

Plantas de beneficio animal



Cuando proteges el agua, proteges la vida

Manual de Producción y Consumo Sostenible Gestión del Recurso Hídrico Plantas de beneficio animal

Convenio 1506 – 93

Aunar esfuerzos para el monitoreo y seguimiento a usuarios objeto de tasa retributiva y la infraestructura de descontaminación, que se enmarcan las políticas de GIRH, producción y consumo sostenible

Alejandro González Valencia Director General Corantioquia	Natalia Echavarría Nicolás Atehortúa Olga Tobón Investigación CNPMLTA
Juan David Ramírez Soto Subdirector Calidad Ambiental Corantioquia	Olga Tobón Textos Comunicaciones CNPMLTA Diseño y Diagramación
Diana Jaramillo Sebastián López Gómez Carlos David Rodríguez Edgar de Jesús Vélez Gloria Cecilia Araque Supervisores Convenio	Edgar Vélez Revisión

2016

Tabla de contenido

1	1. Introducción
3	2. ¿Qué es la producción y el consumo sostenible?
6	3. Marco jurídico
	3.1 Normatividad vigente aplicada al sector plantas de beneficio de reses, cerdos y aves
9	4. Estructura del sector en el departamento de Antioquia
	4.1 Plantas de beneficio de reses y porcinos
	4.2 Plantas de beneficio de aves de corral
11	5. Consumos de agua y generación de residuos
	5.1 Proceso de sacrificio de reses
	5.1.1 Generación de vertimientos y residuos sacrificio de reses
	5.2 Descripción de proceso de sacrificio de cerdos
	5.2.2 Consumo de agua y generación de vertimientos en sacrificio de bovinos y porcinos
	5.3 Descripción de proceso de sacrificio de pollos
	5.3.1 Indicadores de rendimiento en el proceso de sacrificio de pollos
	5.3.2 Consumo de agua en plantas de beneficio de pollos
	5.3.3 Vertimientos y generación de residuos
39	6. Opciones de mejora agua y residuos
	6.1 Buenas prácticas operativas
	6.1.1 Prevención de la contaminación
	6.1.2 Diseñar un programa de monitoreo y ahorro de agua
	6.1.3 Equipar las mangueras con boquillas o pistolas de presión para reducir las pérdidas de agua cuando éstas no están en uso.
	6.1.4 Instalación de hidrolavadoras de presión para la mejora de la eficiencia del proceso de limpieza, equipadas con una combinación de agua caliente, detergente y alta presión
	6.1.5 Reducción del uso del agua en corrales
	6.1.6 Limpieza de panzas y recolección del contenido de las tripas en seco
	6.1.7 Recolección en seco de los residuos sólidos caídos al piso durante el beneficio.
	6.1.8 Usar sistemas de pedal o control automático para operar el flujo de agua en lavamanos.
	6.2 Manejo de subproductos y generación de desechos

6.2.1 Instalación de drenajes apropiados con mallas o trampas para prevenir que los materiales sólidos entren al efluente.

6.2.2 Separar la sangre de la corriente de efluentes.

6.3 Tecnologías limpias

6.3.1 Modificación del sistema de escaldado.

6.3.2 Utilización de energía solar para procesos de calentamiento (Precalentamiento del agua de caldera, lavado de áreas, etc.).

6.3.3 Manejo de la sangre que será utilizada para fines de fabricación.

6.3.4 Uso de estiércol y aguas residuales para la generación de biogás.

62

8. Anexos

8.1 ANEXO 1. Plantas de beneficio municipales registradas en Ee Invima

8.2 ANEXO 2. Normatividad vigente en aguas residuales

8.2 ANEXO 3. Módulos de consumo y factor de vertimiento

76

7. Bibliografía

Listado de Tablas y Figuras

TABLAS

9	4.1	Clasificación de las plantas de beneficio en Colombia
11	4.2	Plantas de beneficio de aves en municipios de jurisdicción de Corantioquia
12	5.1	Descripción del proceso de sacrificio de reses
16	5.2	Aporte de carga orgánica por etapa del proceso – sacrificio reses
17	5.3	Volumen de sacrificio de las plantas visitadas que aportaron información
19	5.4	Producción de residuos y subproductos/mes sacrificio de reses (estimados a partir de indicadores – tabla 5.2)
20	5.5	Descripción del proceso de sacrificio de cerdos
22	5.6	Aporte de carga orgánica por etapa del proceso – sacrificio cerdos
24	5.7	Producción de residuos y subproductos/mes sacrificio de cerdos (estimados a partir de los indicadores tabla 5.6)
27	5.8	Indicadores de consumo de agua por unidad de producción – bovinos
27	5.9	Indicadores de consumo de agua por unidad de producción (bovinos y porcinos)
28	5.10	Consumo de agua en las plantas de sacrificio que aportaron información
29	5.11	Valores de referencia mataderos
30	5.12	Consumo de agua por área
32	5.13	Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial (sin sistema de tratamiento)
32	5.14	Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial (sin sistema de tratamiento)
32	5.15	Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial (después del sistema de tratamiento)
33	5.16	Indicadores de concentración en los vertimientos de las plantas en municipios antioqueños
34	5.17	Descripción del proceso de beneficio de pollos
37	5.18	Consumos de agua planta de beneficio de pollos en Barbosa
38	5.19	Caracterización típica del vertimiento de una planta de beneficio de pollos
38	5.20	Vertimientos de aguas residuales de plantas de beneficio de aves de corral
40	6.1	Recomendaciones para la prevención de la contaminación del vertimiento
44	6.2	Ahorro de agua estimado por uso de pistolas industriales
55	6.3	Uso comparativo de agua para sistemas de escaldado de cerdos
56	6.4	Usos de la sangre entera para consumo animal
65	8.1	Límites permisibles beneficio dual de porcinos y reses y beneficio aves de corral
75	8.2	Formato registro datos del vertimiento y producción

FIGURAS

- 4 2.1 Articulación entre la política de producción y consumo sostenible con las demás políticas ambientales y sectoriales
- 5 2.2 Estrategias de la política de producción y consumo sostenible
- 6 3.1 Marco jurídico general
- 10 4.1 Clasificación plantas de beneficio – diagnóstico
- 12 5.1 Diagrama de flujo de producción de carne de res
- 14 5.2 Rendimiento del proceso de producción de carne de res
- 18 5.3 Generación de residuos y efluentes en el sacrificio de reses
- 18 5.4 Aporte de carga orgánica a las aguas residuales – sacrificio de reses
- 19 5.5 Diagrama de flujo del proceso de sacrificio de cerdos
- 21 5.6 Rendimiento del proceso de producción de carne de cerdo
- 23 5.7 Generación de residuos y efluentes en el sacrificio de cerdos
- 24 5.8 Aporte de carga orgánica a las aguas residuales – sacrificio de cerdos
- 26 5.9 Distribución del consumo de agua en sacrificio de bovinos y cerdos
- 31 5.10 Aporte de carga orgánica dbo5 de las áreas de proceso
- 35 5.11 Diagrama de flujo del proceso de sacrificio de pollos
- 36 5.12 Rendimiento proceso de producción de pollo
- 40 6.1 Ilustración de sitios de muestreo en plantas de sacrificio
- 41 6.2 Ilustración de sitios de muestreo por área de sacrificio
- 43 6.3 Ubicación de medidores para control de consumos de agua
- 45 6.4 Reducción del consumo de agua con pistolas automáticas en las mangueras
- 47 6.5 Reducción del consumo de agua usando hidrolavadoras
- 48 6.6 Reducción del consumo de agua con la limpieza de corrales en seco
- 56 6.7 Diagrama del sistema de recogida de la sangre por vacío.
- 57 6.8 Sistema de recogida e impulsión de la sangre para su almacenamiento y tratamiento posterior
- 60 6.4 Sistemas de biogás



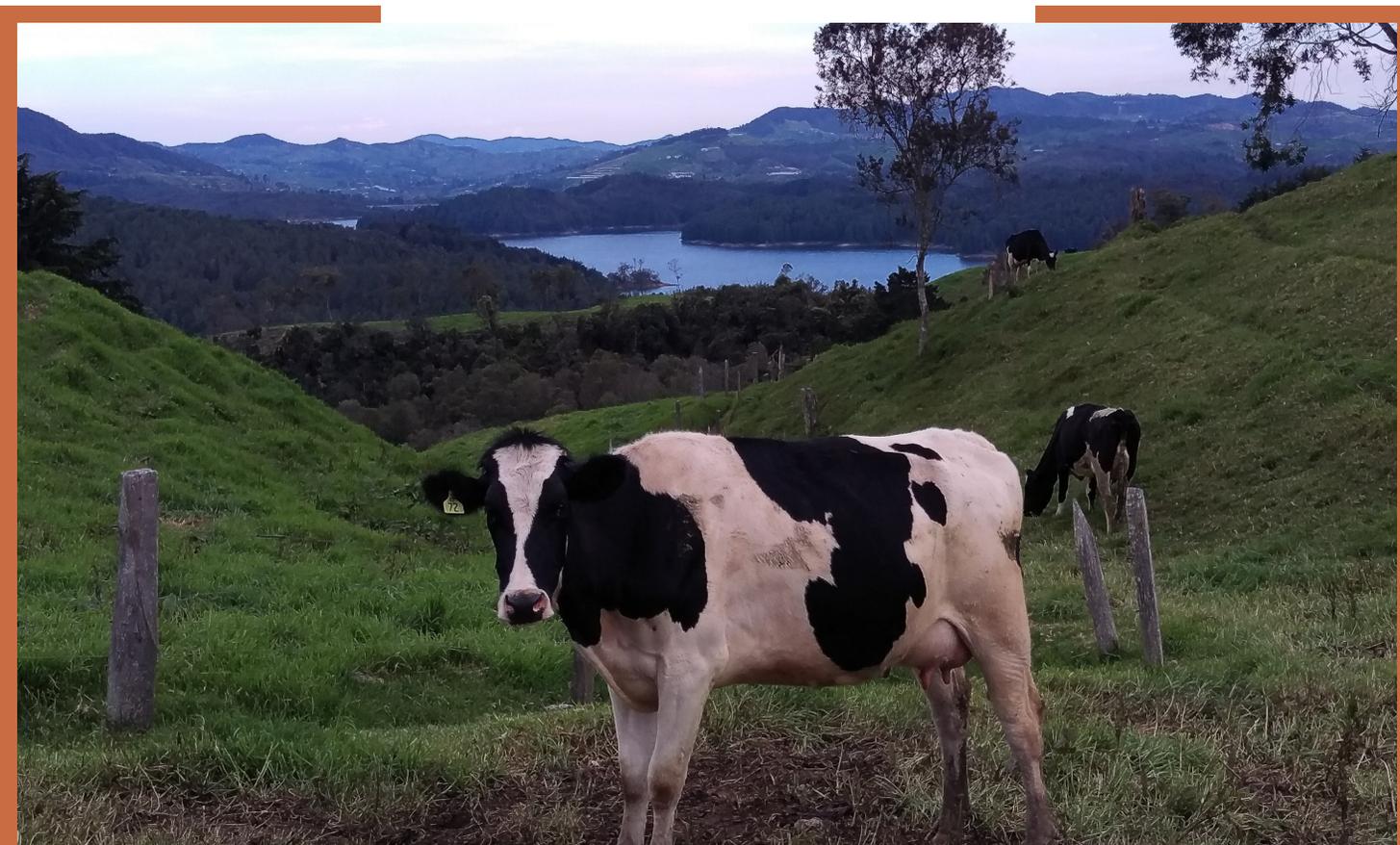
1. Introducción

En el marco del componente de Gestión Integral del Recurso Hídrico articulado a la Producción y Consumo Sostenible derivado derivado del convenio N° 1506-93 suscrito entre CORANTIOQUIA y el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales - CNPMLTA, el cual tiene por objeto “Aunar esfuerzos para el control, monitoreo y seguimiento de descontaminación hídrica en el marco de las políticas de Gestión Integral del Recurso Hídrico - GIRH y Producción y Consumo Sostenible”, a partir de las visitas técnicas y el seguimiento realizadas a las plantas de beneficio de bovino, porcinos y aves de corral de los Municipios en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, se elabora el presente manual con el objeto de apoyar a las empresas del sector en el mejoramiento del desempeño ambiental.

El manual hace énfasis en la gestión del recurso hídrico con el objeto de apoyar a las empresas al cumplimiento de la normatividad de vertimientos de aguas residuales, decreto 3930 de 2010 y la resolución 631 de 2015 y el cálculo del pago de las tasas retributivas.

La actividad de sacrificio animal genera un alto impacto ambiental, principalmente al recurso hídrico y al suelo, de acuerdo al diagnóstico realizado las plantas de sacrificio municipales en el departamento de Antioquia, se estima que aportan al agua residual una carga de 4.188 Kg/mes de DBO5 debido principalmente a un manejo deficiente en la recolección de la sangre y malas prácticas en el lavado de vísceras blancas y rojas y de la planta en general, este impacto tiene un alto potencial de ser mejorado aplicando técnicas de producción más limpia que son descritas en este manual, lo que le permitirá a las empresas de este sector mejorar el desempeño ambiental de forma preventiva, contribuyendo a la sostenibilidad de las plantas de sacrificio municipales en el Departamento de Antioquia.

aunando esfuerzos para mejorar el desempeño ambiental de este importante renglón de la economía en Antioquia, CORANTIOQUIA a través de este manual hace un aporte de buenas prácticas en la gestión del recurso hídrico.



2.

¿Qué es la producción y el consumo Sostenible?



Es el uso de servicios y productos que responden a las necesidades básicas y que ofrecen una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales y materiales tóxicos, así como la emisión de desechos y contaminantes durante el ciclo de vida del servicio o producto, sin poner en peligro las necesidades de futuras generaciones.¹

En Colombia, luego de una década de ejecución de actividades en el marco de la política de producción más limpia - PML, mediante la cual se impulsó el principio de la prevención de la contaminación a través de convenios con las empresas de los sectores productivos, de servicios, turístico, transporte, entre otros, y posterior a la evaluación de los resultados, tomados como línea base se formuló en el 2010 la política de Producción y Consumo Sostenible, la cual se orienta a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes actores de la sociedad nacional, lo que contribuirá a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la Integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida.

¹ www.soyecocolombiano.com

La Política de Producción y consumo sostenible se enfoca hacia estrategias y prioridades específicas, esto implica enfatizar las estrategias en prioridades diferentes a las que ya están atendidas por otras políticas, la articulación se muestra en su integración con políticas de otros sectores, de manera que las diversas orientaciones gubernamentales apunten a un mismo objetivo y se fortalezcan entre sí, La Figura 2.1 muestra las interrelaciones entre la Política de Producción y Consumo Sostenible con las demás políticas de Estado.

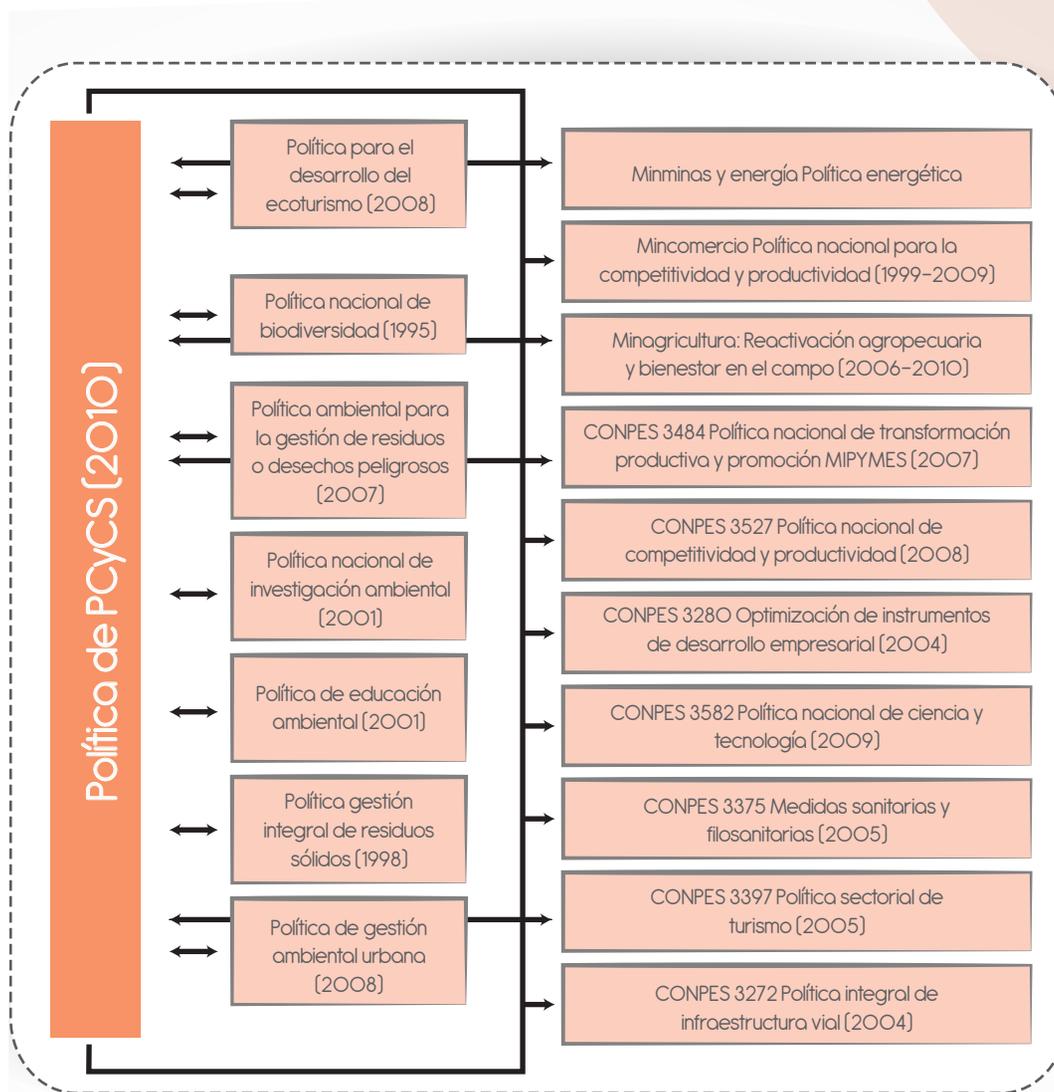


Figura 2.1 Articulación entre la política de producción y consumo sostenible con las demás políticas ambientales y sectoriales

El objetivo general de la política es Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad, para cumplir con el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:



Entre las metas de la política de P&CS se destaca la reducción de Consumo de agua total / PIB en un 10% para el 2019, para alcanzar las metas se establecen 8 estrategias y líneas de acción, para cada una se definen los indicadores, los líderes sugeridos para aplicarlas y su relación con las metas generales, en la siguiente Figura se muestran las estrategias

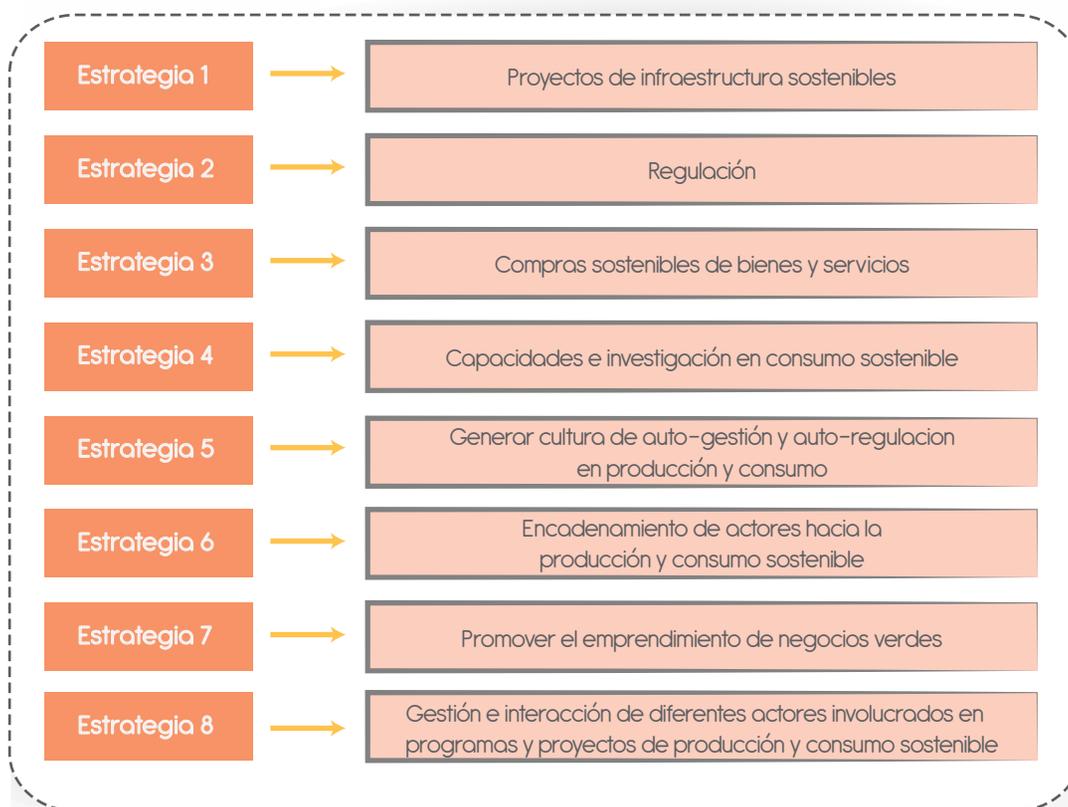


Figura 2.2
Estrategias de la Política de Producción y Consumo Sostenible

CORANTIOQUIA como autoridad ambiental debe liderar en los Municipios de su jurisdicción la aplicación de las estrategias 2 y 8, por lo cual para dar aplicación a la estrategia 8 se desarrolla el presente manual, que es el resultado de visitas técnicas a plantas de beneficio de vacunos, porcinos y aves de corral y de talleres de trabajo con representantes de las plantas de beneficio municipales y privadas.

3.

Marco Jurídico

La legislación ambiental aplicable al subsector de las plantas de beneficio animal está enmarcada en dos grandes bloques normativos:



En la Figura 3.1 se sintetiza el marco jurídico general sobre el cual se debe enmarcar la gestión ambiental de las actividades agrícolas, pecuarias y en particular la ganadería.

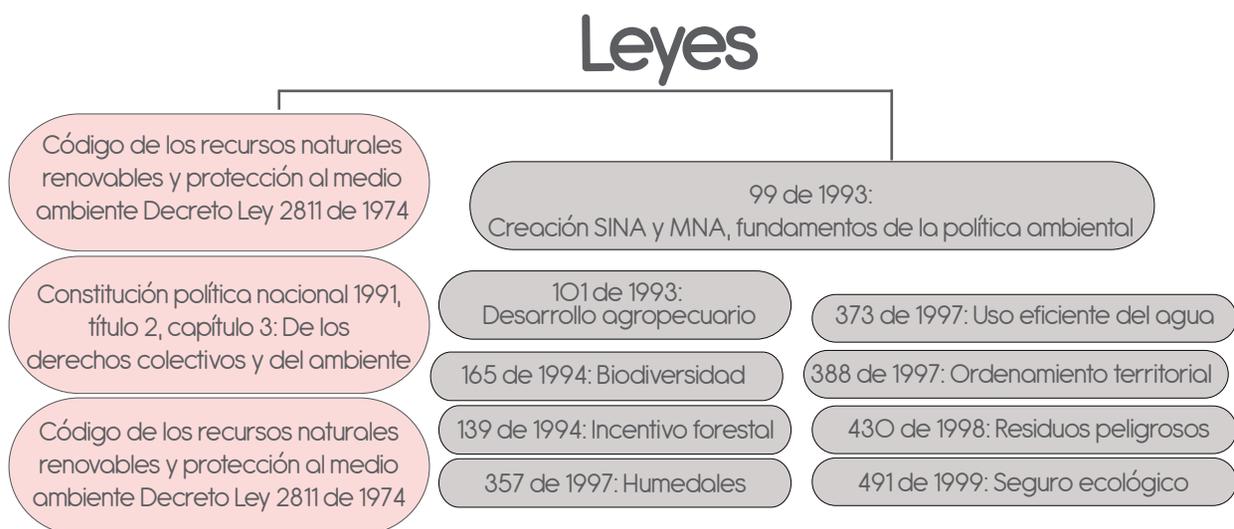


Figura 3.1 Marco jurídico general

En el 2015 se aprobó el decreto el decreto 1076 de 2015 que unifica la normatividad ambiental vigente, a continuación, se hace un análisis de la normatividad vigente en relación con este nuevo decreto.

Normatividad vigente aplicada al sector plantas de beneficio de reses, cerdos y aves

■ Normas generales

Norma	Objeto	Normas derogadas y modificadas
Decreto 2811 de 1974	Reglamenta el uso de los Recursos Naturales Renovables	
Ley 09 de 1979 código sanitario nacional	Normas generales sobre alimentos y procesamiento de carnes, reglamenta construcción de mataderos	
Decreto 1500 de 2007	Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.	El decreto 4974 de 2009: modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007. Modificado por los Decretos: 2965 de 2008, 2380 de 2009 y 4131 de 2009
Decreto 539 de 2014	Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los importadores y exportadores de alimentos para el consumo humano, materias primas e insumos para alimentos destinados al consumo humano y se establece el procedimiento para habilitar fábricas de alimentos ubicadas en el exterior.	El decreto 4974 de 2009: modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007. Modificado por los Decretos: 2965 de 2008, 2380 de 2009 y 4131 de 2009

■ Usos del agua

Decreto 1076 de 2015 capítulo 4. Registro de usuarios del recurso hídrico	Establece todo lo relativo a permiso para aprovechamiento o concesión de aguas, normas específicas para los diferentes usos dados al recurso hídrico.	Deroga los decretos 1541 de 1978 y 303 de 2012 que reglamento parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico
---	---	--

Decreto 1076 de 2015 capítulo 6 tasas por utilización de agua	Por el cual se reglamentó el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.	Deroga el decreto 155 de 2004
Ley 373 de 1997	Fija obligaciones sobre ahorro y uso eficiente de agua a quienes administran y/o usan el recurso hídrico.	Deroga el decreto 155 de 2004

■ Vertimientos

Decreto 1076 de 2015: Capítulo 3 Ordenamiento del recuso hídrico y vertimientos	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Deroga el decreto 3930 de 2010. Deroga partes del decreto 1594 de 1984 que no había sido derogados por el 3930
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	
Decreto 1076 de 2015: Capítulo 7 Tasas retributivas por vertimientos puntuales al agua.	Por el cual se reglamentó la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones	Deroga el Decreto 2667 de 2012

■ Uso del suelo

Ley 388 de 1997	Reglamenta mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial.	
-----------------	--	--

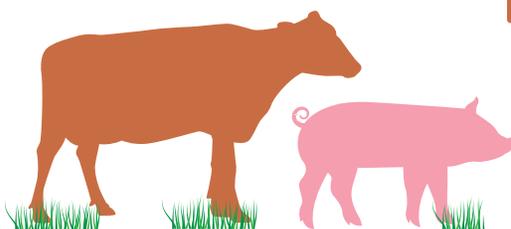
■ Residuos sólidos

Decreto 605 del 27 de marzo de 1996	Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994 en relación con la prestación Del servicio público domiciliario de aseo.	
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	

Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	
Ley 430 de 1996	Reglamenta en materia ambiental lo referente a desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	
Decreto 1076 de 2015: Título 6 – residuos peligrosos, capítulos 1 y 2, anexos 1, 2 y 3.	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Deroga el Decreto 4741 de 2005

4.

Estructura del sector en el Departamento de Antioquia



Plantas de beneficio de reses y porcinos

El Decreto Ley 1036 de 1991 hace una clasificación de las plantas de beneficio en el país, según la capacidad de sacrificio, disponibilidades técnicas y dotación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Clase I		Clase II			
Turno: 8 horas		Turno: 8 horas			
Capacidad de sacrificio: Más de 480	Más de 400	Capacidad de sacrificio: Más de 320	Más de 240		
					
Clase III		Clase IV		Clase mínimas	
Turno: 8 horas		Turno: 8 horas		Turno: Hasta 2000 habitantes	
Capacidad de sacrificio: Más de 160	Más de 120	Capacidad de sacrificio: Más de 40	Más de 40	Capacidad de sacrificio: 2/hora	2/hora
					

Tabla 4.1 Clasificación de las plantas de beneficio en Colombia²

² Clasificación plantas de beneficio según decreto 1036/91 Minsalud.

De los 80 Municipios de la Jurisdicción de CORANTIOQUIA, 28 (35%) tienen registradas plantas de sacrificio,³ ver Anexo 1. Todas las plantas hacen beneficio dual (Res y porcino).

De las 28 plantas de beneficio que se encuentran inscritas se visitaron 11 (39%) y 3 plantas no inscritas en los municipios de Santa Bárbara, Salgar y Remedios. Estas plantas se clasificaron de acuerdo al promedio de sacrificio mensual reportado, ver Figura 4.1.

CLASIFICACIÓN DE PLANTAS DE BENEFICIO		
Con registro INVIMA		Sin registro INVIMA
<p>Clase I Bovinos: 1300 a 3200 Cerdos: 980 a 5200</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coomadecop [Copacabana] • Plaía [Amagá] 	<p>Clase III Bovinos: 200 a 400 Cerdos: 120 a 400</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asociación de usuarios del matadero de Fredonia • Servifagron S.A [Segovia] • Planta de beneficio y faenado de Vegachí y el nordeste S.A.S • Centro de beneficio de carnes [Jardín] • Central de sacrificio [Concordia] • Municipio de cisneros 	<p>Clase III Bovinos: 200 a 400 Cerdos: 120 a 400</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta de sacrificio Mesa S.A.S [Remedios] • Planta de sacrificio [Salgar] • Asociación de carniceros del municipio de Santa Bárbara

Figura 4.1 Clasificación plantas de beneficio – diagnóstico

De las Plantas de beneficio seleccionadas para hacer los diagnósticos de los procesos de beneficio: hay 2 plantas clase I y 9 clase III, tres sin registro INVIMA, las opciones de mejora de proceso estarán dirigidas a las plantas Clase III.

Plantas de beneficio de aves de corral⁴

En los Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA hay 5 plantas de beneficio de aves de corral, todas de carácter privado, 4 están abiertas y dos están cerradas, el sacrificio diario de aves en estas plantas es de 87.300aves/día, en la siguiente Tabla se listan las plantas que están en funcionamiento:



³ Resolución número 2008018777 del 10 de julio de 2008, anexo 1

⁴ Anuario estadístico de Antioquia 2014

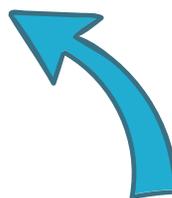
Municipio	Empresa	Aves / día
Barbosa	Superpollo paisa s.A.S.	47.000
Barbosa	Paulandia s.A.S.	15.000
El peñol	Gladys amparo avendaño palacio - pollo fenix	300
San Antonio de Prado	Pollo coa	25.000
CALDAS	Alimentos friko s.A	
TOTAL		87.300

Tabla 4.2
Plantas de beneficio de aves en Municipios de jurisdicción de CORANTIOQUIA

5.

Consumo de agua y generación de Residuos

El proceso de sacrificio de reses puede llegar hasta la preparación de las canales para su venta, o puede contar con el proceso de deshuese, lo cual constituye una operación adicional que consiste en dividir los cortes primarios de la carne en pedazos más pequeños (cortes selectos), y en la separación y el tratamiento de diversos subproductos, las plantas de sacrificio municipales a las cuales se dirige este manual, entregan el producto en canal, en la Figura 5.1 se ilustra el proceso de sacrificio de reses



Proceso de sacrificio de reses

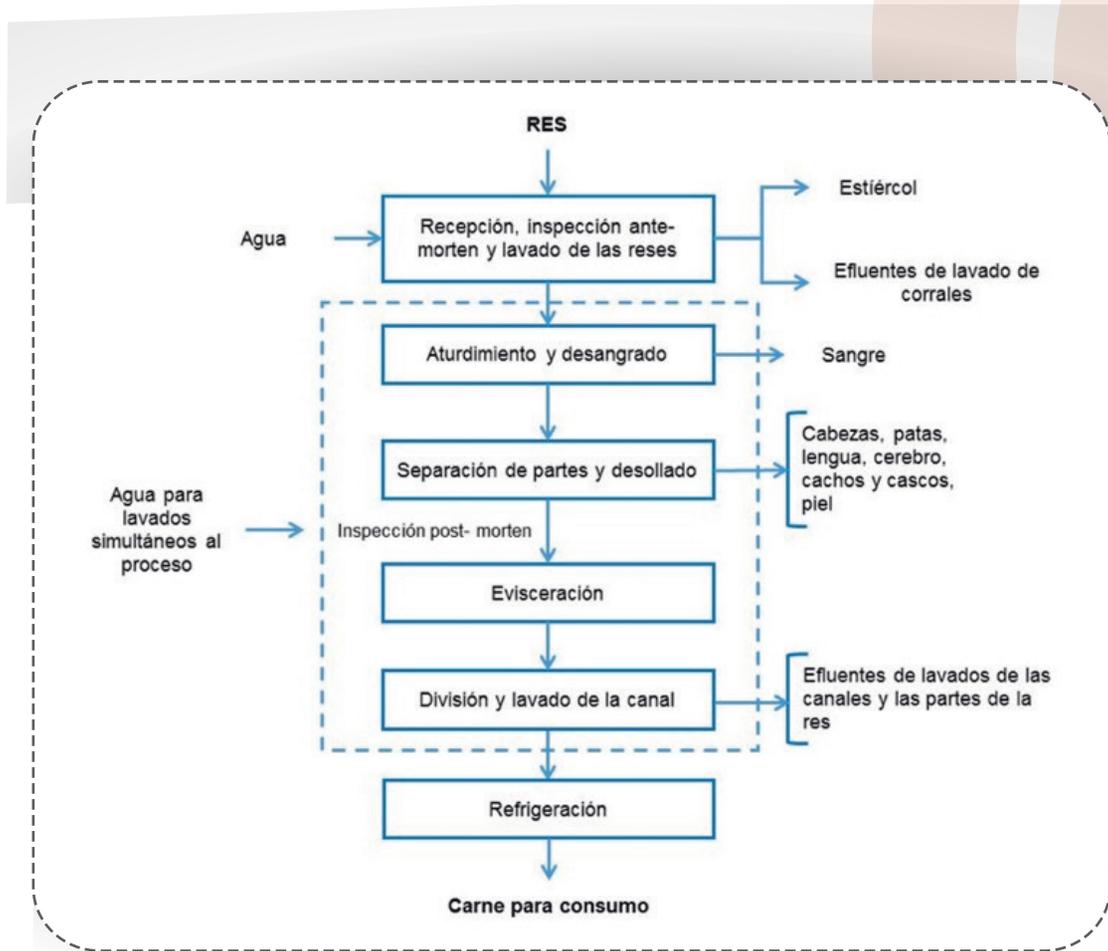
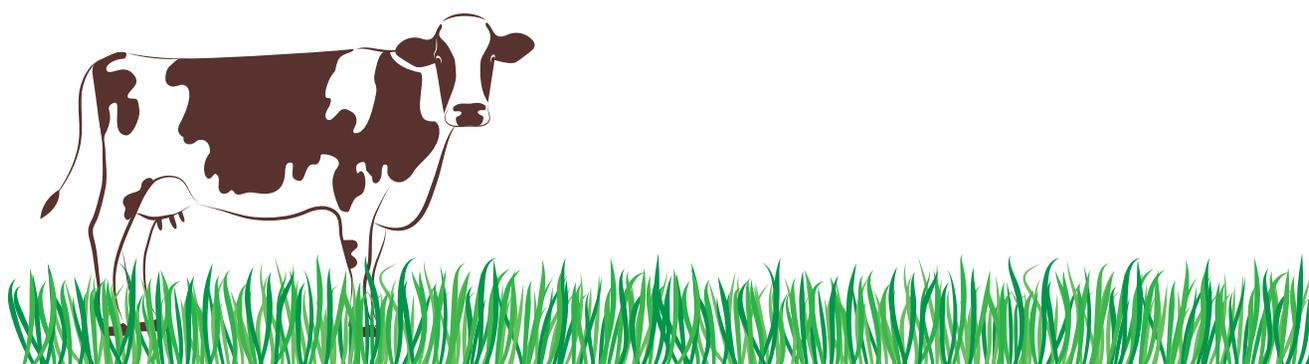


Figura 5.1
Diagrama de flujo de producción de carne de reses

Tabla 5.1
Descripción del proceso de sacrificio de reses

Descripción del proceso de beneficio de reses	
Zona de descarga o recepción adecuada para el ganado	Al ganado que entra a la planta se le hace a una inspección ante-mortem, para seleccionar los animales debidamente descansados y que no presenten síntomas que hagan sospechar la presencia de enfermedades. El lavado de la res previo al sacrificio se realiza en el área de corrales
Insensibilización del animal	El animal es conducido hasta la trampa de aturdimiento donde inicia el sacrificio. Este puede hacerse con lanza, es decir, se utiliza un cuchillo con el cual se realiza una punción en las primeras vértebras cervicales o también puede hacerse con una pistola de perno cautivo, pistola neumática que dispara un perno, perfora la piel y el hueso frontal, tratando de no lesionar la masa cerebral.

Desuello	La separación de la piel, comienza con el desollado de la parte frontal de la cabeza, eliminando luego la piel del resto de partes del cuerpo. Luego se realiza una apertura a lo largo de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo, antebrazo, pecho, espalda y paleta. , para esta actividad cuentan con un equipo de desuello.
Evisceración	Luego del desollado, se abre el pecho y el resto de la cavidad abdominal, para extraer las vísceras blancas y rojas las cuales son procesadas por separado y posteriormente son comercializadas
Sierra de pecho	Luego de la evisceración, la canal es dividida a lo largo de su línea media dorsal en dos.
Acondicionamiento de la canal	Las canales son lavadas a presión, con abundante agua potable. El corte de la res puede ser en dos canales o en cuartos de canales, dependiendo de la presentación final en la que será distribuida a los clientes.
Procesamiento de Productos Secundarios comestibles	Vísceras Rojas: corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones. Vísceras blancas: incluyen panza, bonete, librillo, cuajar, intestino delgado e intestino grueso. Patas, sesos, rabo, lengua, cabeza, órganos genitales. Otros restos cárnicos: Esófago y músculo subcutáneos, empleados en la fabricación de embutidos
Procesamiento de Productos Secundarios no comestibles	<ul style="list-style-type: none"> - Cueros: Evitar cortes y rasgaduras que pudieran disminuir su valor comercial. Normalmente es enviada a las curtiembres. - Sangre: Es recolectada y destinada para usos múltiples depende del nivel tecnológico de la planta. - Cachos y cascós: Producto rico en nitrógeno no proteico, empleado en la industria de los fertilizantes. - Sebo: Es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Se utiliza en la formulación y fabricación de alimentos concentrados para animales y en la fabricación de jabones. - Huesos y restos de carne: Se procesan para obtener en harina de grano muy fino, la cual es utilizada en la fabricación de alimentos concentrados para animales. - Otros: Hiel, viriles, fetos, cálculos



Generación de vertimientos y residuos sacrificio de reses

Rendimiento del proceso de sacrificio

Tal como se muestra en el diagrama de flujo de producción de carne de res (Figura 5.1), la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y cuentan con un valor económico para la empresa, por lo cual es importante mantener rendimientos aceptables resultantes del proceso según el tipo de subproducto. La Figura 5.2 muestra los rendimientos promedio obtenidos en el sacrificio de una res de 400 Kg.

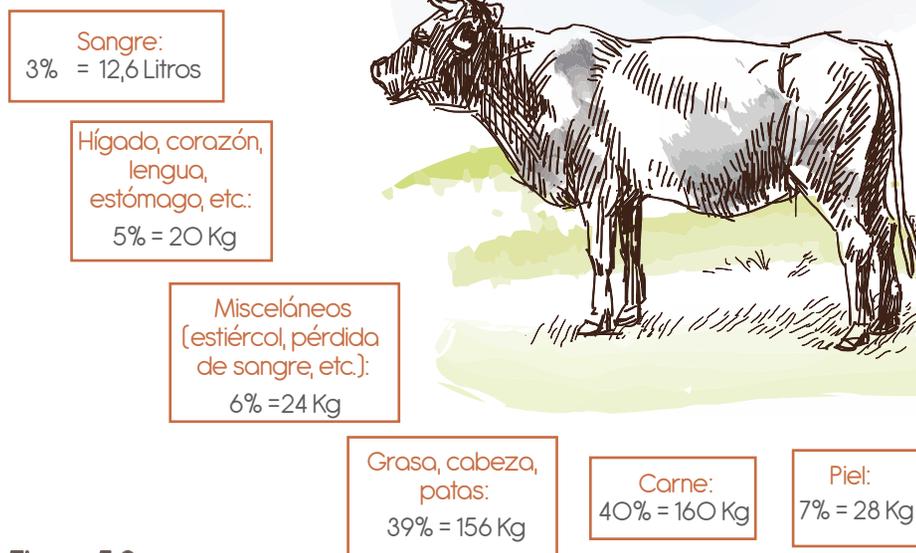


Figura 5.2
Rendimiento del proceso de producción de carne de res

El rendimiento del proceso influye en la producción de residuos y el mal manejo de estos genera altas cargas contaminantes en los efluentes.

¿Cuánta carga orgánica aportan los residuos de sacrificio de reses al agua residual?

El peso vivo del ganado sacrificado para la producción de carne puede variar de 250 kg a 600 kg, dependiendo de la edad y raza del animal. Como una guía, las terneras pesan de 250 a 300 kg, las vacas de 350 a 400 kg y novillos de 400 a 600 Kg⁵, en las plantas visitadas los encargados reportan que el peso promedio

⁵Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection

del ganado que entra a la planta es de 400 Kg, este es el peso que se usa para definir los indicadores del balance de masa y agua a partir de información del manual Programa de las Naciones Unidas para el medioambiente - UNEP.⁶

Las plantas de sacrificio tienen un alto potencial contaminante. Dentro de sus principales impactos se encuentran el alto consumo de agua y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica, en la Figura 5.4 se muestra el balance de agua, la generación de efluentes y el origen de la carga orgánica encontrada en el efluente final, en el sacrificio de reses.

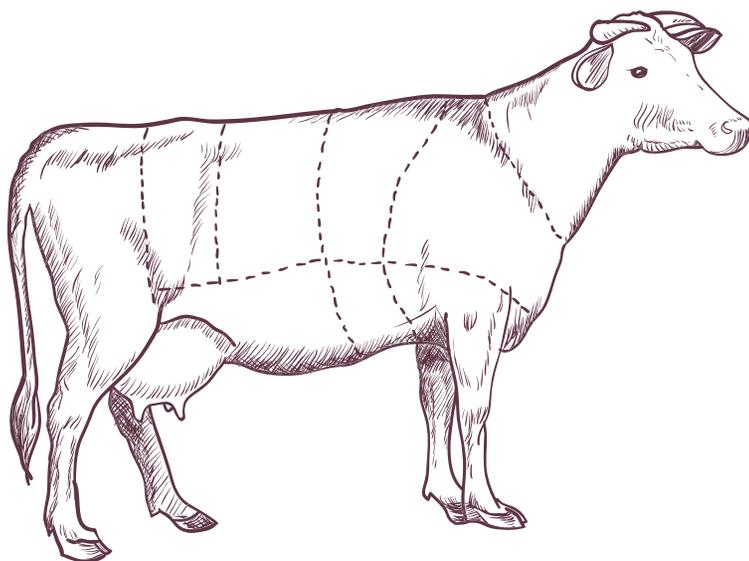
Los indicadores de aporte de carga orgánica (DBO5) de las aguas de cada una de los etapas del proceso se muestran en la Tabla 5.2, calculados para el sacrificio de una res de 400 Kg.



⁶ Agency, pag 24

Área de proceso	Kg DBO ₅ /Kg del cadáver ⁷	Gramos DBO ₅ /Kg en pie	Gramos de DBO ₅ /cabeza	Obsevación
Corrales	0,00025	0,20	79,00	Cuando se saca el estiércol seco
Sangre	0,01	8	3.160	Toda la sangre drenada durante actividades de matanza.
Estómagos	0,0025	1,98	790,0	Lavado total con agua
	0,0002	0,16	63	Retiro de rumen en seco y posterior lavado.
Manejo de intestinos	0,0006	147	190	
División y lavado de canales	0,003	2	948,0	Depende de las prácticas de limpieza y del equipamiento para las operaciones de lavado.
Procesamiento sub-productos no comestibles	0,002	1,58	632	
Limpieza en general	0,003	2,37	948	Depende de los procedimientos de limpieza.
Kilogramos de DBO₅ aportados en el sacrificio de una res de 400 Kg				6,8

Tabla 5.2
Aporte de carga orgánica por etapa del proceso – sacrificio reses



⁷ Indicador "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency, página 24 (Cadáver es animal muerto)

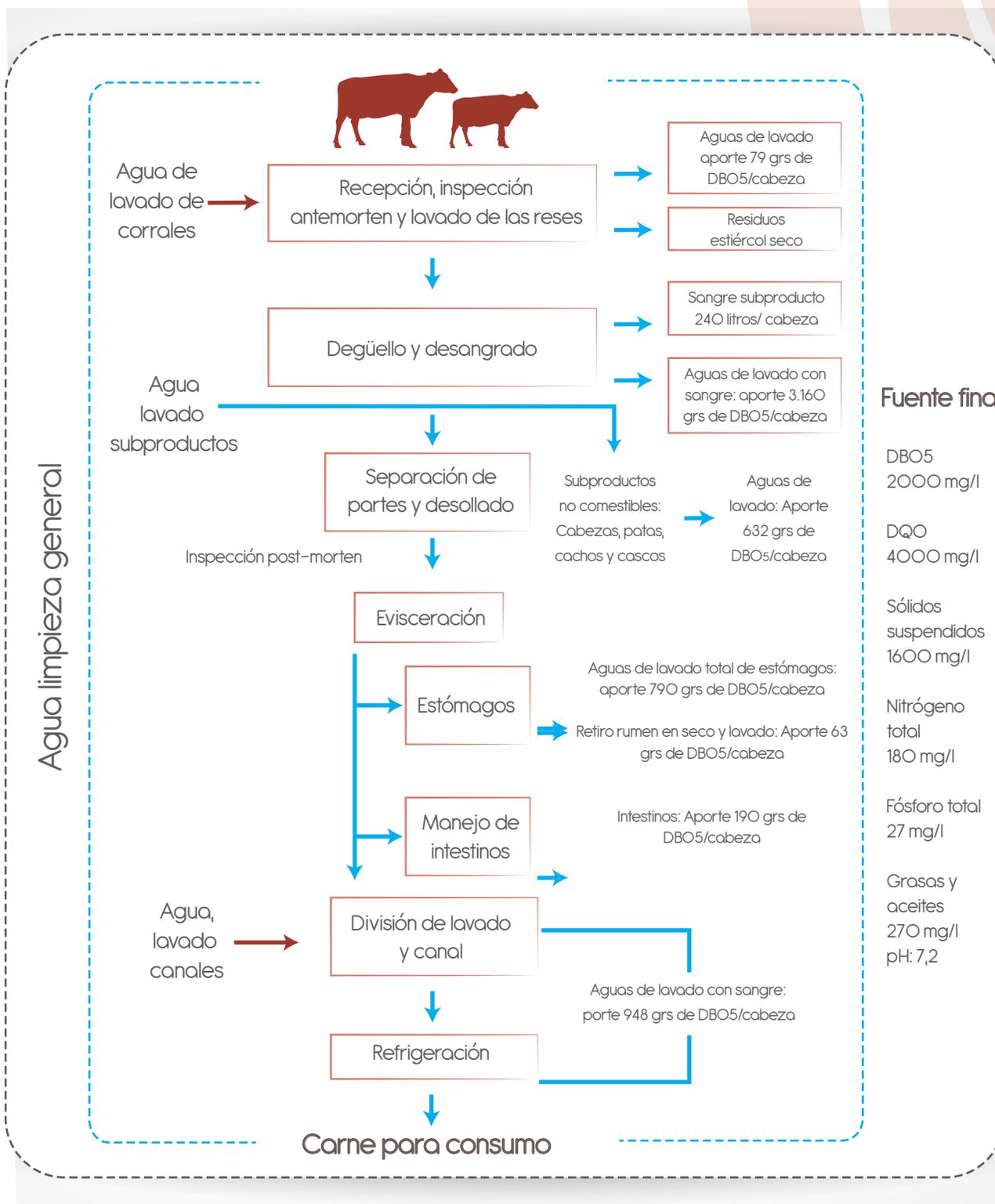


Figura 5.3
Generación de residuos y efluentes en el sacrificio de reses

Situación actual generación de residuos en el sacrificio de reses

A partir del rendimiento del proceso y de la generación de residuos en el sacrificio de reses, el impacto generado por las plantas municipales que fueron visitadas (Tabla 5.8), se calcula la cantidad de residuos generados, ver Tabla 5.3 Capacidad de sacrificio de las plantas visitadas que aportaron información y la carga orgánica en términos de DBO5 aportada al agua residual, ver Figura 5.4.

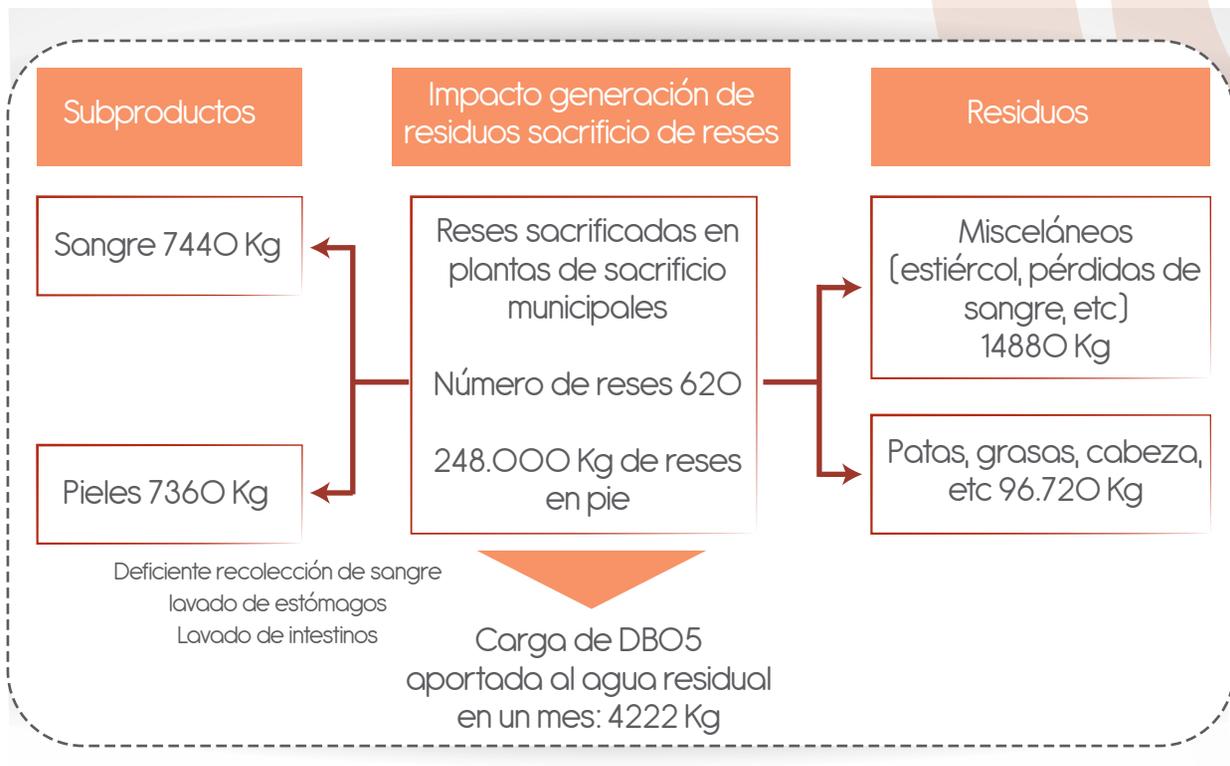
Tabla 5.3
Volumen de sacrificio de las plantas visitadas que aportaron información

Plantas clase I Capacidad	Copacabana	Amagá	Andes	Promedio ambas plantas	
	Bovinos 3171	Bovinos 1314	Bovinos 916		
Porcinos 979	Porcinos 5143	Porcinos 802	Porcinos 799		
Plantas clase III Capacidad	Ciudad Bolívar	Segovia	Concordia	Jardín	Remedios
	Bovinos 3171	Bovinos 1314	Bovinos 916	Bovinos 153	Bovinos 264
Porcinos 979	Porcinos 5143	Porcinos 802			
	Salgar	Santa Bárbara	Vegachí	Yolombó	Puerto Berrío
Bovinos 229	Bovinos 257	Bovinos 262	Bovinos 218	Bovinos 374	
Porcinos 191	Porcinos 307	Porcinos 245	Porcinos 175	Porcinos 207	

Tabla 5.4 Producción de residuos y subproductos/mes sacrificio de reses
(Estimados a partir de indicadores - Tabla 5.2)

Generación de residuos en plantas de sacrificio		
Reses sacrificadas/mes	620	
Peso de reses sacrificadas	248.000 Kg	
Reses sacrificadas/mes	Subproductos	Residuos
Sangre [Kg]	7440	
Pieles [Kg]	17360	
Misceláneos [estiércol, pérdida de sangre etc.] Kg		14880
[Patás, grasa, cabeza] Kg		96.720
Carga de DBO5 Kg/cabeza	79,00	6,81
Carga de DBO5 kg/mes	79,00	4222

Figura 5.4 Aporte de carga orgánica a las aguas residuales – sacrificio de reses



Descripción del proceso de sacrificio de cerdos

El proceso de sacrificio de cerdos, al igual que el de reses, puede ser desarrollado hasta la etapa de preparación de canales o hasta el deshuese para la venta de carnes. En la Figura 5.5 se muestra el flujo de proceso.

Tabla 5.5
Descripción del proceso de sacrificio de cerdos

Descripción del proceso de beneficio de cerdos	
Recepción, inspección y lavado de los cerdos:	Los cerdos son inspeccionados y lavados antes de entrar a la sala de sacrificio. Generalmente, son puestos un día sin comer con el fin de reducir la cantidad de contenido intestinal del animal.
Aturdimiento y desangrado:	Para el aturdimiento de los cerdos, suele utilizarse una pinza conectada a corriente eléctrica de bajo voltaje, que se aplica por detrás de las orejas. La corriente mínima permisible para el caso de atronamientos eléctricos en los cerdos es de 1.25 amperios.
Escaldado:	El escaldado consiste en el baño de los cerdos sacrificados por agua caliente durante un tiempo de 3.5 minutos a una temperatura entre 62 y 65 oC. Este proceso prepara la piel del cerdo para la extracción del pelo y facilita la separación de las pezuñas.

Depilado:	El pelado se realiza en máquinas depiladoras que cuentan con paletas para girar al cerdo, aspersores de agua que eliminan rápidamente las cerdas y suciedades desprendidas, y elementos raspadores no metálicos para evitar dañar la piel. Este procedimiento solo lo hace una planta, el proceso más común es quemar la piel del cerdo con soplete y luego se raspa con un cuchillo.
Evisceración:	El cerdo depilado pasa al área de eviscerado donde es abierto para la separación de las vísceras y el esternón. La cabeza es separada y sigue un proceso de inspección al igual que las vísceras

Las canales una vez enjuagadas son llevadas rápidamente a refrigeración normalmente durante toda la noche, para luego proceder al proceso de deshuese, el cual se realiza en circunstancias similares a las de la res.

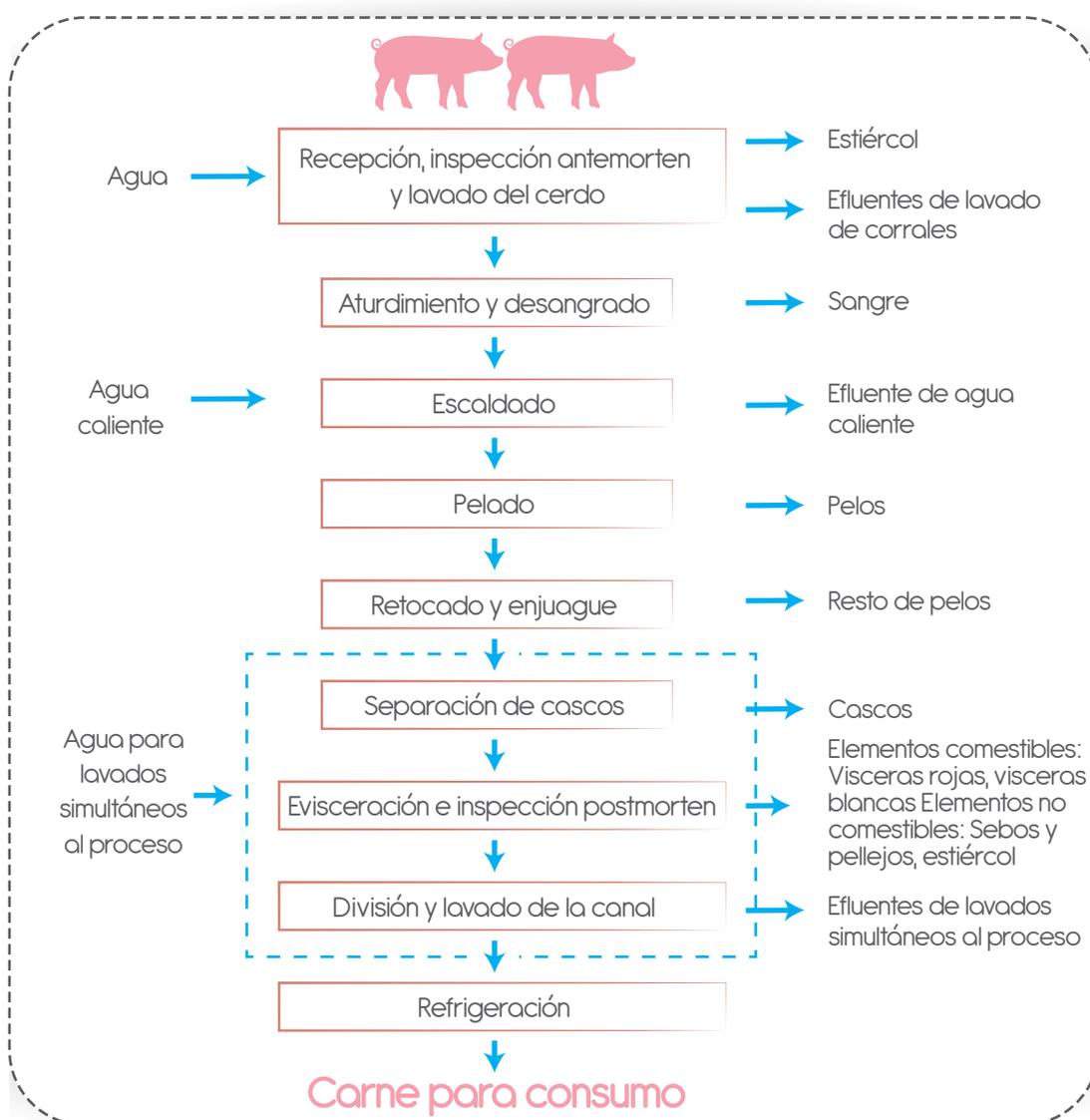


Figura 5.5 Diagrama de Flujo del Proceso de sacrificio de Cerdos

Generación de vertimientos y residuos del sacrificio de porcinos

Rendimiento en el proceso de sacrificio de cerdos

Tal como se muestra en el diagrama de flujo de producción de carne de cerdo (Figura 6.1), la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y cuentan con un valor económico para la empresa, por lo cual es importante mantener rendimientos aceptables resultantes del proceso según el tipo de subproducto. La siguiente Figura muestra los rendimientos promedios obtenidos en el sacrificio de un cerdo de 90 Kg.



Figura 5.6 Rendimiento del proceso de producción de carne de cerdo

¿Cuanta carga orgánica aportan los residuos al agua residual?

El peso vivo de los cerdos sacrificados para la producción de carne puede variar de 90 kg a 110 kg, dependiendo de la edad y raza del animal. En las plantas visitadas los encargados reportan que el peso promedio del cerdo que entra a la planta es de 90 Kg, este es el peso que se usa para definir los indicadores del balance de masa y agua a partir de información del manual de la UNEP.⁸

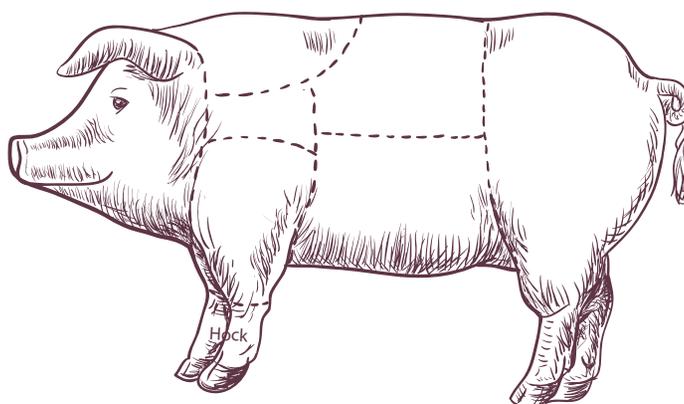
Las plantas de sacrificio tienen un alto potencial contaminante. Dentro de sus principales impactos se encuentran el alto consumo de agua y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica, en la Figura 5.4 se muestra el balance de agua, la generación de efluentes y el origen de la carga orgánica encontrada en el efluente final en sacrificio de cerdos.

Los indicadores de aporte de carga orgánica (DBO5) de las aguas de cada una de las etapas del proceso se muestran en la Tabla 5.7, calculados para el sacrificio de un cerdo de 90 Kg.

⁸ Íbidem 4

Tabla 5.6
Aporte de carga orgánica por etapa del proceso – sacrificio cerdos

Aporte de DBO5/Área de proceso (Kg de DBO5/cerdo)				
Área de proceso	Kg DBO5/Kg del cadáver	Gramos DBO5/Kg en pie	Gramos de DBO5/cabeza	Obsevación
Corrales	0,00025	0,210	18,90	Cuando se saca el estiércol seco
Sangre	0,01	3	270	Toda la sangre drenada durante actividades de matanza.
Escaldado y depilado	0,00015	0,130	11	Desborde del tanque
	0,0004	0,340	30	Descarga del tanque
	0,0007	0,001	0,05	Lavado de la recuperación de pelo
Estómagos	0,0025	1,98	790,0	Lavado total con agua
	0,0002	0,16	63	En caso de descarga seca
Manejo de intestinos	0,0006	0,500	45	
División y lavado de canales	0,003	1	8,1	Depende de las prácticas de limpieza y del equipamiento para las operaciones de lavado.
Procesamiento subproductos no comestibles	0,002	1,680	151,2	
Limpieza en general	0,003	2,520	226,8	Depende de los procedimientos de limpieza.
Total Kg/cerdo			0,970	



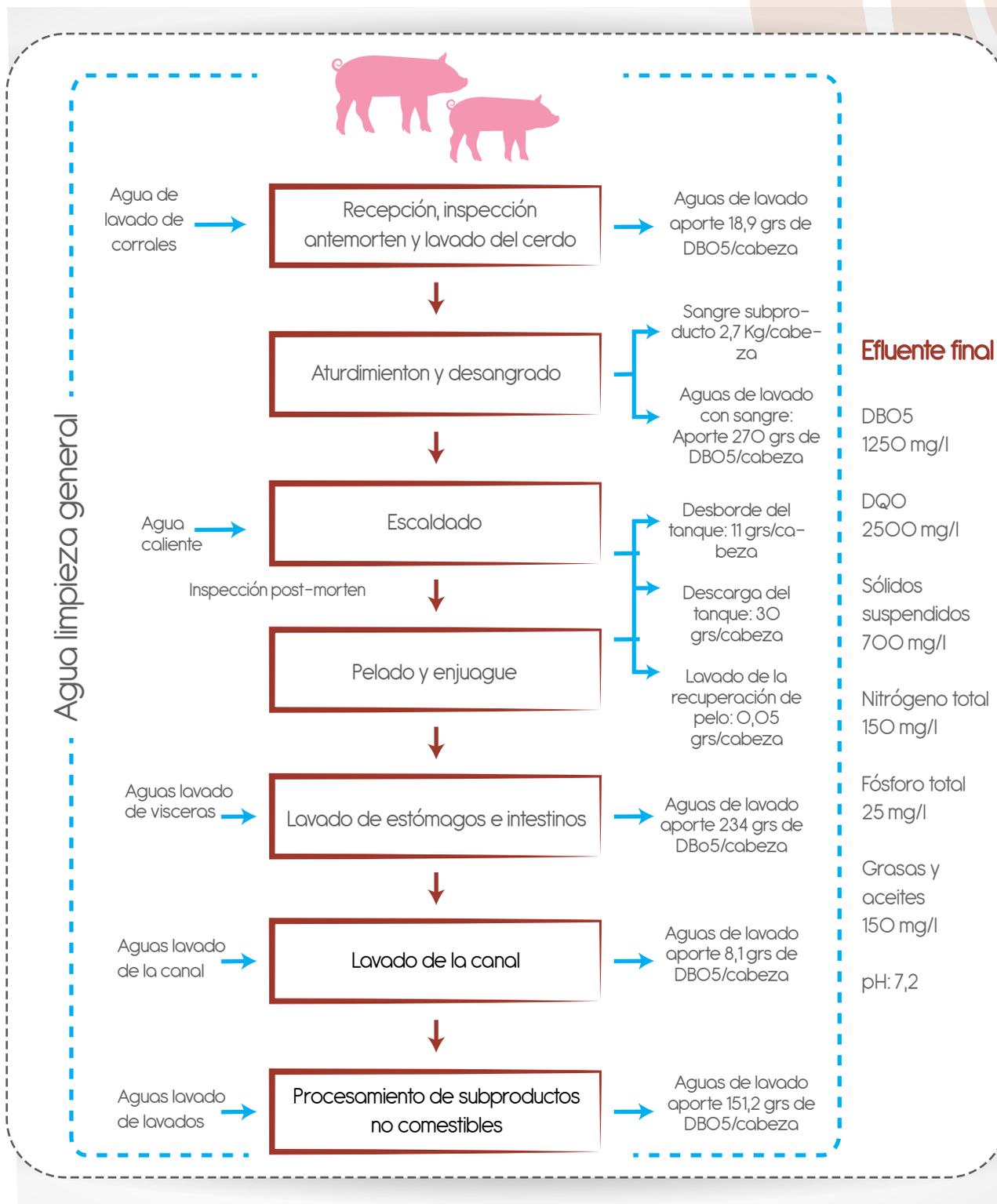


Figura 5.7
Generación de residuos y efluentes en el sacrificio de cerdos

Situación actual generación de residuos en el sacrificio de cerdos

A partir del rendimiento del proceso y de la generación de residuos en el sacrificio de cerdos, el impacto generado por las plantas municipales que fueron visitadas (Tabla 5.8), se calcula la cantidad de residuos generados, ver Tabla 5.6 y la carga orgánica en términos de DBO5 aportada al agua residual, ver Figura 5.8.

Tabla 5.7 Producción de residuos y subproductos/mes sacrificio de cerdos (Estimados a partir de los indicadores Tabla 5.6)

	Subproductos	Residuos
Peso promedio cerdos sacrificados	7760 Kg	
Sangre (Kg)	2333	
Hígado, corazón, lengua, estómago (Kg)	3888	
Misceláneos (estiércol, pérdidas de sangre, etc.) (Kg)		2333
Patas, grasa, cabeza (Kg)		15552

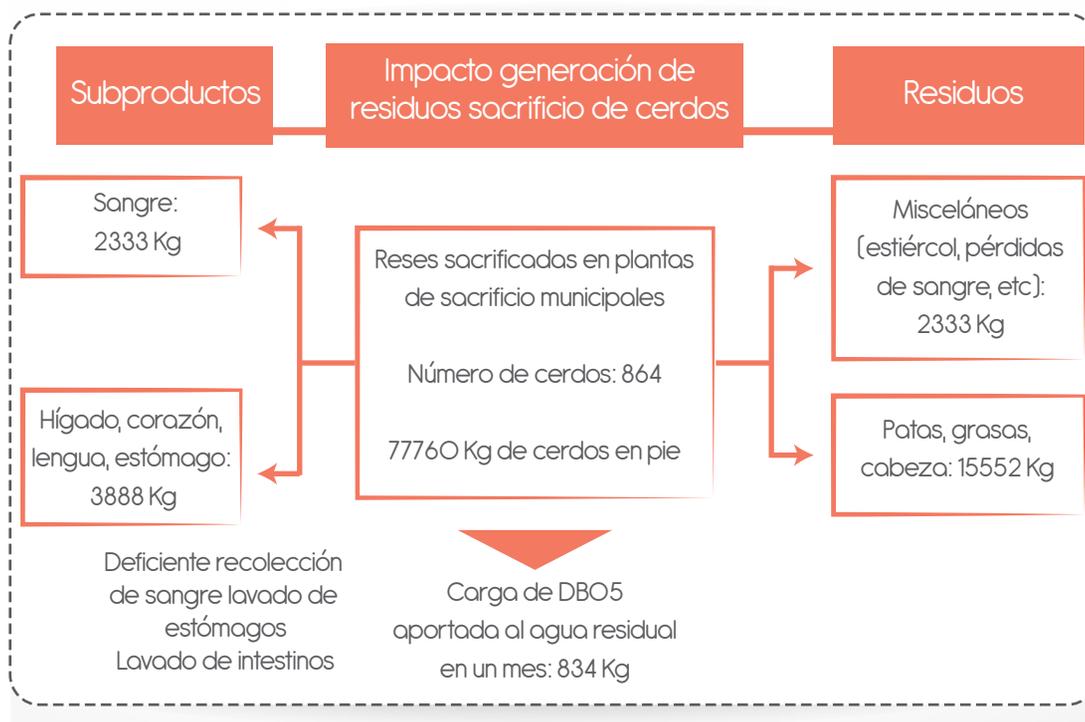


Figura 5.8

Aporte de carga orgánica a las aguas residuales – sacrificio de cerdos

Consumo de agua y generación de vertimientos en sacrificio de bovinos y porcinos

• Consumo de agua

En las plantas de sacrificio de los Municipios de la Jurisdicción de CORANTIOQUIA se observó un consumo excesivo de agua y poco control de su uso. La falta de registros de consumo de agua no permite determinar la magnitud de dichos excesos.

La fuente de agua de la mayoría de los mataderos municipales es el acueducto, durante las visitas también se observaron captaciones de aguas superficiales y subterráneas, aunque en menor grado.

El agua se consume en los siguientes procesos:

- Lavados de las reses y los cerdos previo al sacrificio.
- Baño de las reses en la faja (entrada a la planta de matanza).
- Escaldado en el caso de los cerdos.
- Lavados de las reses y cerdos durante el proceso de preparación de las canales.
- Lavados de la planta previos al sacrificio.
- Lavados durante el proceso (enjuagues de utensilios, piso, uniformes y canales de la res).
- Limpieza de panzas y tripas (Vísceras blancas).
- Limpieza de vísceras rojas
- Lavado final de la planta de proceso y equipos (una vez terminado el proceso).
- Lavado de planta de proceso de subproductos.
- Lavado de áreas de almacenamiento de subproducto
- Higiene de los operarios antes, durante y después del proceso (Pediluvios, lavamanos en planta de proceso y lavabotas)
- Otros usos generales.

La distribución del consumo de agua en el sacrificio de bovinos y cerdos se muestra en la Figura 5.9.

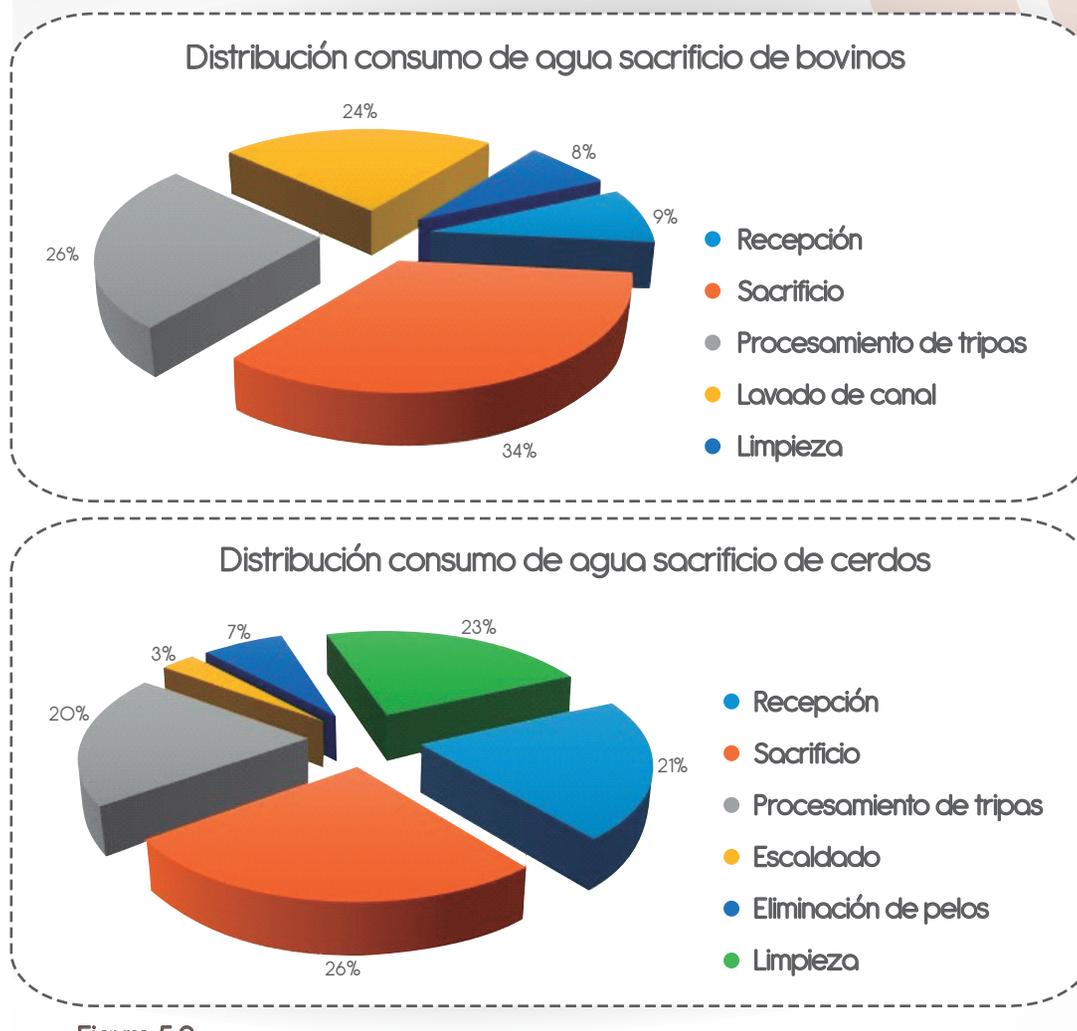


Figura 5.9
Distribución del consumo de agua en sacrificio de bovinos y cerdos

Indicadores de referencia para consumo de agua

Los indicadores de referencia son la guía para establecer el mejor nivel de consumo, los puntos de referencia adecuados son difíciles de obtener, pero cuando están disponibles son útiles para evaluar el desempeño ambiental del proceso.

En las Tablas 5.2 y 5.3 se muestran indicadores de referencia para plantas de sacrificio de bovinos,⁹ tomando como base que el peso de un bovino promedio en Colombia es de 400 Kg.

⁹ Adaptación del CNPMLTA a partir de los indicadores publicados en "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency

Tabla 5.8

Indicadores de consumo de agua por unidad de producción – bovinos

País	Litros/Kg ¹⁰ del cadáver	Litros/Kg en pie	Litros/cabeza
Estados Unidos	10,5	8,26	3302,2
Europa	7,5	5,93	2370,0
Bulgaria	2,9	2,29	916,4
Alemania	3,5	2,77	1106,0
Dinamarca			8,60

País	Litros/cabeza	Distribución del consumo
Dinamarca ¹¹		
Cerdos	300	23%
Bovinos	1000	77%
Canadá		
Cerdos	180 – 230	14%
Bovinos	800 – 1700	86%
México ¹²		
Cerdos	450	31%
Bovinos	1000	69%
Colombia ¹³		
Cerdos	605	34%
Bovinos	1160	66%

Tabla 5.9 Indicadores de consumo de agua por unidad de producción (bovinos y porcinos)

Situación actual del consumo de agua en el sacrificio de reses y cerdos

Las plantas de sacrificio reportan el consumo total de agua para el sacrificio de bovinos y porcinos.

En la Tabla 5.9 muestra que el consumo de agua en el sacrificio de cerdos varía entre el 23 y el 34% (Promedio 26%) y que para las reses esta entre el 66 y 86%, (Promedio 74%), por lo cual se asume para el cálculo del consumo de agua los promedios de 26% para cerdos y 74% para reses, en las plantas de sacrificio en Antioquia

¹⁰ Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

¹¹ Adaptación del CNPMLTA a partir de los indicadores publicados en "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

¹² Evaluación de riesgos de los mataderos y rastros municipales" M Signorini et al. México DF 2006

¹³ Guía empresarial de plantas de beneficio animal -Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y desarrollo territorial

Tabla 5.10
Consumo de agua en las plantas de sacrificio que aportaron información

Plantas clase I

Municipio	Capacidad		Consumo de agua [m3/mes]	Litros/Cabeza	Litros/Cabeza bovinos	Litros/Cabeza porcinos
	Bovinos	Porcinos				
Copacabana	3171	979	1088,00	262,2	194,0	68,2
Andes	1314	5143	1106,00	171,3	126,8	44,5
Amagá	916	802	900,2	524,0	387,7	136,2
Promedio/mes	1800	2308	1031,4	319,2	236,2	83,0

Plantas clase III

Ciudad Bolívar	347	319	636,1	955,5	707,1	248,4
Segovia	338	177	2298,00	4462,1	3302,0	1160,1
Concordia	213	239	251,5	556,2	411,6	144,6
Jardín	153		522,4	3417,0	2528,6	888,4
Remedios	264		51,8	196,2	145,2	51,0
Salgar	229	191	378,2	901,4	667,0	234,4
Santa Bárbara	257	307	401,2	711,2	526,3	184,9
Vegachí	262	245	823	1622,9	1200,9	422,0
Yolombó	218	175	672	1708,5	1264,3	444,2
Puerto Berrío	374	207	403,1	693,8	513,4	180,4
Promedio/mes	266	233	643,7	1522,5	1126,6	395,8

En la Tabla 5.10 se observa que el consumo es muy variable y en general esta por debajo de los consumos de referencia internacionales, igualmente estos indicadores presentan una gran variabilidad, esto puede deberse a las exigencias sanitarias de cada país, a las prácticas de los operarios, a los equipos utilizados, al mantenimiento de las instalaciones, variaciones en el tamaño del animal a sacrificar, el uso de la capacidad instalada, por ejemplo la Tabla 5.11 muestra valores de referencia de acuerdo al nivel de tecnología.¹⁴

¹⁴ Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.



Tabla 5.11 Valores de referencia mataderos¹⁵:

Sacrificio de Bovinos

	Unidad	Tecnología tradicional	Tecnología media	Mejor tecnología disponible
Agua	Litro/cabeza	5000	2500	1000
DBO5	Grs/cabeza	5500	2500	1200
Calor y electricidad	Kwh/cabeza	300	125	70

Sacrificio de Porcinos

Agua	Litro/cabeza	1400	700	300
DBO5	Grs/cabeza	2500	1000	500
Calor y electricidad	Kwh/cabeza	125	50	30

Los valores de referencia comparados con los consumos totales registrados en los mataderos municipales muestran consumos correspondientes a mataderos con la mejor tecnología disponible, esto se debe al uso de la capacidad instalada, que hace la limpieza más eficiente, pues, una planta de sacrificio gastaría la misma cantidad de agua si sacrifica un animal o más, igual se lava la misma área.

¹⁵ Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

Teniendo en cuenta las altas variaciones y los valores de referencia se toma como línea base el consumo promedio de las plantas CLASE III municipales visitadas, debido a que el consumo en las plantas Clase I están muy por debajo de las mejores tecnologías disponibles [Tabla 5.11], debido, igualmente a la incertidumbre en los registros de consumo de agua en las plantas.

Módulos de consumo

Cerdos: 538 Litros/cabeza
Bovinos: 1.137 Litros/cabeza



El consumo de agua/mes por área es el siguiente:

Tabla 5.12 Consumo de agua por área

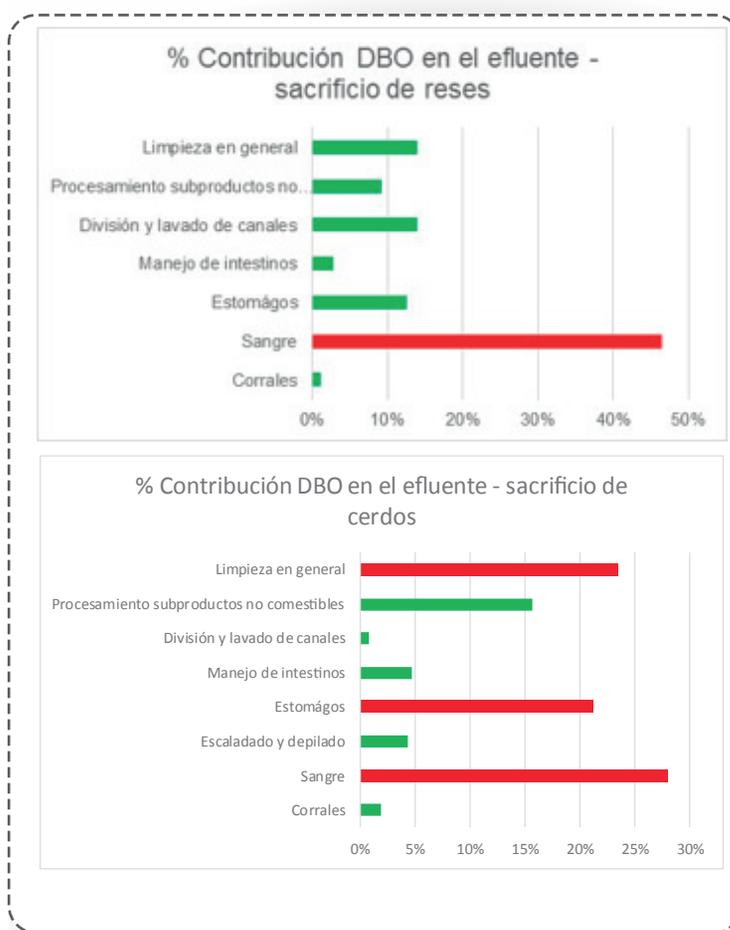
	Clase I		Clase III	
	Bovinos	Porcinos	Bovinos	Porcinos
	1800	2308	234	236
Consumo Litros/cabeza	1137	538	1137	1538
Consumo/área	m3/mes			
Recepción	176	261	25	27
Sacrificio	704	323	99,4	33
Escaldado		37		3,8
Eliminación de pelo		87		8,9
Procesamiento de tripas	528	248	74,5	32,8
Lavado de la canal	484		68,3	
Limpieza	154	286	21,7	29,2
Total	2047	1242	289	134
Consumo Litros/día	85275,0	51737,7	12033,3	5597,5

Fuente: Construcción propia del CNPMLTA a partir de balances e indicadores internacionales El consumo promedio de agua de las plantas de sacrificio es equivalente al consumo de más o menos 400 personas en un día, con un consumo per cápita de 100 litros/persona-día.

Los consumos de agua influyen directamente en la generación de efluentes, estos son aproximadamente el 85 - 95% del consumo de la planta.

• Vertimientos de aguas residuales sacrificio de reses y cerdos

De los balances de producción de residuos y subproductos y de su aporte en carga de DBO5 cuando estos residuos van al vertimiento se encuentra que en el proceso de reses el mayor aporte es el de la sangre, mientras que en el proceso de cerdos son la sangre, la limpieza de vísceras, intestinos y la limpieza del área de sacrificio, se resalta que la limpieza del área de sacrificio de cerdos aporta más carga que la limpieza del área de sacrificio de reses, ver Figura 5.10



Fuente: Construcción propia del CNPMLTA

Figura 5.10 Aporte de carga orgánica DBO5 de las áreas de proceso

La composición del agua residual de los efluentes en un matadero puede variar entre una planta y otra, esto depende de la eficiencia de sus operaciones. La Tabla 5.13 muestra los rangos de valores de la aportación a cada parámetro de los efluentes en Kg/cabeza del animal procesado:

Parámetro	Kg/cabeza bovino	Kg/cabeza cerdo
DBO5	4,42	0,18
DQO	12,64	
SST	4,08	

Tabla 5.13 Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial [Sin sistema de tratamiento]¹⁶

Tabla 5.14 Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial [Sin sistema de tratamiento]

	Kg/cabeza bovino	Kg/cabeza cerdo
DBO5 mg/L de O2	2.000	1250
DQO mg/L de O2	4.000 l	2500
Sólidos suspendidos, mg/L	1600	700
Nitrógeno total, mg/L N	180	150
Fósforo total, mg/L P	27	25
Grasas y aceites, mg/L	270	150
pH	7,2	7,2

En la Tabla 5.13 se observa que en términos de DBO5 la carga orgánica en los efluentes de un matadero proviene del sacrificio de bovinos, equivalente a un 96% de la carga total. Se aclara que los valores de referencia corresponden a los vertimientos antes de los sistemas de tratamiento.

Si se asume que una planta de tratamiento remueve el 80% de la carga de contaminación los valores de referencia del indicador de carga serían los siguientes:

Parámetro	Kg/cabeza bovino	Kg/cabeza cerdo
DBO5	0,88	0,4
DQO	2,53	
SST	0,82	

Tabla 5.15 Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial [después del sistema de tratamiento]¹⁷

¹⁶ "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

¹⁷ "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

Situación actual vertimientos de agua en el sacrificio de reses y cerdos

Las concentraciones de DBO5 y SST en las plantas de sacrificio a las cuales se les hicieron caracterización de aguas residuales con toma de muestras y laboratorios acreditados dan resultados similares a los valores de referencia (Tabla 5.15), debido a que todas las plantas de sacrificio tienen sistemas de tratamiento.

El promedio de DBO5 es de 1.844 mg/l que equivale a un promedio de carga de DBO5 de 0,85 Kg DBO5/cabeza, como las plantas de beneficio analizadas son duales, el 96% de la carga es aportada por el sacrificio de bovinos o sea que el indicador es de 0,82 Kg/bovino.

Tabla 5.16
Indicadores de concentración en los vertimientos de las plantas en Municipios Antioqueños

Empresa	Caudal l/s	Pacción del día del monitoreo Cabezas totales		TV h/día	DBO5 mg/l	SST mg/l	Carga DBO5 kg/día	Carga SST kg/día	kg DBO5/cabeza	kg SST/cabeza
		Bovino	Porcino							
CBC Amagá	1,56	40	148	4	942	452	21,16	10,15	0,11	0,05
CBC Salgar	3,09	24	8	4	475	180	21,14	8,01	0,66	0,25
CBC Santa Bárbara	0,011	80	80	2,5	468	95	0,05	0,01	0,00	0,00
CBC Ciudad Bolívar	0,53	38	26	9	348	167	5,98	2,87	0,09	0,04
CBC Caramanta	0,25	28	11	3	34	16	0,09	0,04	0,002	0,001
CBC Fredonia	0,36	11	22	3	740	104	2,88	0,40	0,09	0,01
CBC Anorí	0,35	0	12	4	866	418	4,36	2,11	0,36	0,18
CBC Ituango	0,08	8	5	8	218	84	0,50	0,19	0,04	0,01
CBC Remedios	0,59	19	4	3	8850	1085	56,39	6,91	2,45	0,30
CBC Pto Berrío	1,06	17	7	4	1672	154	25,52	2,35	1,06	0,10
CBC Cisneros	3,14	31	16	6	958	297	64,98	20,14	1,38	0,43
CBC Segovia	0,6	18	12	7	326	257	4,93	3,89	0,16	0,13
CBC Vegachí	0,901	16	14	4	2178	720	28,26	9,34	0,94	0,31
CBC Yolombó	0,16	7	0	4	1141	241	2,63	0,56	0,38	0,08
Supercerdo Poisa	2,76	0	498	6	379	101	22,59	6,02	0,05	0,01
CBC Jericó	0,99	13	21	8	2134	857	60,84	24,43	1,79	0,72
LÍMITE PERMISIBLE DBO5 mg/l de O2, resolución 631 beneficio dual										4,50
LÍMITE PERMISIBLE DBO5 mg/l de O2, resolución 631 beneficio dual										225

Fuente: Construcción propia caracterizaciones de aguas residuales - CNPMLTA (no certificadas)

Aunque todas las plantas de beneficio tienen sistemas de tratamiento de aguas residuales, la mayoría no cumplen con los límites permisibles de DBO5 y SST para plantas de beneficio dual respecto a la resolución O631 de 2015. Las cargas contaminantes están influidas por el alto consumo de agua en las plantas de sacrificio, para reducir cargas de contaminación se deben implementar medidas para el ahorro y el uso eficiente del agua.

Descripción del proceso de sacrificio de pollos

Las cargas contaminantes están influidas por el alto consumo de agua en las plantas de sacrificio, para reducir cargas de contaminación se deben implementar medidas para el ahorro y el uso eficiente del agua.

Tabla 5.17 Descripción del proceso de sacrificio de pollos

Descripción del proceso de beneficio de pollos	
Recepción	Los pollos llegan a la planta de beneficio transportadas en guacales o jaulas; se pesan y someten a inspección ante mortem antes de autorizar su sacrificio. Los pollos que llegan muertos son descartados, los aptos para beneficio son izados por las patas en cadenas transportadoras que las llevan a través de las áreas del proceso.
Depilado	Los pollos mediante un choque eléctrico, después del cual se procede al degüello; se dejan desangrar por un tiempo mínimo de 90 segundos. La sangre es recolectada para la elaboración de subproductos.
Evisceración	Los pollos se sumergen en un tanque con agua caliente (58–62°C) con el propósito de facilitar la remoción de plumas en la etapa posterior y dar choque térmico para eliminar parte de la carga microbiana. Una vez peladas, se les cortan las patas y pasan a la etapa de evisceración
Evisceración	Esta área está aislada de las demás áreas de la planta, donde se realiza el corte de cabezas y cloacas, y se abre el animal para extraer las vísceras. El hígado, corazón y las mollejas se separan de las demás vísceras y se someten a lavado y enfriamiento en una línea de proceso independiente de las canales. Las vísceras no comestibles y la sangre se entregan a plantas de producción de harina de carne y de sangre.
Evisceración	En este tanque los pollos permanecen de 30 a 40 minutos, removiendo la mayor parte de residuos de sangre y grasa; de éste, se trasladan al enfriador por otros 30 a 40 minutos y salen con una temperatura máxima de 4°C. Las vísceras – en una línea independiente – se someten igualmente a estas operaciones. Finalmente, las canales y vísceras se empaican y son almacenadas en cuartos fríos donde se inicia la cadena de frío. Finalmente son despachadas a los puntos de venta.
Durante la operación de la planta se realiza un lavado general intermedio para retirar la sangre y despojos que se acumulan en el área de faenado. Al finalizar la jornada de trabajo se realiza el lavado completo y desinfección de las instalaciones y equipos que entran en contacto con pollos, canales y vísceras.	

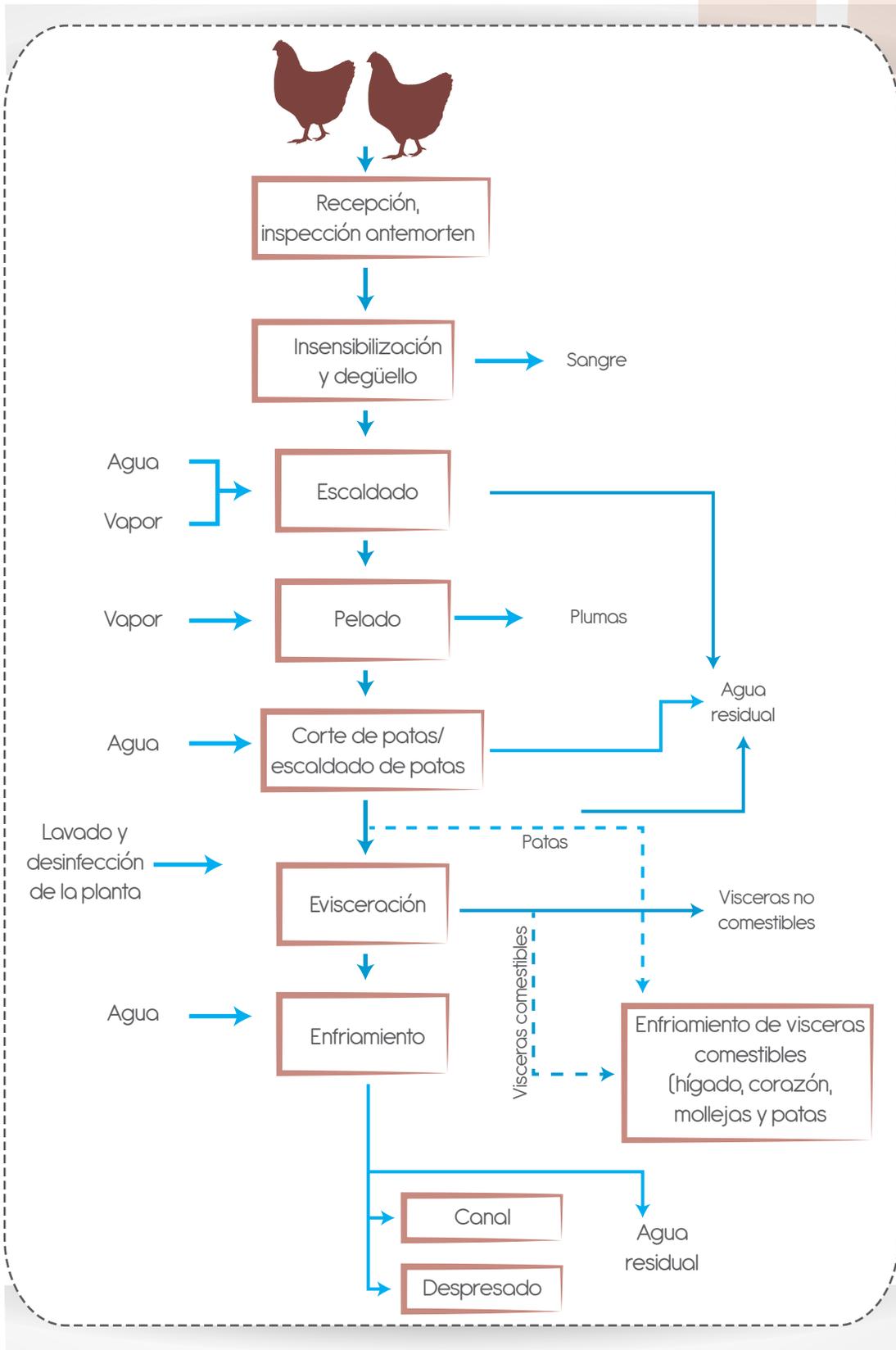


Figura 5.11 Diagrama de Flujo del Proceso de sacrificio de pollos

Indicadores de rendimiento en el proceso de sacrificio de pollos

Tal como se muestra en el diagrama de flujo de producción de pollo (Figura 5.5), la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y cuentan con un valor económico para la empresa, por lo cual es importante mantener rendimientos aceptables resultantes del proceso según el tipo de subproducto. La Figura 5.6 muestra los rendimientos promedio obtenidos en el sacrificio de un pollo de 2,2 Kg, peso promedio de pollos sacrificados en las plantas visitadas.

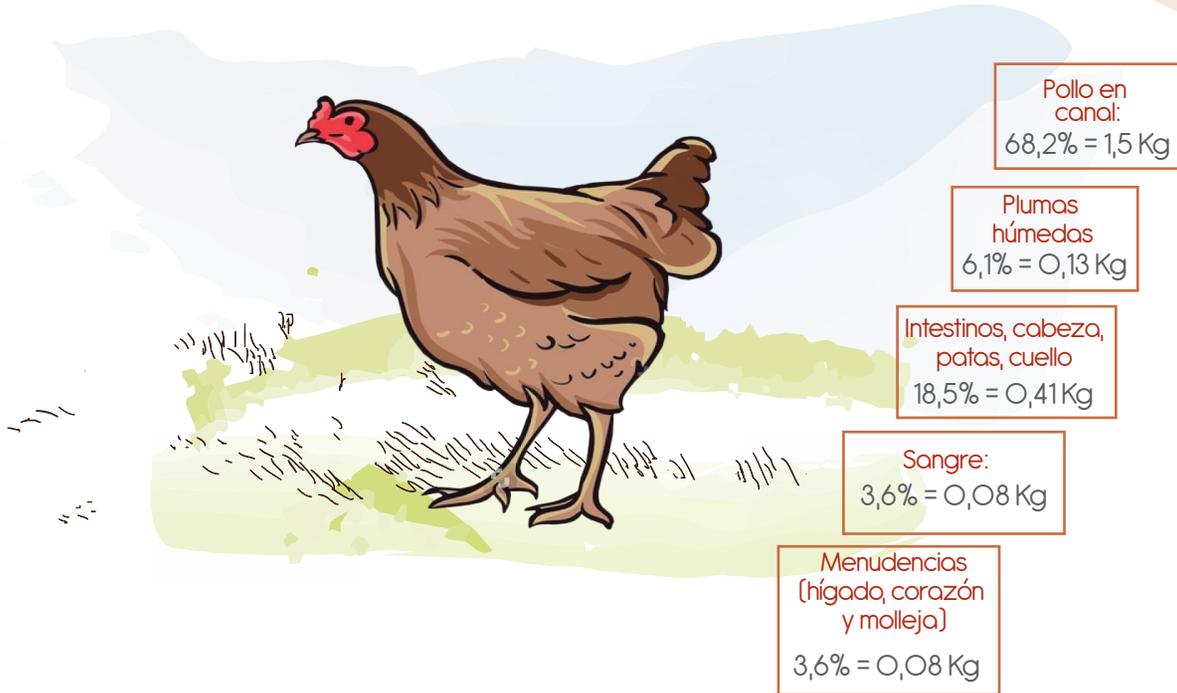


Figura 5.12 Rendimiento proceso de producción de pollo

La información de las plantas de beneficio de pollo es muy poca, La Guía Ambiental para el subsector avícola - FENAVI y estudios de caso en Bolivia permiten obtener algunos valores, así mismo se encontraron valores de referencia en la página www.tecnologiaslimpias.gov.

Consumo de agua en plantas de beneficio de pollos

El valor de referencia de consumo de agua en plantas de beneficio de pollo = 18,75 Litros/pollo.

En los Municipios de la jurisdicción de Corantioquia se identificaron 5 plantas de cuales dos estaban cerradas, se visitaron dos y una registra consumos de agua, mostrados en la Tabla 5.18.

Tabla 5.18
Consumos de agua planta de beneficio de pollos en Barbosa

Mes	Volumen de sacrificio	Agua (m ³)	Litros/pollo
Enero	542.877	14.223	26,20
Febrero	496.064	18.223	36,74
Marzo	571.381	16.658	29,15
Abril	521.916	15.804	30,28
Mayo	512.361	15.162	29,59
Junio	537.600	13.450	25,02
Julio	445.960	12.490	28,01
Agosto	544.961	9.654	17,72
Septiembre	595.938	12.908	21,66

El indicador de consumo varía entre 17,72 y 36,74 litros/pollo, al igual que en las plantas de beneficio de bovinos y cerdos el indicador de consumo de agua es mayor cuando se procesa menos cantidad de animales, esto se debe a la actividad de limpieza, mientras menor sea la cantidad de pollo a procesar mayor es el consumo de agua/pollo dado que hay que hacer limpieza de la misma área de planta.

Vertimientos y generación de residuos

Los residuos en las plantas de beneficio de pollos son las plumas y la sangre, ver Figura 5.12, la cantidad de sangre/pollo es de 0,08 kg y de plumas 0,13 Kg, las plumas y la sangre son entregadas a plantas de producción de harina de carne.

Al igual que en las plantas de beneficio de ganado, la sangre es la que más aporta a la carga orgánica del vertimiento, la concentración de contaminantes en los efluentes difiere de una planta a otra, depende de los métodos de producción, sistemas de recolección de aguas residuales y de las prácticas de limpieza, en la Tabla 5.17

Tabla 5.19
Caracterización típica del vertimiento de una planta de beneficio de pollos¹⁸

Parámetro	Antes PTAR	Después PTAR
DQO (mgO ₂ /l)	5320	2480
DBO (mgO ₂ /l)	2364	1127
Sólidos totales (mg/l)	3891	1880
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	1154	500
Sólidos disueltos totales (mg/l)	2737	1380
Sólidos volátiles (mg/l)	3413	1666
Sólidos suspendidos volátiles (mg/l)	1089	480
Sólidos disueltos volátiles (mg/l)	2315	1186
Sólidos sedimentables (mg/l -1h)	2.1	1,0
Aceites y grasas	814	356

Situación actual vertimientos de agua en el sacrificio de pollos

Las plantas de sacrificio de pollo activas en los Municipios jurisdicción de Corantioquia son tres y dos que reportan información tienen plantas de tratamiento, una no cumple los límites permisibles de la resolución O631 en el parámetro DBO5.

Tabla 5.20
Vertimientos de aguas residuales de plantas de beneficio de aves de corral

Mes	Caudal l/s	Pollos/día	DBO5 - mg/l	SST - mg/l	Grs DBO/pollo	Grs SST/pollo
Barbosa	7,52	18000	176	96	2,12	1,16
San Antonio de Prado	8,93	25000	322	62	11,59	2,23
Límite permisible DBO5 mg/l O2 resolución 631 de 2015					300	
Límite permisible SST mg/l resolución 631 de 2015					100	

¹⁸ www.tecnologiaslimpias.gov

6. Opciones de mejora Agua y Residuos



La producción sostenible debe enmarcar estrategias para la protección del recurso hídrico las cuales deben incluir reducción del consumo de agua en los procesos y la reducción de los contaminantes en las aguas residuales.

La escasez del recurso hídrico se presenta por disminución en la cantidad debido al desperdicio en los procesos productivos y por mala calidad para su uso debido a vertimientos de aguas contaminadas.

Los factores principales en el origen de los desperdicios y emisiones son:

- El personal
- El manejo de materias primas y productos
- Tecnologías
- Procedimientos
- Proveedores

Sobre la base de estos factores, existen numerosas opciones que pueden ser agrupadas de distinta forma, que apuntan a la mejora en el desempeño ambiental y la reducción de desperdicios, las opciones de Producción más Limpia se clasifican en:

- Buenas prácticas operativas
- Sustitución de materiales
- Cambios tecnológicos
- Reciclaje interno y externo

Buenas prácticas operativas

- Prevención de la contaminación

Para prevenir la contaminación industrial, es necesario que la planta de beneficio relacione los flujos de aguas residuales con los procesos donde se generan, se recomienda que, en lugar de monitorear las descargas únicamente al final del tubo, se efectúen también en los orígenes de los flujos de los diferentes procesos, para identificar la contribución de cada uno, al total de las aguas residuales, en la Figura 6.1 se muestra una ilustración de monitoreo en las áreas de la planta donde se consume la mayor cantidad de agua, este monitoreo se sugiere una vez al año.

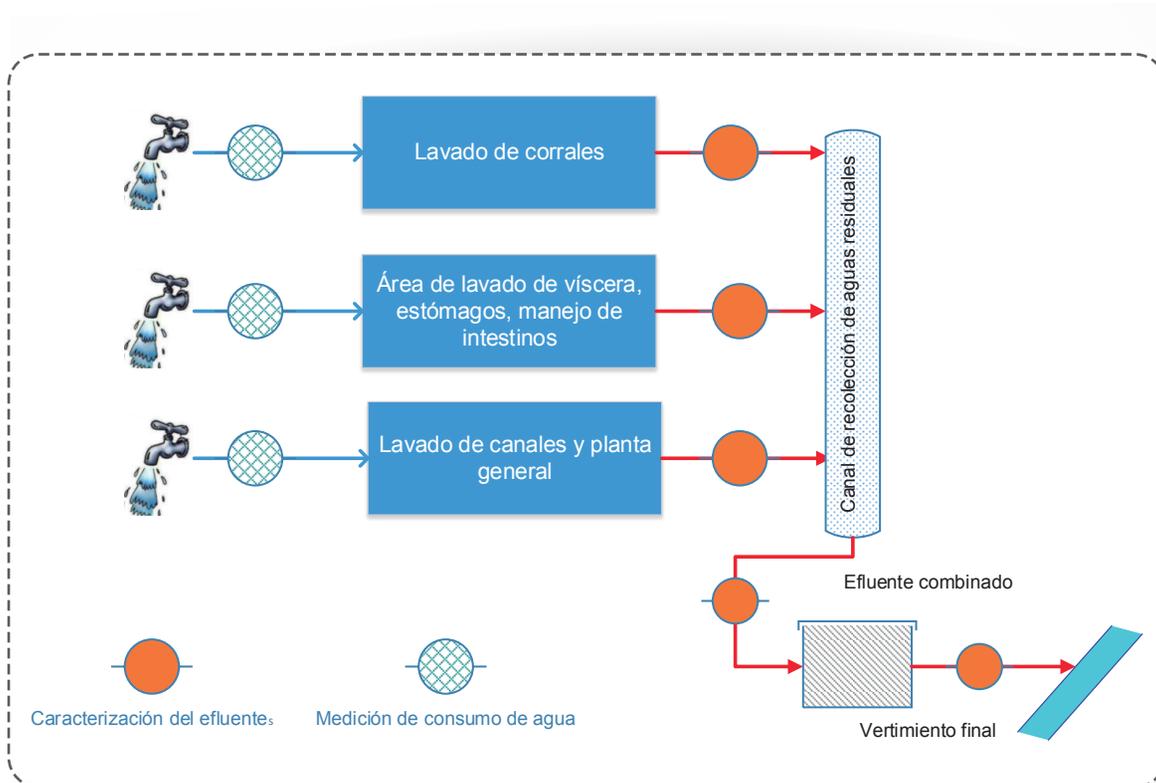


Figura 6.1 Ilustración de sitios de muestreo en plantas de sacrificio

Mediante una medición periódica de los principales parámetros (se sugiere 2 veces por año) se podrían identificar problemas en el proceso, este monitoreo debe hacerse en cada área de sacrificio. De esta manera se puede disminuir el desperdicio de materias primas y subproductos (agua, sangre, rumen, grasa, etc.) y bajar los costos de producción mediante la prevención de descargas y residuos sólidos. En la Figura 6.2 se muestran los sitios propuestos de monitoreo general por área de sacrificio.

Figura 6.2 Ilustración de sitios de muestreo por área de sacrificio

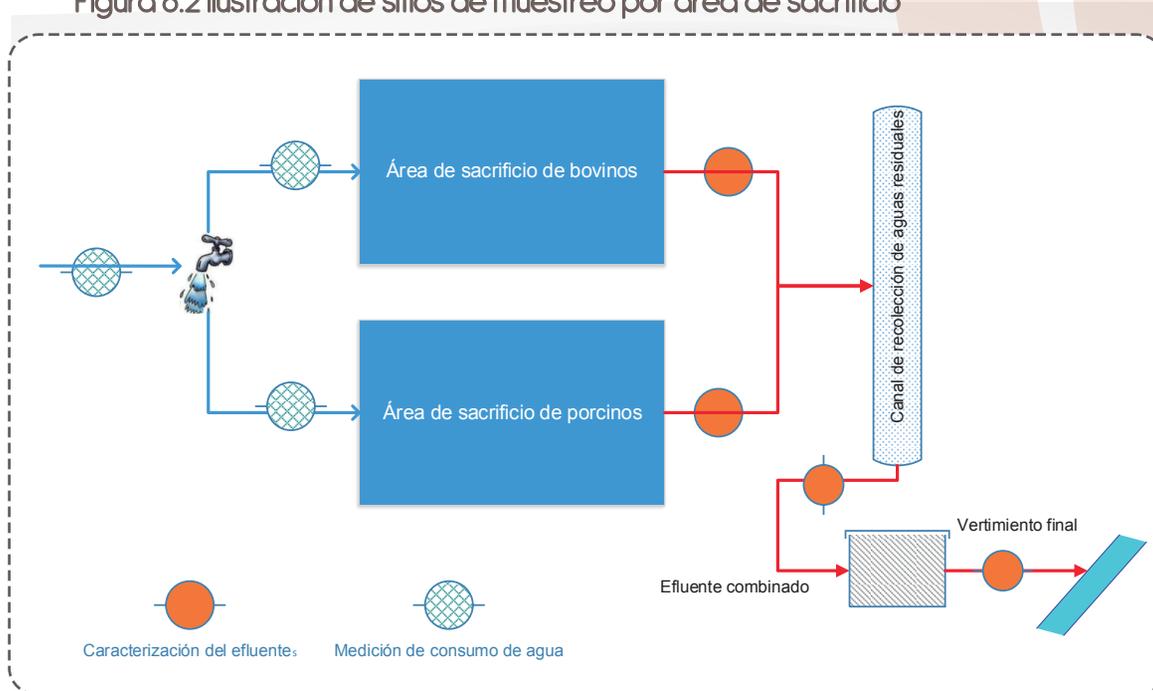


Tabla 6.1 Recomendaciones para la prevención de la contaminación del vertimiento

¿En dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Qué tipo de parámetros?
<ul style="list-style-type: none"> - Tomar muestras en los siguientes puntos del proceso: <ul style="list-style-type: none"> - A la salida del agua del lavado de vísceras. - A la salida del escaldado de cerdos. - A la salida de lavado de la poceta de sangría. - Medir la entrada principal del agua a la planta de beneficio con el propósito de determinar la proporción usada en cada etapa del proceso. 	<p>Las muestras que se tomen deben representar la condición normal de un proceso (ejemplo: cuando se procese el número promedio de reses y cerdos). Para saber cuál es el momento adecuado para la toma de muestras, es importante conocer muy bien el proceso de beneficio. Se pueden tomar muestras en diferentes momentos de desarrollo beneficio con el fin de conformar una muestra compuesta. Igualmente se recomienda que el muestreo se adelante simultáneamente con el muestreo de la descarga al final de tubo, exigido por la autoridad ambiental, buscando reducir los costos.</p>	<p>El muestreo, aforo de caudales y análisis de las descargas, deberán realizarse siguiendo la metodología de caracterización de las aguas residuales. Se deben realizar por personal y laboratorios acreditados por el IDEAM proporción usada en cada etapa del proceso.</p>	<p>DBO5</p> <p>DQO</p> <p>Sólidos suspendidos totales (SST)</p> <p>pH</p> <p>Grasas y aceites</p>
<p>Implementar el registro de vertimientos y analizar mes a mes el FACTOR DE VERTIMIENTO en el efluente final, ver anexo 3 modelo de cálculo</p>			

Análisis costo beneficio de la alternativa

Beneficio

La rentabilidad de la toma de muestras en las distintas etapas del proceso, radica en la identificación y prevención más rápida y precisa de los desperdicios de insumos de producción y la disminución de descarga de cargas orgánicas, que se refleja en un menor pago de la Tasa retributiva.

Costo de implementación

Dos (2)
caracterizaciones/año, a un
costo total de: \$
3.580.000 c/u

Período de recuperación de la inversión

La implementación de las alternativas que se propongan como resultado de las caracterizaciones permite la recuperación de la inversión.

- Diseñar un programa de monitoreo y ahorro de agua

Descripción

El principal impacto de las plantas de sacrificio son los altos consumos de agua en promedio las plantas municipales de sacrificio consumen 748 m³/mes y no llevan registros de consumo, se debe establecer una forma para controlarlo y optimizarlo.

¿Cómo se puede lograr?

Capacitación a los trabajadores sobre la importancia del agua teniendo en cuenta la importancia del recurso y su costo para la empresa, ya que estos son los principales manipuladores del mismo, por lo tanto, se debe fomentar en ellos una conciencia de ahorro que facilite la implementación de medidas de optimización.

Hacer énfasis en el cerrado de las válvulas en la planta, el uso de las mangueras sólo cuando es necesario y el cuidado del recurso en general. Esta actividad puede ser apoyada con afiches a lo largo de la empresa que incentiven el mejor uso del agua y muestren su importancia a los operadores.

Supervisar las operaciones de lavado y la forma en que se realizan. El lavado de la planta debe realizarse de arriba hacia abajo, empezando por las paredes, los equipos, utensilios y finalmente el piso, para evitar que las salpicaduras de las áreas más altas hagan que se duplique el lavado de mesas, utensilios y equipos enjuagados primeramente.

Asegurarse que todas las llaves y mangueras estén cerradas durante las pausas y al terminar el turno de trabajo.

Registrar el consumo de agua por área para su control a través del uso de indicadores. Para ello es necesario la instalación de medidores de flujo por área de interés. Se recomienda instalar medidores separados para la planta de matanza y la planta de procesamiento de subproductos, Ver Anexo 3 MODELO DE CALCULO DE MÓDULOS DE CONSUMO.

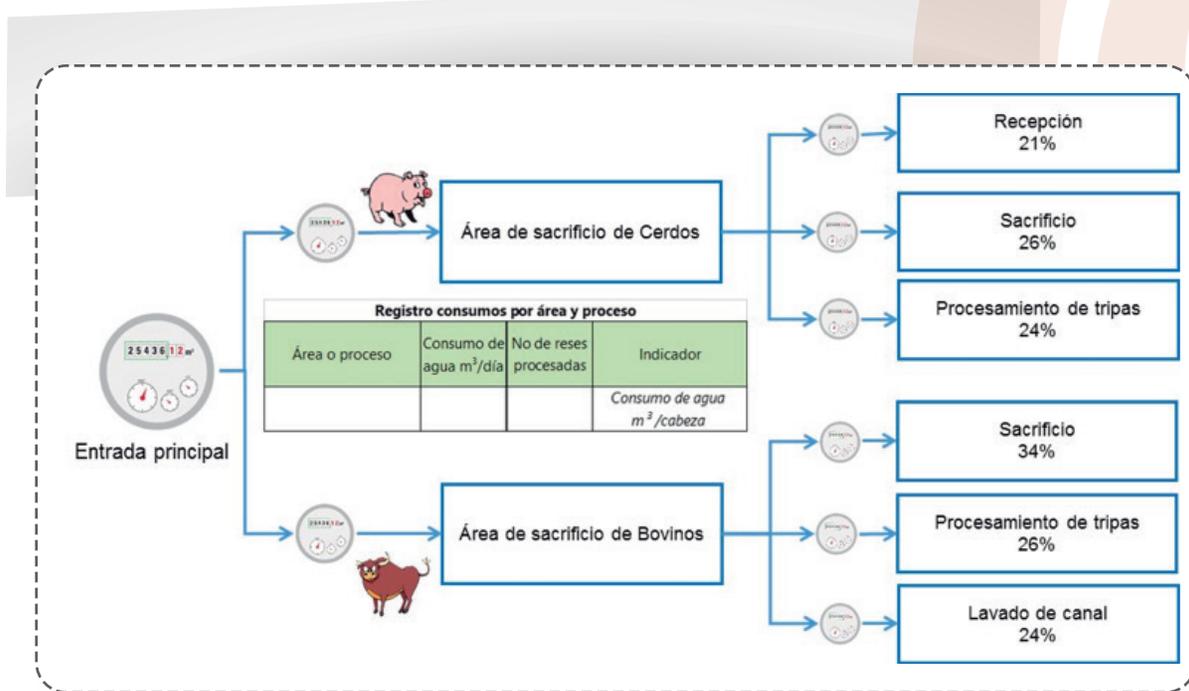


Figura 6.3 Ubicación de medidores para control de consumos de agua

Análisis costo beneficio de la alternativa

Beneficio

- Control del consumo de agua y la generación de efluentes.
- Desde el punto de vista de los efluentes el control del consumo permite reducir el volumen de agua a tratar, así como de la concentración de los contaminantes, esto hace que el costo de tratamiento de agua residual sea menor, tanto a nivel de inversión como los costos operativos del sistema de tratamiento. Los costos relacionados con el sistema de tratamiento pueden ser calculados para el tipo de sistema que tenga cada empresa.
- Evita que se den costos adicionales por pago del servicio de suministro de agua y por el sistema de bombeo. Además, se controla los costos de tratamiento de los efluentes por volumen de agua a tratar.
- Mayor control de las operaciones de proceso que consumen agua.
- Ayuda a la detección de problemas como fugas, usos inadecuados, etc.
- Mejora del desempeño ambiental

Costo de implementación

Costo de un medidor de 1 a 4 pulgadas, \$640.000, Inversión (10 medidores): \$6.400.000, ver Figura 6.1.

Facilitador para capacitación a los empleados de mínimo 16 horas en ahorro y uso eficiente de agua a \$120.000/hora, 2 jornadas en el año: Inversión: \$3.840.000.

Campaña de sensibilización (afiches, carteleros, volantes, etc.): Inversión: \$800.000

Asesor en implementación y seguimiento, 16 horas en el año a \$180.000/hora: Inversión: \$2.880.000

Período de recuperación de la inversión

Recuperación de la inversión una vez se adopten las sugerencias de ahorro y uso eficiente de agua.

- Equipar las mangueras con boquillas o pistolas de presión para reducir las pérdidas de agua cuando éstas no están en uso

Descripción

Los procedimientos de lavado en las plantas de sacrificio contribuyen con el 20% del consumo total de agua, el 50% de las actividades de lavado se hacen con mangueras, la mayoría no tienen boquillas o pistolas de presión por lo que los operadores al no estar utilizando la manguera, dejan abiertas las llaves por descuido u olvido provocando el desperdicio del recurso

¿Cómo se puede lograr?

Equipar las mangueras con boquillas o pistolas de presión para reducir las pérdidas de agua cuando éstas no están en uso.

Colocar boquillas o pistolas de alta presión en las mangueras, con lo cual se obtienen grandes ahorros en el consumo de agua en las diferentes operaciones de la planta.

Usar mangueras de presión en spray con una presión de no menos de 10 bares para el lavado de las canales.

Instalar manómetros para medir la presión en las mangueras.

Tabla 6.2 Ahorro de agua estimado por uso de pistolas industriales

Diámetro de tubería (pulgadas)	Tiempo de lavado sin pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Tiempo de lavado con pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Ahorro (Litros)
½	5	66	4	53	13
¾	5	84	4	67	17
1	5	264	4	211	53
1½	5	1135	4	1068	67

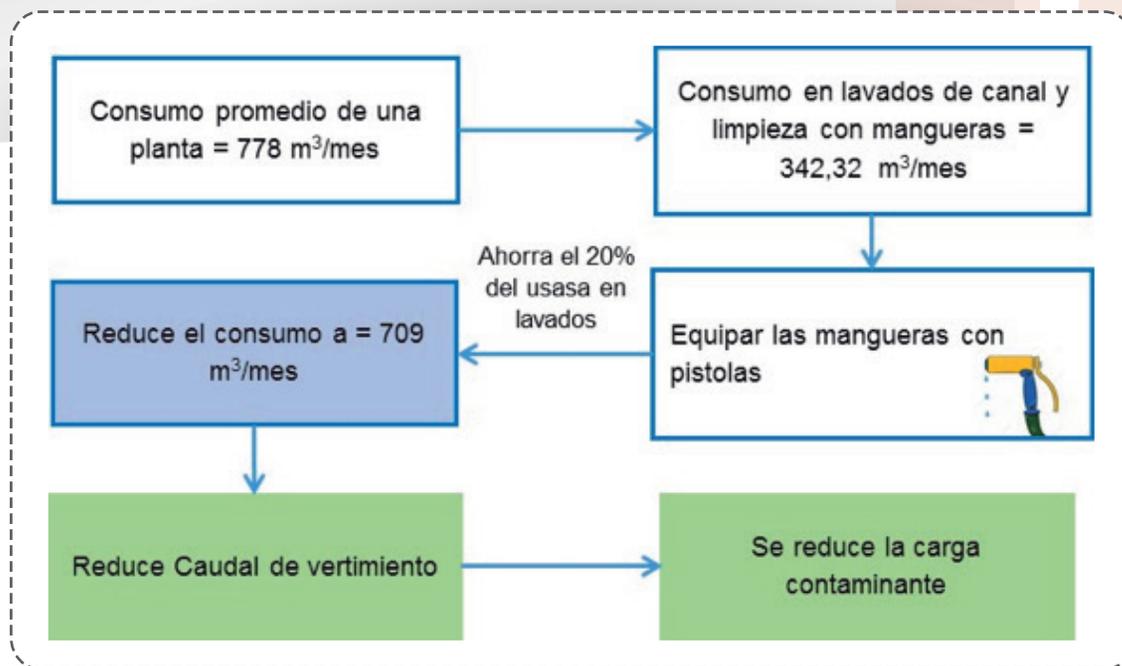


Figura 6.4 Reducción del consumo de agua con pistolas automáticas en las mangueras

Análisis costo beneficio de la alternativa	
<p>Beneficio</p> <p>Reduce los tiempos de operación de lavado de equipos, utensilios y planta en general.</p> <p>Aseguran que el flujo de agua salga más fuerte para una mejor calidad de la limpieza.</p> <p>Permiten que el agua no fluya cuando no se le está usando.</p>	<p>Costo de implementación</p> <p>El costo de una pistola metálica para manguera es de \$ 60.000, 4 pistolas: Inversión: \$240.000</p>
Período de recuperación de la inversión	
<p>Considerando el bajo costo de las pistolas, este cambio se considera altamente rentable y la inversión se podría recuperar en 2 ó 3 meses.</p>	

- Instalación de hidrolavadoras de presión para la mejora de la eficiencia del proceso de limpieza, equipadas con una combinación de agua caliente, detergente y alta presión

Descripción

Otra opción para la optimización del lavado de áreas de mayor tamaño es el uso de bombas de alta presión o hidrolavadoras, las cuales son portátiles y reducen la cantidad de agua y detergentes para la limpieza.

¿Cómo se puede lograr?

Evaluar la capacidad necesaria del equipo en base a la demanda de agua, el área a lavar y el costo real del metro cúbico de agua en la empresa. Cabe señalar que, en áreas muy pequeñas con poca demanda de agua para limpieza, estos equipos de limpieza no son viables económicamente.

Capacitar al personal en el correcto uso de estos equipos.

Establecer horarios de uso de estos equipos exclusivamente para las operaciones de lavado de la planta y equipos posterior al sacrificio. Las áreas sensibles donde pueden ser utilizados estos equipos son: área de degüelle (impregnada con sangre), área de inspección de canales (acumulación de grasa) y área de inspección de vísceras (pellejos y grasas).

Es importante resaltar que existen varios tipos de hidrolavadoras y que la empresa puede seleccionar aquella(s) que se ajusten más a sus necesidades

Análisis costo beneficio de la alternativa	
Beneficio	Costo de implementación
<p>Se reduce el consumo de agua para operaciones de lavado de la planta en un 85%, reduciendo así también la cantidad de efluentes.</p> <p>Reducción de los costos por suministro de agua y tratamiento de efluentes.</p>	<p>Manguera hidrolavadora</p> <p>Costo aproximado \$ 40.000¹⁹</p> <p>Usos: Ducha y lavado de canal</p> 
	<p>Hidrolavadora de alta presión</p> <p>Costo aproximado \$ COP 300.000</p> <p>Usos: Lavado de áreas de proceso, corrales y exteriores</p> 
Período de recuperación de la inversión	
<p>Considerando el bajo costo de las pistolas, este cambio se considera altamente rentable y la inversión se podría recuperar en 2 ó 3 meses.</p>	

¹⁹ http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-417052574-water-zoom-pistola-alta-presion-manguera-hidrolavadora-chorr-_JM

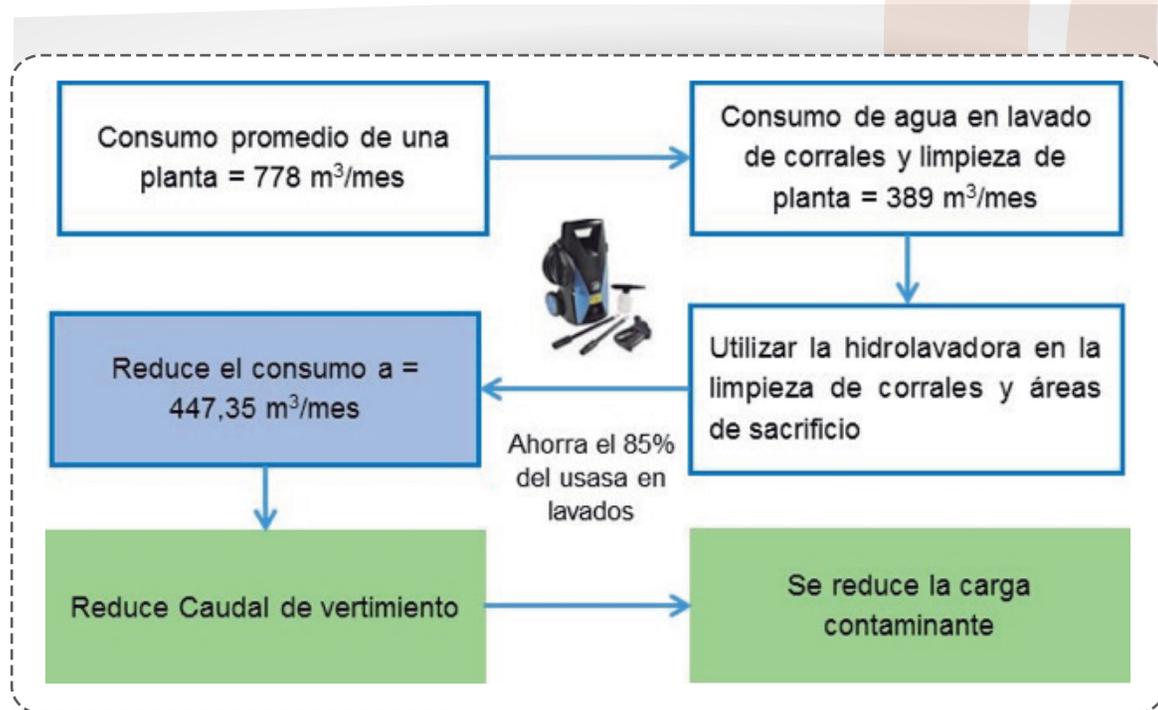


Figura 6.5 Reducción del consumo de agua usando hidrolavadoras

-Reducción del uso del agua en corrales

Descripción

Los corrales donde las reses y cerdos se reciben antes de pasar a la zona de aturdimiento, tienen uno de los consumos de agua de mayor potencial contaminante.

El estiércol de ambos animales, se incrusta en el piso del corral, el cual es lavado diariamente con abundante agua que se une a la corriente de efluentes. Es necesario minimizar la concentración de material contaminante en esta descarga.



¿Cómo se puede lograr?

Adelantar una recolección y barrido en seco, utilizando palas, rastrillos y cepillos de cerda dura, que permita arrastrar la totalidad del estiércol suelto y aquel que no se encuentra demasiado adherido al suelo de los corrales.

Posteriormente hacer uso de la manguera preferiblemente a alta presión (manguera hidrolavadora) para un enjuague final, ayudado con cepillos de cerda dura que facilite la remoción de las partículas incrustadas en las grietas y dilataciones del piso.

El uso de las hidrolavadoras puede ocasionar deterioro de superficies sino se usan con cuidado, se debe regular la presión y no usarlas por mucho tiempo con el chorro dirigido a un solo punto.

El estiércol seco recolectado, debe ser almacenado en un lugar cubierto que lo proteja de la humedad, para posteriormente utilizarlo en la fertilización de jardines o entregarlo a alguna persona que lo requiera para el uso agrícola, previo un proceso de estabilización.

Análisis costo beneficio de la alternativa	
Beneficio	Costo de implementación
Disminución en el consumo de agua en un 75% aproximadamente.	Mano de obra: tiempo adicional/mes de operarios: Inversión/mes: \$1.750.000
Reducción de las cargas de DBO5 y SST en un 50% aproximadamente.	
Reducción de los costos del tratamiento de las aguas residuales de la planta de beneficio.	
Período de recuperación de la inversión	
El barrido en seco y posterior enjuague, son dos tareas que van a requerir mayor tiempo (50 a 70% más) con respecto al barrido con agua, para el operario encargado de esta tarea, sin embargo, los sobrecostos en mano de obra pueden ser fácilmente recuperados con los ahorros en el consumo de agua y del tratamiento final de los efluentes de los corrales.	

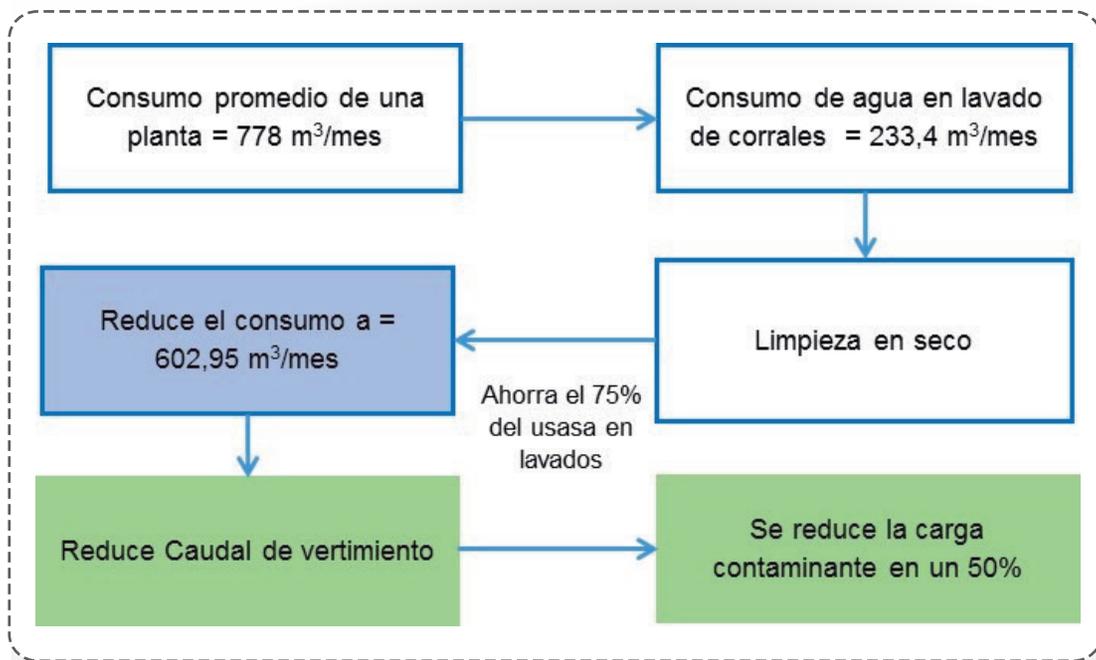


Figura 6.6 Reducción del consumo de agua con la limpieza de corrales en seco

-Limpieza de panzas y recolección del contenido de las tripas en seco

Los estómagos junto con las tripas del animal conforman la víscera blanca, la cual llega a la sección de lavado y pelado, donde son separados. Por lo general, al abrirse el estómago para su limpieza inicial, el contenido ruminal es descargado en mesones y arrastrado por medio de agua dentro de la tubería que conduce al tanque estercolero.

Un estómago contiene en promedio 24 kg de rumen y materia semidigerida (85% de agua y 15% de sólidos) que genera una carga contaminante de 0.25 kg de DBO/100 kg de animal en pie. Dado que la gran parte de la DBO es soluble en agua, la evacuación del contenido estomacal en la tubería que conduce al estercolero termina convertida en vertimiento (0,20 kg DBO/100 kg en pie) hacia el alcantarillado o a la fuente hídrica. Además, un 5 a 10% de los sólidos contenidos en las panzas es lo suficientemente fino que escapa hacia las descargas, lo que equivale a un 0.04 a 0.08 kg de SST/100 kg en pie faenado [fuente: Carawa 1986].

La propuesta de limpieza es la siguiente

Si se hace de una manera artesanal, la limpieza en seco de panzas puede hacerse en un lugar alejado del canal de desagüe sin la utilización de agua. Esto significa que el operario al abrir la panza deberá vaciar el estiércol lo más que pueda en un área seca, para luego trasladar la panza a su lugar de lavado y procesamiento.

También se puede lograr mediante un sistema de tornillo sin fin o de aire comprimido, que conecte una pila receptora del estiércol en el área de lavado de panzas y tripas, con el depósito final en seco de este material. El material recolectado en seco de la tripería tendría que ser utilizado para su transformación en abono orgánico.

Se debe de colocar un recipiente para el lavado periódico del operario encargado de la separación en seco, evitando que se mezcle con el material de la panza. Un aspecto relevante es que la extracción del estiércol genera gases producto del contenido de la panza de la res, lo cual puede traer molestias y afectaciones a los operarios, razón por la cual es necesario proveerles de condiciones adecuadas para su limpieza constante.

El operador debe botar el estiércol evacuado manualmente de las tripas en un recipiente o contenedor adecuado en vez de tirarlo al piso, previo al lavado de la tripa. El estiércol recolectado de las tripas se evacua de la tripería utilizando el mismo sistema de tornillo sin fin o aire comprimido que se puede utilizar para la limpieza de las panzas.

Análisis costo beneficio de la alternativa	
Beneficio	Costo de implementación
<p>Con la aplicación de esta medida, se reduce notablemente la concentración de DBO y Sólidos suspendidos totales (SST) en el efluente final, y se mejora el rendimiento del sistema de pre-tratamiento de efluentes verdes (sistema de tamices o tanques de sedimentación).</p> <p>Se reduce considerablemente el consumo de agua, disminuyendo el volumen de agua en el vertimiento</p>	<p>No representa costos adicionales Inversión: \$ 0</p>
Período de recuperación de la inversión	
No aplica	

-Recolección en seco de los residuos sólidos caídos al piso durante el beneficio

A lo largo del proceso de beneficio se van desprendiendo pequeñas partes del animal (grasa, astillas de hueso, sangre, etc.) que al final del proceso generalmente se evacúan por el drenaje con la operación de lavado de las instalaciones. A pesar de la existencia de rejillas, por su distancia entre barras, estas permiten el paso de estos residuos pequeños. Se recomiendan las siguientes prácticas de barrido:

Mediante la utilización de raspadores, cepillos y haraganes, los operarios deben hacer un barrido inicial antes del lavado con agua y detergentes de los pisos de la planta.

Colocar anjeos metálicos por debajo de las rejillas de drenaje, para la retención de aquellos residuos de menor tamaño que pueden escapar al barrido en seco.



Haragán para limpieza.
Fuente: www.stanhome.com.ve

Análisis costo beneficio de la alternativa	
Beneficio	Costo de implementación
Reducción en la generación de residuos sólidos.	Costo de haragán: \$22.000
Reducción de la DBO y los SST de las descargas de aguas residuales industriales.	
Reducción de los costos de tratamiento final.	

Generación de recursos económicos por concepto de venta de estos subproductos.
Período de recuperación de la inversión
Considerando el bajo costo de cepillos y haraganes, este sistema se considera altamente rentable y la inversión se podría recuperar en 2 ó 3 meses.

-Usar sistemas de pedal o control automático para operar el flujo de agua en lavamanos

Instalar válvulas de pie o válvulas de cierre automático en los lavamanos de la planta de proceso, con el fin de facilitar el cierre de las válvulas y asegurar que no queden abiertas cuando no se están usando.

En el caso de lavamanos de baños, así como en los mismos lavabos de planta de proceso activados por válvulas de pedal, se pueden adaptar reductores de flujo los cuales reducen el consumo de agua en al menos el 40%.

Beneficio	Costo de implementación
Reducción de los costos por suministro de agua y tratamiento de efluentes.	Costo de un lavamanos de pedal \$270.000
Mejora de las condiciones de higiene en la planta de proceso.	Cada planta evalúa el número de lava manos que debe instalar.
Período de recuperación de la inversión	
La inversión es moderada, se estima que la inversión se recupera de seis meses a un año, dependiendo del número de lavamanos que deba instalar la planta.	

Manejo de subproductos y generación de desechos

-Instalación de drenajes apropiados con mallas o trampas para prevenir que los materiales sólidos entren al efluente

Como parte del pretratamiento de las aguas residuales de las plantas de sacrificio, se utiliza siempre el paso del efluente por una rejilla para excluir la carne, los huesos, los descarnaduras de pieles, cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Su función es muy importante ya que produce la eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías), corriente abajo, así como aumenta la eficacia de los sistemas de pre-tratamientos. Es una etapa necesaria para garantizar el buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa, así como para la recuperación de mayor cantidad de materia prima para el procesamiento de subproductos.²⁰

²⁰Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia para la industria de mataderos - Elaborado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia de Nicaragua

Recomendaciones

Colocar rejillas apropiadas. Los tamaños de las rejillas que funcionan como trampas en los canales de desagüe, varían entre las bastas de 1,68-0,84 mm de malla y las finas de 0,125- 0,044mm. En general, no se consideran favorables las rejillas de barrotes, por obstruirse fácilmente y requerir una constante atención para evitar bloqueos, esta desventaja se puede pasar por alto cuando existe mano de obra barata.

Una serie de rejillas fabricadas localmente podría también resultar adecuada, cuando se utilicen dos o tres rejillas de barras con aberturas comprendidas entre los 5 cm. y los 0,5 cm.

Limpieza manual con regularidad para evitar incrustaciones que dificulten el paso del efluente.

Análisis costo beneficio de la alternativa

Beneficio	Costo de implementación
<p>Reduce las concentraciones de residuos sólidos en los efluentes.</p> <p>Eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías).</p> <p>Aumenta la eficacia de los pretratamientos</p>	<p>La inversión hace parte del presupuesto de mantenimiento</p>
Período de recuperación de la inversión	
<p>La inversión es moderada, se estima que la inversión se recupera de seis meses a un año, dependiendo de las reformas locativas que se tengan que hacer.</p>	

-Separar la sangre de la corriente de efluentes

La sangre supone del 3 al 5 % del peso del animal vivo. En el desangrado se recupera entre el 60 - 80 % de la sangre total del animal.

La sangre presenta una elevada carga orgánica y es la principal contribuyente de nitrógeno en el efluente, el cual ocasiona la eutroficación del agua y problemas en el funcionamiento de un sistema de tratamiento de efluentes estándar ya que no están diseñados para remover altas cantidades de nitrógeno. Por tanto, es necesario que el manejo de la sangre separado de los efluentes, sea lo más adecuado posible para lograr la máxima recolección de este desecho.²¹

²¹Ibidem 11

Recomendaciones

Diseño del área de desangre: El diseño del área de desangre debe garantizar que toda la sangre sea recolectada fácilmente. El método clásico de recogida consiste en colocar al animal suspendido en vertical tras el degüelle y debajo de él colocar un sistema que permita recoger la sangre mientras el animal se va desplazando por la zona de desangrado. La sangre se debe recoger en una artesa para sangre de un metro de ancho aproximadamente, desde la que pasa a un depósito recolector para su posterior procesamiento.

El desangrado debe durar de 6 a 7 minutos, y la cantidad media de sangre por bovino es de 12 a 21 litros.²²

Para evitar la contaminación de la sangre y el agua, pueden utilizarse dos sistemas de drenaje por separado en el área de desangre. Uno que contenga una desembocadura hacia el tanque o pileta de recolección de sangre subterránea y el otro para el efluente del sistema. Durante la matanza, los boquillos del sistema del efluente final deben estar cerrados, lo que permite el drenaje de la sangre hacia la pileta. Cuando la matanza termina, la desembocadura de la pileta es cerrada y la otra es abierta, entonces las aguas residuales de la limpieza son dirigidas al efluente del sistema.

Si se necesita recoger la sangre con fines de fabricación (para preparar piensos o fertilizantes) es posible, según el volumen de que se disponga, tratar la sangre en el lugar o enviarla en vagones cisterna a una planta central de elaboración. Se utilizan dos tipos de sistemas de recogida: el de vacío y el neumático.

Si la sangre no es almacenada para su procesamiento industrial posterior, es conveniente recogerla en un recipiente para proceder a su venta o para mezclarla abundantemente con el estiércol recogido y preparar compost (abono orgánico) como un fertilizante enriquecido

Análisis costo beneficio de la alternativa

Beneficio

Reducción de la carga orgánica del efluente, en una proporción de 200,000 mg de DBO5 por cada litro de sangre no vertido en el efluente.

Oportunidad de aprovechamiento de la sangre para la fabricación de nuevos productos.

Valorización del subproducto mejora el precio de venta

Costo de implementación

La inversión debe ser evaluada para cada planta de beneficio, la inversión depende de la capacidad de sacrificio de cada planta.

Período de recuperación de la inversión

La recuperación de la inversión depende de estudios de factibilidad técnica para cada tipo de planta de beneficio.

²² Ibídem 11

Tecnologías limpias²³

Las plantas de sacrificio pueden mejorar su desempeño productivo y ambiental a través de la incorporación de tecnología más limpia, la cual deberá ser evaluada en base a la capacidad de producción de cada planta, a sus propias condiciones de funcionamiento y al acceso de tecnologías en Colombia.

A continuación, se describen de forma breve, otras opciones de PML que implican desarrollo tecnológico o mayores inversiones.

-Modificación del sistema de escaldado

Existen diversas alternativas modernas para la realización del sistema de escaldado de cerdos. Para su implementación es necesario hacer una modificación de la tecnología, cuya rentabilidad dependerá de la cantidad de cerdos sacrificados.

Dentro de estos sistemas se pueden mencionar los siguientes:

El agua caliente se mantiene en un reservorio para ser rociada en los cerdos sacrificados durante un período determinado. La cantidad de agua mantenida en el reservorio de agua es menor que la de los tanques de escaldado, por tanto menos agua es utilizada en todo el proceso.

Se cuenta con una cámara de escaldado en lugar de un tanque, en la cual se inyecta vapor. El tiempo de exposición del cerdo es menor y se gasta menos agua caliente.

Los cerdos atraviesan un túnel en el cual son lavados con aire húmedo a una temperatura de alrededor de 60° C. La transferencia de calor a la vez ocurre a través de la condensación del aire húmedo en el cadáver.

La Tabla 5.4 muestra los usos comparativos de agua para estos sistemas, estos sistemas también usan menos energía, en relación a la cantidad de cerdos procesados.

La inversión de reconvertir un sistema de escaldado en un nuevo sistema puede no ser justificado en la base de ahorros de agua y energía, en plantas que procesan solo pequeñas cantidades de cerdos.

Estos cambios pueden ser valorados en plantas que estén procesando una gran cantidad de cerdos o estén pensando en ampliar una nueva planta o actualizándose.

²³Ibidem 11

Tabla 6.3 Uso Comparativo de agua para sistemas de escaldado de cerdos²⁴

Sistema	Promedio de agua utilizada (Litros/cerdo)
Tanques de escaldado	17
Recirculación en spray de escaldado	11
Escaldado a vapor	4
Escaldado en condensación	1

Para los sistemas de escaldado por tanques de inmersión, es recomendable la instalación de un sistema de control de nivel, que evite uso de agua excesivo o derrames.

Utilización de energía solar para procesos de calentamiento (precalentamiento del agua de caldera, lavado de áreas, etc.).

La energía solar es una de las formas más económicas de generar calor. Sistemas de calentamiento a través de colectores o paneles solares, son muy utilizados por las empresas en países desarrollados. Estos sistemas pueden utilizarse para el precalentamiento del agua en sistemas de generación de vapor, aguas de lavado, tanque de escaldado, etcétera, con el fin de disminuir el consumo de combustible.

Las temperaturas que pueden ser alcanzadas por este tipo de sistema son idóneas para los procesos relacionados con una planta de sacrificio (40 °C - 130 °C). Uno de los usos más eficientes de estos sistemas en plantas de sacrificio es el precalentamiento del agua de alimentación de la caldera; se recomienda que cuando una empresa ya cuenta con un sistema de calentamiento convencional, la sustitución hacia paneles solares debe ser parcial y no sobrepasar el 40 % del sistema actual.

El agua de alimentación de la caldera puede ser calentada hasta 80 °C antes de entrar al generador, lo cual eleva la eficiencia de la combustión y reduce el consumo de combustible considerablemente. Sin embargo, el análisis de esta opción de mejora debe ser profundizado, considerando la inversión y los posibles ahorros que generarían su recuperación.

²⁴Fuente: Comisión Europea, 2002.

-Manejo de la sangre que será utilizada para fines de fabricación²⁵

Cuando la sangre se utiliza en otros procesos de fabricación (Tabla 5.5), es necesario tener un sistema de recolección más especializado, ya sea para tratarse en el mismo matadero o para trasladarla a camiones cisternas que la transporten al centro de procesamiento.

Se utilizan dos tipos de sistemas de recogida: el de vacío y el neumático. La figura 5.1 ilustra un sistema de recogida de la sangre de una pileta sin necesidad de disponer de una cisterna subterránea. Es ideal para instalarlo en una planta existente sin que sea preciso romper los suelos de hormigón para instalar drenajes, etc.

Tras extraer por bombeo la sangre de una o más piletas, la operación inversa del bombeo en vacío somete a presión a la cisterna, vaciando ésta en un vehículo para el transporte por carretera destinado a su eliminación.

Tabla 6.4 Usos de la sangre entera para consumo animal

Alternativa de proceso	Producto Final/ Nombre Comercial
Consumo directo sin proceso	Sangre coagulada
Mezcla con residuos u otros desechos comestibles, con o sin cocción.	Sangre mezclada
Coagulación - prensado - secado - molido	Sangre seca molida
Secado forzado en digestores, sola o mezclada con otros desechos comestibles.	Harina de sangre pura Harina de sangre, carne y hueso.

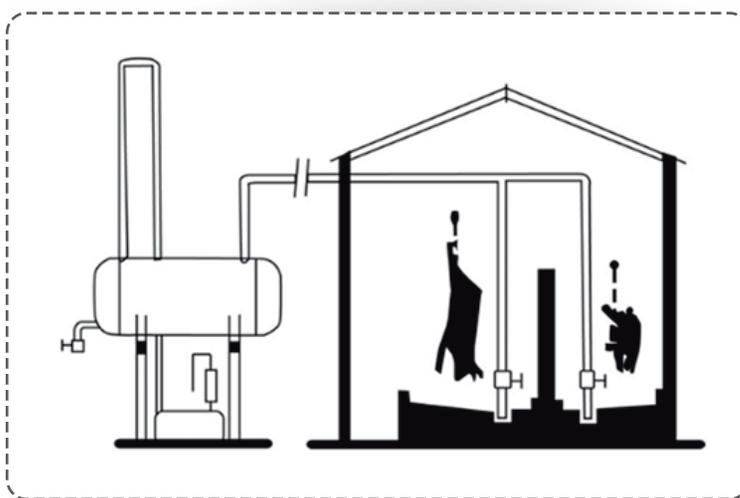


Figura 6.7
Diagrama del sistema de recogida de la sangre por vacío.

²⁵ Ibídem 11

La figura 5.2 ilustra un sistema neumático para un matadero que lleva a cabo su propia elaboración. Un tanque de aspiración de la sangre situado debajo del suelo puede complementarse con una cisterna de almacenamiento en la sala de elaboración de la sangre.

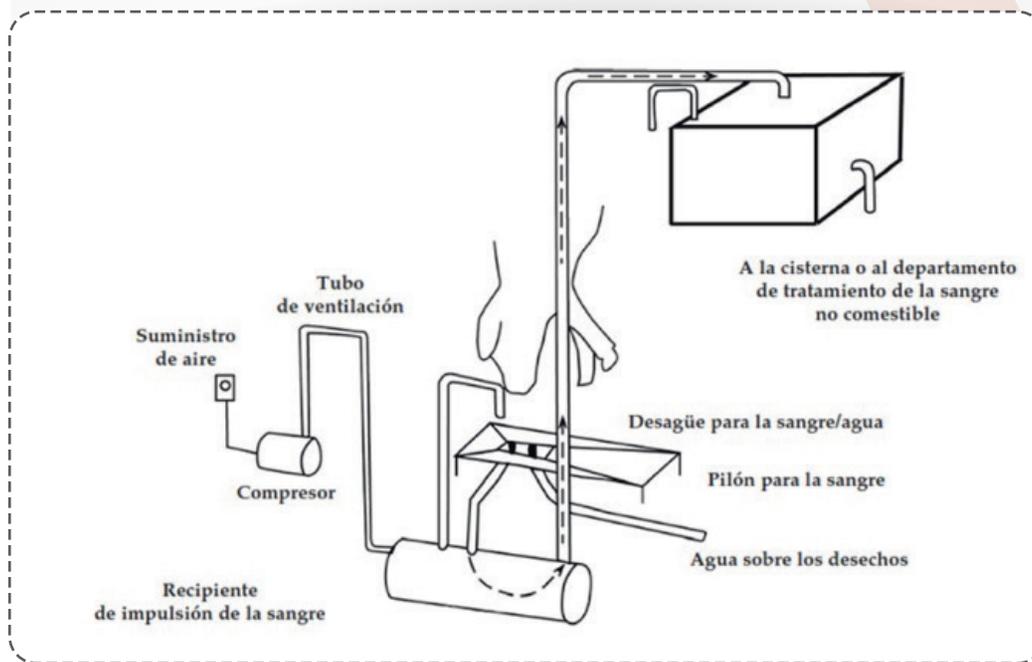


Figura 6.8
Sistema de Recogida e Impulsión de la Sangre para su Almacenamiento y Tratamiento Posterior

La operación se efectúa como sigue: una válvula que funciona neumáticamente en la cisterna de absorción de la sangre entra en funcionamiento cuando la cisterna está llena y la cierra y envía aire comprimido al recipiente obligando a la sangre a pasar a la tubería de comunicación con el tanque de almacenamiento.

Cuando el recipiente está vacío, la válvula de suministro de aire se cierra y la válvula interior se abre para dejar que la sangre vuelva a pasar al recipiente. Para hacer funcionar el sistema normalmente se requieren tuberías neumáticas de 5,62 a 7,03 bares. El vapor, si se puede obtener del sistema generador, se puede utilizar en grandes plantas que funcionan sobre el mismo principio del aire comprimido. Si la sangre se recoge para fines comestibles, se debe recuperar de una manera que elimine la contaminación.

-Uso de estiércol y aguas residuales para la generación de biogás.

Los residuos orgánicos de origen animal o vegetal deben estabilizarse mediante algún sistema de tratamiento para reducir su potencial de contaminación.



Entre esos sistemas se encuentra la digestión anaeróbica que simultáneamente permite llevar a cabo un tratamiento de los residuos y la generación de biogás. El biogás es el resultado de un proceso bioquímico y está compuesto por metano (40–80%), dióxido de carbono (18–44%), y menos del 4 % de otros gases como Hidrógeno (H₂), Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) y Nitrógeno (N₂). De estos gases, el metano es el que posee valor como recurso energético.

La digestión anaeróbica que ocurre en el biodigestor es un proceso natural en el que intervienen diferentes complejos de microorganismos en distintas etapas: hidrólisis, acidificación y metanogénesis. De este proceso resultan los gases que componen el biogás y un efluente rico en nutrientes. El metano, obtenido de la última etapa de la digestión anaeróbica, puede utilizarse directamente como fuente de calor mediante su combustión, o puede convertirse en electricidad. El residuo de la digestión, llamado digesto, digestato, o lodos, es un buen fertilizante agrícola.

Los lodos resultantes de la digestión contienen nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, los cuales se encuentran más disponibles para su absorción, en comparación con el sustrato²⁶ crudo, debido al proceso de mineralización que ocurre en la digestión anaeróbica. Por ello una de las formas de denominar a ese residuo de biodigestor es “biofertilizante”. Este biofertilizante, además de aportar nutrientes, mejora las características físicas del suelo como la estructura y porosidad.

²⁶Se denomina “sustrato” a la materia prima para alimentar al biodigestor, que generalmente proviene de residuos o efluentes.

Sistema de Biogás



El biodigestor junto con los procesos y equipamientos complementarios componen los llamados “sistemas de biogás”, los cuales tienen distintas conformaciones de acuerdo a la tecnología, al sustrato y a los resultados buscados. En general un sistema consta de todos o algunos de estos elementos (Figura 6.4):

- Compartimiento de pre-tratamiento que prepara y homogeniza el sustrato (por ejemplo pH y temperatura)
- Biodigestor
- Gasómetro que almacena el biogás
- Tanque de post-tratamiento y/o de almacenamiento del digesto
- Sistema de purificación del biogás para extraer el ácido sulfhídrico y el agua
- Compresor
- Generador de electricidad

Los sistemas más avanzados tienen purificadores para extraer el dióxido de carbono para transformar el biogás en biometano, es decir en metano en estado casi puro que puede ser inyectado a la red de gas natural.

A nivel internacional la tecnología de digestión anaeróbica para la producción de biogás está considerada como madura, actualmente en una etapa avanzada de comercialización.

El biogás es único entre las fuentes de energía renovable en cuanto a las opciones de uso, ya que tiene la ventaja de poder utilizarse para producir energía térmica, electricidad y para el transporte en forma de gas comprimido (previa purificación).

Otra ventaja de los sistemas de biogás es que ofrecen la posibilidad de generación de electricidad distribuida o descentralizada, ya que posibilita la existencia de pequeños generadores distribuidos a lo largo de la red eléctrica, en donde la generación está cerca del consumidor.

Finalmente, es de destacar la posibilidad de diseñar sistemas con biodigestores de gran escala que concentren los residuos de varios establecimientos pequeños o medianos

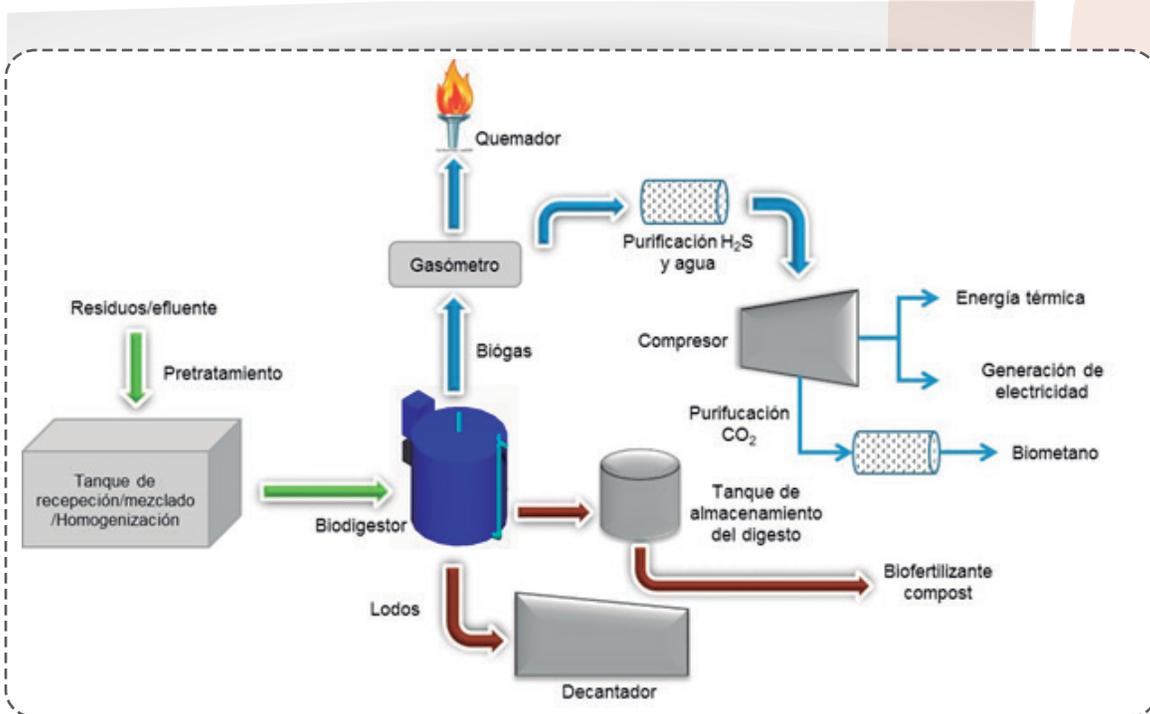


Figura 6.4 Sistemas de Biogás

-Producción de biogás

A continuación, se calcula el volumen de biogás que se puede producir en una planta municipal Clase III con las siguientes características:

1.

Plantas de sacrificio clase III	
Número de reses	26
Cerdos	36
Carga de DBO	119,7
Carga de DQO	323,9
SST	104,6

* Para el cálculo del volumen de biogás producido y la energía

Tasa de conversión de metano	
m ³ CH ₄ /Kg DQO digerido	0,37
m ³ CH ₄ /Kg SV digeridos	0,4
Eficiencia remoción DQO	85%
Sólidos volátiles	85%
1 m ³ de Biogás (70% metano)	2 kwh

2.

* La producción de biogás y energía con los parámetros anteriores es la siguiente:

Biogás m ³ CH ₄ /Kg DQO digerido	101,87
Biogás m ³ CH ₄ /Kg sólidos volátiles	35,55
Total, Biogás m ³ /día	137,41
Kwh generado/día	274,83

3.

La viabilidad económica de generación y uso de biogás con un razonable retorno (2-4 años) puede ser posible en las siguientes situaciones:

- Cuando la infraestructura para utilizar el biogás es usada en el lugar, tales como calderas, sistema de agua caliente o gas generador.
- Cuando el costo de combustible de calentamiento es muy alto.
- Cuando la compañía pueda beneficiarse de la reducción de costos de disposición del desecho.

Por lo anterior las plantas de sacrificio pueden evaluar esta alternativa cuando registren consumos de agua, consumos de energía, caracterización de vertimientos, recuperación de rumen y contenido de tripas en seco que son excelentes aportantes de sustrato para la producción de biogás.

Actualmente la viabilidad de la instalación de biodigestores ha mejorado debido a la expedición de la LEY 1715 DE 2014 que regula la instalación de plantas de producción de biogás como energía limpia y se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

En el capítulo 2 Disposiciones para la generación de electricidad con FNCE y la gestión, en eficiente de la energía, en el artículo 7 establece lo siguiente:

Artículo 7º.

Promoción de la generación de electricidad con FNCE y la gestión eficiente de la energía.

El Gobierno Nacional promoverá la generación con FNCE y la gestión eficiente de la energía mediante la expedición de los lineamientos de política energética, regulación técnica y económica, beneficios fiscales, campañas publicitarias y demás actividades necesarias, conforme a las competencias y principios establecidos en esta ley y las Leyes 142 y 143 de 1994.

8.

Anexos

ANEXO 1

-Plantas de beneficio municipales registradas en el invima

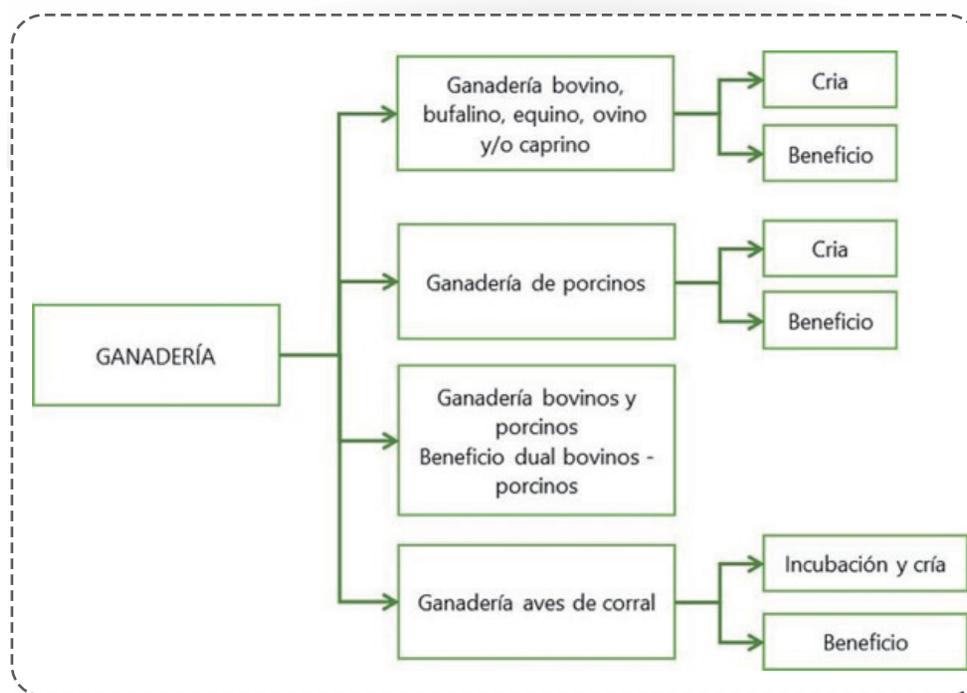
	Identificación de la planta	Municipio
1	Planta de faenado de amagá	Amagá
2	Planta de beneficio	Amalfi
3	Planta de beneficio	Andes
4	Planta de sacrificio	Angostura
5	Planta de beneficio	Barbosa
6	Municipio de caicedo	Caicedo
7	Planta de sacrificio	Campamento
8	Planta de beneficio	Caramanta
9	Planta de sacrificio	Carolina del príncipe
10	Frigorífico del cauca S.A	Caucasia
11	Municipio de Cisneros	Cisneros
12	Matadero municipal	Ciudad Bolívar
13	Central de sacrificio	Concordia
14	Central de sacrificio	Copacabana
15	Planta de sacrificio	Ebéjico
16	Envicarnicos	Envigado
17	Planta de beneficio	Fredonia
18	Planta de sacrificio	Girardota
19	Planta de beneficio	Ituango
20	Municipio de Jardín	Jardín
21	Cocargan planta de beneficio	Jericó
22	Frigocolanta	Santa Rosa de Osos
23	Planta de sacrificio	Segovia

24	Frigoríficos ganaderos de colombia - valparaiso	Valparaíso
25	Planta de beneficio	Vegachí
26	Planta de sacrificio	Yarumal
27	Planta de sacrificio	Yolombó
28	Planta de beneficio	Yondó

Anexo 2

-Resolución 631 de 2015 - Límites permisibles

En la clasificación de las actividades productivas de la resolución 631, la actividad de la ganadería se subdivide de la siguiente manera:



Actividad productiva de la ganadería

En la resolución 631 los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público del sector de la ganadería se muestran en las siguientes tablas.

LÍMITES PERMISIBLES GANADERÍA DE RESES Y PORCINOS

	Unidades	GANADERÍA DE PORCINOS		GANADERÍA DE RES, BUFALINO, EQUINO, OVINO Y/O CAPRINO	
		CRÍA	BENEFICIO	CRÍA	BENEFICIO
GENERALES					
pH	Un. de pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O ₂	900	800	500	900
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂	450	450	250	450
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST	400	200	150	200
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l	5	5	5	5
Grasas y aceites	mg/l	20	30	20	50
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
COMPUESTOS DE FÓSFORO					
Ortofosfatos (P - PO ₄ ⁻³)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
Fósforo total (P)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
COMPUESTOS DE NITRÓGENO					
Nitratos (N - NO ₃ ⁻)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
Nitritos (N - NO ₂ ⁻)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
Nitrógeno amoniacal (N - NH ₃)	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
Nitrógeno total	mg/l	Análisis y reporte		Análisis y reporte	
IONES					
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l		500		500
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg/l		500		500
Acidez Total (mg/l CaCO ₃), Alcalinidad Total (mg/l CaCO ₃), Dureza Cálctica (mg/l CaCO ₃), Dureza Total (mg/l CaCO ₃).					
Color real, medidas de absorbancia a las longitudes de onda de 436, 525, 620 nm					

Tabla 8.1

Límites permisibles beneficio dual de porcinos y reses y beneficio aves de corral

	Unidades	GANADERÍA DE RESES Y PORCINOS BENEFICIO DUAL	GANADERÍA DE AVES DE CORRAL BENEFICIO
GENERALES			
pH	Un. de pH	6 a 9	6 a 9
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O ₂	800	650
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂	450	300
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST	225	100
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l	5	2
Grasas y aceites	mg/l	20	40
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
COMPUESTOS DE FÓSFORO			
Ortofosfatos (P - PO ₄ ⁻³)	mg/l		Análisis y reporte
Fósforo total (P)	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO			
Nitratos (N - NO ₃ ⁻)	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitritos (N - NO ₂ ⁻)	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno amoniacal (N - NH ₃)	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg/l	Análisis y reporte	Análisis y reporte
IONES			
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l	600	250
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mg/l	500	250
Acidez Total (mg/l CaCO ₃), Alcalinidad Total (mg/l CaCO ₃), Dureza Cálctica (mg/l CaCO ₃), Dureza Total (mg/l CaCO ₃).			Análisis y reporte
Color real, medidas de absorbancia a las longitudes de onda de 436, 525, 620 nm			Análisis y reporte

DECRETO 1076 de 2015**CAPÍTULO 7 TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS PUNTUALES AL AGUA.**

La tasa retributiva es el pago que deben hacer los usuarios por el servicio de utilizar el agua como receptora de los vertimientos, establecido por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el propósito de desarrollar un proceso de gestión ambiental integral para fomentar la descontaminación de las fuentes de agua, buscando la sostenibilidad del patrimonio ambiental en la jurisdicción de CORANTIOQUÍA.

► Cálculo tasas retributivas

Carga contaminante diaria (Cc):

Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0,0036 \times t$$

Cc = Carga contaminante en Kg/día,

Q = Caudal (Litros/s)

C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/l)

0.0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)

t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

Tarifa de la tasa retributiva (Ttr):

Para cada uno de los parámetros objeto de cobra, la autoridad ambiental competente establecerá la tarifa de la tasa retributiva (Ttr) que se obtiene multiplicando la tarifa mínima (Tm) por el factor regional (Fr), así:

$$T = Tm \times Fr$$

Tarifa mínima de la tasa retributiva (Tm):

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá anualmente mediante resolución, el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para los parámetros sobre los cuales se cobrará dicha tasa, basado en los costos directos de remoción de los elementos, sustancia o parámetros contaminantes presentes en los vertimientos líquidos, los cuales forman parte de los costos de recuperación del recurso afectado.

Las tarifas mínimas de los parámetros objeto de cobro establecidas en la Resolución número 273 de 1997 actualizada por la Resolución número 372 de 1998, continuarán vigentes hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible las adicione, modifique o sustituya.

TARIFA MÍNIMA TR A 2014	
Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO5]	118,54 \$/Kg
Sólidos suspendidos totales [SST]	50,74 \$/Kg

► Factor Regional

Es un factor multiplicador que se aplica a la tarifa mínima y representa los costos sociales y ambientales de los efectos causados por los vertimientos puntuales al recurso hídrico.

Este factor se calcula para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros objeto del cobro de la tasa y contempla la relación entre la carga contaminante total vertida en el periodo analizado y la meta global de carga contaminante establecida; dicho factor lo ajustará la autoridad ambiental ante el incumplimiento de la mencionada meta.

Los ajustes al factor regional y por lo tanto a la tarifa de la tasa retributiva, se efectuarán hasta alcanzar las condiciones de calidad del cuerpo de agua para las cuales fue definida la meta.

De acuerdo con lo anterior, el factor regional para cada uno de los parámetros objeto del cobro de la tasa se expresa de la siguiente manera:

$$FR_i = FR_o + \left(\frac{Cc}{Cm} \right)$$

Donde:

[[FR]]₋₁ = Factor regional ajustado, para el primer año del quinquenio [[FR]]₋₁ = 1

[[FR]]₋₀ = Factor regional del año inmediatamente anterior,

Para el primer año del quinquenio [[FR]]₋₀ = 0

Cc = Total de carga contaminante vertida por los sujetos pasivos de la tasa retributiva al cuerpo de agua o tramo del mismo en el año objeto de cobro expresada en Kg/año

Cm = Meta global de carga contaminante para el cuerpo de agua o tramo del mismo expresada en Kg/año.

La autoridad ambiental competente cobrará la tarifa de la tasa retributiva evaluando anualmente a partir de finalizado el primer año, el cumplimiento de la meta global del cuerpo de agua o tramo del mismo, así como las metas individuales y grupales.

El monto a cobrar a cada usuario sujeto al pago de la tasa dependerá de la tarifa mínima, el factor regional de cada parámetro objeto de cobro y la carga contaminante vertida, de conformidad con la siguiente fórmula:

$$MP = \sum_{i=1}^n T_{mi} \times F_{ri} \times C_i$$

Donde:

MP = Total Monto a Pagar.

T_{mi} = Tarifa mínima del parámetro i.

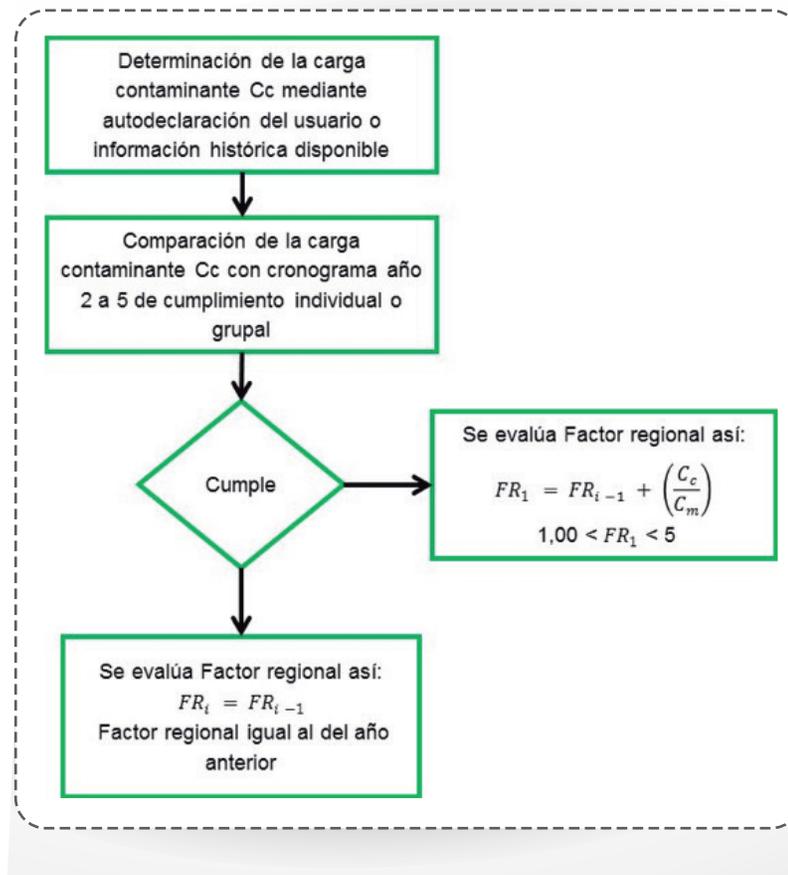
F_{ri} = Factor regional del parámetro i aplicado al usuario.

C_i = Carga contaminante del parámetro i vertido durante el período de cobro.

n = Total de parámetros sujetos de cobro.

CORANTIOQUIA en el acuerdo 441 de 2013 define la meta global, metas individuales y grupales de carga contaminante para los parámetros DBO5 y SST, en los cuerpos de aguas o tramos de los mismos en su jurisdicción, para el periodo 2014-2018".

Para el cálculo del Factor regional para años 2 a 5 del Quinquenio (2014 - 2018) se sigue el siguiente procedimiento:



LEY 373 DE 1997

Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Artículo 1. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa de uso eficiente y ahorro de agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro del agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro de agua, y desestimen su uso ineficiente (República de Colombia, Congreso de la República, 1997).

Anexo 3

- Módulos de consumo y factor de vertimiento

Módulos de consumo de agua y factor de vertimiento²⁷

Módulo de consumo:

Es la cantidad de agua que se requiere para el desarrollo de una actividad o la obtención de un producto. Sirve para determinar los caudales o volúmenes de agua que se asignan a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de sus actividades domésticas, agropecuarias, industriales, comerciales o de otro tipo; así mismo, sirve como criterio para determinar potenciales de ahorro y uso eficiente del recurso.

Factor de vertimiento:

Se define como la carga contaminante generada por unidad de producción en el sector industrial o por usuario en el sector de servicios. A partir de este se podrán definir criterios para cumplir con las metas de reducción de contaminantes.

Metodología cálculo de módulos de consumo

Para obtener los módulos de consumo del proceso de minería se deben seguir los siguientes pasos:

Recopilar información

Revisión de la información histórica de consumos de agua y vertimientos de la empresa o en su defecto hacer una minuciosa recopilación de información secundaria que permita preparar diagramas de procesos y balances de agua preliminares. Muchas veces no es posible tener datos precisos, sin embargo, se requiere, en la medida de lo posible, tener una buena aproximación al estado actual del consumo de agua y del vertimiento generado.

²⁷ Metodología cálculo de módulos de consumo y factor de vertimientos Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Diciembre de 2010

Diagrama del proceso

Se hace un diagrama del proceso identificando cada una de las etapas donde se consume el mayor volumen de agua y se generan los vertimientos más significativos. Se deben presentar las fuentes de agua utilizada (pozo, quebrada, planta de tratamiento propia, acueducto, etc.).

VARIABLES QUE INCIDEN EN EL CONSUMO DE AGUA Y EL VERTIMIENTO

Existen muchas variables propias de cada proceso, que inciden directamente en el volumen de agua consumida o en la carga contaminante generada. Se deben identificar aquellas que requieren registrarse o medirse de tal manera que se logre cuantificar su importancia en el uso eficiente del agua. Adicionalmente, existen variables que no son susceptibles de control y sin embargo influyen en el proceso. Lo anterior implica que las mediciones de módulos de consumo tendrán un mayor grado de incertidumbre.

En las plantas de sacrificio las variables que inciden en el mayor consumo de agua y vertimientos con mayor carga orgánica son:

- Lavado de corrales, generan vertimientos con alta carga orgánica.
- Izado y sangría de bovinos, un ineficiente sistema de recolección de sangre. La sangre es el desecho líquido de mayor impacto por su alto valor contaminante. Las concentraciones que aporta cada litro de sangre en términos de DBO son de 150,000 - 200,000 mg/l, y en casos extremos hasta 405,000 mg/l²⁸
- Lavado de vísceras rojas y blancas: El estiércol es la segunda fuente más importante de contaminación del proceso de matanza. Este puede contribuir sustancialmente a la carga orgánica en el efluente si no es manejado correctamente.
- Lavado final de la planta de proceso y equipos (una vez terminado el proceso).

La descarga de efluentes de las plantas de sacrificio comprende entre el 85 y 95 % del consumo de agua de la planta. Los valores típicos para la carga orgánica descargada en el efluente son 12 -15 kg DQO por tonelada del peso vivo de la res²⁹

²⁸Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", UNEP, Danish Environmental Protection Agency.

²⁹Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", UNEP, Danish Environmental

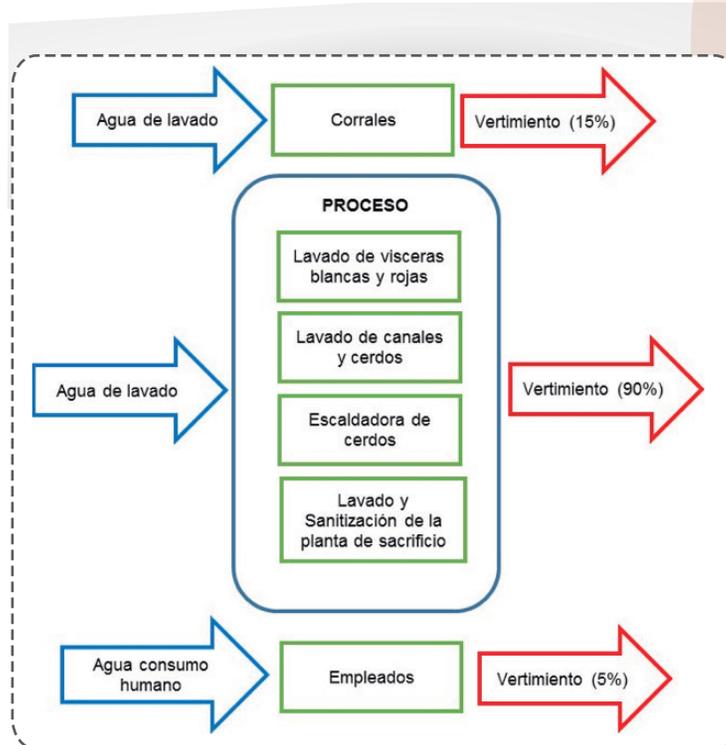


Diagrama del proceso de sacrificio de reses y porcinos medición de consumos de agua

La medición es la herramienta básica del control, la cual sirve de guía para alcanzar eficazmente los objetivos planteados con el mejor uso de los recursos disponibles. Una buena medición permitirá obtener mejores resultados en el proceso de medición y reducirá el tiempo requerido para conocer los módulos de consumo.

Etapas del proceso a medir ◀

Para seleccionar la etapa a la cual se le medirá el módulo de consumo o factor de vertimiento, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El diagrama de proceso presenta porcentajes elevados de agua.
- No se tiene información de su consumo y por lo tanto se requiere medición.
- Es un proceso muy común en la producción o prestación del servicio
- Datos de información secundaria reportan altos consumos o carga contaminante

▶ Cálculo del módulo de consumo

Para obtener los módulos de consumo de las plantas de sacrificio se deben medir independientemente los consumos de agua en las siguientes áreas:

- Planta de sacrificio y corrales
- Consumo de oficinas, restaurantes y servicios sanitarios.

Las plantas de sacrificio que tienen contadores instalados a la entrada de la planta y pueden evaluar el módulo de consumo mediante el seguimiento continuo para cada lote de cabezas sacrificadas en un turno de trabajo, las plantas que no cuenten con contadores deben instalarlos.

Para el seguimiento del consumo de agua se propone registrar la cantidad y peso de cabezas sacrificadas y los consumos de agua de cada jornada de sacrificio:

Formato recolección de datos de sacrificio y consumos de agua

REGISTRO DATOS DE RESES Y CERDOS SACRIFICADOS							
Empresa:							
Responsable del conteo y pesaje:							
REGISTRO BOVINOS SACRIFICADOS				REGISTRO CERDOS SACRIFICADOS			
Fecha	Número	Peso Kg		Fecha	Número	Peso Kg	
Total bovinos		B		Total Cerdos		C	
Peso total		X		Peso total		X	
Peso promedio (Total/cantidad)		X/B		Peso promedio (Total/cantidad)		X/C	
PESO TOTAL DE CABEZAS SACRIFICADAS				PT = (X/B + X/C)			
REGISTRO CONSUMOS DE AGUA							
Empresa:							
Responsable del registro							
Fecha	Hora de inicio	Hora Final	Lectura inicial (m ³)	Lectura Final (m ³)	Volumen total (m ³)	PT (Kg)	Módulo de consumo m ³ /Kg
			a	b	c	d	c/d
Promedio mes			Promediar la columna de módulo de consumo				

Se recomienda si es factible de acuerdo a la distribución de la planta hacer mediciones de consumo en proceso de sacrificio de bovinos y del consumo en el sacrificio de cerdos y llevar registro de módulos de consumo independientes para facilitar el benchmarking con indicadores de plantas en Colombia.

En un matadero típico en Colombia se consumen 1.160 litros por bovino y 605 litros por porcino. El consumo de un matadero eficiente es de 120 a 130 L/100 kg de peso vivo (Fernández & Triana, 2008).

► Metodología cálculo de factores de vertimiento

Para determinar el factor de vertimiento se requiere conocer la concentración de la sustancia contaminante a evaluar y el volumen vertido en el proceso. Los parámetros mínimos para analizar son Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO5- y Sólidos Suspendedos Totales -SST- (Parámetros objeto de cobro de tasa retributiva a la fecha).

► Técnicas de muestreo

Para el cálculo del factor de vertimiento se debe hacer la caracterización del vertimiento, las técnicas para la toma de las muestras son tres: simple o puntual, compuesto e integrado.

Técnica de muestreo	Definición	Aplicación específica en determinación del factor de vertimiento
Simple o puntual	Son las que se toman en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual.	Esta técnica de muestreo se aplica cuando todas las aguas de proceso son recogidas en un tanque. También cuando se realiza un proceso por bache en donde toda el agua vertida esta homogenizada o cuando las concentraciones de los contaminantes no varían significativamente.
Compuesto	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en el mismo punto y en diferentes tiempos.	Es la técnica más aplicada para los vertimientos industriales o generados en la prestación de servicios. Se utiliza para procesos en continuo donde hay variaciones de caudal. También para procesos por lotes que tienen descargas de larga duración. La frecuencia de toma de muestras dependerá de la duración del vertimiento. Se recomienda que para vertimientos de menores a 1 hora se tome una muestra simple cada 5 minutos. Si la descarga es de mayor duración, se pueden tomar muestras cada 20 o 30 minutos.
Integrada	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en puntos diferentes y simultáneamente.	Esta técnica se aplica cuando se conocen los volúmenes vertidos de cada subproceso de tal manera que se pueda integrar con alícuotas proporcionales al volumen. La recolección de la muestra se hace en el momento del vertimiento de la etapa o subproceso. También se utiliza en vertimientos que requieran medición con el molinete para integrar proporcional a las velocidades en las subsecciones de la corriente.

En las plantas de sacrificio se debe usar la técnica de muestreo compuesto, para el cálculo del volumen de cada alícuota se usa la siguiente ecuación:

$$V_i = \left(\frac{Q_i - V}{Q_p - n} \right)$$

V_i = Volumen de cada alícuota

V = Volumen total Litros de muestra requerida para el análisis

Q_p = Caudal promedio

Q_i = Caudal instantáneo

n = Número de muestras

Ejemplo:

Durante un muestreo de 4 horas en una planta de sacrificio se toman los siguientes datos:

MUESTRA	HORA	Q_i (L/s)
1	8:00	0.20
2	8:30	0.30
3	9:00	0.25
4	9:30	0.10
5	10:00	0.15
6	10:30	0.20
7	11:00	0.12
8	11:30	0.30
9	12:00	0.23

Caudal promedio = 0,25 L/s

El V_i de cada alícuota para recoger un volumen total de 10 litros es:

$$V_i = \left(\frac{V}{n} \times Q_p \right) \times Q_i$$

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen (litros)	1.08	1.62	1.35	0.54	0.81	1.08	0.65	1.62	1.24

Toma de muestras ◀

El objetivo de un muestreo de agua es obtener una parte representativa del proceso a evaluar, y al cual se le analizarán los diferentes parámetros de acuerdo al interés. Para lograr este objetivo es necesario que la muestra sea relevante, que conserve las concentraciones de todos sus componentes y que no se presenten cambios significativos en su composición antes del análisis. La selección del punto de muestreo, es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra. Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar otras fuentes de contaminación que la afecten.

Los muestreos deben hacerlos laboratorios certificados por el IDEAM en toma de muestra y análisis de los parámetros fisicoquímicos a analizar seleccionados con base en los límites permisibles de la resolución 631 del 2015.

Cálculo del factor de vertimiento

Durante el muestreo del vertimiento se registran los siguientes datos:

Tabla 8.2 Formato registro datos del vertimiento y producción

REGISTRO DATOS DEL VERTIMIENTO				
Empresa:		Fecha del muestreo		
Responsable del registro				
REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN				
Cantidad de bovinos sacrificados		Peso promedio de bovinos (Kg)		
Cantidad de cerdos sacrificados		Peso promedio de cerdos (Kg)		
Total cabezas sacrificadas	a	Peso total promedio Kg o Ton		b
Caudal promedio del vertimiento	c	Litros/s		
Tiempo del vertimiento de la jornada de sacrificio				Horas
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Parámetros	Unidades	Resultado	Cc Kg/día	Fv (Cc/Kg)
pH	Un. de pH		d	d/b
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O ₂			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂			
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST			
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l			
Grasas y aceites	mg/l			

Cc = Carga del contaminante

Fv = factor de vertimiento Carga del contaminante Kg/día/ Kg de cabezas sacrificadas

Carga contaminante diaria (Cc):

Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0,0036 \times t$$

Cc = Carga contaminante en Kg/día,

Q = Caudal (Litros/s)

C = Concentración del contaminante (mg/l)

0.0036 = Factor de conversión [de mg/s a kg/h]

t = Tiempo de vertimiento

El factor de vertimiento es la base para el cálculo de las tasas retributivas en caso de que una planta de sacrificio no presente la auto declaración para dicho cobro.

7.

Bibliografía

GUÍA PRÁCTICA DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL, Instalaciones para el sacrificio de animales – Unión Europea, Fondo Europeo de desarrollo

GUÍA EMPRESARIAL PLANTAS DE BENEFICIO ANIMAL, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA INDUSTRIA DE MATADEROS, Elaborado por el Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. PROARCA/SIGMA

ESTUDIOS DE MERCADO, ESTUDIO SECTORIAL CARNE BOVINA EN COLOMBIA (2009 – 2011). Estudio elaborado por la Delegatura de Protección de la Competencia. Superintendencia de Industria y Comercio.

Foro “Para dónde va la ganadería regional 2014-2018”, Medellín, Antioquia Mayo de 2014. Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGAN – Fondo Nacional del Ganado – FNG