización se busca que el animal no sufra durante el proceso del desangrado y se logra una relajación completa del cuerpo sin paralizar el corazón, el cual continúa bombeando sangre, para favorecer la evacuación de la sangre.



**Fotografía 5-3.** Caja de aturdimiento para bovinos  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

#### **b. Desangrado**

Provoca la evacuación de la sangre del cuerpo del animal, mediante una incisión de un fino cuchillo debajo del brazo al corazón. Una buena sangría favorece la evacuación de la mayor cantidad de sangre del cuerpo del animal, prolongando de esta manera la vida útil de la carne.



**Fotografía 6-3.** Degüello y sangrado de animales  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

#### **3.3.1.4. Proceso de faenamiento de ganado bovino**

La sala de sacrificio y el personal, dispone de maquinaria, equipos y utensilios necesarios, para efectuar un correcto faenado de los animales y preservar la calidad de la carne.

Las operaciones del faenado del ganado bovino comprenden, entre otras las siguientes actividades:

**a) Corte de la cabeza y las extremidades**

Luego que se ha realizado el desangrado, se corta la cabeza del animal al nivel de la articulación atlanto-occipital. Las extremidades se cortan a nivel de las articulaciones del carpo y tarso, procedimiento que se realiza con la ayuda de un cuchillo, posteriormente son transportadas a la sección respectiva para su inspección y proceso.

**b) Descuerado**

El descuerado consiste en retirar la piel del cuerpo del animal, actividad que se realiza por etapas, iniciando por las partes de piel que han dejado el corte de la cabeza y las extremidades. La primera etapa del desuello la realiza el operario mediante el uso de cuchillos. En esta etapa del faenado, se realiza el corte y ligado del recto con el uso de bolsas especiales. La piel de la zona dorsal del animal se retira mediante una máquina especial llamada desollador de rodillo, el mismo que tira de la piel verticalmente hacia abajo y las separa de la canal. Los operarios deben vigilar e intervenir con la ayuda de un cuchillo en caso de que fuese necesario para que no resulte dañada la canal ni la piel.



**Fotografía 7-3.** Desollado mecánico  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

**c) Apertura torácica abdominal**

Para este efecto se realiza una incisión en la parte blanda del pacho y se introduce una sierra eléctrica con mucho cuidado para no cortar los estómagos del animal y provocar la salida de materia fecal que puede contaminar la carne.

#### **d) Evisceración**

Consiste en separar del animal los órganos genitales y las vísceras blancas y rojas.

#### **e) Separación de Vísceras**

Mediante esta operación se retira la víscera blanca (panza, redecilla, libro y cuajar) se efectúa practicando una incisión en la línea media ventral, luego se desprende el recto que ha sido previamente incidido en la primera etapa del desuello, y se desprende la víscera a lo largo de la columna vertebral

Y también el conjunto de órganos conformados por hígado, corazón, pulmones, brazo tráquea y esófago, seccionando con un cuchillo el músculo que está dividiendo la cavidad torácica de la cavidad abdominal. La Víscera Roja se inspecciona, se lava y se colocan en mesas de acero inoxidable.

#### **f) Corte de la Canal**

Una vez retiradas las vísceras, se procede a la división de la canal en dos medias canales, seccionando la columna vertebral por su línea media con la ayuda de sierra de cinta.

#### **g) Lavado final**

Se practica mediante agua potable a presión, que permite retirar las suciedades que hayan podido impregnar la canal durante el proceso de faenado, además de manchas de sangre u otros agentes. El lavado de la canal no solo favorece la limpieza de la misma, sino que también ayuda a hidratar la carne, lo cual disminuye las pérdidas de peso durante la refrigeración y el oreo.

#### **h) Oreo y Pesado**

Las canales en la sala de oreo se disponen luego del lavado, posteriormente se pesa la canal para embarcar a los camiones distribuidores, por lo que se recomienda llevar la carne lo más pronto posible a los expendios para su deshuese y almacenamiento en las neveras de refrigeración o congelación.



**Figura 6-3.** Diagrama de bloques del proceso de faenamiento de bovinos CMR  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

### **3.4. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.**

Al encontrarse recientemente remodelado el CMR, este requiere de modificaciones para tener las condiciones deseadas para que se logre cumplir con la optimización del proceso de faenamiento de bovinos y a su vez el mantenimiento de los equipos e infraestructuras que se encuentran instaladas actualmente, generando de esta manera gastos por la adquisición de equipos, mano de obra para la puesta en marcha y para la modificación y adaptación de componentes necesarios para la implementación de un rediseño del área de sangrado y un equipo desangrador de animales como: una bomba de succión, un kit de succión, una rejilla de acero inoxidable, esterilizador de cuchillos, cuchillo vampiro y mangueras.



**Ilustración 8-3.** Equipos requeridos para la optimización  
*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

La línea de faenamiento de bovinos cuenta con las siguientes unidades accesorias que permiten dar cumplimiento a la calidad deseada de faenamiento:

- Pistola Neumática
- Ganchos y tecles
- Cuchillos multiusos
- Sistema de descuerado
- Sierra sin fin para corte de esternón
- Sierra de cinta para división de canales
- Carretillas para transporte de vísceras
- Carretillas para transporte de cueros, patas y cabezas

### 3.5. Análisis de Costo/beneficio del proyecto

**Tabla 5-3.** Inversión de la propuesta del mejoramiento del proceso de faenamiento de bovinos

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	VALOR
<b>PISCINA</b>					
1	EXCAVACIÓN	m3	1,70	20	34,00
2	HORMIGÓN DE 210 Kg/cm2	m3	0,15	82	12,30
3	REJILLA ACERO INOXIDABLE 704	m2	6,00	100	600,00
4	MANO DE OBRA	U	2,00	40	80,00
					<b>726,30</b>
<b>KIT DE SUCCIÓN</b>					
1	SOPORTE	m2	1,00	20	20,00
2	BOMBA DE SUCCIÓN	U	1,00	2600	2600,00
3	CUCHILLO PARA DESANGRAR (HUECO)	U	1,00	35	35,00
4	TUBERÍA FLEXIBLE Y SANITARIA 3/4"	m	6,00	66,66	399,96
5	ACCESORIOS PARA TUBERÍA	U	5,00	20	100,00
6	MANO DE OBRA	U	2,00	40	80,00
					<b>3234,96</b>
<b>PELDUVIOS</b>					
1	EXCAVACIÓN	m3	0,04	20	0,72
2	HORMIGÓN DE 210 Kg/cm2	m3	0,01	82	0,82
3	CAL	Kg	4,00	0,35	1,40
4	MANO DE OBRA	U	2,00	40	80,00
					<b>82,94</b>
<b>ESTERILIZADOR DE CUCHILLOS</b>					
1	ESTERILIZADOR DE CUCHILLOS	U	3,00	220	660,00
2	ACCESORIOS DE INSTALACIÓN	U	4,00	15	60,00
3	MANO DE OBRA	U	1,00	40	40,00
					<b>760,00</b>

<b>SUB TOTAL</b>	<b>4804,20</b>
<b>15% INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	720,63
<b>TOTAL</b>	<b>5524,83</b>

**OBSERVACIONES**

SON: CINCO MIL QUINIENTOS VEINTE Y CUATRO DÓLARES CON OCHENTA Y TRES CENTAVOS

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

**Tabla 6-3.** Inversión de la construcción de un sistema de refrigeración atmosférica tradicional

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	VALOR
<b>SISTEMA FRIGORÍFICO</b>					
1	RE DISEÑO ESTRUCTURAL	m <sup>2</sup>	180	35	6300
2	ESTRUCTURA DE ACERO PARA REFUERZO	m <sup>3</sup>	45	45	2025
3	HORMIGÓN DE 210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	145	82	11890
4	TECHADO	m <sup>2</sup>	180	70	12600

<b>SUB TOTAL</b>	<b>32815</b>
<b>15% INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	4922,25
<b>TOTAL</b>	<b>37737,25</b>

**OBSERVACIONES**

SON: TREINTA Y SIETE MIL SETECIENTOS TREINTA Y SIETE DÓLARES CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS

*Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016*

En vista de que los costos de adecuación de la zona de oreo del Camal son muy altos; de tal manera que el lugar sea alto en relación con su anchura y el techo tenga una forma que contribuya a que se produzca un movimiento ascendente del aire que permita extraer la humedad de las canales, adicionalmente se requiere verter constantemente agua fría, para favorecer el enfriamiento de la carne por evaporación. Al realizarse el faenamamiento en horas de la mañana y el despacho de la carne es en máximo 4 horas, no es viable la implementación del sistema debido a la necesidad de refrigeración requerida por el producto, a su vez se debe considerar los factores atmosféricos que afectan el sistema de enfriamiento propuesto debido a la ubicación actual del Camal ya que al ubicarse en una zona poblada esta genera mayor contaminación y los gastos reflejados involucran una alta inversión siendo en tal caso recomendable y factible el estudio para la re ubicación y construcción de un nuevo camal.

### 3.6. Cronograma de ejecución del proyecto

**Tabla 7-3.** Cronograma de trabajo por objetivos

ACTIVIDADES	TIEMPO															
	1ER MES				2DO MES				3ER MES				4TO MES			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recopilación de información	■	■	■	■	■	■	■	■								
Elaboración del anteproyecto	■	■														
Identificación del estado actual del Camal		■	■													
Presentación y aprobación del anteproyecto				■	■	■										
Recolección de datos por muestreo							■	■	■	■						
Análisis y tabulación de información											■	■				
Elaboración de borradores											■	■	■			
Correcciones del borradores														■	■	
Presentación del trabajo final																■
Defensa y finalización del trabajo de titulación																

Elaborado por. SUÁREZ, Yanick, 2016

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.7. Conclusiones

- Mediante el levantamiento y caracterización del proceso industrial de la línea bovina del CMR se identificó las condiciones relevantes que forman parte del proceso: las personas que componen la línea de faenamiento son 13 personas, un técnico y un sobrestante. El principal consumidor de la carne de res es la población de ciudad de Riobamba y en general cantones aledaños, otro mercado importante es la ciudad de Guayaquil. El faenamiento utiliza un sistema aéreo es decir el animal recorre colgado a través de rieles para ir siendo procesado en cada etapa del sacrificio, el proceso no es automatizado en mayor parte es manual por lo que requiere esfuerzo físico. La jornada de trabajo son cinco días a la semana durante 8 horas de trabajo donde se faenan un promedio de 120 reses diarias. Además el personal debe estar entrenado y capacitado para poder desempeñar eficientemente con cada una de sus actividades de manera que pueda cumplir con los parámetros estipulados en la Norma INEN 1218 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS FAENAMIENTO.
- Se identificó el incumplimiento con la norma INEN 1218 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS FAENAMIENTO en las etapas de: inspección y reposo, baño ante mortem, noqueo, izado, desangrado, degüelle-corte de extremidades, preparativo y descuerado, evisceración y oreo, ya que existe deficiencias en el las etapas mencionadas, porque existe un mínimo control del proceso, la falta de técnica y falta de capacitaciones para los operarios. Y mediante el cálculo de ingeniería se determinó el excesivo consumo de agua, la existencia de tiempos muertos, los pesos de cada componente del animal que es separado en las diferentes etapas.
- La línea de bovinos que se lleva a cabo en el camal consta de 14 etapas: recepción del animal que permanece 12 horas antes del faenamiento, inspección y reposo mediante un examen visual del estado físico del animal, baño ante morte para la eliminación de suciedad presente en el cuerpo de los animales, noqueo o aturdimiento del animal, izado mediante un gancho para elevar al animal, desangrado mediante un corte en el costado izquierdo del corazón, degüelle y corte de extremidades empleando un cuchillo para la remoción, preparativo y descuerado empleando cuchillos para el desprendimiento total de la piel, evisceración y retiro de vísceras para separar de los animales los órganos genitales y vísceras blancas y rojas, revisión de vísceras, corte de canales, lavado de canales con agua potable a presión y finalmente el oreo en donde permanecen los canales para su posterior distribución, cumpliendo de esa forma el proceso de faenamiento.

- Las variables identificadas en la caracterización de proceso industrial de la línea de bovinos son: el peso del animal, el caudal de agua consumida y el tiempo en el que se lleva a cabo cada etapa del proceso.
- Efectuados los cálculos de ingeniería para los balances de masa del proceso industrial de la línea de bovinos se determina el peso de las vísceras y el de los canales determinando a su vez el rendimiento en peso de los animales donde los machos presentan un mayor valor de 67,93% y para las hembras el 65,31% establecido en la tabla 5, aparte el ingreso de agua al proceso de 651,85 Litros/bovino. Y salida de proceso de sangre en promedio de 19,75 Litro/bovino como subproducto a considerar importante por su utilidad alimentaria.
- El mayor consumo de aguas se debe a operaciones de limpieza durante el sacrificio, faenado de los animales y operaciones de limpieza de equipos e instalaciones debido a la generación de salpicadura y derrame de sangre y residuos ruminales que se generan en el proceso con un valor del 15%, siendo este el punto crítico que debe solucionar mediante la implementación de la propuesta que se basa en la implementación de un sistema de succión y bombeo de sangre para disminuir el consumo de agua en un 30,53% y mejorar la calidad de la sangre para poder tratarla posteriormente logrando generar un ingreso adicional para el camal municipal.
- Al realizar la adecuación de la piscina y pelduvios, implementación del kit de succión y esterilizador de cuchillos tiene un costo de \$ 5524,83 costo que incluye los materiales de instalación y mano de obra, este valor es recompensado ya que el costo de inversión será recuperado en un año ya que se ahorra un valor de \$ 5628,74 y se beneficia la producción ya que existe una mejora en la esterilización de los productos generados en el proceso.

### **3.8. Recomendaciones**

Al finalizar el estudio se recomienda:

- La limpieza de los corrales en específico del estiércol se debería realizar en seco, que disminuye considerablemente el gasto de agua. Si un caso el estiércol esta adherido al piso, se puede raspar con una espátula para recogerlo. Y en el caso de que esté húmedo, es recomendable, una limpieza final con aserrín, como material absorbente para retirar al máximo el estiércol.
- Implementar el kit de succión de sangre en el proceso de faenamiento para reducir el excesivo uso del recurso hídrico y evitar la contaminación de los productos secundarios.

- Capacitar de forma constante a los operadores encargados del proceso de faenamiento para así evitar accidentes debido a la manipulación de los animales y maquinaria con la finalidad de disminuir los tiempos muertos agilizando el proceso.
- Al ingresar a la planta, los trabajadores deberán desinfectar sus botas en los pelduvios y lavar sus manos con agua limpia, jabón líquido. Esta operación debe repetirse cada vez que el operario deba retirarse e ingresar a la planta durante la jornada laborable
- En caso de la implementar el equipo de desangramiento, se deberá desinfectar el cuchillo vampiro cada vez que se desangre a un animal.
- Todo el material, equipo e instalaciones (sierras, cuchillos, ganchos, paredes, pisos), al final de la jornada de trabajo, deben ser lavados y desinfectados. Los operarios, después de cada desollado, deben lavar sus manos y desinfectar el cuchillo utilizado.
- Controlar el ingreso al Camal de sólo personal autorizado.
- Elaboración de formatos para el registro y control del consumo de agua, de los pesos por cada animal que se faenen en CMR.
- Se debe realizar el baño ante- mortem en la manga que conduce de los corrales a la caja de aturdimiento.
- Se debe observar que no exista congestión en la línea de faenamiento del sistema de rieles, para no producir contaminación cruzada por el contacto entre canales. En el área de oreo debe existir una separación prudente entre las canales para evitar su contaminación

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **4.1. Libros**

- Chambers, P., & Grandin, T. (2001). Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado. Washington DC.
- Falla, H. (2006). Manual Básico de Tecnología de Carnes.
- Falla, H. (2007b). Reciclaje de residuos y desechos de las industrias cárnicas y lácteas.
- Hernández, R. etl. (2010). Metodología de la Investigación (5ª ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Himmelblau, D. (2002). Principios básicos y cálculo en Ingeniería Química (6a ed.). México: Pearson, Educación.
- López Vásquez, R. y Casp Vanaclocha, Ana (2004). Tecnología de mataderos. Madrid: Mundi Prensa.
- Narváez, P. (2014). Diseño conceptual de procesos químicos: Metodología con aplicaciones en esterificación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Perry, R. & Green, D (2010). Manual del Ingeniero Químico (6ª ed.). México: McGraw Hill.

### **4.2. Artículos electrónicos**

- ANAM. (Septiembre de 2005). Producción Más Limpia para el Sector de Beneficio de Ganado Bovino y Porcino. Panama, Panama.  
<http://documents.mx/documents/guia-de-plparaelsectordesgbp.html>
- El Comercio.com. (05 de 12 de 2013). Agrocalidad clausuró el camal Municipal de Riobamba. Recuperado el 27 de 09 de 2015, de El Comercio. com Ecuador ( 1 ) :  
<http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/agrocalidad-clausuro-camal-municipal-riobamba.html>
- FAO Food and Agriculture Organization. Decreto Supremo N° 502/C - Ley de mataderos. Registro Oficial N° 221, 7 de abril de 1964, págs. 1896-1898. Disponible en:  
<http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu7016.pdf>
- FAO Food and Agriculture Organization. Decreto Supremo N° 2.853 - Reglamento de la Ley sobre mataderos, inspección, comercialización e industrialización de la carne. Registro Oficial N° 677, 26 de enero de 1966, págs. 5325-5332. Disponible en:  
<http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu7027.pdf>

- FAO Food and Agriculture Organization. Decreto N° 3.873 - Reglamento sobre la Ley de mataderos. Registro Oficial N° 964, 11 de junio de 1996, págs. 3-17. Disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu7008.pdf>
- Gad Municipal Riobamba. (23 de 07 de 2014). Estructura Orgánica por Procesos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba. Recuperado el 30 de 09 de 2015, de Resolución Administrativa No. 2014-026-SEC: [www.gadmriobamba.gob.ec/.../52-a1-estructura-orgánica-funcional](http://www.gadmriobamba.gob.ec/.../52-a1-estructura-orgánica-funcional)
- Gad Municipal Riobamba, (17 de 10 de 2014). Municipio de Riobamba entregó instalaciones del camal frigorífico municipal. Recuperado el 2015 de 09 de 27, de Municipio de Riobamba: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/noticias/boletines-de-prensa/2-municipio-de-riobamba-entregó-instalaciones-del-camal-municipal-municipal>
- INEC. (2013). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2013. Recuperado el 30 de 09 de 2015, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac%202013/Infografia2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/Infografia2013.pdf)
- INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma 1218 (1985-02): Carnes y Productos Cárnicos Faenamamiento.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). Temas de Salud: Inocuidad de los alimentos. 2015. Consultado 27 de septiembre de 2015. Disponible en: [http://www.who.int/topics/food\\_safety/es/](http://www.who.int/topics/food_safety/es/)
- Revista Lideres. (15 de 03 de 2015). En ocho provincias se concentra el mayor consumo de cárnicos. Recuperado el 30 de 09 de 2015, de [revistalideres.ec](http://www.revistalideres.ec): <http://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-carnicos-ecuador.html>
- Veall, F. (1993). Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo. Recuperado el 28 de 09 de 2015, de Depósitos de documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO: <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/T0566S00.htm#TOC>

## **ANEXOS**

ANEXO I: Norma Técnica Ecuatoriana. INEN 1218 (1985-02): Carnes y Productos Cárnicos Faenamamiento.

ANEXO II: Proforma para la implementación de equipos para la optimización del proceso de faenamamiento de bovinos del CMR.

# ANEXO I



CDU: 637

AL 03.02-102

Norma Técnica Ecuatoriana	CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS FANEAMIENTO	INEN 1 218 1985-02
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el proceso de faenamiento de los animales de abasto.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p><b>2.1 Faenamiento.</b> Es todo el proceso ejecutado desde la matanza de los animales hasta su entrada a cámaras frigoríficas o su expendio con destino al consumo o industrialización.</p> <p><b>2.2 Matanza.</b> Es privar de la vida a un animal mediante un procedimiento higiénico, "humanitario" y autorizado para fines de consumo humano.</p> <p><b>2.3 Sangrado.</b> Es el acto o proceso por el cual se elimina la sangre del cuerpo del animal, mediante corte de los grandes vasos sanguíneos en el cuello.</p> <p><b>2.4 Inspector Sanitario.</b> El técnico debidamente capacitado, Médico Veterinario, que realiza las tareas de inspección sanitaria del ganado, para faenamiento de la carne y supervisión de higiene de la misma.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. PROCESO DE FAENAMIENTO</b></p> <p>3.1 Durante el proceso de faenamiento se seguirá el procedimiento siguiente:</p> <p>3.1.1 Los animales destinados al faenamiento serán sometidos a reposo de 24 horas ya una dieta hídrica de hasta 12 horas antes de su matanza.</p> <p>3.1.2 Pesaje del animal en pie.</p> <p>3.1.3 Examen ante mortem del animal, luego de lo cual pasarán a cuarentena, o pueden ser sacrificados inmediatamente de acuerdo al criterio del Inspector Sanitario.</p> <p>3.1.4 Ducha o lavado del animal, a fin de que éste ingrese a la matanza en condiciones higiénicas.</p> <p>3.1.5 En la matanza del animal, se aplicará un procedimiento de insensibilización o aturdimiento apropiado, como es la conmoción sin penetración en la cavidad craneana (shock eléctrico, pistola u otros). No se autorizarán los procedimientos que interfieran la respiración o buena sangría, como es la enervación con puntilla.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**3.1.6** El desangre debe ser en lo posible lo más completo, para lo cual el animal debe ser suspendido en una extremidad y debe cortarse la piel del cuello de manera que no se perjudique su presentación comercial (línea media). La sangre debe recogerse y manejarse higiénicamente.

**3.1.7** El proceso de faenamiento deberá efectuar personal debidamente calificado.

**3.1.8** El ritmo de trabajo con el que se insensibilice y sangre al animal, no debe ser más rápido que aquel con el que se realizan las ulteriores operaciones de faenamiento, a fin de evitar la acumulación de animales.

**3.1.9** El faenamiento debe efectuarse con el cuidado suficiente, a fin de garantizar la limpieza de la canal (carcasa) y evitar contaminaciones por contacto con paredes y pisos; el tiempo de este proceso no debe exceder de 30 minutos.

**3.1.10** Las operaciones de desarticulación, eviscerado, separación de canales, inspección sanitaria y clasificación, serán realizadas estrictamente en lugares técnicamente adecuados y fijos.

**3.1.11** Cabeza, menudencias y canal deben mantenerse separadas, asegurando una clara identificación de las partes que pertenecen a cada animal, hasta que termine la inspección post mortem con el dictamen correspondiente.

**3.1.12** Piel y extremidades deben ser retiradas inmediatamente de la nave de faenamiento y almacenadas provisionalmente.

**3.1.13** Glándulas mamarias lactantes o manifiestamente enfermas serán separadas inmediatamente del cuerpo del animal durante el faenado, sin abrir ningún conducto.

**3.1.14** La evisceración debe realizarse cuidadosamente a fin de evitar derrame de cualquier material proveniente del esófago, estómagos, intestinos, vesícula biliar, vejiga urinaria, útero y glándulas mamarias.

**3.1.15** Realizada la inspección sanitaria post mortem, el Inspector Sanitario emitirá su dictamen para el sellado correspondiente. Concluido el faenamiento, las canales y despojos deberán ser retirados de la sala de faenamiento.

**3.1.16** Las canales, previo registro de peso, entrarán en las áreas o espacios de almacenamiento, de refrigeración, deshuesado o corte, o serán transportadas a los sitios de consumo en carros refrigerados, para protegerse de la contaminación y deterioro. El medio de transporte debe ser exclusivo para esta clase de productos.

**3.1.17** En caso de retención del producto para una inspección posterior por parte de la autoridad competente, éstos deben estar en los locales destinados al tratamiento de carnes aceptadas condicionalmente, o en el digestor o incinerador.

**3.1.18** El contenido gastro intestinal podrá ser tratado industrialmente y recogido en estercoleros.

**3.1.19** Las glándulas de aprovechamiento opoterápicas podrán ser recolectadas y tratadas posteriormente en cámaras de congelamiento, para fines industriales.

*(Continua)*

**APENDICE Z****Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Jun/R, cts/ldt/2. Junta Acuerdo de Cartagena. *Norma y Programa Subregional Andino de Tecnicación, Higiene e Inspección Sanitaria del comercio de ganado bovino, para beneficio, mataderos y comercio de carne bovina*. 1ra Reunión de expertos en mataderos y comercio de carne bovina, en aspectos de tecnología y sanidad, Perú, 1981.

ANEXO II

CALVA BERMEO TITO FELICIANO

**CAMI**

INGENIERIA DE PROCESOS

DISEÑO - MANTENIMIENTO - REPUESTOS - MAQUINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES

¿Cuál es su requerimiento? CONSÚLTENOS !!!!

RUC. 1703906527001

Dirección: Orozco 27-02 y Pichincha

Telefax: 03 2954428

RIOBAMBA - ECUADOR

**PROFORMA**

Nº 000003260

Lugar y Fecha:

*Obja. Absil 11/2016*

Sr. (es)

*Sebastián Suárez*

RUC. / CI.

*0503787085*

Válido hasta:

Dirección:

*Ayacueho 7 f. Chimbazo*

Cant.	DESCRIPCION	V. Unit.	Valor Total
1	Bomba de succión CSP 50 l/min Pot 1HP 110-220V		2600
1	Kit de succión Profunda 25cm Tipo extensión Flexible		400
6	m <sup>2</sup> Hoja Acero Inoxidable 70c	100	600
	Calidez: 30 días Cafrebrro		

*[Firma Autorizada]*

FIRMA AUTORIZADA

Sub-Total \$ 3600  
 IVA Tarifa 0% \$  
 IVA Tarifa 12% \$ 3600  
 Importe del IVA \$ 432  
**TOTAL \$ 4032**