

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

1

Propuesta de un Plan de Gestión Integral de subproductos no comestibles y vertimientos líquidos para la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo, Casanare.

Hermes Camilo Rocha Chaparro y Sergio Andrés Castañeda Triana

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Químico

Modalidad

Trabajo en Investigación

Director

Debora Alcida Nabarlatz

Ingeniera Química, PhD.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

A Dios por permitirme superar cada uno de los desafíos que traía este grandioso proceso. A mi Padre Héctor, mi mentor y mejor amigo, y a mi Madre Elva Lucía, quienes con tanto esfuerzo, paciencia, comprensión y anhelo me ayudaron y acompañaron durante este camino sin desistir, por ellos y a ellos, mil gracias a la vida por bendecirme con su crianza. A Jess, mi novia, mil y mil gracias por haberme ayudado a corregir mi vida y encontrarme, te amo.

A mi gloriosa Universidad Industrial de Santander, y en especial a la Profesora Debora Nabarlatz por su paciencia, compromiso, colaboración y enseñanza, gracias totales!

Camilo Rocha Chaparro.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido mi mayor apoyo a lo largo de este viaje académico. Su amor incondicional, sus sacrificios y su constante aliento me han motivado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí y por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Cada logro que he obtenido es también un reflejo de su dedicación y esfuerzo.

Asimismo, quiero agradecer a Dios por guiarme en cada paso de esta carrera. Su luz ha sido mi faro en los momentos de incertidumbre, y su sabiduría me ha inspirado a perseverar y a dar lo mejor de mí.

Sergio Andrés Castañeda T.

Contenido

Introducción	11
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General	14
2. Marco de Referencia.....	15
2.1 Marco Teórico.....	15
2.1.1 Clasificación de Plantas de Beneficio Bovino en Colombia	15
2.1.3 Clasificación de Subproductos y Residuos Generados.....	18
2.1.4 Gestión Integral de Residuos Sólidos	19
2.1.4.1 Prevención y Minimización..	20
2.1.4.2 Manejo Interno Ambiental.....	21
2.1.4.3 Manejo Externo Ambiental.....	22
2.1.4.4 Ejecución, Seguimiento y Evaluación del Plan.	22
2.1.5 Manejo y Saneamiento de Vertimientos Líquidos.....	23
2.1.5.1 Ley de Vertimientos Líquidos.	23
2.1.6 Manual de Procedimientos	24
2.1 Marco Normativo.....	25
2.1.1 Autoridades Ambientales	25
3. Estado del Arte.....	27
4. Metodología	32

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

4

4.1 Diagnóstico e Inspección del Estado Actual de la Planta de Beneficio Bovino	32
4.2 Problemática y Cumplimiento de la Normatividad	34
4.3 Propuesta de Plan de Gestión Integral de SNC y Manejo de Vertimientos Líquidos.....	34
5. Análisis y Resultados	37
5.1 Diagnostico e Inspección	37
5.2 Caracterización de Subproductos no Comestibles	40
5.4 Diseño del Plan de Gestión de Residuos no Comestibles y Vertimientos Líquidos.....	46
6. Conclusiones	48
Referencias Bibliográficas	50

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de plantas de beneficio bovino (PBB) según el Decreto 1500 de 2007....	16
Tabla 2. Descripción de las etapas del proceso en una PBB.	17
Tabla 3. Subproductos comestibles y no comestibles en una PBB.....	18
Tabla 4. Código de colores para identificación de residuos.	20
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos permisibles para vertimientos líquidos plantas de beneficio bovino.	24
Tabla 6. Autoridades de regulación y control normativo en PBB	26
Tabla 7. Ecuaciones para la cuantificación de SNC.	33
Tabla 8. Porcentaje de SNC (rendimiento), SC y CC para la PBB de Paz de Ariporo – 29 de julio a 9 de agosto de 2024.....	41
Tabla 9. Peso específico de Subproductos no comestibles – 29 de julio a 9 de agosto de 2024. .	42

Lista de Figuras

Figura 1. Jerarquía de la Gestión Integral de Residuos.	19
Figura 2. Pictogramas de rotulado - Sistema Globalmente Armonizado.....	21
Figura 3. Normatividad aplicable a PBB en Colombia.....	25
Figura 4. Metodología adoptada para la elaboración del Plan de gestión de la PBB.	35
Figura 5. Diagrama de flujo de entradas y salidas por área de proceso en la planta de beneficio.	38
Figura 6. Plano de vista superior de las áreas de proceso de la planta de beneficio.....	39
Figura 7. Rendimiento de Carne en canal, Subproductos no comestibles, comestibles y segregados no cuantificables (restantes).	43

Lista de Apéndices

Apéndice A. Registro Fotográfico de Inspección	56
Apéndice B. Diagnóstico de Descripción Administrativa	62
Apéndice C. Áreas de Proceso de la PBB de Paz de Ariporo.....	64
Apéndice D. Diagrama de Generación y Manejo Interno de Residuos Bovinos.....	65
Apéndice E. Diagrama de Efluentes y Vertimientos	67
Apéndice F. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Componente Sanitario	68
Apéndice G. Cálculos para Cuantificación de SNC generados en la Planta de Beneficio Bovino de Paz de Ariporo.....	71
Apéndice H. Diagnóstico de Descripción y Operativa	75
Apéndice I. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Ambiental.....	77
Apéndice J. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Componente Sanitario.....	80
Apéndice K. Diagnóstico de Manejo de Residuos Sólidos y Vertimientos Líquidos	85
Apéndice L. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Vertimientos Líquidos para la Planta de Beneficio Bovino de Paz de Ariporo Casanare.....	88

Glosario

FEDEGAN: Federación Colombiana de Ganaderos.

DANE: Departamento Nacional de Estadística.

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.

PBB: Planta de beneficio bovino.

RESPEL: Residuos peligrosos.

UNGRD: Unidad de gestión de riesgos y desastres.

SGA: Sistema globalmente armonizado.

CAR: Corporación autónoma regional.

RAFA: Reactor anaerobio de flujo ascendente.

SNC: Sólidos no comestibles.

ARP: Agua residual del proceso de beneficio.

ARC: Agua residual del área de corrales.

SC: Subproductos comestibles.

CC: Carne en canal.

SNC: Subproductos no comestibles.

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno.

DQO: Demanda química de oxígeno.

SST: Sólidos suspendidos totales.

Resumen

Título: Propuesta de un plan de gestión integral de subproductos no comestibles y vertimientos líquidos para la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo, Casanare.¹

Autores: Hermes Camilo Rocha Chaparro, Sergio Andrés Castañeda Triana.²

Palabras claves: Subproducto no comestible, residuos peligrosos, planta de beneficio animal, gestión integral de residuos, vertimientos líquidos.

Descripción:

El municipio de Paz de Ariporo, se caracteriza porque su principal fuente económica y de empleo proviene de la actividad ganadera; así mismo, el municipio cuenta con una planta de beneficio bovino de autoconsumo dentro del área urbana, la cual viene presentando cierres constantes debido al inadecuado tratamiento de los residuos sólidos y vertimientos generados. Por esto, se buscó mediante un plan de gestión integral de residuos establecer los lineamientos básicos que permitan manejar adecuadamente los subproductos no comestibles generados y tratar los efluentes líquidos dispuestos al alcantarillado público. En primer lugar se elaboró un diagnóstico del estado de la Planta para posteriormente evaluar el cumplimiento de la normatividad legal establecida por los entes reguladores, y por último se estableció un plan de gestión de residuos y vertimientos. Se identificaron los residuos que no son gestionados actualmente y se caracterizaron, obteniendo rendimientos de 4%p de sangre, 5,3% de sebo, 1,9% de estiércol, 6,8% en pieles y 0,2% de decomisos. Adicionalmente, se propusieron las alternativas de tratamiento y disposición final para los residuos sólidos y líquidos generados en la Planta y los elementos y máquinas requeridas para cada labor.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Directora: Debora Alcida Nabarlatz, Doctora en Ingeniería Química y de Procesos.

Abstract

Title: Proposal for a comprehensive management plan for non-edible by-products and liquid discharges for the bovine slaughterhouse in Paz de Ariporo, Casanare.³

Authors: Hermes Camilo Rocha Chaparro, Sergio Andrés Castañeda Triana.⁴

Keywords: non-edible by-products, hazardous waste, bovine slaughterhouse, comprehensive management, liquid discharges.

Description:

The municipality of Paz de Ariporo is characterized by its main economic and employment source coming from livestock activity; likewise, the municipality has a bovine processing plant for self-consumption within the urban area, which has been presenting constant closures due to the inadequate treatment of solid waste and discharges generated. For this reason, an Integrated Waste Management Plan is seeking to establish the basic guidelines that allow the proper management of non-edible by-products generated and the treatment of liquid effluents disposed to the public sewer. First, a diagnosis of the state of the Plant was made to subsequently evaluate compliance with the legal regulations established by the regulatory entities, and finally, a waste and discharge management plan was established. The waste that is not currently managed was identified and characterized, obtaining yields of 4% blood, 5.3% tallow, 1.9% manure, 6.8% skins and 0.2% confiscated. Additionally, treatment and final disposal alternatives for solid and liquid waste generated at the Plant and the elements and machines required for each task were proposed.

³ Degree work.

⁴ Faculty of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Debora Alcida Nabarlatz, PhD in Chemical Engineering and process.

Introducción

A partir de estimaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, se proyecta un incremento de la población mundial de diez mil millones de personas para el año 2050, el cual desencadena un aumento en la demanda de alimentos, lo que a su vez presionará al sector agrícola a incrementar la producción, especialmente de carne (Torres et al., 2019). El consumo mundial de carne bovina experimentó un crecimiento del 1%, alcanzando los 347 millones de toneladas de carne en canal en 2022. Se prevé que esta tendencia al alza continúe, con un incremento del 10% para el año 2032, lo que refleja un aumento en la demanda global de este producto (OCDE/FAO, 2023), representando así un incremento en la producción de residuos bovinos y servicios requeridos para el proceso de producción de carne.

En Colombia, el consumo aparente per cápita anual de carne de res y vísceras presenta una tendencia en aumento de 12,4 kg por habitante para el año 2023 (FEDEGAN, 2023), donde para el primer trimestre del 2024 se registró un aumento de 2,3% en el sacrificio de bovinos (778.296 cabezas) con respecto del primer trimestre del 2023 (DANE, 2024, p. 12). Sin embargo, los residuos del procesamiento de la carne y sus subproductos representan un alto riesgo para la salud pública, debido a que su composición favorece la proliferación microbiana y afecta la eficiencia ambiental y de saneamiento en producción, manipulación, almacenamiento, disposición y transporte. En Colombia, mediante el Decreto 1500 de 2007 (modificado por el Decreto 2270 de 2012) se busca regular el sistema de inspección, vigilancia y control en cadena

alimentaria cárnica bovina, de manera que se garantice la calidad y seguridad de la carne (INVIMA, 2021).

El proceso de sacrificio en plantas de beneficio en el país consiste principalmente en la obtención de carne en canal y vísceras para su comercialización mediante procesos de recepción, insensibilización y desangrado, desollado y eviscerado, división en canal y posterior almacenamiento y disposición. Adicionalmente, la mayoría de los residuos sólidos y líquidos generados son reutilizables y cuentan con un alto valor económico, entre los cuales se encuentran estiércol, sangre, grasa visceral, pieles, efluentes de lavado de corrales y efluentes del proceso. El rendimiento del proceso de producción de residuos en un bovino de 400 kg representa un 4% p en sangre (12,6 L), 5%p en estiércol y pérdida de sangre (24 kg), 39%p en grasa, cabeza y patas (156 kg) y 7%p pieles (28 kg) (CORANTIOQUIA, 2016)

Las plantas de beneficio bovino representan un alto impacto ambiental debido a la inadecuada gestión de residuos y aguas residuales, generados en el proceso de sacrificio, infraestructura deficiente y mal manejo ambiental y sanitario, principalmente por la baja implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, manejo y disposición final de subproductos y residuos líquidos. El INVIMA como ente regulador, ha realizado cierres de plantas de procesamiento, a partir del 2016 desde la implementación del decreto 1500 de 2007 aplicando el plan de racionalización, por operación precaria en plantas de la región Orinoquía, es decir que el 58% opera sin permisos ambientales. Adicionalmente su ubicación en zonas urbanas agrava la situación, afectando a la comunidad y al medio ambiente (CORPORINOQUÍA, 2023).

El municipio de Paz de Ariporo se encuentra ubicado en el departamento de Casanare, Colombia, con una población estimada de 33.446 habitantes en el año 2021. Dentro del casco urbano se encuentra la planta de beneficio bovino con una clasificación de categoría mínima, lo que resalta su importancia en la cadena de producción cárnica en la región ya que esta planta no solo contribuye a la economía local, sino que también juega un papel crucial en la generación de empleo y en el suministro de productos cárnicos (Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo, 2021).

El caso de la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo ejemplifica la problemática generalizada en el sector. Las condiciones de salubridad, seguridad ambiental e inocuidad de los productos cárnicos son deficientes debido a la inadecuada gestión de residuos y vertimientos a la red de alcantarillado público (ESAP, s/f), sin tener en cuenta el alto consumo de agua y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica en plantas de beneficio (CORANTIOQUIA, 2016).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un plan de gestión integral de subproductos no comestibles y efluentes líquidos generados durante el proceso de sacrificio bovino en la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo, Casanare.

1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar el estado y gestión actual de la planta de beneficio bovino mediante inspección y diagnóstico.
- ✓ Verificar la normatividad reguladora recomendada con el fin de identificar el incumplimiento y posibles falencias en la disposición final de residuos.
- ✓ Proponer un plan de gestión para el manejo, almacenamiento, transporte y disposición de subproductos no comestibles y para efluentes líquidos procedentes del proceso de beneficio.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco Teórico

La ganadería en Paz de Ariporo se caracteriza por su extensión, utilizando grandes áreas de pastizales naturales que permiten al ganado alimentarse y desplazarse libremente lo que permite que esta práctica reduce la dependencia de insumos externos, como agroquímicos y alimentos procesados (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & UPRA, 2021). El municipio cuenta con una planta de beneficio bovino para la producción de carne en canal, según datos recientes, el inventario bovino del municipio ha crecido significativamente, alcanzando aproximadamente 500.982 cabezas de ganado en 2024, lo que representa cerca del 21% del hato del departamento y el segundo lugar a nivel nacional. (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 2024).

Las plantas de beneficio bovino son industrias alimenticias dedicadas al sacrificio de animales para abastecimiento de carne y sus derivados mediante el servicio de faenado de bovinos, aplicando procesos técnicos, sanitarios, ambientales y laborales sin perjuicios al medio ambiente y productos cárnicos (Universidad de la Salle, 2023), fortaleciendo de esta manera el componente sanitario y garantizando la protección a la salud pública y el bienestar animal.

2.1.1 Clasificación de Plantas de Beneficio Bovino en Colombia

El Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de Salud y Protección Social y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural establece que los mataderos pueden ser clasificados de acuerdo

con su alcance, capacidad y nivel de cumplimiento ambiental, sanitario e infraestructura aptas para comercialización (ver tabla 1).

Tabla 1.

Clasificación de plantas de beneficio bovino (PBB) según el Decreto 1500 de 2007.

Clasificación PBB	Descripción
Autoconsumo	Abastecimiento municipal local.
Cobertura Nacional	Frigoríficos de distribución nacional.
Exportación	Frigoríficos y PBBs con requisitos internacionales.
Autoconsumo	Abastecimiento municipal local.

Nota. Ministerio de Salud y Protección Social, 2007

2.1.2 Etapas del Proceso

El proceso de sacrificio en una planta de beneficio cuenta con varias etapas en su proceso productivo, las cuales se aprecian a continuación (ver tabla 2).

Tabla 2.

Descripción de las etapas del proceso en una PBB.

Proceso de Beneficio Bovino	
Zona de descarga o recepción adecuada para el ganado	Etapa inicial de acondicionamiento ante-mortem, incluye lavado de bovinos, restablecimiento energético e inspección de presencia de enfermedades.
Insensibilización del animal	Área destinada al aturdimiento del bovino mediante técnicas rudimentarias (uso de cuchillos) o pistolas de perno cautivo o neumática, con el fin de perforar la zona frontal de la cabeza del animal.
Desuello	Con ayuda de equipo de desuello (cuchillos o sierras), se separa la piel del animal.
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.
Sierra de pecho	Luego de la evisceración, la canal es dividida a lo largo de su línea media dorsal en dos partes.
Acondicionamiento de carne en 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.
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. Patatas, sesos, rabo, lengua, cabeza, órganos genitales. Otros restos cárnicos: Esófago y músculo subcutáneos, empleados en la fabricación de embutidos Cueros: Evitar cortes y rasgaduras que pudieran disminuir su valor comercial.
Procesamiento de productos secundarios no comestibles	Sangre: Es recolectada y destinada para usos múltiples dependiendo del nivel tecnológico de la planta. Cachos y cascos. Sebo: Es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Otros: Hiel, viriles, fetos, cálculos

Nota. Corantioquia, 2016.

2.1.3 Clasificación de Subproductos y Residuos Generados

Cerca del 97% de los residuos producidos en las plantas de beneficio bovino, corresponden a la sangre, estiércol, contenido ruminal, pelos, cascos, cálculos biliares, bilis, piel, entre otros, por lo cual presentan una alta carga contaminante sobre los recursos agua, suelo y aire, que en conjunto con el mal manejo sanitario resulta en vectores de riesgos para la salud y el medio ambiente (Quiroga, 2008). Es importante diferenciar entre subproductos comestibles y no comestibles, debido a la diversidad de órganos presentes en un bovino, los cuales se detallan a continuación (ver tabla 3).

Tabla 3.

Subproductos comestibles y no comestibles en una PBB.

Subproducto	Descripción
Comestible	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
No comestible	Cueros, sangre, sebo, estiércol, contenido ruminal, cachos y cascos, huesos y decomisos.

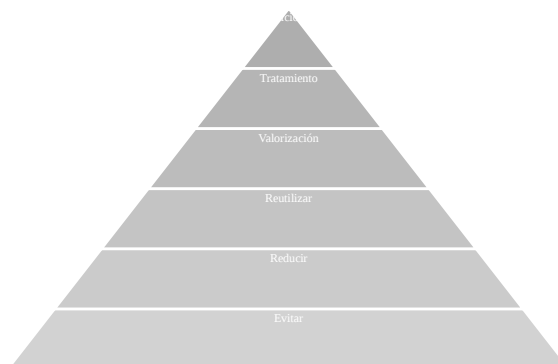
Nota. Corantioquia, 2022.

2.1.4 Gestión Integral de Residuos Sólidos

Las plantas de beneficio bovino contemplan oportunidades y desafíos a partir de la gestión interna y externa de subproductos generados en las diferentes unidades del proceso, relacionado con la cuantificación del rendimiento de producción; lo anterior refleja la necesidad de una gestión eficiente y sostenible para minimizar riesgos y maximizar su aprovechamiento (Gonzales et al., 2023). Este proceso incluye: minimización, manejo interno y externo, tratamiento, y disposición final adecuada.

Figura 1.

Jerarquía de la Gestión Integral de Residuos.



Nota. Instituto Nacional de Aprendizaje INA, s/f.

Betancur et al (2011), establecen la guía para la gestión de residuos peligrosos que contienen 4 componentes aplicables a actividades de manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos (RESPEL), donde considerara la prevención y

minimización, el manejo interno y externo ambiental, y la ejecución seguimiento y evaluación del plan.

2.1.4.1 Prevención y Minimización. Para este componente es importante, inicialmente identificar las fuentes de segregación de residuos en cada área, con el fin de clasificar y caracterizar cada fuente a partir de sus características. Las técnicas de cuantificación de residuos son necesarias, con el fin de establecer cantidades diarias o semanales de producción de cada residuo, para finalmente, establecer alternativas de prevención y minimización (UNGRD, 2022).

Inicialmente, es necesario identificar la unidad de análisis, refiriéndose a las áreas de segregación y diversidad variable de los residuos sólidos generados en las áreas del proceso, para posteriormente ser clasificados, por lo cual es necesaria la separación del residuo desde la fuente de segregación, identificándolos en: residuos aprovechables, no aprovechables, orgánicos aprovechables, y residuos peligrosos (ver tabla 4). (MINAMBIENTE, 2021)

Tabla 4.

Código de colores para identificación de residuos.

CODIGO DE COLORES PARA LA SEGREGACION DE RESIDUOS		
CLASIFICACIÓN	SUBCLASIFICACIÓN	COLOR
Residuo No Peligroso	Residuo Aprovechable	Gris
	Residuo No Aprovechable	Verde
Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso	Biosanitario	Rojo
	Anatomopatológicos	Rojo
	Cortopunzantes	Rojo
	De Animales	Rojo
Residuos o desechos radiactivos.	Residuos o desechos radiactivos.	Púrpura

Nota. Adaptado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015a.

Además, para una clasificación completa se requiere emplear el código de colores para rotulado de identificación de residuos que se establece mediante el Decreto 780 de 2016, para conocer el tipo de residuo generado en la PBB (ver figura 2).

Figura 2.

Pictogramas de rotulado - Sistema Globalmente Armonizado



Nota. Cantanhede et al., 2005; Sakurai, 2000.

2.1.4.2 Manejo Interno Ambiental. Este componente hace referencia al traslado de residuos segregados desde el punto de generación hasta el lugar destinado para almacenamiento temporal dentro de la instalación, mientras son dispuestos a gestión final certificada. Es necesario, identificar las frecuencias y horarios de recolección de estos residuos, como también dimensionar el volumen de producción con respecto al área de almacenamiento temporal establecida por la planta, para lo cual es necesario realizar formatos de registro para recepción y despacho de residuos (UNGRD, 2022).

2.1.4.3 Manejo Externo Ambiental. Implica la planificación y cobertura de actividades de manejo externo a las cuales se encuentran sujetos los residuos generados, relacionadas con las etapas de almacenamiento interno, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final (MINSALUD, 2024). Por lo anterior, el personal encargado de la gestión interna ambiental deberá contar con las licencias, permisos y autorizaciones de control y manejo ambiental, en conformidad con la normatividad legal vigente (UNGRD, 2022), para posteriormente asignar una disposición final adecuada de los residuos sólidos generados.

2.1.4.4 Ejecución, Seguimiento y Evaluación del Plan. Para esta sección se establecen 5 componentes que relacionan las actividades de seguimiento, ejecución y control de un plan de gestión integral, con el fin de incluir a las personas encargadas de funciones administrativas, operacionales y externas y poder cumplir con las metas establecidas dentro del plan (UNGRD, 2022). Es esencial relacionar los perfiles del personal responsable con las necesidades, riesgos y medidas asociadas al Plan, que en conjunto con la empresa contratista de servicio de aseo, profesionales en área administrativa y de seguridad y salud, logren dar ejecución, seguimiento y evaluación del plan de gestión. En paralelo con la ejecución, el gestor debe asegurarse y dar seguimiento de las medidas y acciones establecidas de manera correcta, tal que se puedan realizar ajustes necesarios; esto implica gestionar recursos, supervisar riesgos y realizar modificaciones del Plan para dar cumplimiento a los objetivos de este (Ortega, 2024), y realizar una evaluación del Plan de Gestión en el transcurso de su desarrollo. En paralelo con la ejecución, el gestor debe asegurarse y dar seguimiento de las medidas y acciones establecidas de manera correcta, tal que se puedan realizar ajustes necesarios; esto implica gestionar recursos, supervisar

riesgos y realizar modificaciones del Plan para dar cumplimiento a los objetivos de este (Ortega, 2024), y realizar una evaluación del Plan de Gestión en el transcurso de su desarrollo.

2.1.5 Manejo y Saneamiento de Vertimientos Líquidos

La normatividad de vertimientos líquidos industriales en el país instituye el conjunto de acciones reglamentarias para disponer finalmente estos efluentes al alcantarillado público de manera limpia y segura. Por lo cual se establece el Plan de Manejo y Saneamiento de Vertimientos, el cual incluye la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de agua residual descargada al alcantarillado contemplando una serie de programas y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones, definiendo objetivos o metas de calidad y uso establecidas por la autoridad ambiental competente (CAR, s/f).

2.1.5.1 Ley de Vertimientos Líquidos. Esta resolución (0631/2015), emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), establece los parámetros fisicoquímicos y biológicos junto con sus valores máximos permitidos por la autoridad en los vertimientos puntuales generados por diferentes actividades (ver tabla 5), entre ellas el beneficio bovino individual, para disposición y vertimiento final permitido al sistema de alcantarillado público.

Tabla 5.

Parámetros fisicoquímicos permisibles para vertimientos líquidos plantas de beneficio bovino.

Parámetro	Unidades	Reporte Permisible
Generales		
pH	unidad de pH	6 a 9
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	900
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	450
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	200
Sólidos sedimentables (SSED)	mg/L	5
Grasas y aceites	mg/L	50
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y reporte

Nota. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

2.1.6 Manual de Procedimientos

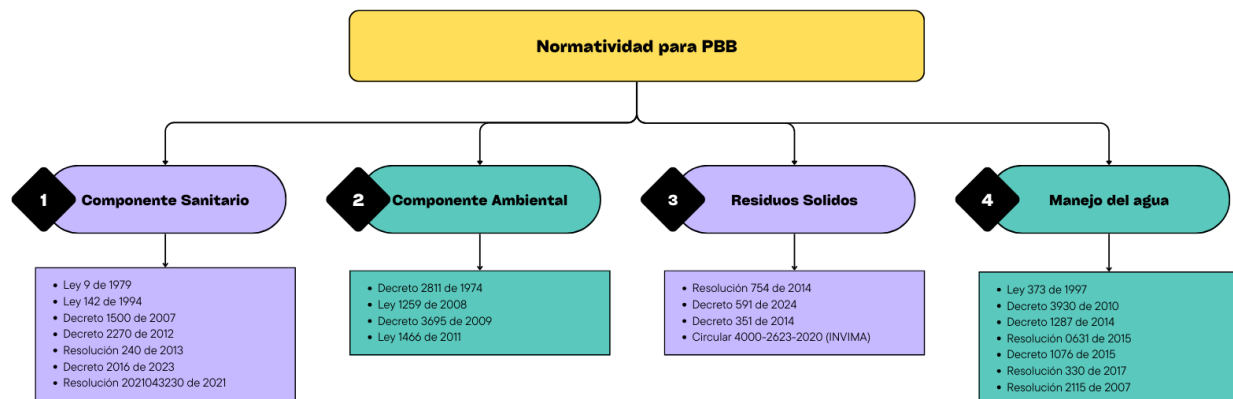
Un instrumento para presentar de manera clara un plan de gestión es mediante el uso de un manual de procedimientos que es una herramienta efectiva del control interno como guía práctica de políticas, procedimientos, controles de segmentos específicos dentro de la organización, minimizando los errores operativos y financieros, de manera que se puedan tomar decisiones óptimas dentro de la institución (Vivanco, 2017).

2.1 Marco Normativo

La normatividad legal que regula el marco ambiental de las plantas de beneficio bovino en el país se compone por las leyes del congreso, decretos ley de gobierno, resoluciones, etc. (ver figura 3).

Figura 3.

Normatividad aplicable a PBB en Colombia



Nota. Elaboración autores.

2.1.1 Autoridades Ambientales

Dentro de los principales responsables encargados de la supervisión, regulación, control y seguimiento de la gestión de residuos sólidos y vertimientos líquidos procedentes del beneficio bovino se encuentran diversos actores principales encargados de establecer políticas socio

ambientales que permitan el adecuado desarrollo de las actividades de beneficio animal (ver tabla 6).

Tabla 6.

Autoridades de regulación y control normativo en PBB.

Ministerio de Ambiente	Juega un papel crucial en la regulación y supervisión ambiental de las plantas de beneficio bovino, garantiza que estas operaciones se realicen de acuerdo con las normativas ambientales establecidas.
INVIMA	Garantiza que las actividades que se realizan en estas plantas cumplan con las normativas sanitarias y de inocuidad alimentaria, con el fin de proteger la salud pública y que la carne que se produce y comercializa sea apta para el consumo humano.
ICA-FEDEGAN	Importante en la regulación y control de los aspectos sanitarios en la producción ganadera, que incluye las plantas de beneficio bovino.
ANLA	Evalúa y otorga licencias ambientales para las plantas de beneficio, controlando las emisiones atmosféricas, la gestión de residuos y vertimientos.
CORPORINOQUIA	(Corporación Autónoma Regional): supervisa el manejo de residuos, vertimientos y emisiones contaminantes, otorga permisos ambientales cuando las plantas no requieren intervención directa de la ANLA, y realiza seguimientos para asegurar el cumplimiento de las regulaciones locales y nacionales.

Nota. Elaboración autores.

3. Estado del Arte

La raza animal predominante en el departamento de Casanare (Colombia) es el Criollo Casanareño, con hábitats de desarrollo en sabanas inundables y explotación extractiva y extensiva tradicional y de procedencia venezolana (Guerra, 2016; Salamanca, 2001). Sastre et al. (2010) determinaron la apariencia fisiológica y morfológica generalizada, obteniendo pesos promedio de 350 – 450 kg en hembras y 520 – 620 kg en machos adultos, perfiles rectos de cabeza mediana y morfo-estructura robusta, además de su temperamento activo y alerta.

En materia de residuos sólidos y líquidos generados por actividades de sacrificio bovino, es necesario resaltar, destacar y ahondar acerca de las alternativas de aprovechamiento actual de residuos no comestibles y efluentes líquidos generados por esta actividad.

✓ Sangre:

Para el manejo adecuado de la sangre segregada por los bovinos aprobados por el control sanitario, esta se debe conservar en estado líquido y ciertas condiciones para posterior uso industrial y consumo humano, implementando piletas de recolección conectadas a una bomba de vacío que succiona la sangre, la almacena para seguidamente ser colada y enfriada en un rango de 4 a 8 °C mediante un intercambiador de placas (Barragán, 2013). La implementación de este mecanismo no requiere de modificaciones en la estructura de la planta de beneficio para instalación de drenajes, además de que permite extraer la sangra mediante presión luego de ser almacenada y enfriada, permitiendo disponerse a camiones cisterna para su disposición final (CORANTIOQUIA, 2016).

Beltrán & Perdomo (2007) establecen una alternativa de aprovechamiento de sangre bovino en una PBB en Malambo (Atlántico) mediante el montaje de un “cooker” o digestor para la obtención de harina de sangre de características apropiadas y propiedades fisicoquímicas adecuadas (7,08%p de minerales, 8,18%p de humedad, 12,29%p de grasa y 81,69%p de proteína), con tiempos de deshidratación de 4 horas y temperatura de 80 °C, representando costos de obtención en \$516/kg. El plasma sanguíneo presentó rendimientos cercanos al 60%, proporcional al tiempo de centrifugado, con costos de producción de \$925/kg.

✓ **Estiércol**

El abono orgánico surge de la degradación y mineralización de materia orgánica como estiércol, para su posterior aplicación en suelos agrícolas con el fin de aumentar la actividad microbiana debido a su riqueza en materia orgánica, energía y organismos microbiológicos y mejorar la calidad del suelo debido a su alto contenido de nutrientes (Luje, 2018).

Yugla (2021) realizó un diseño experimental de fermentación a escala piloto para residuos de estiércol y orina generados por el faenamiento de bovinos. Su proceso de descomposición y degradación, así como el control de parámetros de potencial de hidrógeno (pH), temperatura, humedad y cantidad de carbono y nitrógeno presentes en tres montajes o experimentos (estiércol, orina, mezcla de estiércol y orina). Establece una formulación óptima para el tratamiento de elaboración de biol a base de Sulfato de Zinc con composición 229,39 mg/l de P, 5,09 mg/l de B, 199,13 mg/l de Mg y 3839,3 mg/l de N, que permite el aprovechamiento de orina y estiércol para la elaboración de biol, y mitiga la contaminación generada por un manejo inadecuado.

Para el tratamiento conjunto de sangre y estiércol, Revuelta (2018), realizó el proceso de compostaje de ambos residuos de una PBB, mediante el diseño de un montaje experimental para tres mezclas entre estos residuos a diferentes composiciones, analizando el proceso de descomposición y degradación de cada mezcla y estudiando los parámetros de crecimiento y desarrollo no se realiza biooxidación ni cambios de maduración, y evidenciando que en tratamiento mezclado se presenta mayor descomposición en la materia presente, con relaciones C:N entre rangos mínimos y máximos (19:1, 24:1 respectivamente) e índices de reducción de humedad, eliminando olores no deseados.

✓ **Pieles**

En cuanto a conservación de pieles a corto y mediano plazo, Daniels (2018), describe los métodos de salado en pilas, estirado en bastidores de madera para secado al aire libre, almacenamiento en cuarto frío, aplicado de bactericidas, enfriado con aire y transporte refrigerado e irradiación. El curado mediante secado al aire libre resulta óptimo en regiones tropicales (altas temperaturas y ambiente seco), estirando las pieles sobre bastidores. Sin embargo cuando se generan en grandes cantidades el método de curado con salmuera o salazón con solución de cloruro sódico resulta más conveniente (McCann, s/f).

✓ **Sebo**

Jara (2023), presenta un diseño para la obtención de biodiesel y glicerina a partir del sebo de descarte producido en la curtidora Tungurahua S.A. utilizando como materia prima la grasa de sebo obtenida bajo fundición e implementando la técnica de transesterificación, en donde la grasa debe estar libre de agua para prevenir la solidificación. El diseño propuesto consta de dos

reactores de agitación continua, un decantador vertical, un tanque de lavado con tubería interna de agua por aspersión, un ventilador de aire caliente, un filtro de arena y grava, una torre de destilación binaria (agua-metanol) y una torre de destilación binaria (biodiesel), obteniendo 452,72 litros de biocombustible/600 kg de aceite con rendimiento de 65,72%, que en conjunto con un análisis de indicadores financieros (TIR y VAN) determina la factibilidad del proceso.

✓ Vertimientos

En cuanto a tratamiento de efluentes líquidos generados por actividades de sacrificio, Bolaños (2016) realizó una evaluación para la elección de la tecnología para el manejo y tratamiento del vertimiento líquido de la planta de beneficio bovino de ganado San Francisco, comparando el digester anaerobio RAFA o UASB, los tanques de aireación lodos activados y filtro percolador, donde los resultados fueron a favor del UASB por sus bajos costos de mantenimiento y operación, con residuos aprovechables, sin requerimiento de energía eléctrica y una alta fiabilidad bajo los cuidados y manejos correspondientes.

Anaya & Jaramillo (2022), se plantearon múltiples escenarios para la utilización de la tecnología anaerobia mediante el uso de digestores anaerobios con el fin de obtener el diseño óptimo para la planta. El uso de esta tecnología genera metano y biogás para producir energía eléctrica o térmica y así generar un ahorro en el consumo de estos servicios en la planta.

Castro et al. (2016) realizaron el análisis del potencial metanogénico y energético de las aguas residuales de una planta de beneficio bovino mediante digestión anaeróbica, mediante el estudio para dos temperaturas en el agua residual de 30°C y 37°C, con inóculo incubado de estiércol, obteniendo rendimientos de metano de 0,73 y 0,71 m³ CH₄/KG VS respectivamente.

En cuanto al potencial energético del agua residual de la planta de sacrificio bovino (energía eléctrica y térmica), se estima una producción de 16440 m³ CH₄, equivalente a 31235 kwh de energía eléctrica y 62500 kwh de energía térmica; además, evidencia un ahorro energético de la planta lo que permite reducir los costos de energía eléctrica.

Así mismo, Sánchez & Garzón (2022) productos cárnicos y embutidos en la ciudad de Bogotá, para lo cual mediante análisis comparativo y parámetros según la RAS 2000 (caudal máximo, rejillas de cribado, trampas para remoción de grasas, sistema de aireación por cascada, intensidad de agitación, tiempo de retención y sedimentador). Cardozo (2020), propone para el tratamiento de efluentes generados en la planta de beneficio animal del municipio de Girardot, Cundinamarca, un proceso combinado de electro-fenton y coagulación-floculación. Por tanto se puede establecer que el proceso de electro-fenton es un método que trabaja con una combinación de peróxido de hidrógeno y sulfato ferroso a presión atmosférica. Estos degradan a los agentes contaminantes en el seno del medio acuoso. (Fernandez y Quispe, 2021, p.2).

4. Metodología

4.1 Diagnóstico e Inspección del Estado Actual de la Planta de Beneficio Bovino

Inicialmente, se realizó un registro de evidencia fotográfica con el fin de identificar el estado actual de la planta y los procedimientos de manejo de subproductos no comestibles y vertimientos líquidos (ver Apéndice A).

Al mismo tiempo, se registraron los aspectos ambientales, administrativos, estructurales, operativos, sanitarios, etc. percibidos y soportados por el personal, por lo cual se implementó el Manual de procedimiento, inspección, vigilancia y control en plantas de beneficio del INVIMA (s.f.), y la Encuesta ambiental para plantas de beneficio animal del MINAMBIENTE (s.f.).

Seguidamente, se realizó la identificación y cuantificación de los diferentes residuos catalogados como subproductos no comestibles generados durante el proceso de beneficio bovino en la planta. Para esto, se utilizó el Método sencillo de análisis de residuos sólidos propuesto por Sakurai (2000), cuyas ecuaciones se presentan en la tabla 7.

Tabla 7.

Ecuaciones para la cuantificación de SNC.

Tipo de caracterización	Ecuación
Porcentaje de cada SNC	$\% = \frac{\text{Peso de tipo de SNC}}{\text{Peso de muestra}} \times 100\%$ Ec. (1)
Generación per cápita (GPC)	$GPC = \frac{\text{Peso total promedio de SNC diarios}}{\text{Número de bovinos}}$ Ec. (2)
Peso específico (PE)	$PE = \frac{\text{Peso de SNC [kg]}}{\text{Volumen [m}^3\text{]}}$ Ec. (3)

Nota. Adaptado de Sakurai (2000)

A partir del diagnóstico a los sitios de generación, almacenamiento temporal y caracterización de los residuos, se elaboró un plano de planta de vista superior que permite identificar los sitios de segregación y la ubicación de los respectivos recipientes para el correcto manejo interno de acuerdo con la normatividad ambiental. Lo anterior, permitió identificar los días de operación y determinar la capacidad de la planta, así como los días en que se producen la mayor cantidad de residuos.

Se identificó el caudal de producción promedio de agua residual del proceso por cada bovino sacrificado (m³ agua/bovino/día) estableciendo los flujos volumétricos de las llaves de lavado (m³/s) en cada área o etapa del proceso junto con los tiempos empleados por los operarios; de esta manera, se estableció el consumo de agua promedio para los días de operación (beneficio) a máxima capacidad.

Con el fin de determinar el cumplimiento a la normatividad de vertimientos líquidos industriales, se realizó la contratación del servicio de análisis fisicoquímico de aguas residuales con una empresa local certificada. Además, se diseñó un plano de planta de vista superior que permite identificar la ubicación y número de salidas de agua por cada área del proceso, rejillas, rutas de los ductos de corriente interna y puntos de unificación de todas las corrientes al exterior.

No se tuvieron en cuenta los residuos sólidos de característica no peligrosos, biosanitarios, especiales, etc. debido a que estos son gestionados por la Empresa de Servicios Públicos del municipio. La corriente de agua residual de corrales no se incluye en la caracterización fisicoquímica.

4.2 Problemática y Cumplimiento de la Normatividad

Mediante la normatividad ambiental que regula a las plantas de beneficio bovino, se identificaron los factores internos y externos que intervienen significativamente en las diferentes áreas de la planta, verificando las deficiencias en la gestión actual de los residuos SNC y vertimientos líquidos que destaquen en el incumplimiento de la normatividad establecida.

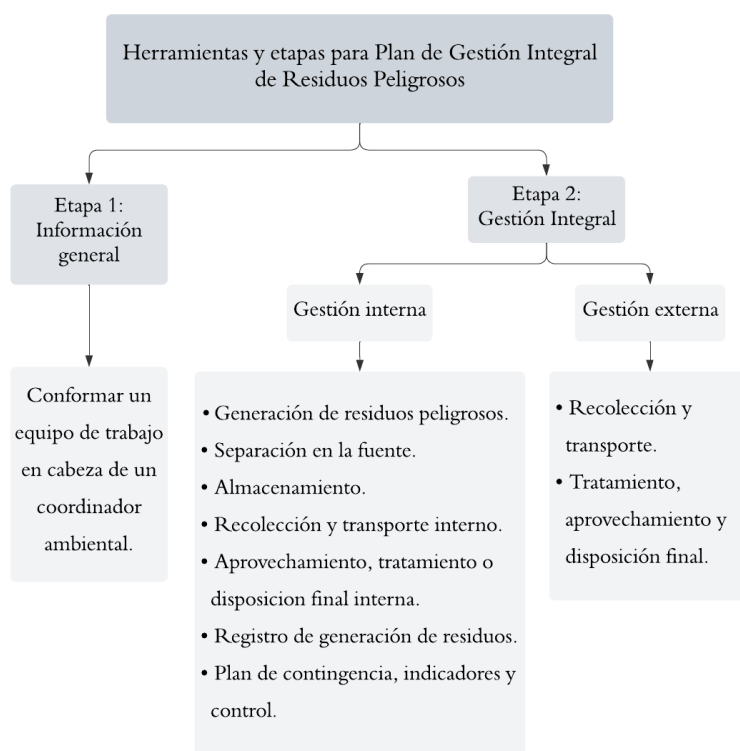
4.3 Propuesta de Plan de Gestión Integral de SNC y Manejo de Vertimientos Líquidos

Para la elaboración del Plan de gestión SNC y manejo de vertimientos de la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo se realizó el diseño de un manual de procedimientos detallado e integrado donde se describieron los pasos, actividades, operaciones, capacitaciones,

contingencias necesarias para llevar a cabo el adecuado manejo y disposición final de los residuos bovinos (ver figura 4).

Figura 4.

Metodología adoptada para la elaboración del Plan de gestión de la PBB.



Nota. Elaboración autores.

Debido a las diversas formas de presentar un Manual de procedimientos y que no existe uniformidad establecida en su contenido, se adoptó la metodología propuesta por la *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos* por Betancur et al. (2011) (componentes en la figura 4), con el fin de establecer las medidas, objetivos, alcances y/o metas que integren los

requerimientos del Plan de gestión integral de SNC y el manejo de vertimientos líquidos de la Planta.

5. Análisis y Resultados

5.1 Diagnostico e Inspección

A partir de la información recopilada en el Anexo 2 correspondiente al diagnóstico del componente administrativo, se identificaron los responsables, número de operarios y encargados de las labores administrativas y legales de la planta. La administración y responsabilidad legal de las actividades en la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo – Casanare, está a cargo del actual alcalde municipal, con número de identificación tributaria ante la DIAN es 800103659-8. Esta se clasifica como categoría *mínima* de *autoconsumo*, de acuerdo con lo establecido por el Decreto 1500 de 2007, con licencia sanitaria emitida por el INVIMA número 628B.

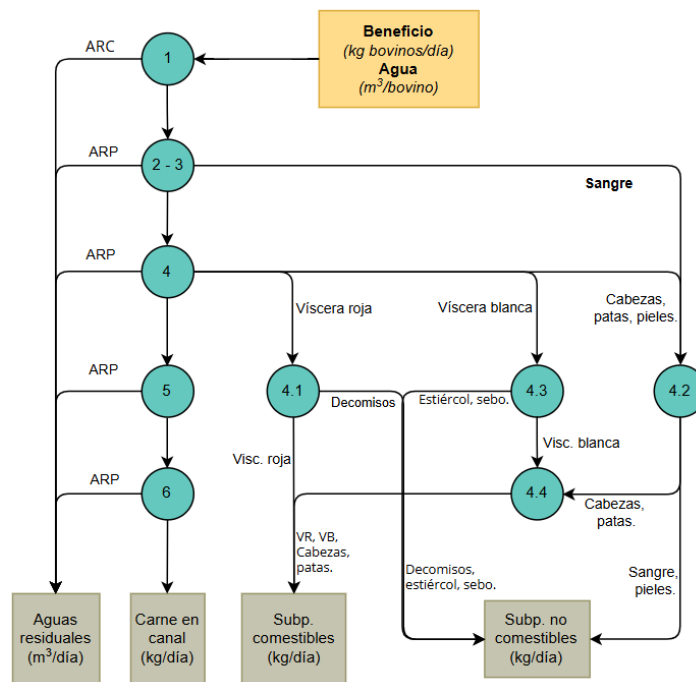
La planta cuenta con tres inspectores auxiliares autorizados por el INVIMA (INVIMA, 2024), encargados del desarrollo de actividades internas, además de 23 operarios internos. Además, cuenta con una unidad de abastecimiento de agua potable suministrada por la empresa de Acueducto municipal, con capacidad de almacenamiento de 50.000 L de agua.

La inspección pre-mortem inicia con la presentación de certificados de vacuna emitidos por el ICA para el ingreso de cada bovino a la PBB, posteriormente ingresando a los respectivos corrales de recepción. La unidad del proceso desde la insensibilización hasta el almacenamiento en canal se lleva a cabo en un recinto cerrado, para lo cual se realizó el diseño estructural de vista superior de la planta de beneficio, donde se especifican las diferentes áreas, etapas y servicios internos (ver figura 5 y Apéndice C).

A partir de la figura 5, es posible clasificar las diferentes etapas y áreas del proceso de beneficio con sus respectivas entradas y salidas consecuentes, hasta la categorización final de los productos (carne en canal), subproductos (comestibles y no comestibles) y aguas residuales.

Figura 5.

Diagrama de flujo de entradas y salidas por área de proceso en la planta de beneficio.



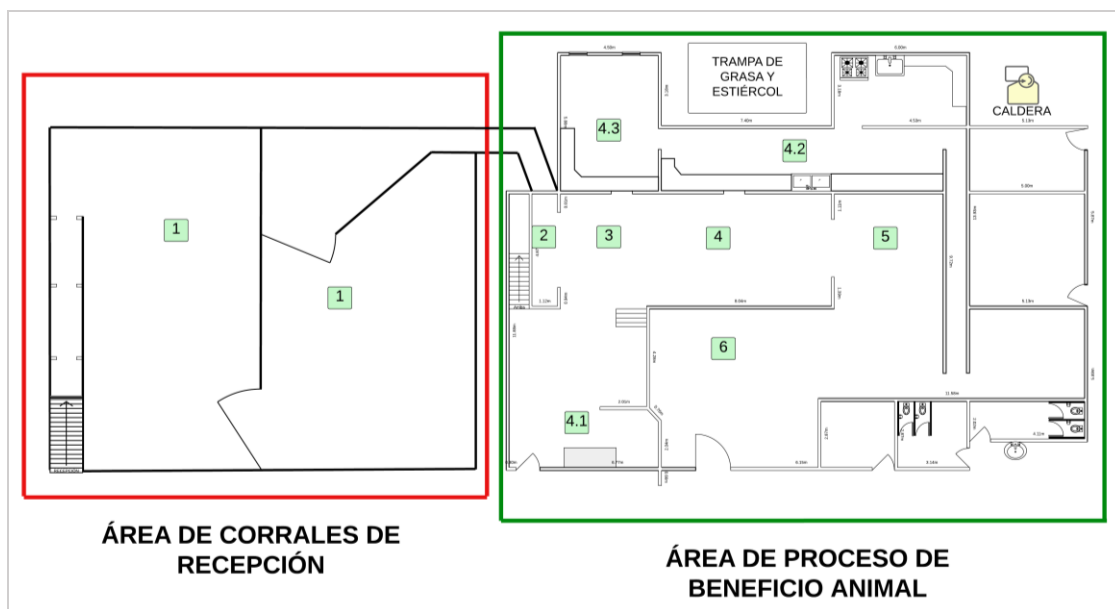
Nota. Elaboración autores.

La abreviatura ARC corresponde a la corriente aguas residuales salientes de los corrales de recepción animal y ARP la corriente de agua generada en el proceso de beneficio dentro del establecimiento. Los círculos de color azul representan las áreas de la planta donde ocurre el beneficio. La unidad 1 corresponde a los corrales de recepción animal, 2 y 3 a las áreas de

insensibilización y desangrado, 4 al área de corte de extremidades, desollado y eviscerado, y 5 y 6 al corte y almacenamiento de carne en canal. La ubicación de estos espacios se puede apreciar mediante el plano de vista superior de la figura 6.

Figura 6.

Plano de vista superior de las áreas de proceso de la planta de beneficio.



Nota. Elaboración autores.

La unidad 2 y 4 es la principal área de generación de residuos o subproductos no comestibles de origen bovino, dentro de los cuales se encuentran sangre, pieles, sebo, estiércol y decomisos, en el anexo 4 se puede apreciar el diagrama de generación y manejo interno de residuos bovinos. La unidad 1 correspondiente a corrales, genera aguas residuales producto de la limpieza de estos al final de la jornada, por otra parte, ARP corresponde a las aguas residuales del proceso de beneficio. En el anexo 5 se logra apreciar el diagrama de efluentes y vertimientos

de la planta, donde a la salida antes de su vertimiento al alcantarillado se realizó una prueba con la empresa particular AMBITEST de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del vertimiento, los resultados de esta prueba (Anexo 6) evidenciaron los valores de los contaminantes que llegan al alcantarillado.

La clasificación de los subproductos no comestibles derivados del proceso de beneficio según lo establecido por los Decretos 251/2014, 780/2016 y 591/2024 en materia de Gestión de Residuos Sólidos, corresponde a la categoría de Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso, de subclasificación Animales.

5.2 Caracterización de Subproductos no Comestibles

Inicialmente, se recopilaron los datos de peso en pie de cada bovino que ingresa a la planta, los cuales fueron suministrados por el Médico Veterinario asignado por el Invima (Anexo 7) Peso en pie y cantidad de bovinos sacrificados por día durante las semanas de inspección y diagnóstico); también los pesos de residuos obtenidos al final de la jornada durante los días de inspección y el volumen de almacenamiento, este último se mide en contenedores de 250 L (0,25 m³) correspondientes al almacenamiento central. A partir del Anexo 7, se establece el peso promedio de bovinos sacrificados y el porcentaje de rendimiento de los subproductos no comestibles, comestibles y carne en canal característicos para la planta. El peso promedio es de 400 kg, y la capacidad de la planta es de 28 bovinos/día, 3,5 bovinos/hora de beneficio, lo cual la clasifica como planta de categoría de autoconsumo.

A partir de la tabla 8, se identifica el rendimiento por cada subproducto no comestible SNC, comestible SC, y carne en canal CC (ver tabla 8).

Tabla 8.
Porcentaje de SNC (rendimiento), SC y CC para la PBB de Paz de Ariporo – 29 de julio a 9 de agosto de 2024.

		Rendimiento		
Clasificación	Tipo	Semana 1	Semana 2	Promedio
CC		56,0%	56,0%	56,0%
SC		21,0%	20,0%	20,5%
SNC	Sangre	4,0%	4,0%	4,0%
	Estiércol	1,9%	1,9%	1,9%
	Pieles	6,9%	6,7%	6,8%
	Sebo	5,4%	5,3%	5,3%
	Decomisos	0,2%	0,2%	0,2%
Total SNC		18,4%	18,1%	18,2%
Restantes (perdidas)				5,3%
			cierre	100,0%

Nota. Elaboración autores.

Debido a que no se almacena la sangre, no se cuenta con registro de generación de esta en la planta de beneficio. Estos datos fueron calculados teniendo en cuenta el % de rendimiento referente a los registros de CORANTIOQUIA (2016) para plantas de tecnología tradicional en Colombia (4%). Así mismo, para poder dimensionar y calcular el peso específico de la sangre en

la planta, se utiliza la densidad para sangre bovina (1,074 g/l) establecida por Figueroa, O. (2017), que junto con el porcentaje de rendimiento de SNC permite dimensionar el volumen de sangre producida por días y semanas (ver tabla 9).

Tabla 9.

Peso específico de Subproductos no comestibles – 29 de julio a 9 de agosto de 2024.

SNC	PE [kg SNC/m3]
Sebo	1643,7
Pieles	1414,9
Sangre	1074
Estiércol	1765,4
Decomisos	747,6

Nota. Elaboración autores.

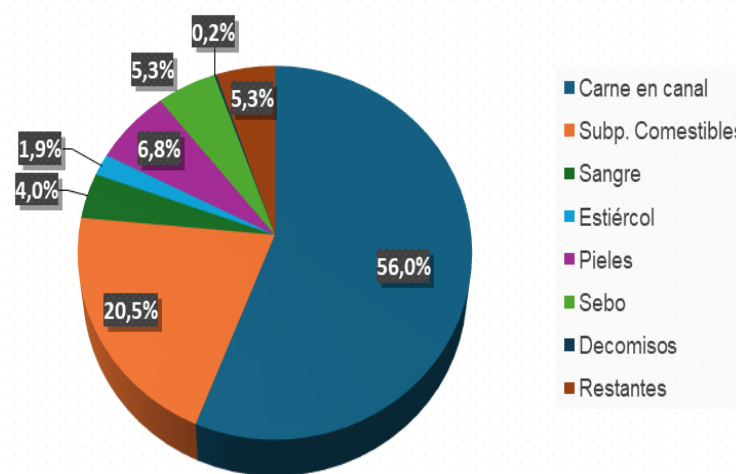
A partir del registro de generación diaria de SNC en las tablas Registro de generación de residuos SNC, durante la semana 1 y semana 2 del Apéndice G, se identificaron los días con mayor generación de residuos (relacionado con días de operación a máxima capacidad) correspondientes a martes y viernes, así como las cantidades en kilogramos/día de SNC generados durante las semanas de la etapa de diagnóstico.

El viernes 2 de agosto de 2024, la planta operó a capacidad máxima (28 bovinos), y se registraron 422,7 kg de sangre, 201,6 kg de estiércol, 716,8 kg pieles, 560 kg de sebo y 22 kg en decomisos, para un total de 1923,1 kg de residuos SNC; por otra parte, el martes 6 de agosto se

tuvo un beneficio de 27 bovinos, generando 403,2 kg de sangre, 187,2 kg de estiércol, 665,6 kg de pieles, 520 kg de sebo y 18 de decomisos, para un total de 1794 kg de residuos SNC (ver Figura 7).

Figura 7.

Rendimiento de Carne en canal, Subproductos no comestibles, comestibles y segregados no cuantificables (restantes).



Nota. Elaboración autores.

A partir de la figura 7, es posible apreciar el rendimiento promedio de un bovino de 400 kg (peso promedio del beneficio en la planta), teniendo en cuenta tres categorías: carne en canal, subproductos comestibles destinados para el consumo humano, y subproductos no comestibles, obteniendo rendimientos del 56 %p de CC, 20,5 %p de SC, 18,2 %p de SNC y un 5,3 %p correspondiente a los sólidos y líquidos segregados durante el beneficio que no son cuantificados.

Del registro de datos de generación diaria de residuos SNC, se estableció el rendimiento o porcentajes de residuos generados durante los días de diagnóstico, estos se componen principalmente por pieles, sebo y grasa, sangre, estiércol y decomisos, y corresponden a un 4 %p en sangre, 6,8 %p en pieles, 5,3 %p en sebo, 1,9 %p en estiércol y 0,2 %p de decomisos.

5.3 Problemática y Cumplimiento de la Normatividad

El cumplimiento de la normatividad es requerido para garantizar la transparencia, la eficiencia y la eficacia en la ejecución de programas y proyectos por eso la tabla 10 de cumplimiento de la normatividad se ha elaborado con el objetivo de evaluar y monitorear las obligaciones legales y reglamentarias que rigen para la PBB. La tabla 10 fue elaborada a partir del diagnóstico realizado, evidenciado en los apéndices H, I, J y K.

Tabla 10

Cumplimiento de la normatividad colombiana para PBB

Aspectos que se deben cumplir	Resolución N°	Estado Actual	Cumple Sí No
Inspecciones sanitarias	Decreto 1500 de 2007		x
Licencia sanitaria	Resolución 2021043230 de 2021	Cuenta con la licencia 628B emitida por el INVIMA	x
Sistema de esterilización de equipos	Decreto 1500 de 2007		x
Cerco perimetral	Decreto 2016 de 2023	Cuenta con cerco perimetral que restrinja el libre acceso de animales o personas	x
Área de protección sanitaria	Decreto 1500 de 2007	Cuenta con inspección en corrales y área de víscera roja	x
Separación física en áreas de proceso		No existe área separada de almacenamiento de carne en canal y grasa visceral	x

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

45

Uniformes del personal	Resolución 2021043230 de 2021	Todos los empleados que manipulan la carne llevan uniforme adecuado de color claro y limpio, calzado cerrado material resistente e impermeable.	x
Protección personal del personal		El personal utiliza mallas o cascos y tapabocas de forma adecuada.	x
Programa de capacitación sanitaria continua	Decreto 1500 de 2007	Existe un programa escrito de capacitación en educación sanitaria.	x
Transporte de subproductos no comestibles	Decreto 1500 de 2007	Se observa cruce en el transporte interno de cebo y la carne.	x
Instalaciones de lavado y desinfección	Resolución 2021043230 de 2021	Existen lavamanos no accionados manualmente con jabón líquido y soluciones desinfectantes ubicados en las salas y áreas de proceso o cerca de estas de pedal con desinfectante sin olor ni color.	x
Horno crematorio o incinerador	Decreto 1500 de 2007	Existe un horno crematorio con una capacidad acorde a su clasificación.	x
Área para almacenamiento de residuos sólidos no comestibles	Decreto 1500 de 2007	No cuenta con un manejo adecuado para el almacenamiento de los residuos sólidos no comestibles.	x
Conservación de pieles	Decreto 1500 de 2007	El almacenamiento y conservación de pieles se realiza en el suelo	x
Control de calidad del agua	Resolución 2115 de 2007	No se cuenta con un sistema de control para vertimientos	x
Sistema de canaletas y desagües	Decreto 1500 de 2007	El sistema de canaletas y desagüe no cuenta con la cantidad pertinente.	x
Tratamiento adecuado para vertimientos	Decreto 0631 de 2015	Se cuenta con un pre tratamiento de trampa de grasa, pero no se registran tratamientos posteriores	x
Disposición final del vertimiento	Resolución 0631 de 2015	Se dispone al alcantarillado público.	x
Procedimientos sobre manejo y calidad del agua	2115 de 2007	No se cuenta con un plan de manejo adecuado del agua	x
Análisis fisicoquímicos del agua	Resolución 0631 de 2015	Los parámetros fisicoquímicos analizados en la muestra no cumplen con lo establecido.	x
Procedimientos para potabilizar el agua	Resolución 2115 de 2007	No se cuenta con un sistema de potabilización del agua	x

Nota. Elaboración autores.

5.4 Diseño del Plan de Gestión de Residuos no Comestibles y Vertimientos Líquidos

A partir de los lineamientos en materia de Gestión Integral según lo establecido por la resolución 754 de 2014 y la Guía para la Gestión de RESPEL propuesta para el diseño del Plan de gestión de subproductos no comestibles, se establecen los lineamientos necesarios para la gestión interna y externa de los residuos generados en el proceso de beneficio. La guía utilizada permitió establecer inicialmente un grupo de gestión ambiental e integral que se encargará de evaluar, ejecutar y monitorear el Plan propuesto.

Es por ello, que las estrategias para el manejo interno Planta, en la guía se proponen los pasos para prevenir el derrame de residuos en la clasificar, además de su clasificación, transportes, identificación y almacenamientos adecuados durante mientras se realiza la gestión externa. Esta última será monitoreada para asegurar que los residuos sean transportados, clasificados y almacenados en camiones que mantengan las condiciones adecuadas para su conservación hasta la disposición final en empresas autorizadas para el tratamiento y aprovechamiento externo, de manera que se permita certificar a la Planta en la gestión de sus residuos.

Así mismo, el componente de Manejo de vertimientos líquidos propuesto en el Plan se compone de un sistema de tratamiento propuesto, basado en el tratamiento biológico en un Reactor Anaerobio Flujo Ascendente (RAFA o UASB por sus siglas en inglés), que en conjunto con un sistema de pretratamiento de trampas de grasas, estrategias basadas en el buen manejo hídrico durante las labores de sacrificio y limpieza de las áreas, tecnologías de lavado que

reduzca el consumo y, ductos y rejillas apropiadas, etc. permitirán que la PBB de Paz de Ariporo disminuya la producción de agua residual y materia orgánica a ser dispuesta en el reactor.

Por otro lado, se proponen los componentes de Plan de contingencias, Indicadores y Cronograma que guía al personal que intervendrá en la ejecución y logística, de manera que se solucionen las problemáticas identificadas y se ejecuten los lineamientos propuestos en el Plan de gestión Integral de SNC y vertimientos líquidos de la Planta.

Debido a la diversidad de problemáticas detectadas y cantidad de componentes de la Gestión interna y externa de residuos sólidos, se propone el documento para la Gestión de Subproductos no Comestibles y vertimientos líquidos en el Apéndice L, el cual a su vez busca cumplir la normatividad ambiental vigente, promoviendo la reducción de los impactos y afectaciones de salud pública relacionados con las deficiencias detectadas.

6. Conclusiones

El estado actual de la planta de beneficio bovino en Paz de Ariporo, Casanare, es crítico, caracterizado por una gestión inadecuada de los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso de sacrificio debido a que presenta serias deficiencias en su infraestructura y manejo ambiental, lo que resulta en un alto impacto negativo sobre los recursos hídricos y el suelo por lo que lo ha llevado a cierres frecuentes.

La normatividad ambiental que cubre a las Plantas de beneficio bovino en el país es amplia debido a la relación animal-proceso-ambiente, donde el saneamiento e inocuidad resultan clave para supervisar el adecuado desarrollo de las actividades. La Planta no cumple con lo establecido en el decreto 1500 de 2007, y las resoluciones 754 de 2014 en gestión de residuos y 361 de 2015 en vertimientos líquidos.

El Plan de gestión de subproductos no comestibles resalta los lineamientos más importantes a llevar a cabo para una rápida gestión de los residuos bovinos, incluyendo un manual de procedimientos guiados para la prevención de riesgos. Es necesaria la adquisición de recipientes de almacenamiento debidamente caracterizados y un cuarto frío para la conservación de los residuos semanalmente como alternativas urgentes para la planta.

La implementación de un plan de gestión integral para el manejo del agua en la planta de beneficio bovino es crucial para mejorar el uso de este recurso, ya que el consumo actual por bovino para la planta es alto, esto resalta la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles y eficientes, además de la capacitación al personal en el uso eficiente del agua es esencial para

fomentar una cultura de ahorro y responsabilidad ambiental. Por otro lado, se recomienda la instalación de trampas de grasa y un sistema RAFA, que ha demostrado una alta eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y DQO, asegurando el cumplimiento con los límites permisibles establecidos y permitiendo el aprovechamiento de los beneficios asociados a este sistema de tratamiento de aguas residuales.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Paz de Ariporo Casanare (2021). Página institucional. Gov.co.
<https://www.pazdeariporo-casanare.gov.co/Paginas/default.aspx#:~:text=Tiene%20una%20poblaci%C3%B3n%20estimada%2C%20en%202021%2C%20de%2033.446%20habitantes>
- Anaya, H., & Jaramillo, L. (2022). *Estudio técnico y económico para implementación de tecnología anaerobia para el tratamiento de aguas residuales de la planta de beneficio bovino COLBEEF*. [Trabajo de Grado, Universidad Industrial de Santander].
<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/aeba0a55-6586-4d0d-ba69-3832199f2451/content>
- Barragán, P. (2013). *Estudio del Plasma Sanguíneo Bovino para Fermentación Sumergida y Sistemas Alimentarios*. [Propuesta Tesis Doctoral, Universidad de Caldas].
<https://doctoradoagrarias.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/04/pedro-barragc3a1n.pdf>
- Beltrán, C., & Perdomo, W. (2007). *Aprovechamiento de la Sangre de Bovino para la Obtención de Harina de Sangre y Plasma Sanguíneo en el Matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico* [Trabajo de Grado, Universidad de la Salle].
https://ciencia.lasalle.edu.co/context/ing_alimentos/article/1106/viewcontent/T43.07_B419a.pdf
- Betancur, M., Gómez, B., & Bustamante, A. (2011). *Guía para la Gestión de Residuos Peligrosos*. https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/GestionRespel/GUIA_RESPEL.pdf
- Bolaños, T. (2016). *Plan de gestión, manejo, tratamiento de vertimientos líquidos y subproductos de la planta de beneficio de ganado municipio de San Francisco, Cundinamarca*. [Proyecto de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/b1b61a3c-a46d-4121-9236-1d781a154d92/content>
- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval, L., & Caycho, C. (2006). Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*.
<https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13553>
- Secure, & Z, V. G. (2024). *Plan de saneamiento y manejo de vertimientos*. CAR Cundinamarca.
<https://www.car.gov.co/vercontenido/1169#>

- Del Pilar Castro Molano, L., Hernández, H. E., Serrato, O. J. G., & Piñeros, D. P. J. (2016). Análisis del potencial metanogénico y energético de las aguas residuales de una planta de sacrificio bovino mediante digestión anaeróbica. *DYNA*, 83(199), 41.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v83n199.56796>
- Corantioquia & Centro Nacional de Producción más Limpia. (2016). Manual de Producción y Consumo Sostenible Gestión del Recurso Hídrico. En *Corantioquia* (Convenio 1506-93).
https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Plantas_Beneficio.pdf
- Corantioquia. (2013). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2013-2025*.
https://corporinoquia.gov.co/images/docsPdf/doc_final_PGAR_2013_2025.pdf
- DANE. (2024). *Encuesta de sacrificio de ganado (ESAG)*. GOV.CO.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-sacrificio-de-ganado>
- Daniels, R. (2018). Back to Basics: Volviendo a los Fundamentos Manufacturación de Cuero, parte I: Materia prima y conservación. *World leather*, 51.
https://www.leathernaturally.org/wp-content/uploads/2023/03/B-to-B-Book_Spanish.pdf
- ESAP. (s.f). Sistema Espacial Funcional.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/9771/2747-8.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- FEDEGAN. (2023). *Federación Colombiana de Ganaderos: Consumo aparente per cápita anual de carnes*. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>
- Luján, R., Agustín, S., Ferro, S., & Roberto, M. (2023). Estrategias de bioeconomía circular: revisión de aplicación sobre Complejo Agroindustrial Cárnico Bovino. *Revista Tiempo de Gestión*, 1, 44. <https://revista.uader.edu.ar/index.php/tg/issue/view/31>
- González, C. (2003). *Singularidad, origen y ciclo de vida del proyecto de desarrollo* [Revista ABRA]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4792302.pdf>
- Guerra, A. (2016). Proyecto de Ley 046 de 2016. *Senado de Colombia*.
<https://leyes.senado.gov.co/proyectos%20/images/documentos/Textos%20Radicados/proyectos%20de%20ley/2016%20-%202017/PL%20047-16%20Razas%20Criollas.pdf>
- Instituto Nacional de Aprendizaje INA. (s.f). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Instituto Nacional de Aprendizaje. https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/59118/mod_resource/content/8/recurso3-DGIRS/index.html

- Instituto Colombiano Agropecuario. (2024). *Censo Nacional Bovino 2024* [Conjunto de datos]. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/enfermedades-animales/fiebre-aftosa/censo-bovino-final.aspx>
- INVIMA. (s.f). *Manual de Procedimiento: Inspección, vigilancia y control de plantas de beneficio de animales de abasto público (bovinos, porcinos y aves)*. <https://es.slideshare.net/slideshow/manual-inspeccion-plantas/15556682>
- INVIMA. (2021). *Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles*. <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/2023-10/CARTILLA-DECRETO-1500-2007-compressed.pdf>
- INVIMA. (2024). Listado de Inspectores Auxiliares Reconocidos y Aprobados por el Invima según Resolución N°2016037870 de 2016. INVIMA, 6. <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/Carne/Autorizaci%C3%B3n%20comercializaci%C3%B3n/Establecimientos/2024/Julio/APROBACI%C3%93N%20INSPECTORES%20AUXILIARES%20CORTE%20JUNIO%202024.pdf>
- Jara, A. (2023). Diseño del proceso para obtención de biodiesel a partir del sebo de descarte producido en la curtiduría Tungurahua S.A. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/20284/1/96T00893.pdf>
- Luje, J. (2018). Elaboración de Bioles producidos a partir de desechos del camal municipal de Cayambe (Sangre y Rumen). *Universidad Central de Ecuador*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/8ee8a58f-f39a-43dc-b740-ff288afbc54e/download>
- McCann, M. (s.f). *Industrias Textiles y de la Construcción: Curtido, Acabado de Pieles* [Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo]. <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+88.+Cuero,+pieles+y+calzado>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Plan de Gestión Integral de Residuos*. https://sigestion.minambiente.gov.co/files/mod_documento/documentos/M-E-SIG-03/versiones/Plan%20de%20gestion%20integral%20de%20residuos%20V5.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). *Resolución 631 de 2015* [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015a). Decreto 1076 de 2015. *Minambiente*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015b). *Resolución 0631 de 2015*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2005). Decreto 4741 de 2005. *Función Pública*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=18718

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f). *Encuesta Ambiental para Plantas de Beneficio Animal*. https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/medidas_fitosanitarias/Instructivo_para_diligenciar_encuesta_PBA_1.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & UPRA. (2021). Carta del paisaje ganadero de Sabana Inundable de Paz de Ariporo. En *Gobierno de Colombia*. ISBN. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/CASANARE/Carta%20del%20Paisaje%20Ganadero%20Paz%20de%20Ariporo%20UPRA%202022.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2024). *Resolución 591 de 2024*. Ministerio de Salud y Protección Social. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No%20591%20de%202024.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (1991). Decreto 1036 de 1991. En *Clasificación de plantas de beneficio bovino*.

Ministerio de Vivienda. (2017). *Resolución 330 de 2017* [Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio]. <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/resolucion-0330-2017.pdf>

Ortega, K. (2024). *¿Cuál es el ciclo de vida de un proyecto?* Universidad Saint Leo. <https://worldcampus.saintleo.edu/blog/estudiar-gestion-de-proyectos-ciclo-de-vida-de-un-proyecto>

Quiroga, G. (2008). *Manejo y aprovechamiento de subproductos y residuos en plantas de beneficio animal*. <https://sie.car.gov.co/items/e5403ec9-3a2c-403d-8e5d-c2eb1a767323>

- Revuelta, M. (2018). *Evaluación del proceso y viabilidad de compostaje con sangre bovina y estiércol generados en una planta de beneficio animal* [Universidad de la Costa - CUC]. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/37>
- Sakurai, K. (2000). Hdt 17: Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos. *CEPIS/OPS*. <https://es.scribd.com/document/273750297/CEPIS-OPS-HDT-17-Metodo-sencillo-del-analisis-de-residuos-solidos-pdf>
- Salamanca, A. (2001). Raza Casanare (CAS). *Agrosavia*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17103>
- Sánchez, A., & Garzón, P. (2022). *Propuesta de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para una Empresa dedicada al Procesamiento y Conservación de Productos Cárnicos y Embutidos*. [Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/30120>
- Sastre, H., Rodero, E., Herrera, M., Peña, F., & Rodero, A. (2010). Caracterización etnológica y propuesta del estándar para la raza bovina colombiana Criolla Casanare. *Animal Genetic Resources*, 73–79. <https://doi.org/10.1017/S207863361000072X>
- Torres, N., Patiño, M., Ayala, C., & Silva, C. (2019). *SECTOR CÁRNICO: Demanda ocupacional y competencias laborales* [Observatorio Ocupacional]. https://www.oitinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/sector_carnicoSinafocalpy.pdf
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2022). *Plan de Gestión para el Manejo Integral de Residuos*. <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos-Int/Plan-de-Gestion-para-el-Manejo-Integral-de-Residuos.pdf>
- Universidad de la Salle. (2023, Noviembre 30). *Nuevo Decreto que regula plantas de beneficio animal de categorías de autoconsumo*. Observatorio de Salud y Bienestar. <https://www.lasalle.edu.co/Noticias/observatorio-de-salud-y-bienestar-animal/uls/decreto-regula-las-plantas-de-beneficio-animal#:~:text=Se%20regula%20las%20plantas%20de,o%20intercambio%20de%20los%20productos.>
- Vivanco, M. (2017). Los Manuales de Procedimientos como Herramientas de Control Interno de una Organización. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 9, 248. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

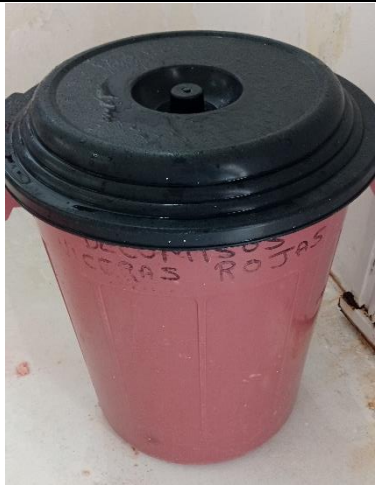
Yugla, J. (2021). Propuesta para la elaboración de biol mediante fermentación a partir de residuos orgánicos generados por el faenamiento de bovinos. *Universidad Nacional de Chimborazo*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8626>

Apéndice A. Registro Fotográfico de Inspección

ACTA PARA REGISTRO DE EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		
Inspector/rol: Hermes Camilo Rocha Chaparro / Estudiante		
Fecha de inspección: 21 de julio a 9 de agosto de 2024.		
Descripción: Inspección y diagnóstico a la Planta de beneficio bovino del municipio de Paz de Ariporo, Casanare.		
		
Foto 1. Entrada Calle 5 sur. Vía Marginal	Foto 2. Área de despacho de producto.	Foto 3. Corrales de recepción
		
Foto 4. Insensibilización	Foto 5. Sangría, desollado.	Foto 6. Área de víscera roja (VR). Inspección sanitaria médico veterinario INVIMA.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

57

		
Foto 7. Vertimientos sangría, víscera roja y desollado.	Foto 8. Ventanillas transporte de víscera blanca, cabezas, patas, pieles.	Foto 9. Personal área apertura de pecho y eviscerado.
		
Foto 10. Vertimiento líquido víscera roja.	Foto 11. Almacenamiento decomisos víscera roja.	Foto 12. Área de corte carne canal.
		
Foto 13. Sierra de corte CC.	Foto 14. Suministro agua potable. Capacidad 50.000 L	Foto 15. Cebo visceral (1 bovino).

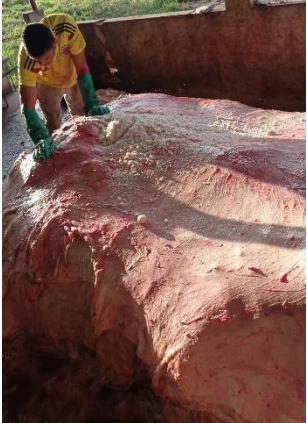
PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

58

		
Foto 16. Almacenamiento de CC.	Foto 17. Rejilla 4 mm.	Foto 18. Área de sangría, ductos de vertimiento.
		
Foto 19. Caldera.	Foto 20. Área de limpieza de calzado.	Foto 21. Almacenamiento inicial VB.
		
Foto 22. Área limpieza de visc. blanca	Foto 23. Área de cabezas y pieles.	Foto 24. Almacenamiento visc. blanca

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

59

		
Foto 25. Ventanillas transporte estiércol y pieles.	Foto 26. Pieles	Foto 27. Grasa visceral (presencia de vectores de riesgo)
		
Foto 28. Almacenamiento final de pieles	Foto 29. Vectores de riesgo en grasa visceral.	Foto 30. Área de almacenamiento de estiércol y pieles.
		
Foto 31. Almacenamiento y cuantificación de estiércol final.	Foto 32. Riesgo laboral en disposición final de grasa visceral.	Foto 33. Transporte de viscera blanca a área de almacenamiento.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

60

		
Foto 34. Riesgo ambiental almacenamiento de pieles (escorrentía)	Foto 35. Área de higiene principal PBB.	Foto 36. Área de higiene interna.
		
Foto 37. Ducto de lavado de corrales.	Foto 38. Ducto de embudo.	Foto 39. Caja de vertimiento (post. trampa de grasa y estiércol).
		
Foto 40. Pistola hidráulica ($Q_{\max}$: 65 m ³ /min, 0,00108 m ³ /seg).	Foto 41. Llave de lavado de corrales. Permanencia abierta.	Foto 42. Disposición final de vertimiento líquido del proceso a alcantarillado público.



Foto 43. Recepción in situ para caracterización.



Foto 44. Muestras para análisis de parámetros bioquímicos.



Foto 45. Muestreo simple o puntual.

Apéndice B. Diagnóstico de Descripción Administrativa

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN PARA LA PLANTA DE BENEFICIO BOVINO - MUNICIPIO PAZ DE ARIPORO, CASANARE					
Área o proceso auditado:	Administración	Representante/cargo:	Héctor Rubio/Médico veterinario (INVIMA)		
Auditor:	Hermes Camilo Rocha Chaparro, Sergio Castañeda.				
Fecha de auditoría:	05 y 06 de agosto de 2024				
Objetivo de la auditoría:	Seguridad alimentaria, cumplimiento normativo, gestión ambiental, control de calidad, optimización de producto cárnico.				
Alcance:	Gestión operativa, cumplimiento normativo y legal, gestión de calidad, gestión de recursos humanos, gestión financiera-técnica.				
LISTA DE CHEQUEO COMPONENTE ADMINISTRATIVO			Cumplimiento		
			SI	NO	PARCIAL
¿Se realizan inspecciones sanitarias periódicas en la planta?					x
¿Se han implementado tecnologías para mejorar la eficiencia en los últimos 2 años?				x	
¿La planta cuenta con certificaciones de calidad?					x
Organigrama:					
¿La planta cuenta con un médico veterinario dedicado?			x		
¿El médico veterinario verifica las buenas prácticas sanitarias en todos los procesos del beneficio?			x		
¿El médico veterinario verifica las buenas prácticas ambientales en todos los procesos del beneficio?					x

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

63

¿Cada trabajador tiene asignado un proceso específico en el beneficio del animal?	x		
¿Quién es el representante legal de la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo a la fecha actual?	Jorge Camilo Abril Riaño, alcalde Municipio		
¿Cuántos empleados trabajan actualmente en la planta de beneficio?	23 trabajadores en total		
Dependencia administrativa en la región	Alcaldía Municipal Paz de Ariporo, Cas.		
Aún presta el servicio según lo acordado en el plan de racionalización de plantas de beneficio bovino?	No, actualmente se encuentra en categoría de autoconsumo		
¿A quién o qué municipios se está prestando el servicio?	A campesinos o ganaderos del municipio que realizan negocios con comerciantes de productos y subproductos cárnicos bovinos, es decir en expendios de carne o carnicerías.		
N.I.T.	800103659-8		
¿Por qué razón/causa se presentaron cierres en la planta en el pasado?	por ineficiencia en la gestión administrativa y ambiental de la planta en general		
¿Se han recibido/puesto sanciones por parte de la Corporación regional CORPORINOQUÍA? ¿Cuántas? ¿Cuáles? ¿Por qué?	En la presente administración no; sin embargo, en el pasado se reportaron cierres temporales de la planta por falta de tecnologías de almacenamiento de producto, subproducto y residuos.		
¿Con cuales certificaciones de calidad cuenta la planta?	Actualmente, ninguna.		
¿Cuántas cabezas de ganado se procesan en promedio diario, semanal, mensualmente en la planta?	En promedio semanal, 75 bovinos. Para una descripción diaria, esta varía, reportándose altas cifras de sacrificio los martes y viernes de la semana, y media-baja en los demás días (lunes, miércoles, viernes). La planta trabaja de lunes a viernes.		
Clasificación:			
¿Cuál es la capacidad de la planta de beneficio bovino en un turno de 8 horas?	28 bovinos		
¿La planta cumple con los requisitos mínimos de sacrificio de 2 reses por hora?	x		
¿La carne producida en esta planta está destinada a la exportación?		x	
¿La planta está autorizada para comercializar carne fuera del área de su jurisdicción?		x	
¿La planta está asociada con otros municipios para ampliar su área de comercialización?			x
Localización:			
¿La planta de beneficio está ubicada fuera de zonas residenciales?	x		
¿La ubicación de la planta considera la dirección predominante del viento para minimizar el impacto de olores en áreas pobladas?			x
¿Existe una zona de amortiguamiento entre la planta y las áreas residenciales más cercanas?			x
¿Se han implementado medidas para controlar la propagación de moscas desde la planta hacia áreas circundantes?		x	
¿Se han recibido quejas de la comunidad respecto a olores o contaminación provenientes de la planta en el último año?		x	
¿Se realizan evaluaciones periódicas del impacto ambiental de la planta en su ubicación actual?		x	
Estrato de la zona en donde está ubicada la PBB?	Estrato 1		
Costo por beneficio:			
¿El servicio de matadero se cobra según el peso del animal?		x	

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

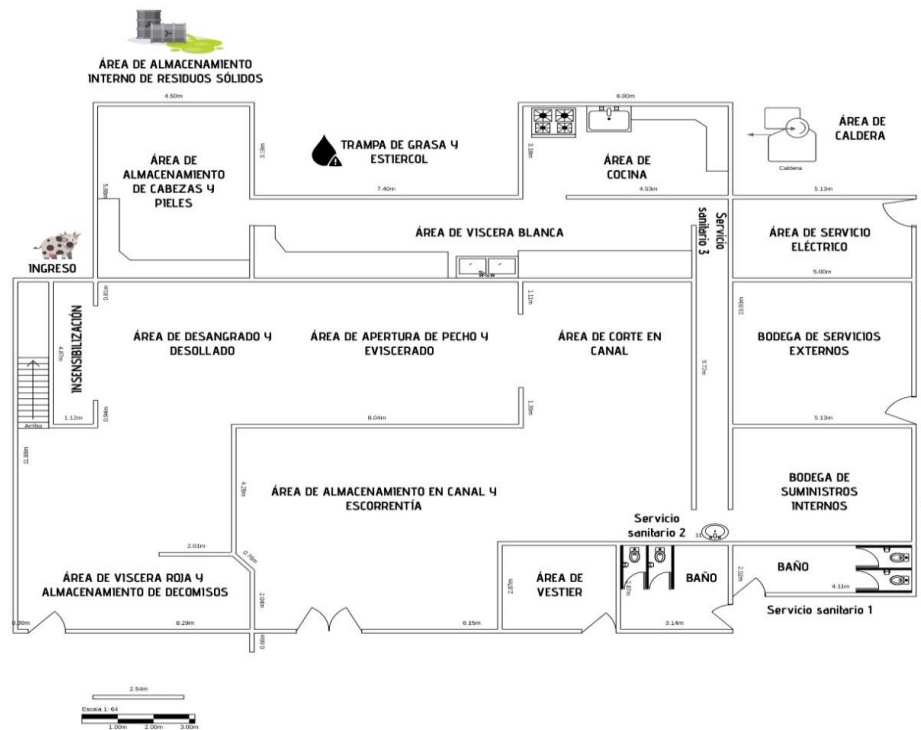
64

¿Se aplican descuentos por volumen a usuarios que llevan múltiples animales por semana?			x
¿Costo de la planta por degüello de ganado, Servicio matadero, Cuota de fomento ganado (FEDEGAN), Lavado de vísceras, Sacrificio del bovino, etc.?		Costo por degüello: \$173,500. (60% para Gobernación y FEDEGAN; y el 40% para la PBB).	
Tipo de servicio:		Carne en canal.	
Como se cubren los pagos de operarios, servicios públicos, servicio de faenado o sacrificio, mantenimiento, suministros, etc.?		Desde la Administración municipal se gestionan los recursos recibidos por el servicio para suplir sueldos de operarios y demás personal.	
Capacidad de la planta?		23 bovinos/ día.	
matriz para diagnóstico elaborada por:	Camilo Rocha Chaparro, Sergio Andrés Castañeda	Firma entrevistada (rep. legal)	<i>Hector P. Rubio</i>

Apéndice C. Áreas de Proceso de la PBB de Paz de Ariporo

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

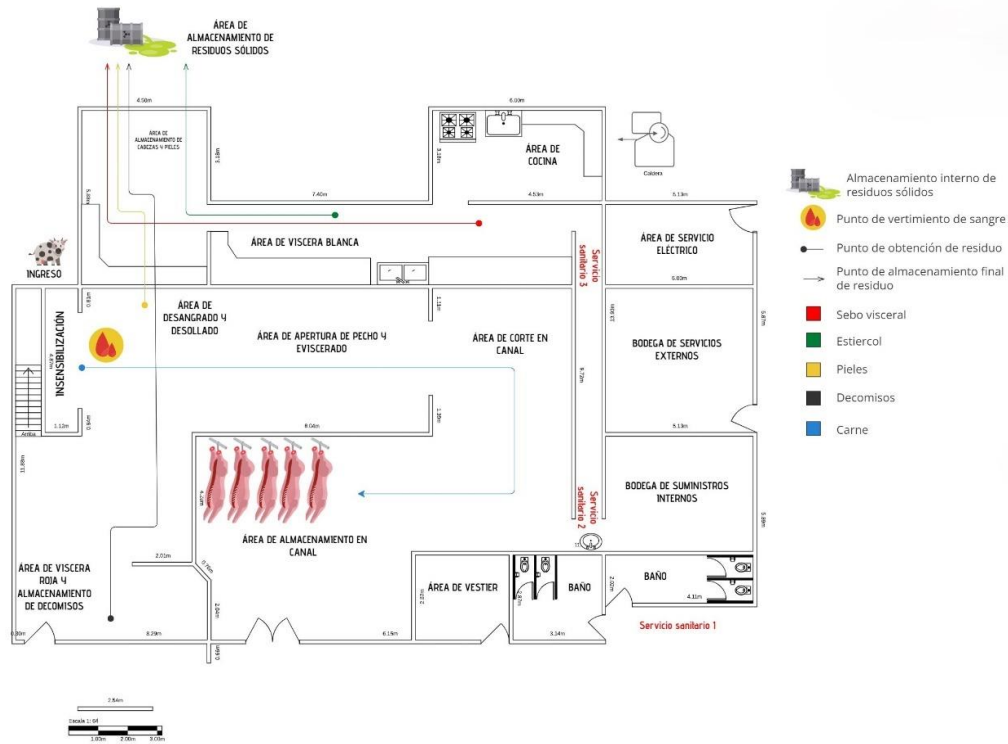
65



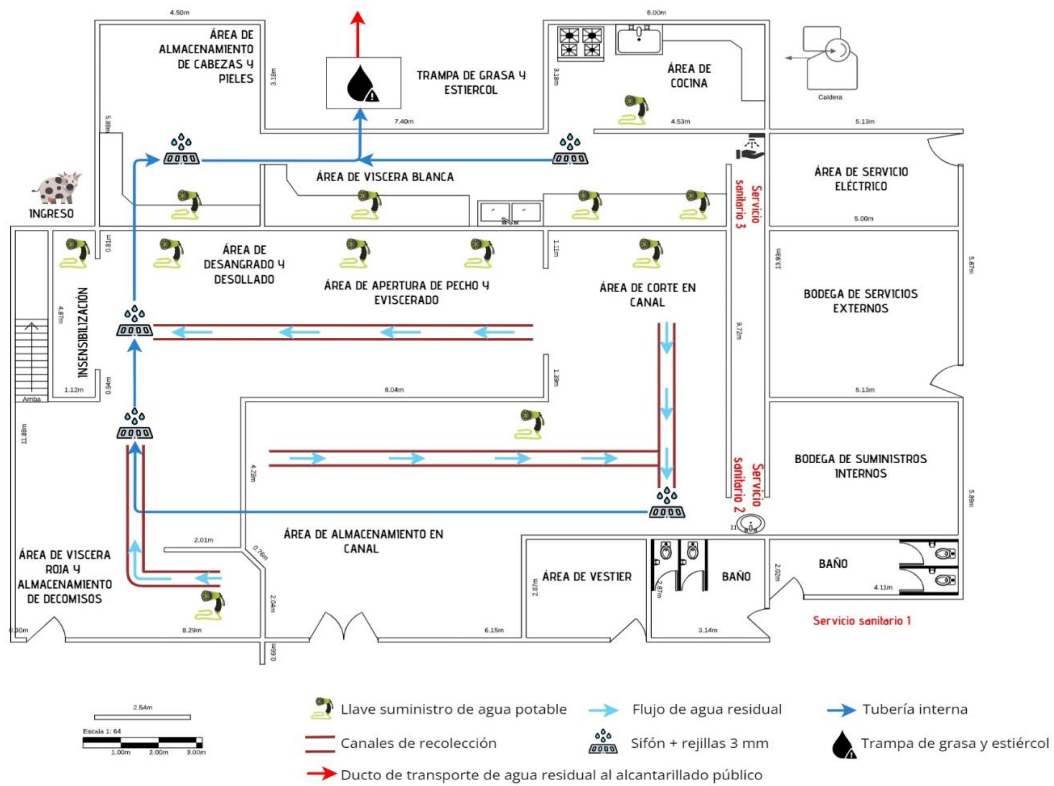
Apéndice D. Diagrama de Generación y Manejo Interno de Residuos Bovinos

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

66



Apéndice E. Diagrama de Efluentes y Vertimientos



Apéndice F. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Componente Sanitario



FORMATO ORDEN DE SERVICIO

Código: FT-PS004

Revisión: 07

Inicio de vigencia
2022/04

Ciudad y Fecha: 08 de Agosto de 2024

ORDEN DE SERVICIO No.:

(Espacio diligenciado por Ambitest)

Mediante la presente confirmamos que entendemos las condiciones generales y específicas del servicio, contempladas en la mencionada cotización donde está inmerso: tipo de análisis, tipo de agua, tipo de muestreo, lugar de muestreo, puntos de toma, descripción de la cantidad de parámetros a realizar con la respectiva metodología, y manifestamos nuestra entera conformidad con las mismas, por lo que daremos estricto cumplimiento a las obligaciones a nuestro cargo.

Entendemos los valores de referencia indicados en la cotización respecto a cuáles parámetros se encuentran acreditados por Ambitest, No acreditados por Ambitest, subcontratados acreditados y subcontratados no acreditados.

Cuando la muestra sea suministrada por el cliente, Ambitest SAS **no** se hace responsable por la degradación de los analitos presentes en las muestras para análisis de parámetros *in situ*: pH, temperatura y cloro residual libre.

De acuerdo a lo descrito anteriormente y actuando como representante autorizado por la empresa identificada con número de Nit _____, ubicada en _____

Yo Hermes Camilo Rocha Chaparro, identificado(a) con Cédula de ciudadanía No. 1.115.864.874 acepto los términos establecidos en la cotización No. 2024 339 emitida por Ambitest SAS el día 24 mes 07 año 2024.

Fecha estimada de inicio:

Fecha estimada de finalización:

Por favor, diligenciar los siguientes datos de información contable		
Correo para factura electrónica:		
Número de contacto facturación:		
Si es agente retenedor indique la tarifa para:	Rte. Pte	
	Rte. IVA	
	ICA	

Descripción del valor total de la propuesta	
Servicio de análisis de laboratorio	\$ 210.590
Otros Servicios	\$ 0
Descuento	\$ 0
Transporte	\$ 0
Subtotal	\$ 210.590
IVA	\$ 40.012
TOTAL	\$ 250.602

Nota: Por favor adjunte el RUT para facturación

Forma de pago: Transferencia cuenta de ahorros Bancolombia

POR AMBITEST SAS	POR EL CLIENTE
 Favio Hernán Rojas Cortes Gerente	Firma: <u>Hermes Camilo Rocha</u> Nombre: <u>Hermes Camilo Rocha Chaparro</u> No. C.C.: <u>1.115.864.874 de Paz de Ariporo</u>

Carrera 26 No. 21 – 47
Teléfono: (8) 632 8675
Yopal, Casanare

Móvil: 3112129595 - 3148532204
Email: ambitestsas@gmail.com
www.ambitest.com.co



Laboratorio Acreditado NTC ISO/IEC 17025 Según Resolución No. 1175 del 14 de Junio de 2022.



Yopal, 22 de Agosto de 2024

Señores
HERMES CAMILO ROCHA CHAPARRO
Atn; Hermes Camilo Rocha Chaparro
Casanare - Paz de Ariporo - Planta de Beneficio Bovino –

Ref. Entrega informe de resultados.

Cordial saludo,

La presente tiene como fin hacer entrega del informe de resultados correspondiente al análisis fisicoquímico solicitado por la empresa **HERMES CAMILO ROCHA CHAPARRO**

- Informe No. 2024_378 el cual consta de las siguientes muestras No. 0462-24.

Cordialmente,

Firmado Digitalmente
Juan Manuel Díaz Parra
Coordinador Técnico
AMBITEST S.A.S



QR Verificación

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

70



Código FT-IR001
Revisión: 10
Inicio de Vigencia
2023/04

INFORME DE RESULTADOS

No. 2024_378

Muestra No.	0462-24	Fecha De Reporte	22-08-2024
Orden No.	2024_167		
ID	1570		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
RAZON SOCIAL	HERMES CAMILO ROCHA CHAPARRO	NIT	--
CONTACTO	Hermes Camilo Rocha Chaparro	C.C. No.	1.115.864.874
DIRECCIÓN	Paz de Ariporo		
TELÉFONOS	315 295 5581		
E-mail	camiloun08@gmail.com		
LUGAR DEL MUESTREO	Casanare - Paz de Ariporo - Planta de Beneficio Bovino - STARI		
PUNTO DE MUESTREO	1 - Salida STARI		
TIPO DE AGUA	Residual No Doméstica	TIPO DE MUESTREO	Muestreo Simple
TIPO DE ANÁLISIS	Físicoquímico y Microbiológico	PLAN DE MUESTREO	N/A
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	STARI	NORMATIVIDAD APLICADA	Resolución_0631_2015
GEOREFERENCIACIÓN	N/R	ESTADO DEL TIEMPO	Soleado
FECHA DEL MUESTREO	2024-08-09	HORA DEL MUESTREO	6:40:00
FECHA DE RECEPCIÓN	2024-08-09	HORA DE RECEPCIÓN	10:00:00
FECHA DE ANÁLISIS	2024-08-09	AFORO	No aplica

No. 2024_378

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

REF	FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO	LMC	RESULTADO	UNIDAD	INCERTIDUMBRE	VALOR DE REFERENCIA MAX	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
P-83d	1	2024-08-09	Demanda Bloquímica de Oxígeno	SM 5210 B, ASTM D 888-12 METODO C Incubación 5 días y Luminiscencia	2,00	453,66	mg O2/L	0,50	-
P-84	1	2024-08-15	Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D - Reflujo cerrado y colorimétrico	10,00	> 1500	mg O2/L	0,25	-
P-140	1	2024-08-15	Grasas y Aceites	SM 5520 C Partición - Infrarrojo	5,00	545,12	mg G y A/ L	1,08	-
P-200	1	2024-08-09	**pH	SM 4500 H+ B Electrométrico	N/A	6,65	Unidades de pH	0,09	-
P-230	1	2024-08-09	Sólidos Sedimentables Totales	SM 2540- F - Volumétrico	1,00	45,00	ml/L	0,28	-
P-232	1	2024-08-09	Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540-D - Gravimetría	20,00	>500,00	mg SST/L	0,49	-

- 1- Parámetro Acreditado Ambitest
- 2- Parámetro No Acreditado Ambitest
- 3- Parámetro Subcontratado Acreditado
- 4- Parámetro Subcontratado No Acreditado

* Datos suministrados por el cliente
** Los análisis de pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Sólidos Sedimentables corresponden a análisis In Situ.
LMC Límite de Cuantificación
SM 23^d Métodos normalizados para análisis de aguas

Nota 1. La incertidumbre reportada fue estimada con un nivel de probabilidad del 95% y un factor de cobertura K=2

Nota 2. La declaración de conformidad aplica para los métodos de ensayo acreditados por el laboratorio Ambitest S.A.S o ensayos suministrados externamente acreditados

OBSERVACIONES

Muestreo realizado por: El cliente ☒ los resultados aplican a la muestra como se recibió, Ambitest S.A.S ☐
Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas.
Este informe es válido únicamente con QR de verificación.
No se puede reproducir este informe sin autorización de Ambitest S.A.S
En caso de alteración o modificación de estos resultados se incurrirá en delito según lo dispuesto en el artículo 289 del código penal. Falsedad de documento privado.
Ambitest SAS no se hace responsable de la información suministrada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

Firmado digitalmente
Juan Manuel Diaz Parra
Químico PQ-09281
Coordinador Técnico
AMBITEST S.A.S

FIN DEL INFORME

Carrera 26 No. 21 - 47
Teléfono: (8) 632 8675
Yopa, Casanare
Móvil: 3112129595 - 3148532204
Email: ambittestsas@gmail.com
www.ambittest.com.co



Laboratorio Acreditado NTC ISO/IEC
17025 Según Resolución No. 1396
del 17 de octubre de 2023.

Apéndice G. Cálculos para Cuantificación de SNC generados en la Planta de Beneficio

Bovino de Paz de Ariporo.

Peso en pie y cantidad de bovinos sacrificados por día durante las semanas de inspección y diagnóstico.

Fechas	Peso	Numero de bovinos sacrificados y peso en kg d día																											
	promedio/día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
29-jul	398,86	388	399	410	392	407	401	395																					
30-jul	397,92	392	412	413	377	405	408	392	389	394	396	380	415	379	384	411	409	402	404	396	412	396	395	391	398				
31-jul	401,40	401	396	410	396	408	387	405	407	406	398																		
1-ago	403,00	396	406	404	399	418	401	412	403	406	398	390																	
2-ago	391,07	382	399	392	386	379	399	401	415	382	393	380	399	365	400	391	405	402	388	384	397	402	383	388	369	391	370	411	397
5-ago	404,10	387	396	410	419	415	398	405	407	406	398																		
6-ago	397,81	403	370	431	386	382	402	409	396	411	397	415	396	395	435	391	403	402	388	384	397	399	407	388	369	413	368	404	
8-ago	402,07	410	396	408	384	397	402	392	392	412	407	388	418	416	407														
9-ago	403,38	407	401	388	384	413	368	406	404	386	397	402	399	417	440	383	406	421	388	413	408	395	424	407	416	419	396		

Peso promedio característico de los bovinos sacrificados en la planta de beneficio.

PESO PROMEDIO EN PIE/ BOVINO PARA LA PBB				
Semana	Fecha	cantidad	Peso prom./ día	semanal
1	29-jul	7	398,86	Promedio semana 1 398,45
	30-jul	24	397,92	
	31-jul	10	401,40	
	1-ago	11	403,00	
	2-ago	28	391,07	
2	5-ago	10	404,10	Promedio semana 2 401,84
	6-ago	27	397,81	
	8-ago	14	402,07	
	9-ago	26	403,38	
		Media:	399,96	400,1

Registro de generación de residuos SNC durante la semana 1 (29 de julio al 2 de agosto de 2024).

Día	Bovinos sacrificados	kg CC/día	SC [kg]	Generación diaria de residuos sólidos					Total kg bovinos en pie/día
				Sangre [kg]	Estiercol [kg]	Pieles [kg]	Sebo [kg]	Decomisos [kg]	
Lunes	7	1346	504	96,2	50,4	179,2	140,0	5,0	2404
Martes	24	5128	1923	366,3	172,8	614,4	480,0	17,5	9158
Miércoles	10	2023	758	144,5	72,0	256,0	200,0	9,0	3613
Jueves	11	2260	847	161,5	79,2	281,6	220,0	9,5	4037
Viernes	28	5918	2219	422,7	201,6	716,8	560,0	22,0	10568
Total	80	16675	6251	1191,2	576	2048	1600	63	29780

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

Registro de generación de residuos SNC durante la semana 2 (5 al 9 de agosto de 2024).

Día	Bovinos sacrificados	kg CC/ día	SC [kg]	Estimado de producción diaria de residuos sólidos					Total kg bovinos en
				Sangre [kg]	Estiercol [kg]	Pieles [kg]	Sebo [kg]	Decomisos [kg]	
Lunes	10	2046	730	146,2	72,0	256,0	200,0	8,0	3654
Martes	27	5789	2067	413,5	194,4	691,2	540,0	21,5	10338
Jueves	14	2922	1043	208,8	100,8	358,4	280,0	11,0	5219
Viernes	26	5645	2016	403,2	187,2	665,6	520,0	18,0	10081
Total	77	16402	5856	1171,7	554,4	1971,2	1540	58,5	29292

Nota. Miércoles, 7 de agosto no se realizaron actividades en la planta.

Cálculo del peso específico promedio de sebo

Peso específico del Sebo					
Semana	Días	Peso [kg]	Vol. [L]	PE [kg/L]	PE [kg/m3]
1	Lunes, martes	620	389	1,59	1593,8
	miércoles, jueves	420	254	1,65	1653,5
	Viernes	560	342	1,64	1637,4
2	Lunes, martes	740	435	1,70	1701,1
	Jueves, viernes	800	490	1,63	1632,7
Promedio:				1,64	1643,7

Cálculo del peso específico promedio de las pieles

Peso específico de Pieles					
Semana	Días	Peso [kg]	Vol. [L]	PE [kg/L]	PE [kg/m3]
1	Lunes, martes	793,6	567	1,40	1399,6
	miércoles, jueves	537,6	384	1,40	1400,0
	Viernes	716,8	507	1,41	1413,8
2	Lunes, martes	947,2	647	1,46	1464,0
	Jueves, viernes	1024,0	733	1,40	1397,0
Promedio:				1,41	1414,9

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

73

Cálculo del peso específico promedio de la sangre

Peso específico de Sangre					
Semana	Días	Peso [kg]	Densidad* [kg/l]	Volumen requerido recipiente [L]	Vol. Recipientes en metros cúbicos
1	Lunes, martes	462,5	1,074	430,6	0,431
	miércoles, jueves	306,0		284,9	0,3
	Viernes	422,7		393,6	0,4
2	Lunes, martes	559,7		521,1	0,5
	Jueves, viernes	612,0		569,8	0,6
Promedio:				440,0	0,4

Nota. *Densidad de sangre bovina establecida por Figueroa, O. (2017).

Cálculo del peso específico promedio del estiércol

Peso específico del Estiércol					
Semana	Días	Peso [kg]	Vol. [L]	PE [kg/L]	PE [kg/m3]
1	Lunes, martes	223	131	1,7	1703,8
	miércoles, jueves	151	84	1,8	1800,0
	Viernes	202	117	1,7	1723,1
2	Lunes, martes	266	152	1,8	1750,0
	Jueves, viernes	288	156	1,9	1850,0
Promedio:				1,8	1765,4

Cálculo del peso específico promedio de decomisos

Peso específico de Decomisos					
Semana	Día	Peso [kg]	Vol. [L]	PE [kg/L]	PE [kg/m3]
1	Lunes, martes	23	31	0,7	725,8
	miércoles, jueves	19	24	0,8	770,8
	Viernes	22	29	0,8	758,6
2	Lunes, martes	30	41	0,7	719,5
	Jueves, viernes	29	38	0,8	763,2
Promedio:				0,7	747,6

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

74

Cálculo de generación per cápita diaria de NCS para la planta de beneficio

GENERACIÓN PER-CÁPITA DIARIA DE SNC TOTALES				
Semana	Días	Bovinos sacrificados	kg SNC/bovino/día	GPC [kg SNC/bovino]
1	lunes	7	471	67
	martes	24	1651	69
	miércoles	10	682	68
	jueves	11	752	68
	Viernes	28	1923	69
2	lunes	10	682	68
	martes	27	1861	69
	jueves	14	959	68
	viernes	26	1794	69

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

75

Apéndice H. Diagnóstico de Descripción y Operativa

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN PARA LA PLANTA DE BENEFICIO BOVINO - MUNICIPIO PAZ DE ARIPORO, CASANARE					
Área o proceso auditado:	Administración	Representante/cargo:	Héctor Rubio/Médico veterinario (INVIMA)		
Auditor:	Hermes Camilo Rocha Chaparro				
Fecha de auditoría:	06, 07 y 08 de agosto de 2024				
Objetivo de la auditoría:	Seguridad y salud, eficiencia operativa, mantenimiento, bienestar animal, gestión presupuestal.				
Alcance:	Seguridad animal, planificación y mejora continua.				
LISTA DE CHEQUEO COMPONENTE FÍSICO-OPERATIVA			Cumplimiento		
			SI	NO	PARCIAL
Infraestructura					
¿Existe un área designada para el almacenamiento de residuos sólidos no comestibles?				x	
¿se han implementado mejoras en los canales de vertimiento líquido productos del proceso?				x	
Datos técnicos					
¿La planta está diseñada exclusivamente para el sacrificio de ganado bovino?					x
¿La planta cuenta con licencia sanitaria emitida por el INVIMA?			628B		
¿La planta opera a su máxima capacidad instalada regularmente?					x
Equipos					
¿Existe un sistema de esterilización de equipos y herramientas?					x
¿Los equipos se encuentran en buen estado y funcionamiento?					x
Operativa					
Normalmente ¿Cuántos días y cuales opera a la semana la PBB/PZA?			Lunes a viernes, excepto festivos.		
¿De cuantas horas son en promedio los turnos de operación?			regularmente se inician labores a las 4 a.m. hasta las 12 - 12:30 p.m. aprox.		
Servicios públicos					
¿La planta de beneficio presenta alguna deficiencia en el suministro de energía eléctrica?				x	
¿La planta cuenta con un suministro alternativo de gas en caso de agotamiento o corte de gas?				x	
¿Existen sistemas de respaldo en caso de fallos en el suministro de agua?			x		
¿Se realiza un control de la calidad del agua vertida al alcantarillado? (parámetros fisicoquímicos permisibles para vertimientos 0631 de 2015)				x	
¿Qué empresa suministra el agua a la planta de beneficio?			Empresa de servicios públicos de Paz de Ariporo S.A. E.S.P.		

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

76

¿Qué capacidad tienen los tanques de almacenamiento de agua dentro de la planta?		4 tanques de 10.000 L, 1 tanque de 5.000 L y 2 tanques de 2.500 L (50.000 L)	
¿Qué empresa suministra el gas a la planta de beneficio?		Empresa de Energía de Casanare ENERCA S.A. E.S.P.	
¿Qué empresa suministra la energía eléctrica a la planta de beneficio?		Empresa de Energía de Casanare ENERCA S.A. E.S.P.	
¿La planta cuenta con algún plan de contingencia en caso de obstrucción o fallos en la red de alcantarillado?			x
Inspector:	Camilo Rocha Chaparro.	Firma entrevista da (rep. legal)	<i>Hector R. Rubio</i>

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

77

Apéndice I. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Ambiental

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN PARA LA PLANTA DE BENEFICIO BOVINO - MUNICIPIO PAZ DE ARIPORO, CASANARE					
Área o proceso auditado:	Administración	Representante/cargo:	Héctor Rubio/Médico veterinario (INVIMA)		
Auditor:	Hermes Camilo Rocha Chaparro				
Fecha de auditoría:	29 y 30 de julio de 2024.				
Objetivo de la auditoría:	Identificación de impactos ambientales, cumplimiento normativo, gestión de riesgos con residuos, planificación sostenible				
Alcance:	Gestión de riesgos medioambientales, planificación sostenible/sustentable, certificación ambiental				
LISTA DE CHEQUEO COMPONENTE AMBIENTAL (Decreto 1036 de 1991 MINSALUD)			Cumplimiento		
			SI	NO	PARCIAL
Se cuenta con cerco perimetral que restrinja el libre acceso de animales o personas			x		
Cuenta con área de protección sanitaria					x
Todas las puertas, ventanas, claraboyas y comunicaciones con el exterior están debidamente protegidas para evitar la entrada de polvo, lluvia, fauna nociva o cualquier agente contaminante.					x
Los materiales de la construcción expuestos al exterior son resistentes al medio ambiente, al uso normal y a prueba de insectos y roedores				x	
Los pisos, rampas, pasillos y escaleras son de materiales antideslizantes, cuentan con el ángulo adecuado para que el agua de lavado llegue sin dificultad a las canales de desagüe.					x
Personal					
Las áreas y salas de proceso se encuentran alejadas de focos de contaminación					x
Existe clara separación física entre el área de proceso de vísceras blancas y la sala de vísceras rojas al igual que su sitio de almacenamiento y distribución			x		
El sistema de canaletas y desagües para la conducción y recolección de las aguas residuales de las áreas de proceso cuenta con la capacidad y pendientes adecuadas para permitir la salida rápida de las aguas del matadero y con sus respectivas rejillas				x	
Los equipos y utensilios se encuentran limpios y en buen estado de funcionamiento					x
No hay evidencia de agentes contaminantes en las canales por inapropiados procedimientos de mantenimiento y servicios de los equipos y plantas (lubricantes, soldaduras, pintura, etc.)					x
Todos los empleados que manipulan la carne llevan uniforme adecuado de color claro y limpio, calzado cerrado material resistente e impermeable			x		
Los manipuladores no salen con el uniforme fuera del matadero, ni se observan sentados en el pasto o los andenes o sitios en donde se pueda contaminar la ropa de trabajo.				x	
El personal que manipula la carne utiliza mallas o cascos para recubrir el cabello, tapabocas y protectores de barba en forma adecuada			x		
Existe un programa escrito de capacitación en educación sanitaria			x		
Los decomisos del matadero se almacenan en un área exclusiva para este fin y se llenan registros y se determina el destino final					x

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

78

El matadero cuenta con servicios sanitarios bien ubicados, en cantidad suficiente, separados por sexo en perfecto estado de funcionamiento.	x		
Existen procedimientos escritos sobre manejo y calidad de agua		x	
Los ductos y tuberías son de material resistente, se encuentran en buen estado			x
Personal			
Reconocimiento médico inmediatamente antes de ser empleados y cada 6 meses por lo menos o cuando clínica o epidemiológicamente este indicado: a) heridas llagas infectadas y otras lesiones que afecten la piel, b) afectaciones entéricas en particular enfermedades parasitarias y condición de portador de salmonella, c) enfermedades respiratorias transmisibles.			x
Utilizar durante el tiempo de su trabajo ropa protectora de color claro gorro o casco y calzado.	x		
Porta cuchillos, afiladores, las cadenas y demás instrumentos o útiles de trabajo en las mejores condiciones sanitarias previstas.			x
Capacitación al personal permanente con relación a la manipulación higiénica y hábitos de limpieza para impedir la contaminación de la carne.	x		
PBB mínimos Art. 39. Los mataderos mínimos de establecerán en poblaciones hasta de 2000 habitantes con capacidad instalada para el sacrificio de 2 reses y 2 cerdos hora, en red aérea y puestos fijos.			
1. Vías de acceso y zona descargue.	x		
2. Sala de sacrificio.	x		
3. Trampa de aturdimiento	x		
4. Puntilla de aturdimiento	x		
5. Polipastos manuales para el izado de los animales			x
6. Red aérea para sangría y proceso de reses y cerdos	x		
7. Plataforma de niveles	x		
8. Grilletes con esparrancado para bovinos	x		
9. Área para proceso de vísceras blancas, cabezas y patas	x		
10. Área para almacenamiento de pieles y decomisos		x	
11. Tasajeras y ganchos para vísceras rojas	x		
12. Tasajeras y ganchos para colgar los cuartos de canal	x		
13. Tanque de reserva de agua	x		
14. Unidad sanitaria			x
15. Tanque séptico	x		
16. Estercolero			x
17. Corrales	x		
18. Insensibilización: a) la pistola neumática de perno cautivo, b) la denervación por puntilla únicamente en mataderos clase III, c) el choque eléctrico.	x		
19. El sacrificio de animales de abasto público que hayan lavado a los corrales del matadero con menos de doce horas de antelación a dicho proceso	x		
20. Insensibilización y sangría de los animales deberán ser crónicas con las demás labores de faenamiento	x		

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

79

21. Equipo o maquina escaldadora de patas Mesas o anaqueles de material inoxidable, en cantidad suficiente para almacenar las patas y cabezas correspondientes al sacrificio del día. Recipientes en cantidad para el almacenamiento de pezuñas y cuernos			x
22. Desuello: a) báscula (de ser necesario), b) recipientes adecuados para lavar y almacenar el pelo de cola, c) tomas de agua y vapor suficiente para las necesidades de la sala, d) zonas de acceso adecuadas para el cargue de vehículos que cumplan esta función.			x
23. Separación de vísceras blancas a. Mesa de material inoxidable para el recibo y separación de vísceras b. Mesa en material inoxidable para la limpieza o tallado de los intestinos con desagüe canalizado directamente hacia la red de aguas servidas. c. Equipo de material inoxidable para el escaldado y limpieza de las panzas. d. Máquina de material inoxidable para el escaldado y limpieza de librillos. e. Tanques y mesas de material inoxidable en cantidad suficiente para el almacenamiento de vísceras lavadas f. Tomas de agua suficiente para las necesidades del proceso de aseo. g. Tolva o recipientes para la evacuación o posterior tratamiento del contenido de los estómagos.			x
24. Vísceras Rojas: a) tasajeras o ganchos para colgar las vísceras en forma individual, b) recipientes para el almacenamiento de riñones, ubres, testículos, entre otros: c) tomas de agua y vapor suficientes para el lavado de vísceras y la limpieza del local.			x
25. Deshuese a. Las mesas serán de acero inoxidable y donde se realicen trabajos con cuchillos se deberán tener láminas de plástico duro. b. Los rieles, roldanas y poleas serán de hierro debidamente protegidos por la corrosión c. Los ganchos, carros, carretas y bandejas serán de acero inoxidable u otro material apropiado d. Una mesa de acero inoxidable, de dimensiones apropiadas destinada a la inspección veterinaria, el área donde esté ubicada esta mesa estará iluminada adecuadamente. e. Todos los recipientes utilizados para almacenar o transportar productos serán de acero inoxidable u otros materiales autorizados. f. Los lavamanos y lavaderos para utensilios deberán tener una instalación completa de grifos de agua fría y agua caliente			x
Manejo de subproductos y residuos sólidos			
Procesos de transporte de:			
1. Subproductos comestibles	x		
2. Subproductos no comestibles (residuos sólidos)			x
3. Subproductos opoterápicos		x	
Manejo de residuos sólido-líquidos vertidos			
1. Pretratamiento		x	
2. Tratamiento primario		x	
3. Tratamiento secundario		x	
4. Tratamiento terciario		x	
Inspector:	Camilo Rocha Chaparro	Firma entrevistada (rep. legal)	<i>Hector R. Rubio</i>

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

80

Apéndice J. Diagnóstico de Verificación y Cumplimiento Componente Sanitario

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN PARA LA PLANTA DE BENEFICIO BOVINO - MUNICIPIO PAZ DE ARIPORO, CASANARE					
Área o proceso auditado:	Administración	Representante/cargador:		Héctor Rubio/Médico veterinario (INVIMA)	
Auditor:	Hermes Camilo Rocha Chaparro				
Fecha de auditoría:	29, 30 y 32 de julio.				
Objetivo de la auditoría:	Seguridad alimentaria, cumplimiento normativo, control de calidad,				
Alcance:	Riesgos, prevención y mitigación, gestión eficiente de residuos, gestión ambiental.				
ASPECTO/ÁREA VERIFICADA		Cumplimiento			OBSERVACIÓN
		SI	NO	PARCIAL	
Instalaciones físicas y sanitarias					
Cerco perimetral que impida el libre acceso de animales o personas	x			Existe cerco perimetral	
Vías de acceso, patio de maniobras, cargue y descargue pavimentados o asfaltados y con declives adecuados que permita el drenaje suficiente.			x	Las vías de acceso no se encuentran pavimentadas	
Área de protección sanitaria		x		Inspección en corrales y área de víscera roja	
Corrales de llegada deben estar separada por especie de animales		x		Los animales se mezclan por distintas procedencias	
Pisos de corrales contruidos en material impermeable, lavable y no permiten la acumulación de liquido	x			No se observa acumulación de aguas de limpieza en los corrales de recibimiento.	
Todas las puertas, ventanas, claraboyas y comunicaciones con el exterior están debidamente protegidas para evitar la entrada de polvo, lluvia, fauna nociva o cualquier agente contaminante.			x	Algunas puertas abiertas temporalmente, ventanillas sin protección.	
Paredes, ventanas, techos, puertas y pisos se encuentran en buen estado (sin grietas, perforaciones o roturas)			x	Algunas puertas en mal estado, desgaste en pintura de paredes, pisos en material rustico, presencia de suciedad en techo.	
Los acabados de paredes, pisos y techos dentro de las áreas de operación y almacén son de fácil limpieza y desinfección.			x	La limpieza se realiza con pistola hidráulica con presión que afecta el poco recubrimiento en paredes y pisos.	
Los materiales de la construcción expuestos al exterior son resistentes al medio ambiente, al uso normal y a prueba de insectos roedores			x	Infraestructura solida en el exterior. Sin embargo, algunas puertas son inmunes al ingreso de roedores.	
Polvo, agua estancada y objetos en desuso alrededor o dentro del establecimiento		x		Presencia de residuos orgánicos domiciliarios en los alrededores.	

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

81

Los pisos, rampas, pasillos y escaleras son de materiales antideslizantes, cuentan con el ángulo adecuado para que el agua de lavado llegue sin dificultad a las canales de desagüe.			x	Algunas rampas deslizantes, en mal estado por tiempo de uso.
Existe clara separación física entre la oficina, recepción, almacenes, producción, distribución, servicios sanitarios.			x	No existe área separada de almacenamiento de carne en canal y grasa visceral.
La planta cuenta con desembarcaderos adecuados bien ubicados y en cantidad suficiente	x			1 embarcadero debido a la baja capacidad.
El matadero cuenta con corrales bien ubicados (claramente identificados), en cantidad suficiente, separados por zonas y en perfecto estado de funcionamiento (compuertas, drenajes, y bebederos) y dispone de plataformas elevadas de observación.			x	Corrales en madera, bebederos de agua con presencia de suciedad.
Existe manga de conducción adecuada para el movimiento y desplazamiento de los animales de los corrales de llegada hasta los del sacrificio y de los corrales de sacrificio hasta la sala de faenamiento.	x			
Las duchas de los corrales están ubicadas y funcionamiento de tal forma que permite el baño uniforme de los animales.		x		El baño se realiza con bomba de riego.
Operaciones de sacrificio				
El proceso de sacrificio de los animales se realiza en condiciones óptimas técnicas y sanitarias que garantizan inocuidad y calidad de la canal			x	Se utiliza hacha metálica en mal estado para apertura de pecho. Elementos metálicos sin pintura de protección. Etc.
Las operaciones del sacrificio se realizan en forma secuencial y continua de manera que no se producen retrasos indebidos que permitan la contaminación cruzada del producto.			x	Se observa cruce en el transporte y almacenamiento interno de cebo y la carne como producto.
Los procedimientos mecánicos del sacrificio (pelar, cortar, lavar y escaldar) se realizan de manera que se protege el producto de la contaminación	x			El bovino se cuelga en riel para evitar contacto con el suelo. Limpieza de elementos luego del sacrificio por bovino.
Se realizan y registran los controles requeridos en los puntos críticos del proceso para asegurar la inocuidad del producto		x		Control únicamente en área de víscera roja.
Sala de proceso				
Áreas de la sala de sacrificio bien delimitadas			x	Sangría, desollado, apertura de pecho y eviscerado en una misma área. Área de corte en canal medianamente delimitada.
Las áreas y salas de proceso se encuentran alejadas de focos de contaminación			x	Se presentan focos de contaminación en el área de víscera blanca.
Las paredes, pisos, techos y pintura son de material sanitario resistente y se encuentran limpios y en buen estado.			x	Paredes y estructura metálica con recubrimiento parcial. Elementos metálicos en mas estado.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

82

En todas las áreas deberán instalarse lavamanos por pedal u otro sistema que impida su operación manual		x		1 lavamanos en toda la unidad de proceso
Existe clara separación física entre el área de proceso de vísceras blancas y la sala de vísceras rojas al igual que su sitio de almacenamiento y distribución.			x	Debidamente separadas, sin embargo, su almacenamiento no es óptimo.
La unión entre paredes, pisos y techos está diseñada de tal manera que evita la acumulación de polvo y suciedad.			x	Acumulación de polvo en techo y paredes de mediana altura.
Los pisos tienen la inclinación adecuada para efectos de drenaje	x			Inclinación adecuada
El sistema de canaletas y desagües para la conducción y recolección de las aguas residuales de las áreas de proceso cuenta con la capacidad y pendientes adecuadas para permitir la salida rápida de las aguas del matadero y con sus respectivas rejillas			x	Presencia de inundación en drenaje de víscera blanca y víscera roja
Existen lavamanos no accionados manualmente con jabón líquido y soluciones desinfectantes ubicados en las salas y áreas de proceso o cerca de estas de pedal con desinfectante sin olor ni color.			x	Solo uno, de accionamiento manual.
Las salas de proceso cuentan con iluminación adecuada en cantidad e intensidad suficiente (natural o artificial). Las lámparas y accesorios son seguros, están protegidas para evitar contaminación en caso de ruptura	x			
El túnel de sangría se encuentra construido en material y longitud adecuada para el proceso		x		No existe canal de recepción y almacenamiento de sangría
Las salas de proceso cuentan con el diseño y la instalación de los equipos requeridos para esta acción			x	No existe canaleta de almacenamiento de sangre
Equipos y utensilios				
El matadero cuenta con los equipos mínimos requeridos para el sacrificio y el faenado.			x	No cuenta con elementos mecánicos para proceso de desollado y apertura de pecho.
Los equipos y utensilios se encuentran limpios y en buen estado de funcionamiento			x	Hacha de apertura de pecho parcialmente oxidada.
El diseño, la instalación y la ubicación de los equipos es tal que se facilita la limpieza y el saneamiento de ellos como el espacio físico que los circundad.	x			
Los utensilios y equipos que se emplean en el sacrificio y faenado están libres de sustancias toxicas son de material sanitario de fácil limpieza y no alteran producto	x			
No hay evidencia de agentes contaminantes en las canales por inapropiados procedimientos de mantenimiento y servicios de los equipos y plantas (lubricantes, soldaduras, pintura, etc.)	x			

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

83

Los tornillos remaches tuercas o clavijas de los equipos están asegurados para prevenir que caigan sobre los canales y/o equipos del proceso.	x			
Cuentan con manuales de procedimiento, escritos para el servicio y el mantenimiento.		x		
Personal manipulador				
Todos los empleados que manipulan la carne llevan uniforme adecuado de color claro y limpio, calzado cerrado material resistente e impermeable.	x			
Las manos se encuentran limpias, sin joyas, uñas cortas y sin esmalte.	x			
Los guantes están en perfecto estado limpios y desinfectados			x	Lavado superficial, no se registra lavado interno
Los empleados que están en contacto directo con la carne no presentan afecciones en la piel o enfermedades infectocontagiosas	x			
Los manipuladores evitan practicas antihigiénicas tales como comer, fumar, toser, escupir o rascarse			x	
Los manipuladores no salen con el uniforme fuera del matadero, ni se observan sentados en el pasto o los andenes o sitios en donde se pueda contaminar la ropa de trabajo.			x	Se registran salidas por parte de los trabajadores del área de proceso
El personal que manipula la carne utiliza mallas o cascos para recubrir el cabello, tapabocas y protectores de barba en forma adecuada	x			
Existe un sitio adecuado e higiénico para el descanso y consumo de alimentos por parte de los empleados área social		x		No hay áreas destinadas a servicios de cafetería, los descansos se realizan junto al área de corrales
Existe un programa escrito de capacitación en educación sanitaria		x		No se implementa
Inspección sanitaria				
El matadero cuenta con la presencia permanente de un médico veterinario	x			
El matadero cuenta con la presencia de un médico veterinario inspector	x			
Se realiza un examen de inspección ante mortem a todos los animales que vayan a ser sacrificados para consumo humano		x		Únicamente registros de vacuna ante el ICA
Los decomisos del matadero se almacenan en un área exclusiva para este fin y se llenan registros y se determina el destino final.			x	No existe área destinada ni registros. Se destina junto con el cebo para aprovechamiento particular.
Se realiza examen de inspección post-mortem a todas las canales que vayan a salir sacrificados para fines de			x	Inspección sanitaria en área de víscera roja únicamente.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

84

consumo humano				
El matadero cuenta con servicios sanitarios bien ubicados, en cantidad suficiente, separados por sexo en perfecto estado de funcionamiento.			x	No se cuenta con áreas de servicio sanitario suficientes.
Los servicios sanitarios cuentan con los elementos para higiene personal (jabón líquido, toallas desechables o secador eléctrico)	x			
Existen vestier en número suficiente separados por sexo, ventilados, en buen estado y alejados de las áreas de proceso			x	Bodega 2
Existen casilleros individuales con doble compartimiento, ventiladores en buen estado, tamaño adecuado y destinados exclusivamente para su propósito		x		
Cuentan con instalaciones y equipos apropiados para el lavado y desinfección de las manos del personal, de los utensilios y de los equipos y están ubicados cerca de las áreas más importantes del proceso			x	Solo existe una instalación para todas las áreas de la unidad de proceso.
Existe un horno crematorio o incinerador con una capacidad acorde a su clasificación		x		
Existe un área administrativa de las demás áreas del matadero		x		
CONDICIONES SANEAMIENTO: Abastecimiento de agua				
Existen procedimientos escritos sobre manejo y calidad de agua		x		
Cuenta con reportes de análisis fisicoquímicos y microbiológicos que el agua empleada en el matadero es potable.		x		No se gestiona
Se realizan procedimientos específicos para potabilizar el agua (filtración, cloración, esterilización, ebullición)		x		
Los ductos y tuberías son de material resistente, se encuentran en buen estado.			x	Ductos de vertimiento funcionan a sobrecapacidad, se registra empozamiento.

Apéndice K. Diagnóstico de Manejo de Residuos Sólidos y Vertimientos Líquidos

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO E INSPECCIÓN PARA LA PLANTA DE BENEFICIO BOVINO - MUNICIPIO PAZ DE ARIPORO, CASANARE			
Área o proceso auditado:	Área de residuos sólidos y vertimientos de disposición líquida	Supervisión:	Médico veterinario de planta de beneficio
Auditor:	Hermes Camilo Rocha Chaparro		
Fecha de auditoría:	08 y 09 de agosto de 2024.		
Objetivo de la auditoría:	Gestión ambiental, de calidad y de residuos sólidos y vertimientos líquidos.		
Alcance:	Riesgos, prevención y mitigación, gestión eficiente de residuos.		
COMPONENTE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS		OBSERVACIÓN	
Cuantificación y cualificación de residuos sólidos orgánicos			
¿Cuáles son los residuos sólidos orgánicos generados en el proceso de faenado de bovinos de la PBB/PZA		Sangre, pieles, grasa o cebo visceral y subcutáneo, y estiércol contenido en el rumen.	
¿Qué características tienen estos residuos orgánicos?		Características de bovino criollo casanareño	
¿Cuáles áreas representan una fuente generadora de residuos sólidos orgánicos?			
¿se cuenta con datos o información acerca de la cuantificación frente a la producción de residuos sólidos diaria o semanalmente?		Se cuenta con un estimado de producción máxima, sin embargo, no se cuantifican ni se establecen relaciones residuos sólidos/reses sacrificadas/capacidad	
¿Se almacena el contenido ruminal? ¿A dónde se dispone este?		Se almacena en tanques o tambores cilíndricos de plástico de capacidad 220 L (D: 585mm, H: 940mm). El estiércol producido por día se aprovecha y dispone por un particular para actividades de cultivo, sin embargo, no se tiene información acerca de su adecuada disposición final.	
¿Cuánto contenido ruminal se almacena regularmente cuando la planta opera a máxima capacidad (2 bovinos turno)?		A pesar de existir un área de estercolero, este no se almacena en ningún lugar adecuado. Se requiere disposición inmediata.	
¿la sangre de los bovinos sacrificados es almacenada y se dispone adecuadamente? ¿A dónde se dispone?		No se almacena. Se recolecta una parte pero no se maneja, transporta ni dispone adecuadamente. La parte no almacenada, se dispone a vertimiento de alcantarillado.	
Teniendo en cuenta el promedio en peso de bovinos sacrificados en la PBB/PZA ¿Cuánta sangre se almacena por 1 bovino? ¿Cuánta sangre es posible almacenar al máximo por semana y aprovechar adecuadamente?		Bovino de 400 kg: 16 L de sangre (4%) Sangre L/semana: entre 1000 y 1200 L de sangre en semanas entre 75 y 80 bovinos sacrificados.	
¿las pieles o cueros de los bovinos son almacenados adecuadamente para su conservación, y finalmente dirigidos a un final adecuado?		Parcialmente, dentro de la planta se almacenan en el suelo. Las pieles se aprovechan por un particular (junto con el cebo) para su aprovechamiento, sin embargo su almacenamiento y conservación para posterior aprovechamiento no es adecuado. Se registran vectores biológicos (moscas, larvas,	

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

86

	depósitos de líquidos) que ponen en peligro la seguridad ambiental, salud pública y la calidad de las pieles. En contacto contaste y directo con el sol (altas temperaturas)
¿Cuántas pieles se llegan a almacenar máximo en una semana?	Igual al número de bovinos sacrificados, entre 70 y 80 pieles por semana.
¿A dónde se disponen estas pieles?	Su aprovechamiento lo realiza un particular, el cual dispone las pieles para posterior venta a empresas interesadas y artesanos locales.
¿se almacena el cebo? ¿Cuánto cebo máximo semanalmente?	Se almacena en tambores de plástico. Se observa en 80 bovinos /semana un estimado total de 1467 kg de cebo. Debido a la alta retención líquida en el cebo, la relación p/v para cubicar se estableció en 28 bovinos= 512 kg = 2 tambores = 440 L = 4,4 m ³ .
¿A dónde se dispone el cebo almacenado?	Se dispone a un particular. Se implementan técnicas rudimentarias de extracción de líquidos con calor en un tanque de 110 L, utilizando madera como fuente de energía. Se registran riesgos de seguridad en el manejo adecuado de la disposición final. Su ingreso por venta no es para la planta de beneficio.
en cuanto a decomisos ¿Qué se hace con estos? ¿se registran comúnmente?	No suelen registrarse decomisos, de ser posible se almacenan para registro de INVIMA, sin embargo se disponen en conjunto con el sebo.
Manejo de agua residual industrial	
¿Cuántas corrientes de agua residual se generan en la PBB? ¿residual doméstica o industrial?	Agua residual doméstica, agua residual de corrales y agua residual del proceso de sacrificio (3).
¿Cuáles áreas del proceso generan el agua residual industrial?	Insensibilización, desollado, eviscerado, apertura de pecho, corte en carne canal, almacenamiento, área de víscera roja, área de cabezas y pieles, áreas de vísceras blancas y cocina.
¿se implementan sistemas de tratamiento adecuados para las corrientes de vertimientos?	Se registra trampa de grasa y estiércol como pretratamiento a la corriente de agua residual del proceso, no se registra tratamientos posteriores, se dispone al alcantarillado público sin tratar. Agua de corrales sin posible punto de muestreo en la red de vertimiento.
¿Qué sistemas se tienen para retener materia orgánica? ¿qué porcentaje de sólidos retienen las rejillas o trampas de grasa y estiércol?	Trampa de retención de grasa y estiércol.
¿se implementa algún S.T.A.R. en la planta?	No se implementa
¿Los desechos líquidos se vierten sin previo tratamiento al alcantarillado público?	Si.
¿Cuántas corrientes de vertimiento se disponen al alcantarillado?	Tres corrientes: agua residual doméstica, AR del área de proceso, y AR del área de corrales.
¿A dónde se dispone el agua residual del lavado de corrales?	Alcantarillado, se mezcla con la corriente del área de proceso. No se cuenta con cajas que permitan la recepción de muestras mezcladas de AR de corrales y AR del proceso.
Numero de vertimientos puntuales finales	Dos corrientes correspondientes al ARnD y ARD.

**PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y
VERTIMIENTOS LÍQUIDOS**

87

Inspector:	Camilo Rocha Chaparro.	Firma entrevistada (rep. legal)	<i>Hector R Rubio</i>
-------------------	------------------------	--	-----------------------

Apéndice L. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Vertimientos Líquidos para la Planta de Beneficio Bovino de Paz de Ariporo Casanare

El plan de gestión integral de subproductos no comestibles (SNC) para la planta de beneficio bovino (PBB) del municipio de Paz de Ariporo – Casanare busca garantizar el mejoramiento continuo del manejo de estos a lo largo de las etapas en la cadena productiva, centrándose en residuos peligrosos de riesgo biológico e infeccioso y residuos orgánicos aprovechables de origen animal. La elaboración del plan tiene un enfoque estratégico que abarca las posibles soluciones a las problemáticas evidenciadas en la etapa de diagnóstico e inspección mediante objetivos, indicadores, metas, alternativas, programas y proyectos.

▪ **Grupo de Gestión Integral – Ambiental**

Para lograr realizar, ejecutar y mantener los lineamientos que permiten el cumplimiento del Plan es necesario conformar un grupo de trabajo encabezado por un coordinador ambiental, personal de la planta y demás directivas, delegando responsabilidades para su elaboración y ejecución. Debido a que actualmente no se implementa la gestión de los subproductos no comestibles (SNC), se conformará un grupo de gestión ambiental para la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo que cumpla con las cualidades de liderazgo y tengan la formación en el manejo integral de los residuos animales, desde la alcaldía municipal y la Secretaría de Desarrollo Económico, agricultura, ganadería y medio ambiente, hasta operarios, técnicos e

ingenieros que cumplan el rol de Gestores y verifiquen el cumplimiento, adopción y desarrollo del Plan en la planta de beneficio.

- **Plan de Gestión Integral de subproductos no comestibles**
- **Definición de Objetivos y Metas.**

De acuerdo con los aspectos identificados en la etapa de diagnóstico e inspección, en la tabla 1 se plantean los objetivos, metas y actividades necesarias para llevar a cabo su cumplimiento y desarrollo. Estos se enfocan en la prevención y minimización de riesgos de derrame por el manejo interno inadecuado desde el punto de generación hasta la disposición final.

Tabla de objetivos y metas.

Objetivo general	
Establecer las directrices para la Gestión Integral de los Subproductos no comestibles de la planta de beneficio bovino de Paz de Ariporo – Casanare, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la normatividad legal y autoridad ambiental.	
Objetivos específicos	Metas

1. Establecer el compromiso por parte de la administración municipal y la organización de la planta en el desarrollo de las etapas del Plan. 2. Minimizar los riesgos e impactos asociados al manejo de los SNC generados. 3. Determinar los puntos críticos de generación de SNC. 4. Realizar una adecuada clasificación de los SNC de acuerdo con el decreto 4741 de 2005 y sus respectivas modificaciones. 5. Realizar una adecuada caracterización y cuantificación de SNC en toda la planta. 6. Realizar la adecuada gestión de la sangre como producto destinado al consumo humano. 7. Cumplir con un área de almacenamiento interno que se adapte a lo establecido por la normatividad. 8. Realizar labores de recolección interna frecuentes, teniendo en cuenta la cantidad generada y disponibilidad de almacenamiento interno. 9. Tratamiento y aprovechamiento interno de los SNC por parte de la planta de beneficio. 10. Cumplimiento en los parámetros establecidos por las entidades de control. 11. Establecer indicadores de gestión de los residuos SNC generados en la planta de beneficio. 12. Elaboración y puesta en marcha de Plan de contingencia que cubra aspectos de riesgo en la planta. 13. Desarrollar campañas educativas a todo el personal de la planta. 14. Verificar que la disposición de los SNC en la gestión externa se realice cumpliendo los criterios de la Autoridad Ambiental.	1. Realizar informes periódicos por parte del coordinador ambiental acerca del desarrollo del Plan. Gestión de la inversión. 2. Diseñar e implementar buenas prácticas en el manejo y recolección en las diferentes áreas de generación. 3. Disponer de planillas de registro de los SNC generados por cada área. 4. Aplicar contenedores con la información, rotulado y color correspondiente en cada área y SNC de la planta de beneficio. 5. Contar con planillas y básculas para el control y consolidación diaria y mensual de los SNC generados. 6. Implementación de sistemas de recolección, tratamiento y almacenamiento del SNC. 7. Asignar un espacio para el almacenamiento que cuente con las condiciones adecuadas para conservar las características y buen estado de los SNC hasta la entrega a los Gestores externos. 8. Contar con planillas de registro de recolección y disponibilidad de espacio en el almacenamiento interno. 9. Contar con los recursos necesarios para implementar las buenas prácticas asociadas al aprovechamiento. 10. Registrar el cumplimiento en las obligaciones de la normatividad que se asocie a la planta de beneficio. 11. Analizar los indicadores periódicamente en términos de generación de SNC. 12. Establecer un Plan de contingencias que se renueve semestralmente. 13. Realizar campañas de capacitación como máximo semestrales. 14. Realizar visitas para verificar el adecuado tratamiento por parte de los Gestores contratados.
--	---

▪ **Etapas del Plan de Gestión Integral**

Gestión Interna

Estrategias de prevención y minimización

La implementación de acciones encaminadas a la formación y capacitación por parte de la planta y su completa continuidad y apersonamiento por parte de la organización, son importantes para el diseño y ejecución del manejo integral de los SNC y corregir las problemáticas que no permiten que la planta de beneficio cumpla adecuadamente con lo requerido. Estas estrategias permiten que, de ser continuas y apersonadas por parte de sus actores, se perciban beneficios ambientales, económicos y sociales en cada etapa de la gestión: separación, almacenamiento, recolección, transporte interno, aprovechamiento, tratamiento, disposición final interna y la respectiva gestión externa adecuada para la planta (Betancur et al., 2011; Patiño, 2017).

El objetivo en este componente es educar a toda la organización en la planta sobre las estrategias adaptadas para el desarrollo de la gestión de subproductos no comestibles en cada una de sus etapas; actualmente no se tienen en cuenta las buenas prácticas ambientales y planes de capacitaciones que adapten los parámetros establecidos por las normativas para el manejo adecuado de los SNC hasta su disposición final.

Para el desarrollo y corrección mediante la implementación de estrategias de prevención y minimización a las problemáticas reflejadas, se proponen las siguientes actividades de frecuencia continua:

- ✓ Capacitar a todos los operarios y personal de la planta de beneficio bovino sobre la importancia en la reducción, separación y reutilización adecuadas de los residuos SNC.
- ✓ Realizar la supervisión y control constante en la implementación y adaptación de la gestión adecuada de los SNC por parte de la organización en general.
- ✓ Implementar el PGISNC desde la alcaldía municipal que adopten estrategias para la prevención y minimización de los residuos producidos en la PBB hasta su disposición final certificada.
- ✓ Implementar todas las estrategias establecidas en las etapas posteriores del PGISNC que conlleven al cumplimiento de este.
- ✓ Identificación de zonas críticas en generación de SNC a lo largo de las etapas del proceso de beneficio bovino que representen amenazas en el desarrollo y ejecución del Plan de gestión.
- ✓ Seguimiento y control adecuado de la inspección ante-mortem de manera que se prevenga el ingreso de animales con riesgo de infección y contaminación.

A partir de la implementación de estrategias de prevención y minimización se espera la adaptación exitosa por parte del personal de la planta en la implementación de buenas prácticas ambientales y el desarrollo de las demás etapas de la gestión interna y externa de la PBB, como por ejemplo la adecuada separación y manejo de los residuos desde la fuente con medidas de clasificación y rotulado de contenedores.

Separación en la Fuente

La correcta separación de los SNC desde la fuente de generación es una de las formas más eficaces de lograr la recuperación y reutilización en las mejores condiciones, implementando técnicas adecuadas en la recolección in situ de los residuos junto con recipientes con características aptas para su clasificación, facilitando los cuidados a tener con los residuos por parte de los actores en el Plan (Betancur et al., 2011). Los SNC deben ser separados en contenedores con dimensiones, código de colores y características de identificación y rotulado.

En los puntos de generación de cada SNC se asignan exclusivamente recipientes correspondientes al tipo de subproducto obtenido. En cuanto a la recolección adecuada de sangre bovina como residuo peligroso aprovechable, se establecen los requisitos establecidos por la Circular 4000-2623-2020 del INVIMA para el Manejo de la sangre de origen animal de abasto público para consumo humano (INVIMA, 2020).

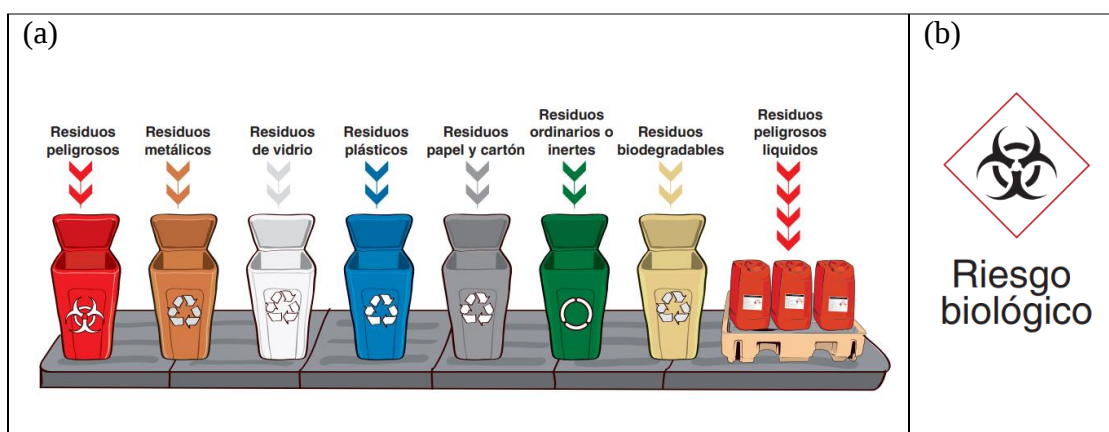
Este componente tiene como objetivos fomentar la importancia en la revalorización de los subproductos no comestibles y su adecuado manejo desde la separación en la fuente de generación, disminuir el segregado de residuos sólidos y líquidos fuera de los contenedores de almacenamiento, implementar un sistema de recolección de sangre adecuado para conservar sus características, y disponer de la cantidad adecuada de recipientes de almacenamiento para SNC generados.

Para el cumplimiento de este componente es necesario implementar estrategias que estructuren el programa de separación de los residuos de animales desde la fuente, en especial el

manejo de la sangre, por parte del personal encargado en cada etapa del proceso de sacrificio donde se generan estos residuos. Es necesario implementar recipientes con su respectiva información de tipo de residuo y área designada, además de características como ser impermeable, hermético, liviano, resistente y que cuente con las dimensiones adecuadas para el almacenamiento diario.

De acuerdo con la clasificación de SNC como pieles, sangre y sebo correspondientes a Residuos peligrosos de riesgo biológico o infeccioso, y estiércol como Residuo orgánico biodegradable, es posible establecer las características de clasificación específicas para el adecuado almacenamiento de los residuos desde la generación (figura 1), de acuerdo con lo establecido por (ICONTEC, 2009; Rosero, 2015); además de estrategias o técnicas que permitan la adecuada recolección de sangre como residuo líquido.

Separación de residuos y rotulado



Nota. (a) Código de colores para la separación de los residuos sólidos, (b) pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado para el rotulado e identificación de peligrosidad de los SNC. Nota. Adaptado de: (Betancur et al., 2011).

A lo largo del proceso productivo se desprenden partes pequeñas como grasas, astillas de hueso, sangre, etc. (8% del peso en pie por bovino) que suelen evacuarse por los ductos de drenaje en las labores de limpieza y lavado de las diferentes áreas. A pesar de que la planta cuenta con algunas rejillas para prevenir la filtración a los ductos, gran parte de estos residuos se vierten a los ductos, por lo que es necesario implementar prácticas de barrido con haraganes para limpieza por parte de los operarios durante las labores de sacrificio; además de anjeos metálicos por debajo de las rejillas para la prevención en la filtración de partículas de SNC.

El rendimiento de la sangre por bovino oscila entre el 3-5% del peso vivo, siendo recuperados entre el 60-80% en el desangrado. Además, esta representa una elevada carga orgánica y es la principal proveedora de nitrógeno en el efluente líquido, ocasionando eutroficación del agua y problemas en el funcionamiento de sistemas de tratamiento de agua residual que no estén diseñados para altos contenidos de nitrógeno (CORANTIOQUIA, 2016). Por lo cual es necesario separar adecuadamente este residuo animal para su máximo aprovechamiento.

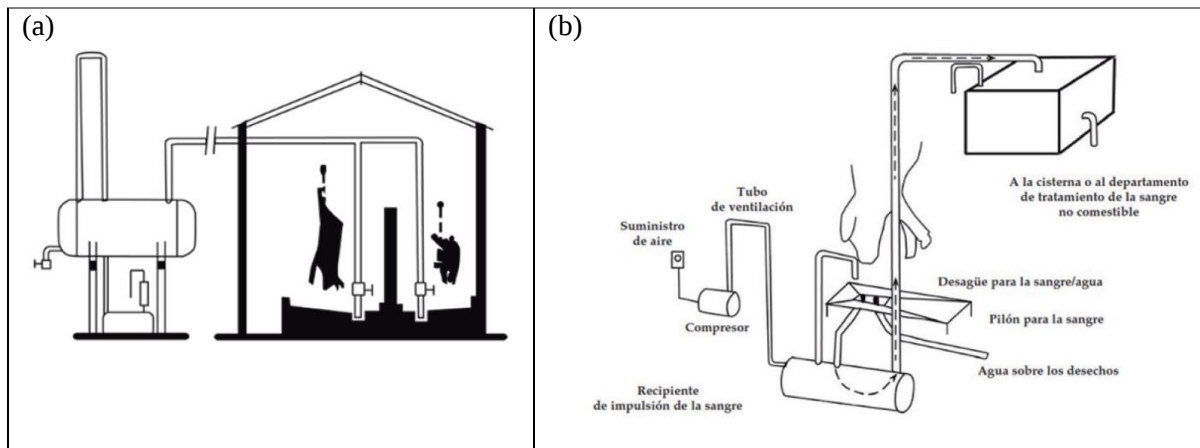
Las alternativas para la recolección adecuada de sangre bovina en la etapa de insensibilización incluyen técnicas clásicas y especializadas, que permiten el máximo aprovechamiento de este residuo hasta su disposición final y evita derrames por los ductos de vertimiento (ver figura 2). Es importante considerar los siguientes factores para el adecuado procedimiento:

- ✓ Diseño de un área de desangre que garantice la máxima recolección posible de la sangre, haciendo uso de canaletas rudimentarias o sistematizadas.

- ✓ Tiempos de desangrado entre 6 y 7 minutos.
- ✓ Utilizar sistemas de drenaje separados para agua y sangre en el sistema de recolección, que permitan direccionar el agua hacia el efluente y la sangre hacia los recipientes de almacenamiento.
- ✓ Para fines de fabricación de piensos o fertilizantes es posible enviar la sangre en camiones cisterna que garanticen su transporte adecuado hacia la disposición final industrial, utilizando sistemas de recolección por vacío e impulsión neumática.

Figura 2.

Sistemas de recolección de sangre.



Nota. (a) sistema por vacío, (b) sistema neumático. Nota, Adaptado de: (CORANTIOQUIA, 2016).

Para destinar la sangre como materia prima para la elaboración de otros productos para consumo humano, se debe tener en cuenta lo establecido por el artículo 42 de decreto 1500 de

2007 y la resolución 5109 de 2005, identificando la información requerida mediante rótulos o etiquetas. Esto comprende:

- ✓ Fecha de beneficio.
- ✓ Fecha de empaque.
- ✓ Nombre del producto (incluida la especie animal).
- ✓ Contenido neto.
- ✓ Nombre y dirección de la planta de beneficio.
- ✓ Número de lote.
- ✓ Fecha de vencimiento

A pesar de los lineamientos establecidos en la circular 4000 del INVIMA para disposición e consumo humano, la sangre se clasifica como alimento de alto riesgo y no requiere de registro sanitario.

En la PBB de Paz de Ariporo no se implementan los lineamientos adecuados para la clasificación de los SNC generados que incluyan información relacionada con el tipo de residuo, por lo cual se establece el código de colores particular para el manejo de los subproductos como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 2.

Clasificación por código de colores en el manejo de los Subproductos no comestibles de la planta de beneficio de Paz de Ariporo.

Clasificación	Caracterización	Color
Residuo peligroso de riesgo biológico o infeccioso	Pieles	
	Sangre	
	Sebo	
	Decomisos	
Residuo orgánico	Estiércol	

Una de las principales debilidades evidenciadas en el manejo del estiércol desde el área de víscera blanca y lavado de estómagos es el desbordamiento de materia orgánica en los recipientes de almacenamiento en el punto de generación debido al elevado uso de agua para su extracción del rumen, generando filtraciones y taponamientos en los ductos. Por lo anterior, es necesario abordar los criterios establecidos en el manejo y control del consumo de agua potable en las labores de limpieza, tanto de áreas y equipos como de productos y subproductos; además de adquirir contenedores con las dimensiones y características adecuadas para su almacenamiento, teniendo en cuenta los datos obtenidos para porcentaje de rendimiento, peso específico y generación per cápita de SNC (Apéndice A) y las características de clasificación.

Para el correcto desarrollo de este componente, se espera que la organización en general de la PBB se apropie y adopte exitosamente las buenas prácticas de separación y almacenamiento de los residuos desde cada uno de los puntos de generación, especialmente en el área de insensibilización, desangre y víscera blanca. Además, de la participación y apoyo desde la administración municipal que encamine a la empresa cárnica del municipio a mejorar las falencias evidenciadas en la etapa de diagnóstico e inspección.

Almacenamiento.

El almacenamiento de los SNC corresponde a un lugar específico para el almacenamiento adecuado y totalmente separado de los demás productos y subproductos, que a su vez debe cumplir con ciertas características para su correcta función. El almacenamiento se realiza por un tiempo específico para cada uno de los residuos de acuerdo con sus características, antes de ser llevados a disposición final interna o externa (Betancur et al., 2011).

Este componente tiene como finalidad señalar los requisitos en la asignación, diseño y construcción de un espacio que permita el adecuado almacenamiento de los subproductos no comestibles generados en la planta, además de identificar algunos parámetros a tener en cuenta para el almacenamiento de los mismos.

Debido a que no se cuenta con una infraestructura adecuadas para el almacenamiento de los SNC, es necesario identificar un espacio con las dimensiones necesarias para la adquisición y/o construcción de un área de almacenamiento temporal. Este lugar deberá cumplir con los elementos establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003):

✓ Diseñar y establecer formatos para el control de las cantidades generadas en los SNC ingresados a almacenamiento.

✓ Adquisición de básculas para cuantificar y llevar el registro de generación diaria.

✓ El área deberá ser exclusiva para almacenamiento de residuos SNC.

✓ Su ubicación se encuentra a una distancia prudente de la población ajena a la PBB y de fuentes de captación de agua y áreas inundables, adaptándose con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial municipal.

✓ Debe ser señalizado con pictogramas o símbolos de peligro, y cerco perimetral, que impida el acceso de roedores y de personas ajenas a la gestión de los residuos.

✓ Diseño por cubículos o área separadas dentro de la infraestructura que permitan la separación entre los mismos.

✓ Resistencia al fuego e ingreso de agua.

✓ Suelo impermeable, lavable y no resbaloso.

✓ Ductos de vertimiento conectados a la corriente de aguas residuales del proceso de manera que se incluyan en el sistema de tratamiento de agua residual y se dispongan correctamente a la red de alcantarillado.

✓ Sistemas de ventilación e iluminación adecuados.

Los decomisos generados en la planta de beneficio deberán ser gestionados evitando la generación de lixiviados, presencia de animales o roedores y contaminación cruzada, y garantizando la refrigeración para este tipo de residuo, según lo establecido en el decreto 591 de 2014 del Ministerio de Salud y Protección Social. Por otra parte, la sangre recolectada para fines industriales deberá ser aprobada por parte de un inspector oficial autorizado por el INVIMA, indicando que sea apta para el consumo y permitiendo su adecuada disposición para comercialización, por lo cual es importante asignar recipientes debidamente rotulados y cerrados que prevengan el derrame de la sangre.

La sangre se puede procesar hasta 6 horas máximo después de su extracción (INVIMA, 2020), de lo contrario esta deberá ser almacenada a 4°C para periodos más largos de almacenamiento. Debido a la presencia de *residuos de riesgo biológico* (pieles, sebo, sangre y decomisos) que requieren ser conservados y las altas cantidades generadas diariamente, el sistema de frigorífico o cuarto frío permite el almacenamiento a largo plazo y conservación de los SNC hasta el momento de su disposición final.

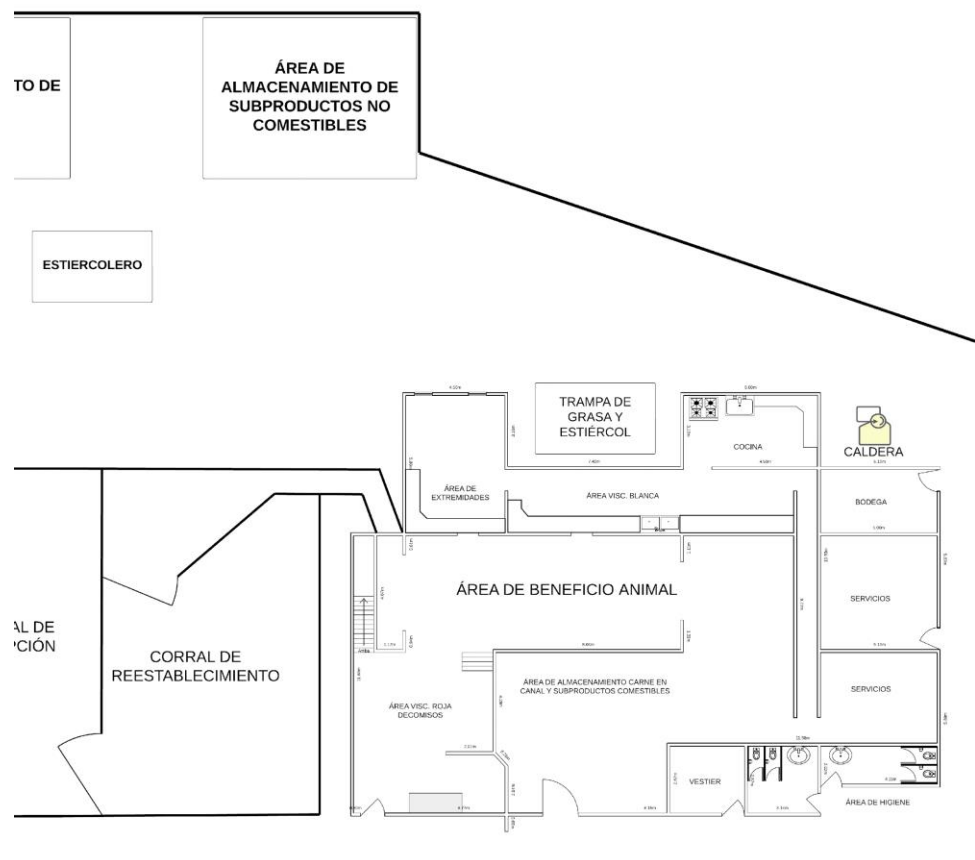
El almacenamiento interno de estiércol bovino producido está sujeto a la disposición final del mismo, teniendo en cuenta sus propiedades y características. Debido a la elevada producción de este residuo, es necesario almacenar en periodos máximos a 1 día dentro de la planta debido al espacio reducido para su tratamiento y su aprovechamiento interno, por lo cual se debe adaptar el área de estercolero para el almacenamiento temporal haciendo uso de contenedores herméticos que prevengan la proliferación de riesgos de derrame. Así mismo, de no implementarse técnicas adecuadas en las etapas de aprovechamiento interno para las pieles, estas

deben ser almacenadas en el menor tiempo (4 horas) debido a la actividad de enzimas y deterioro biológico (INVIMA, 2020).

A partir de la figura 3 se identifica el área designada para el almacenamiento de SNC de riesgo biológico e infeccioso (pieles, sangre, sebo y decomisos) y residuo biológico animal (estercolero).

Figura 3.

Propuesta de ubicación interna de un área para la ubicación y construcción del sitio de almacenamiento.



Con el cumplimiento en el componente de almacenamiento interno de los subproductos no comestibles se espera el correcto desarrollo y ejecución de las medidas establecidas por la normatividad ambiental, evitando los riesgos asociados al manejo inadecuado y fortaleciendo los principios de gestión ambiental. Es importante el apoyo económico por parte de la administración municipal como representante legal de las labores de la planta y el apoyo y acompañamientos de las autoridades ambientales, que permitan el cumplimiento en la gestión de los residuos adecuadamente.

Recolección y transporte interno.

Este componente obedece a las actividades de recolección adecuadas de los residuos SNC obtenidos en el proceso de sacrificio, lo cual implica el desplazamiento de estos y su debido cumplimiento con los requerimientos que permiten prevenir los riesgos laborales y de contaminación que pueden surgir de un transporte inadecuado en el interior de la planta (Betancur et al., 2011).

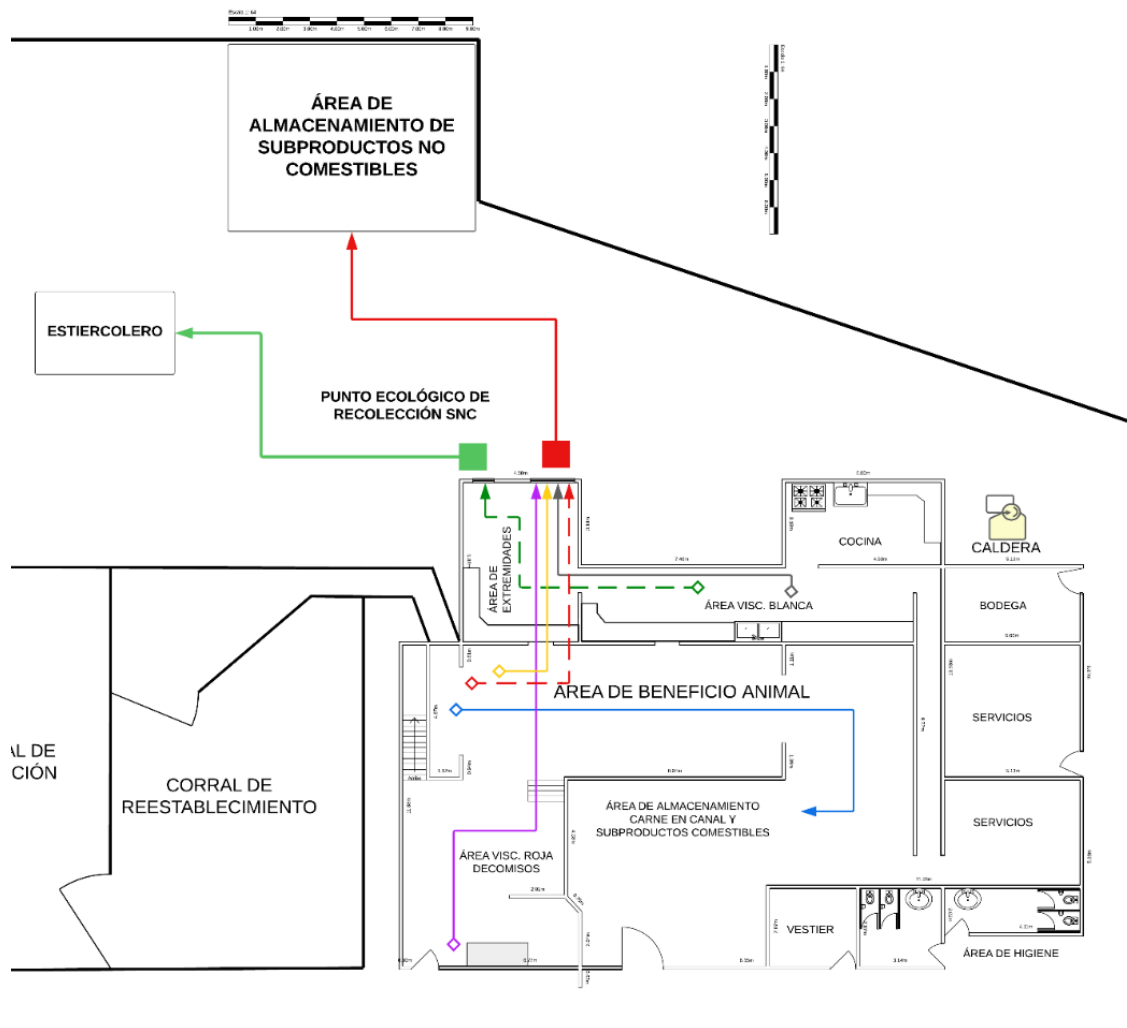
Este componente busca describir las prácticas adecuadas en el transporte interno de los residuos no comestibles, de manera que el personal de la planta y operarios designados para esta labor trabajen en conjunto y aseguren el desarrollo satisfactorio de las medidas del Plan. Por esto, se diseñan los puntos de generación, rutas internas, punto ecológico para almacenamiento interno y los mecanismos de transporte posibles a implementar. Por lo anterior, es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Frecuencia de generación de residuos por área y horarios de recolección.
- ✓ Cantidad de residuos generados en cada área.
- ✓ Caracterización y clasificación de los residuos generados.
- ✓ Áreas accesibles.
- ✓ Tipo de recolección empleada: manual o vehicular.
- ✓ Acciones ante derrames de SNC.
- ✓ Garantizar la integridad de los residuos hasta su almacenamiento y disposición final.

A partir de la figura 4 se definen las áreas, tipo de residuo y rutas de transporte interno en el área de beneficio bovino hasta el punto ecológico y posteriormente almacenamiento y disposición final.

Figura 4.

Rutas para recolección de SNC hasta el almacenamiento interno.



Las líneas de color rojo interlineado, negro, amarillo y púrpura corresponden a los residuos de sangre, sebo, pieles y decomisos (residuos peligrosos animales de riesgo biológico o infeccioso) desde el área de generación hasta su almacenamiento. El color verde interlineado

corresponde al transporte estiércol bovino, y las pieles y sangre se generan en el área de insensibilización y desuello. El color azul corresponde a la ruta del producto cárnico principal (carne). El punto ecológico corresponde al lugar de verificación y acondicionamiento de los SNC para su posterior almacenamiento interno.

Para el desarrollo de esta actividad, se implementan mecanismos de transporte para facilitar el cumplimiento de los criterios establecidos (figura 5) y la indumentaria de seguridad industrial asociadas a su manejo interno (figura 6).

Figura 5.

Equipos para transporte de residuos.



Nota. Adaptado de: (Betancur et al., 2011).

El estiércol generado en los corrales de recepción debe incluirse dentro de las actividades de recolección haciendo uso de palas, recogedores y carretas de almacenado y transporte hasta el

estercolero. La realización de labores de limpieza manual que permitan realizar el lavado o limpieza de los corrales, reducir la cantidad de materia orgánica al efluente y optimizar la cantidad de agua requerida para el posterior lavado. En todos los casos de recolección y transporte interno de SNC, el personal asignado en cada labor deberá cumplir con los elementos de protección personal (EPP) adecuada para manejo de los residuos peligrosos, de manera que cumpla con los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 6.

Elementos de protección personal asociada al manejo y transporte de los residuos peligrosos.



Nota. Adaptado de: (SafetyCulture, 2024).

Tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final interna.

El componente de aprovechamiento, tratamiento y disposición final interno corresponde a las posibles alternativas científicas y tecnológicas teniendo en cuenta la clasificación de cada SNC, sus características físicas, químicas y biológicas, y la cantidad de residuos generados diariamente para su aprovechamiento (Betancur et al., 2011). Lo anterior con el fin de determinar si el SNC puede ser tratado y aprovechado económicamente por la PBB, teniendo en cuenta la ubicación de la planta, espacios disponibles para la ubicación de sistemas de tratamiento y la disponibilidad de los recursos económicos. De lo contrario, se debe asegurar su integridad hasta la disposición final externa.

Tabla 3.

Posibles prácticas de tratamiento y líneas de aprovechamientos de los SNC generados.

SNC	Aprovechamiento	Tratamiento
Pieles	✓ Industria del calzado y moda, aplicado a la elaboración de productos de marroquinería, prendas, guantes. ✓ Tapicería, automovilística.	✓ Salado en pilas, estirado en bastidores de madera (secado al aire libre), almacenamiento en cuarto frío, aplicación de bactericidas, etc. (Daniels, 2018).
Sangre	✓ Obtención de harina de sangre de propiedades adecuadas para el consumo humano y animal (Beltrán & Perdomo, 2007). ✓ Obtención de plasma sanguíneo de alto rendimiento y bajo costo de producción. ✓ Biocompost con estiércol bovino. Revuelta (2018).	✓ Fundidor a presión o cooker. ✓ Planta de preparación en seco (Veall, 1993).
Sebo	✓ Harinas de grasas comestibles. ✓ Biodiesel y glicerina. Jara (2023) ✓ Elaboración de jabón (Cruz, 2004).	✓ Técnica de transesterificación. ✓ Reactores de agitación continua, decantador vertical, tanque de lavado con tubería interna de agua por aspersión, filtro de arena y grava, torre de destilación binaria Jara (2023)
Estiércol	✓ Abono orgánico rico en materia orgánica, nutrientes, energía y organismos microbiológicos (Luje, 2018).	✓ Técnicas para elaborar compostaje orgánico, biol y lombricultivos en contenedores de compost.

	✓ Elaboración de biol mediante fermentación de estiércol y orina Yugla (2021).	
--	--	--

La implementación de prácticas asociadas al tratamiento y aprovechamiento interno conllevan al cumplimiento de las normas ambientales en materia de recursos energéticos y aprovechamiento de residuos, que a su vez representa impactos positivos en la minimización de los residuos generados y recaudos económicos resultantes de la comercialización de los productos obtenidos. Sin embargo, el diseño y ejecución de estas alternativas está sujeto a la disponibilidad de espacio dentro de la planta, recursos energéticos, económicos y sociales, teniendo en cuenta el incremento en el consumo de los servicios debido a su implementación.

Registro de generación de residuos SNC.

Las personas, organizaciones o empresas que generen altas cantidades de residuos y se denominen Gran Generador (residuos mayores a 1.000 kg/mes) según lo establecido por el artículo 28 del Decreto 4741 de 2005, deben realizar la inscripción en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos peligrosos ante la respectiva Corporación Autónoma Autoridad Ambiental junto con la respectiva actualización anual de los datos (Betancur et al., 2011).

La entidad encargada en el registro de generadores para el municipio de Paz de Ariporo es la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía - CORPORINOQUÍA, a través del portal de internet ofrece el Manual de diligenciamiento vía web del registro de generadores de residuos

peligrosos, dictando los aspectos generales para tener en cuenta para la inscripción (CORPORINOQUÍA, 2021).

Realizar el registro en la Planta de Beneficio bovino de Paz de Ariporo permite contar con información sistemática en generación y manejo de los SNC, planificar la administración y disposición final certificada, prevenir riesgos y disminuir riesgos ambientales y de salud humana.

▪ **Gestión Externa**

Recolección y transporte.

La recolección de los residuos peligrosos (SNC) se debe realizar por aparte de los residuos no peligrosos teniendo en cuenta las características de cada uno (Patiño, 2017), y deberá ser realizada por empresas contratadas que cumplan con los parámetros establecidos por el Decreto 1609 de 2002, tales como:

- ✓ Verificación periódica de correcta funcionalidad de las empresas contratadas en el transporte externo.
- ✓ Obligaciones a tener en cuenta en el transporte.
- ✓ Elementos físicos del vehículo.
- ✓ En caso de que las pieles sean dispuestas a empresas por separado de la sangre, sebo y decomisos, el vehículo debe cumplir con las normas establecidas e indicar la leyenda “Transporte de pieles” (MINAGRICULTURA, 2017).

Requisitos del vehículo (Betancur et al., 2011):

1. Rótulos de identificación: lineamientos de la Norma Técnica Colombiana 1692 y Sistema Internacional de clasificación de la ONU. La clasificación, rotulado y etiquetado de los residuos durante su transporte estos sujetos al Decreto 1609 de 2002, por lo cual son obligatorios.
2. Equipo de carretera: los vehículos deben contar con elementos básicos de tránsito como señalización reflectiva, botiquín de primeros auxilios, extintor, caja de herramientas, linterna, etc. de acuerdo con lo establecido por el artículo 30 del Código Nacional de Tránsito.
3. Equipos de atención de emergencias: el vehículo debe contar con elementos de limpieza y recolección en caso de presentar derrames durante el transporte de los SNC, tales como haraganes, recogedores y equipos de protección personal.
4. Requisitos técnicos que aseguren el buen funcionamiento mecánico de los vehículos.

Documentos requeridos para el transporte externo (Betancur et al., 2011):

1. Tarjeta de emergencia.
2. Remisión de carga: cantidad y tipo de residuo transportado
3. Ficha de seguridad.
4. Documentos de proveedor (PBB) y empresas que certifiquen la gestión de los SNC.

Los periodos de recolección y transporte de cada uno de los SNC generados en la PBB de Paz de Ariporo dependen de disponibilidad de empresas u organizaciones en el municipio que

implementen prácticas de tratamiento y aprovechamiento sostenible que certifiquen una disposición final adecuada de los SNC, de manera que se reduzcan los impactos negativos asociados al ciclo de vida de los bovinos.

Por otra parte, debido a las condiciones en el almacenamiento interno de los residuos como sangre, pieles y sebo para su conservación hasta la disposición final, el vehículo debe contar con los requisitos de transporte de alimentos y materias primas (Decreto 1500 de 2007), por lo que se debe registrar ante la autoridad sanitaria y contar con la respectiva autorización.

La recolección y transporte de estiércol se debe realizar a diario debido a la elevada producción, el espacio reducido en el estercolero, características de degradación y descomposición de materia orgánica, generación de olores, etc. La relación entre las actividades agrícolas y ganaderas realizadas en la región permiten identificar posibles benefactores que contribuyan en la gestión externa del estiércol bovino.

Tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final externa.

Este componente se refiere a las empresas asignadas por la Autoridad Ambiental para la gestión externa asociadas al tratamiento y aprovechamiento externo de los residuos (Betancur et al., 2011). Por lo anterior, estos gestores deben cumplir con los siguientes requerimientos:

1. Revisión de licencia otorgada a la empresa contratada para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de cada SNC.

2. Seguimiento a las empresas contratadas para la gestión mediante certificados de entrega, auditorías o visitas para verificar el cumplimiento a la legislación y las condiciones adecuadas en el desarrollo de sus actividades.

El cumplimiento de este componente representa el cierre en el proceso de gestión de los SNC, para llegar hasta este punto es necesario llevar a cabalidad el desarrollo de las etapas anteriores por parte del personal encargado de la gestión integral interna, estableciendo los contratos para la disposición final externa y asegurando así una disposición final certificada de los residuos. Por otra parte, permite el desarrollo armónico de las labores de beneficio, mitigando las problemáticas asociadas a la inadecuada gestión actual y deficiencias estructurales en la planta de beneficio.

La presencia de empresas, asociaciones u organizaciones en Casanare que permitan establecer contrataciones para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de SNC como sangre, decomisos y sebo es nula. Las actividades de curtiembre y marroquinería y las técnicas de conservación se desarrollan de manera artesanal y rudimentaria. Por otro lado, el aprovechamiento del estiércol se asocia a las actividades agrícolas de la región, siendo un escenario clave para su tratamiento y aprovechamiento por parte de agricultores.

Teniendo en cuenta la diversidad de aplicaciones industriales asociadas a la sangre y sebo bovino, en la tabla 4 se identifican las empresas más cercanas al municipio que cuenta con registro y certificación ante la Autoridad Ambiental para la producción de harinas y grasas de origen animal (ICA, 2018).

Tabla 4.

Empresas autorizadas para la gestión externa de SNC: decomisos, sangre y sebo.

Empresa	Información general		Actividad
	Ubicación	Teléfono	
Protección Servicios Ambientales Rellenos De Colombia S.A. E.S.P.	Mosquera, Cundinamarca. PROSARC S.A. E.S.P. Vereda Balsillas	6371253 2158931	Aprovechamiento de residuos peligrosos como decomisos bovinos
SALPROMIN Ltda.	Villavicencio, Meta. Cra 21 # 8c-114b. Barrio la Primavera.	670 9284	Productor de harinas de origen bovino.
H&S Hueso y Sebo (Torres Rojas Orlando)	Villavicencio, Meta. Centro comercial Villavicencio, bloque A. Oficina 304.	670 2198	Productor de harinas de origen bovino.
PROTEICOL Proteínas y Energéticos de Colombia	Bogotá D.C. km 1 vía Silvania – Sibaté.	719 8076	Productor de harinas de origen animal.
CONALSEBOS Compañía Nacional de Sebos Ltda.	Bogotá D.C. Diagonal 47 #59A-90 sur.	270 3832	Productor de harinas y aceites.
INPROSEPINAL S.A.S	Bogotá D.C. Cra 19 bis #59A-37 sur.	205 2875	Industria procesadora de sebos y pieles.
INDALPE Ltda.	Bogotá D.C.	368 2376	Productor de

	Avenida 22 #39A-77 oficina 301.		harinas de origen animal.
PROTEICAS S.A.	Bogotá D.C. Cra 80 #16D-71.	292 7768	Productor de harinas de origen bovino.
INDAGRO S.A.	Cota, Cundinamarca. Calle 80 km 1,5 vía Siberia.	864 3097	Productor de harinas de origen bovino.

La disposición final de las pieles se puede integrar a la de los residuos de la tabla 23, con empresas como PROTEICOL e INPROSEPINAL. Debido a la presencia nula de empresas o curtiembres que requieran de este residuo en el departamento, se especifican algunas empresas como alternativas para la decisión de la disposición final de las pieles por aparte de los demás residuos. La tabla 5 muestra algunas curtiembres cercanas a Casanare.

Tabla 5.

Empresas autorizadas para la gestión externa de SNC: pieles.

Curtiduría	Información general		Actividad
	Ubicación	Teléfono	
Leather Confort S.A.S.	Bogotá D.C. Cra 18b #58A-36 sur.	3112578008	Fabricante de cuero.
Curtiembre Milenio	Bogotá D.C. Cra 17 #59A-25 sur.	3158732820	Fabricante de cuero.
Curtiembre	Bogotá D.C.	-	Fabricante de

Caliz	Cra 18d #59-98.		cuero
ProCpieles	Bogotá D.C.	3213433476	Fabricante de cuero.
Gilbert S.A.S.	Bogotá D.C. Cra 17A #58A-15 sur	462 7922	Producción de cuero para confección.

Actualmente, la presencia de empresas dedicadas a labores de agricultura en la región permite enfocar la disposición final del estiércol en la producción de abonos orgánicos mediante técnicas de tratamiento adecuados que contribuyan a la remediación y control del buen estado del suelo. Las empresas asociadas para la adecuada gestión diaria de este residuo en el municipio de Paz de Ariporo se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.

Empresas autorizadas para la gestión externa de SNC: estiércol.

Empresa	Información general		Actividad
	Ubicación	Teléfono	
Asociación Silo Paz	Paz de Ariporo, Casanare. Vereda la Peral, finca la esperanza. NIT: 9017001208	3125767786	Producción de compostaje para cultivos.
Asociación Agropecuaria la Aguada	Paz de Ariporo, Casanare. Vereda la Aguada.	3214285813	Asociación de agricultores y ganaderos de la zona.

▪ **Plan de Contingencias.**

El desarrollo e implementación de medidas de contingencia permite a la planta de beneficio estar preparada ante eventualidades internas o externas que representen impactos potenciales de afectación de la seguridad y salud, infraestructura y medio ambiente (Betancur et al., 2011). Los riesgos asociados a la gestión integral de residuos de animales (SNC) requieren de medidas y acciones que activen las medidas de alerta y respuesta oportuna antes los riesgos que se generen, contando con el personal capacitado para una efectiva respuesta.

Las metodologías establecidas para la elaboración del plan de contingencias se enfocan principalmente en la caracterización de la vulnerabilidad de las áreas del proceso y su relación con los riesgos asociados a los SNC que se generan, para posteriormente poder realizar un análisis del riesgo en función de la amenaza de los residuos y vulnerabilidad de las instalaciones.

La Guía para la Gestión de Residuos Sólidos (Betancur et al., 2011), establece los criterios de evaluación para la calificación del riesgo asociado a diversas actividades o eventos de contingencia, siendo *A: altos*, *M: medio* y *B: bajos*. A partir de la valoración cuantitativa (Anexo 1), se evalúan los riesgos relacionados a las actividades y etapas del beneficio bovino, los resultados de los impactos se presentan en la tabla 7.

Tabla 7.

Identificación del riesgo en función de la amenaza vulnerabilidad por actividad o etapa.

Actividad o etapa	Evento	Amenaza	Vulnerab.	Riesgo
Recepción	✓ Generación de altas cantidades de estiércol. ✓ Muerte de algún bovino en los corrales. ✓ Atracción de vectores y generación de malos olores.	M	M	M
Insensibilización	✓ Derrame de sangre por el ducto de vertimiento.	A	A	A
Eviscerado	✓ Contaminación de subproductos comestibles por el derrame de estiércol en el lavado de panzas.	M	A	A

Víscera roja	✓ Contaminación de subproductos comestibles por decomisos.	A	B	M
Almacenamiento	✓ Reducción del espacio por acumulación de los residuos. ✓ Derrames al interior del área de almacenamiento. ✓ Fallas en los servicios y suministros necesarios para el buen funcionamiento del sitio. ✓ Baja disponibilidad de recipientes de almacenamiento interno.	A	A	A
Aprovechamiento	✓ Prácticas de tratamiento ineficientes que ponen en riesgo la salud y el medio	A	A	A

	ambiente.			
Transporte interno	✓ Accidentes laborales durante el transporte interno de los contenedores hasta el sitio de almacenamiento. ✓ Derrames y filtraciones durante el transporte.	A	M	A
Capacitaciones	✓ Malas prácticas de gestión de SNC adoptadas por el personal de la PBB.	A	A	A

A partir de la evaluación de los riesgos e impactos asociados a las principales actividades es posible identificar las áreas susceptibles a emergencias, acciones de riesgo y peligrosidad. A partir de esta definición, es posible establecer la matriz de contingencias ante los riesgos y eventos de mayor impacto sin omitir aquellos de bajo riesgo.

Tabla 8.

Eventos y actividades ante posibles contingencias.

Evento	Actividad ante contingencia
1. Presencia de vectores.	✓ Implementar barreras físicas como trampas adhesivas de vectores y labores periódicas de fumigación controlada. ✓ Realizar labores periódicas de limpieza y recolección de estiércol de los residuos. ✓ Acudir a empresas locales que intervengan en el control y mitigación de vectores.
2. Producciones elevadas de estiércol	✓ Frecuencias de recolección de estiércol para evitar acumulación. ✓ Separación y manejo controlado del estiércol desde la recepción animal. ✓ Contar con los recipientes y espacios suficientes para el almacenamiento interno.
3. Presencia de animales enfermos.	✓ Inspección ante-mortem por parte del Médico Veterinario. ✓ Aislamiento del animal afectado de los demás animales y áreas del proceso.

	✓ Desinfección de áreas y animales con las que tuvo contacto el animal infectado.
4. Vertimiento y derrame de la sangre.	✓ Realizar monitoreos del adecuado desarrollo de las labores de degüello que prevengan los factores de riesgo ✓ Detener el proceso para realizar labores correctivas de limpieza y acondicionamiento del área y equipos, recogiendo la mayor cantidad de sangre derramada. ✓ Contar con un sistema de tratamiento de agua residual del proceso que cumpla con lo establecido por la normatividad ambiental para la disposición de líquidos del proceso.
5. Contaminación cruzada durante el proceso entre subproductos comestibles y SNC.	✓ Separar los productos y subproductos contaminados por la proximidad en el manejo cruzado, haciendo uso de contenedores debidamente asignados en cada área. ✓ Realizar labores de desinfección y determinar si el producto es apto para su consumo. ✓ Definir los horarios de recolección y rutas de transporte que prevengan el contacto entre productos, subproductos y residuos SNC.
	✓ Realizar monitoreos constantes para asegurar el cumplimiento en el manejo de los residuos y el buen

	estado de las áreas. ✓ Disponer los productos y subproductos comestibles contaminados en conjunto con los residuos compatibles para disposición final externa.
6. Reducción del espacio disponible en el almacenamiento interno.	✓ Realizar el adecuado dimensionamiento del área de almacenamiento, que asegure el almacenamiento interno temporal de los residuos generados y su adecuada organización. ✓ Realizar monitoreos de la disponibilidad del espacio de almacenamiento interno para prevenir riesgos de sobrecapacidad y reducción. ✓ Acudir a la empresa Gestora contratada para recolección y transporte externo inmediato de los residuos SNC.
7. Derrames y filtraciones en el manejo, transporte y almacenamiento interno.	✓ Mantener y utilizar equipos de seguridad, recolección y almacenado adecuados para la corrección de incidentes. ✓ Contención y recolección inmediata del derrame y posibles filtraciones. ✓ Informar al coordinador de la Gestión integral de los residuos SNC acerca del incidente.
	✓ Realizar seguimientos constantes en la disponibilidad

	de los equipos necesarios para acudir a este evento y aplicar mejoras en el manejo interno de los residuos.
8. Fallas en los servicios y suministros para el funcionamiento del área de almacenamiento.	✓ Informar al Gestor interno. ✓ Disponer de un manual técnico de requerimientos e inventarios de insumos y suministros requeridos para el funcionamiento del cuarto frío diseñado y adaptado para el almacenamiento de los SNC. ✓ Realizar y mantener la contratación con empresas o técnicos especializados en el mantenimiento y reparación de frigoríficos de almacenamiento. ✓ Realizar labores periódicas de mantenimiento. ✓ Aplicar medidas temporales de almacenamiento de los SNC sin afectar las actividades de beneficio, esto incluye el uso del punto ecológico para almacenamiento temporal y/o contactar a la empresa Gestora contratada para la pronta recolección de los residuos. ✓ Capacitar al personal encargado de la recolección de los residuos hasta el almacenamiento en las rutas de solución ante este evento.
9. Incumplimiento en la	✓ Definir un acuerdo con empresas certificadas que

recolección por parte de la empresa Gestora contratada.	aseguren la periodicidad de recolección. ✓ Ajuste del calendario o alternativas de respaldo por parte de la empresa Gestora contratada. ✓ Contar con una empresa de respaldo inmediato en caso de incumplimientos continuos.
10. Accidentes relacionados con las malas prácticas adoptadas en la gestión de SNC.	✓ Contar con personal capacitado en primeros auxilios e insumos necesarios ante una emergencia de cualquier tipo. ✓ Incluir en las capacitaciones la necesidad de adaptarse a las buenas prácticas asociadas a la gestión integral de SNC. ✓ Realizar monitoreos constantes para evaluar las prácticas de todo el personal. ✓ Implementar sanciones educativas o permanentes en los trabajadores ante la negación en la adopción de los lineamientos establecidos.
11. Desconocimiento de los lineamientos de capacitación para el correcto desarrollo y ejecución del Plan.	✓ Evaluar el conocimiento del personal mediante supervisión y retroalimentación de los lineamientos de la gestión. ✓ Establecer capacitaciones periódicas adecuadas y obligatorias por parte del coordinador del Plan, asegurando el conocimiento de los lineamientos de la

	Gestión Integral de los SNC.
--	------------------------------

▪ **Capacitaciones**

La exitosa ejecución y desarrollo del Plan de gestión integral depende en gran medida de la adopción y adaptación por parte de toda la planta de beneficio, en especial del personal involucrado en la gestión de los residuos SNC debido a que son ellos los principales actores responsables; además, la planta deberá constatar la realización de esta estrategia para constatar el desarrollo de la gestión. Para la realización y divulgación en las actividades de capacitación, es necesario incluir los siguientes aspectos (Betancur et al., 2011):

- ✓ Clasificación e identificación de los subproductos no comestibles SNC.
- ✓ Segregación y separación en la fuente de cada SNC.
- ✓ Minimización de riesgos de segregación, filtración o derrame de los SNC en los puntos de generación.
- ✓ Procedimientos de contingencias.
- ✓ Transporte interno adecuado de los SNC por parte del personal.
- ✓ Aforo y caracterización.

- ✓ Almacenamiento seguro de los SNC.
- ✓ Gestión de los SNC con la empresa Gestora contratada.

▪ **Programa de Indicadores y Control**

Durante el desarrollo e implementación del Plan de gestión es necesario acudir a mecanismos cuantitativos que permitan realizar el seguimiento, evaluación y mejoras de este, de manera que permitan establecer la viabilidad de los programas de gestión y capacitación, y mejorar las dificultades asociadas. Se adopta la metodología propuesta por Patiño (2017), para el monitoreo de indicadores de generación, gestión y capacitación para posteriores análisis de ejecución y cumplimiento del Plan de gestión integral de SNC en la PBB de Paz de Ariporo.

Indicador de generación de SNC.

El indicador de generación de SNC mide la cantidad de residuos animales peligrosos y orgánicos producidos en la planta de beneficio de Paz de Ariporo, este permitirá comparar los datos registrados en 2024 con los futuros. Se espera que gracias a la adopción de buenas prácticas de manejo se presente un aumento mínimo en la cuantificación de los SNC generados, que resulta ser importante para un óptimo dimensionamiento de los recipientes y sitios de almacenamiento.

Tabla 9.

Indicadores para la generación semanal de SNC en la PBB.

Nombre	Pieles	Sangre	Decomisos	Sebo	Estiércol
Descripción	Residuos peligrosos de origen animal con riesgo biológico e infeccioso.				Residuo orgánico animal
Periodo	Semanal				
Fórmula	$R_i = \sum \text{cantidad de SNC}_i \text{ en un día} \times 5 \text{ días} \quad (\text{Ec. 4})$ Donde R = total de SNC (kg de SNC x semana) i = tipo de SNC a medir.				
Alertas* (2024)	2048 kg/semana	1191,2 kg/semana	63 kg/semana	1600 kg/semana	576 kg/semana

Nota. Las cifras que cumplen como indicador de alerta fueron tomadas de los valores registrados en generación de cada residuo o SNC por semana en kilogramos, característico para bovinos de 400 kg promedio (2024).

Indicador de gestión de SNC.

Este indicador permite verificar que aproximadamente 100% de los SNC generados en las labores de beneficio bovino de la planta sean dispuestos a empresas que aseguren su aprovechamiento óptimo.

Tabla 10.

Indicadores para la gestión de SNC (aprovechamiento).

Nombre	Porcentaje de SNC aprovechados				
Descripción	Cantidad de SNC aprovechados interna o externamente.				
Periodo	Semanal				
Formula	$\% \text{ SNC aprovechados} = \frac{\text{SNC totales aprovech.}}{\text{SNC totales generados}} \times 100 \quad (\text{Ec. 5})$				
Alertas	% de SNC ≈ 100%				

Indicador de Capacitaciones.

Con este indicador se asegura la implementación de capacitaciones y adopción por parte de todo el personal en las buenas prácticas de manejo de SNC, de manera que se asegure la educación al total de sus trabajadores.

Tabla 11.

Porcentaje de personal capacitado de la PBB.

Nombre	Personal capacitado.
Descripción	Porcentaje de personal capacitado en la planta de beneficio.
Periodo	Trimestral, semestral.
Formula	$\% \text{ capacitados} = \frac{\sum \text{personas capacitadas}}{\sum \text{total personas en la PBB}} \times 100 \quad (\text{Ec. 6})$
Alertas	% de personas capacitadas $\approx$ 100%

▪ **Cronograma**

Tabla 12.

Plan de acción y cronograma propuesto para la Gestión Integral de SNC en la PBB/PZA.

ASPECTO	RESPONSABLE	FECHA PROPUESTA
1. Formación del grupo de Gestión.	Administración Municipal de Paz de Ariporo, representante legal de la planta de beneficio.	2025

2. Control y registro de los puntos críticos de la Planta de beneficio.	Coordinador de la gestión	2025
3. Adecuaciones en áreas de la planta para posterior implementación de insumos.	Administración Municipal.	2025
4. Adecuación y construcción del sitio de almacenamiento (cuarto frío) de SNC.	Administración Municipal.	2025
5. Adquisición de materiales e insumos necesarios para las labores de almacenamiento puntual, transporte, clasificación, cuantificación, etc.	Administración Municipal	2025
6. Diseño y construcción de sistema	Grupo de gestión, coordinador y administración municipal.	2025

para recolección de sangre.		
7. Implementación de capacitaciones al personal de la planta.	Coordinador de la gestión.	2025
8. Control del progreso en la ejecución y adopción de los programas por parte del personal para evaluación de la gestión.	Coordinador y grupo de gestión.	2025

▪ **Plan de manejo de vertimientos líquidos.**

Basado en el diagnóstico ya realizado, se ha identificado que la planta tiene los siguientes problemas principales:

✓ Alto consumo de agua: actualmente se está utilizando un volumen promedio de 1,95 m³ de agua por bovino, muy por encima de las cifras recomendadas por CORANTIOQUIA, que sugieren un consumo eficiente de 1,137 m³ por bovino.

✓ Inadecuado tratamiento de vertimientos: la planta no cuenta con un sistema adecuado de tratamiento de aguas residuales para la retención de materia orgánica y grasas.

✓ Vertimiento de residuos líquidos al alcantarillado público sin tratamiento adecuado

▪ **Definición de objetivos y metas.**

Se presenta el objetivo general junto a los objetivos específicos en la tabla 13 que guiarán la implementación de un sistema de gestión integral de vertimientos, con el fin de minimizar su impacto ambiental, optimizar el uso del recurso hídrico y promover prácticas sostenibles dentro de la planta. Estos objetivos están diseñados para ser medibles y alcanzables para asegurar así su implementación y una mejora continua en la planta de beneficio.

Tabla 13.

Tabla de objetivos y metas.

Objetivo general	
Implementar estrategias de gestión de recursos y tratamiento de aguas residuales en el proceso de beneficio bovino, orientadas al ahorro del recurso y cumplimiento de la legislación de vertimientos.	
Objetivos específicos	Metas
1. Reducir el consumo de agua en el	1.1. Meta: Disminuir el consumo de agua a

proceso de beneficio bovino, ajustándose a los parámetros recomendados.	1137 L/bovino: 1.2. Actividades: ✓ Implementar un sistema de monitoreo para registrar y analizar el uso diario de agua. ✓ Capacitar al personal en prácticas de uso eficiente del agua y fomentar la concientización sobre el ahorro de este recurso.
2. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales que permita la reducción de la carga orgánica y de grasas antes del vertimiento a la red pública.	2.1. Meta: Lograr una reducción en la carga orgánica del efluente vertido al alcantarillado público. 2.2. Actividades: ✓ Diseñar y poner en marcha un sistema de tratamiento adecuado para las características del agua residual, como trampas de grasa y tanques de

	sedimentación. ✓ Llevar a cabo un mantenimiento regular del sistema de tratamiento para asegurar su efectividad continua.
3. Cumplir con la normativa ambiental vigente, especialmente la resolución 0631 de 2015 sobre vertimientos líquidos	3.1. Meta: Alcanzar el 100% de cumplimiento de los parámetros de calidad de vertimientos establecidos en la Resolución 0631 de 2015. 3.2. Actividades: ✓ Desarrollar un plan de mejora para ajustar los parámetros de vertimiento, incluyendo etapas de tratamiento y ajuste de procesos. ✓ Establecer un sistema de monitoreo y reportes periódicos que aseguren el cumplimiento continuo de la normativa y permitan detectar desviaciones a

	tiempo.

▪ **Etapas del plan de gestión de vertimientos**

Uso y manejo eficiente del agua.

Siguiendo la guía de buenas prácticas ambientales de CORPORANTIOQUIA, se proponen las siguientes medidas para un uso y manejo eficiente del agua:

- ✓ Tecnologías de bajo consumo: instalar sistemas de limpieza que utilicen pistolas de alta presión como hidrolavadoras para reducir el volumen de agua usado por bovino, para alcanzar la meta de 1,137 m³ por bovino. (CORANTIOQUIA, 2014).
- ✓ Reutilización de agua: implementar un sistema de recirculación de agua en áreas donde no se requiere agua potable, como la limpieza de corrales. En esta alternativa se puede hacer uso del agua tratada proveniente de los vertimientos de la PBB. Barreto y Lambraño (2020) proponen que con la puesta en marcha de los sistemas de tratamiento a los vertimientos y obteniendo resultados acordes a los establecidos en la legislación colombiana se permitirá la implementación y reutilización de aguas residuales provenientes del lavado de bovinos y corrales para su uso en zonas de la planta donde no requiera agua potable.

Tratamiento de vertimientos líquidos.

En la PBB se logró identificar dos zonas de vertimiento de líquidos, una proveniente de la limpieza de corrales y otra proveniente del proceso. Dado que se ha identificado que pocos animales permanecen en los corrales, se propone unir las corrientes de agua de proceso y la de lavado de corrales. La ventaja de esta unificación es que se puede evitar la implementación de un segundo sistema de tratamiento, lo cual reduciría costos operativos. Sin embargo, la unificación implicaría un aumento en la carga de materia orgánica, grasas y sólidos suspendidos encontradas en el diagnóstico, lo que debe considerarse en el diseño del sistema de tratamiento.

Basado en el análisis de vertimientos actuales y la resolución 0631 de 2015, las siguientes acciones son necesarias para el tratamiento de vertimiento:

1. Instalación de trampas de grasa en puntos estratégicos, especialmente en las áreas donde se generan grandes cantidades de grasa y materia orgánica (CORANTIOQUIA, 2014).
En el anexo 14 la Resolución 330 de 2017 establece que este sistema de pretratamiento tiene una eficiencia de remoción entre 85-95% de grasas y aceites. Las grasas atrapadas en estas trampas deben ser retiradas cada cierto periodo de tiempo. Esto dependerá del tamaño de la trampa de grasa implementada, sin embargo, como la implementación es para la PBB donde se procesan grandes cantidades de grasa esta limpieza deberá ser frecuente para evitar obstrucciones en la red y así tener un funcionamiento eficiente. (CORANTIOQUIA, 2016).
2. Sistema de tratamiento de aguas residuales: en la caracterización realizada (ver Anexo 13), se identificaron altos niveles de DBO, DQO y grasas en los vertimientos de la

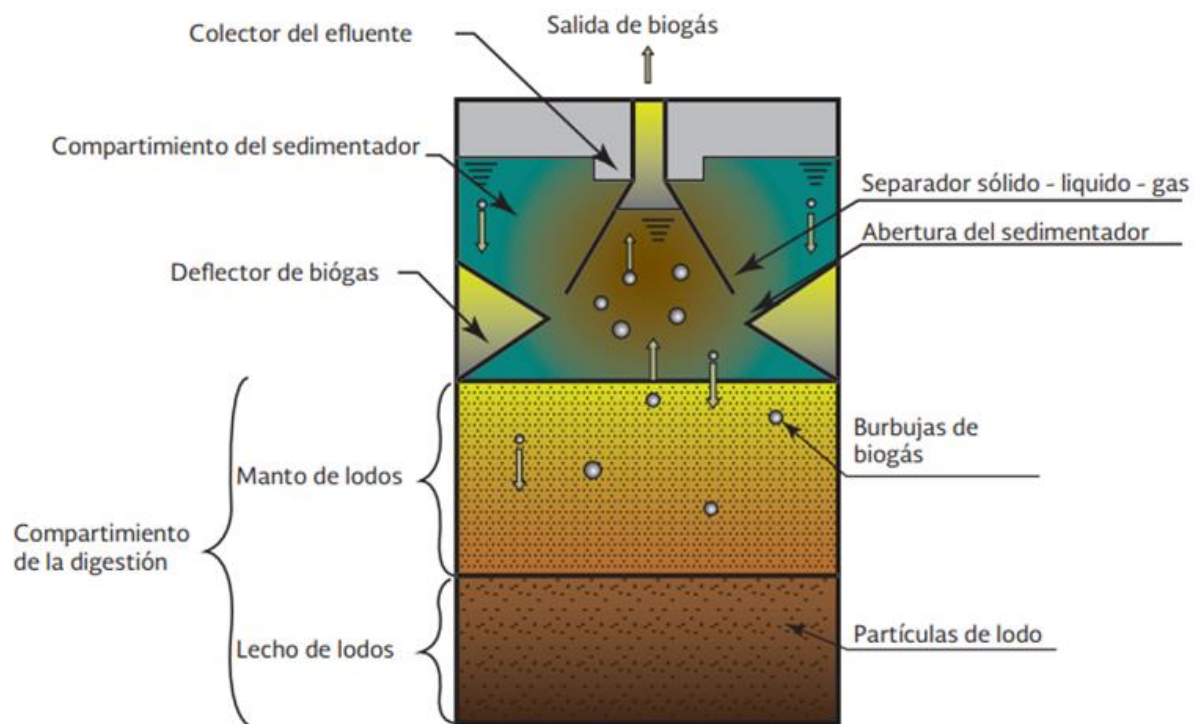
planta. Estas características justifican el uso de un sistema RAFA, ya que tiene alta eficiencia en la remoción de estos contaminantes junto un tiempo de retención hidráulica entre 1 a 2 días. El tiempo de retención hidráulica es un factor importante en el sistema de tratamiento ya que para la PBB no se cuenta con un espacio amplio en el que se pueda implementar sistemas de tratamiento con un tiempo de retención alto para el almacenamiento (Caldera et al, 2003). A su vez, Bolaños (2016) demuestra que este tipo de tratamiento es adecuado para plantas de sacrificio bovino con características similares, mediante una evaluación comparativa con otros sistemas de tratamientos de vertimientos para implementarlos en la planta de beneficio bovino municipio de San Francisco, Cundinamarca donde se logra evidenciar que la mejor alternativa de sistema de tratamiento de aguas residuales es el digestor anaerobio RAFA (Bolaños, 2016). Se propone la instalación de un sistema de reactor anaerobio de flujo ascendente para tratar las aguas residuales antes de su vertimiento al alcantarillado, este sistema reducirá la carga de DBO, DQO y grasas, permitiendo que los vertimientos cumplan con los límites permisibles Martínez, et al. (2016). La Resolución 330 de 2017 establece que el sistema de tratamiento RAFA tiene una eficiencia de remoción del 65-80% en DBO y un 60-80% en DQO. El uso del reactor RAFA genera como subproductos biogás y lodos que deberán ser tratados y almacenados de manera correcta. (Klesyk, 2017 y IWA Publishing. (s.f.).

Este sistema de tratamiento comúnmente tiene una geometría cilíndrica que facilita el flujo ascendente uniforme y una sedimentación adecuada de los sólidos. Peña

et al, (2019) presenta un diagrama del reactor anaerobio de flujo ascendente dividiéndose en zona de entrada, zona de digestión y zona de sedimentación presentado en la figura 7.

Figura 7

Diagrama de reactor UASB.



Fuente: Peña, L, et al. (2019)

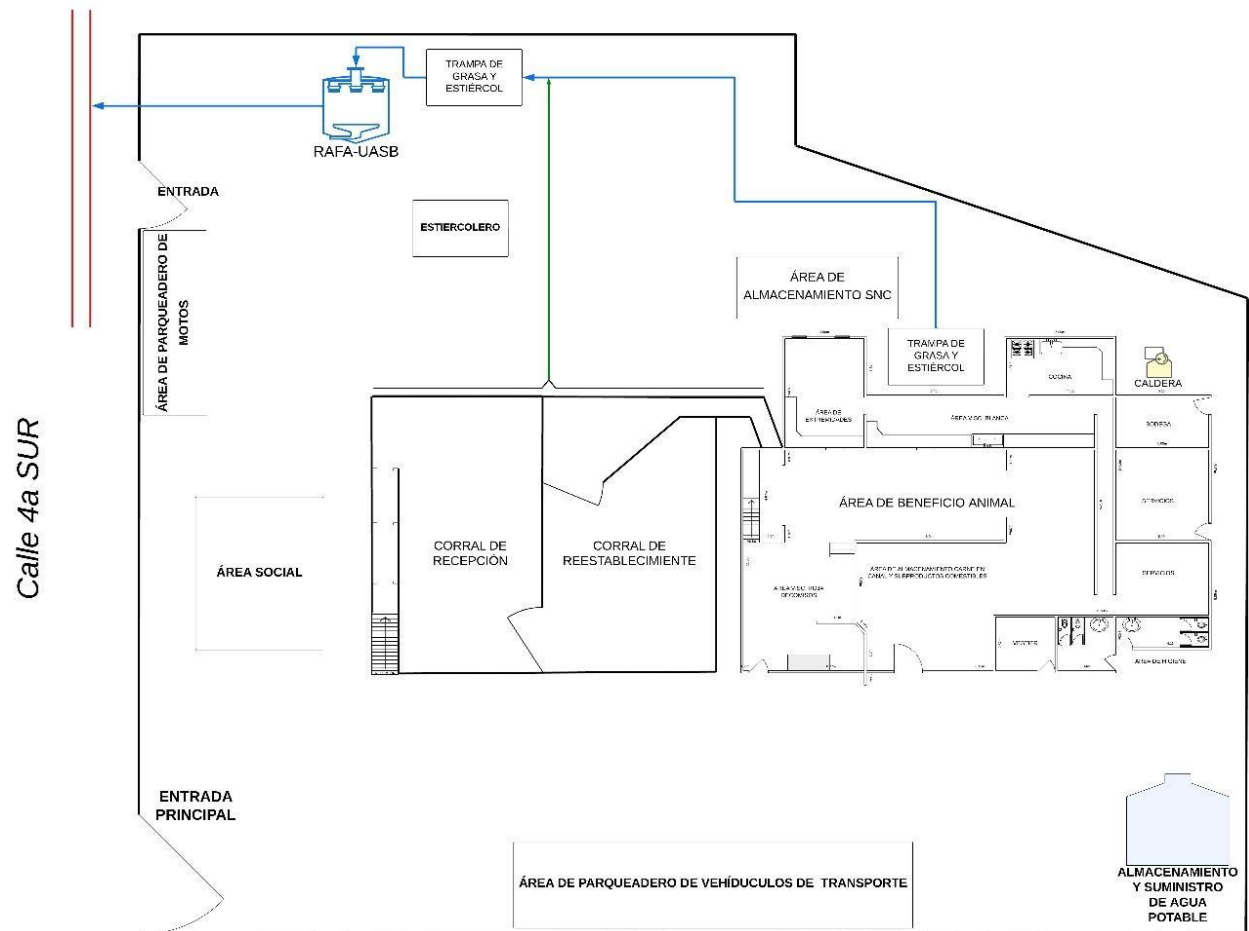
Posterior al tratamiento realizado y verificando el cumplimiento de la resolución 630 de 2015 para asegurar que cumple con los estándares de calidad establecidos podrá ser descargado el vertimiento en el cuerpo de agua receptor.

La implementación de un sistema de recirculación para esta agua tratada podrá ser beneficiosa para la PBB reduciendo costos en el consumo del recurso hídrico e implementando sistemas en la conservación del medio ambiente por lo que el uso de parte de esta agua tratada podrá ser recirculada para zonas en las que no se requiera de agua potable, especialmente para el lavado de corrales. (VEOLIA. 2024).

Para el reactor UASB al ser el principal sistema de tratamiento planteado para la PBB se propone su ubicación dentro de la planta. En la figura 17 se puede observar la ubicación propuesta con la línea principal del vertimiento de entrada y salida, donde para su implementación se es necesaria la eliminación de la zona de parqueadero para motos e implementar en esa zona el sistema de tratamiento.

Figura 8

Propuesta de ubicación interna de un área para la ubicación y construcción del reactor UASB.



Marginal del Llano Yopal - Paz de Ariporo

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840 850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000

Biogás.

Durante el proceso de digestión anaerobia en el reactor RAFA se obtiene como subproducto varios gases siendo los más relevantes el gas metano y el CO, donde el biogás tiene una concentración entre el 75% y 80% y un dato promedio de producción específica de metano es de 0.13 m³ kg⁻¹ DQO removido donde esta producción dependerá de la biodegradabilidad del sustrato y de la cantidad de lodo atrapado y convertido (SEMARNAT. s.f.). Para su uso se debe realizar un tratamiento para que no genere daños a equipos y a la salud para esto se debe seguir con las siguientes medidas. (Condorchem Enviro Solutions, s.f.)

- ✓ Recolección de biogás: el biogás producido en el reactor se recoge en un sistema de separación que permite la acumulación del gas en la parte superior del reactor. Este proceso es importante para evitar la pérdida de biogás y maximizar su aprovechamiento. (RAS, s.f.)
- ✓ Purificación del biogás: Se requiere la implementación de un deshidratador que elimine la humedad en el biogás para evitar daños corrosivos a los equipos donde se emplee el biogás. Para esto se recomienda el método de enfriamiento que permitirá la condensación del vapor y se elimine como líquido ese vapor. Este método puede alcanzar eficiencias de hasta el 95% de la eliminación de humedad e implementando un recolector-lavador permite que el biogás se lave con sus propios condensados haciendo que haya una eliminación parcial de sulfuro de hidrógeno y siloxano. (Condorchem Enviro Solutions, s.f.)

- ✓ Almacenamiento del biogás: las formas más comunes de almacenamiento del biogás a baja presión son los gasómetros, globos de vinilo, polietileno de alta densidad y mantas encauchadas, estas formas limitan la utilización de este a los locales de producción por lo que la implementación de uno de estos sistemas de almacenamiento servirá para su uso en la PBB. (Souza y Schaeffer, 2013)
- ✓ Disposición final: para la PBB, el biogás tratado tiene dos zonas de aplicación en las que su uso será beneficioso para la PBB que son en la cocina y la caldera. En la cocina permite sustituir el combustible usado hasta ahora, además, el biogás tiene un alto contenido de metano (55-75%), lo que lo convierte en un combustible eficiente para cocinar, permitiendo una cocción rápida y efectiva, similar al gas natural. En cuanto a su uso en la caldera puede reducir significativamente los costos operativos al reemplazar combustibles más caros y contribuir a una mayor sostenibilidad económica. (*PLAN REGIONAL de BIOMETANIZACIÓN de CASTILLA-LA MANCHA 2024-2030, s.f.*)

Lodos.

Los lodos generados en el reactor UASB deben someterse a un tratamiento adecuado para cumplir con las regulaciones ambientales vigentes en Colombia. La normatividad colombiana establece el tratamiento de lodos mediante la estabilización biológica de estos aplicando como método la metanación, haciendo uso de la digestión anaerobia de la materia orgánica (lodos). Este proceso permite reducir la cantidad de materia orgánica y microorganismos patógenos presentes en los lodos y obtener como productos biosólidos y un biogás con mayor concentración de metano. (Galvis et al, 2022).

Teniendo en cuenta la complejidad del tratamiento a lodos y su uso se plantea usar el servicio de empresas industriales de tratamiento y recolección de lodos provenientes de aguas residuales, en la tabla 33 se identifican las empresas más cercanas al municipio que cuenten con una disposición correcta de los residuos.

Tabla 14.

Empresas autorizadas para el tratamiento de lodos.

Empresa	Información general		Actividad
	Ubicación	Contacto	
AquaLimpia Engineering e.K.	LATAM	aqualimpia@gmail.com	Ofrece servicios de diseño, construcción y optimización de plantas sistemas de tratamiento de aguas así como la gestión de lodos.
Bioagrícola del llano	Calle 34 A N° 34-29 Barzal. Villavicencio, Meta	608-6819081	Empresa encargada de recolección y disposición final de residuos en la

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL SUBPRODUCTOS NO COMESTIBLES Y VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

144

			región.
Veolia water technologies	Avenida 19 N° 118-30 Bogotá, Colombia	541152986200	Implementación de sistemas que maximizan la retención y uso de lodos.
Planeta S.A.S	Av. Troncal de occidente N° 25-94. Mosquera, Cundinamarca.	3005259767	Se especializa en el tratamiento de lodos y aguas residuales.
Saneamiento ambiental S.A.S	Bogotá, Colombia.	3102567625	Proporciona un servicio integral para la disposición de lodos generados en procesos industriales
Dragon S.A.S	Av. Cra 9 N° 113-52 Bogotá, Colombia	3157005000	Especialistas en la succión, transporte, tratamiento y disposición final de lodos industriales

Los lodos generados en el reactor RAFA deben ser inspeccionados semanalmente para verificar su nivel dentro del reactor donde para su retiro se deberá realizar a caudales bajos para evitar la expansión del lodo en el fondo del reactor, sin embargo nunca se deberá vaciar por completo el lodo del reactor, se deberá mantener un nivel de lodo mínimo para mantener la flora microbiana del proceso anaerobio. (Sipáque, s.f.)

Se debe implementar un sistema de almacenamiento para estos lodos en donde se podrán utilizar contenedores de deshidratación que reducen el volumen del lodo mediante la eliminación del agua para su posterior disposición final por parte de las empresas recomendadas en la tabla 14. (ATB WATER. s.f. y KUGLER. s.f.).

Normatividad ambiental.

El Manejo de vertimientos líquidos en Colombia se rige por la siguiente normatividad mostrada en la tabla 15. Esta normatividad regula el manejo, gestión y limitaciones de contaminantes de los vertimientos para su correcta disposición en el alcantarillado.

Tabla 15

Normatividad ambiental para la gestión de los vertimientos líquidos en la PBB.

Norma	Descripción
Ley 373 de 1997	Establece el reuso obligatorio de aguas residuales tratadas y promueve el uso eficiente del agua.
Decreto 3930 de 2010	Regula los permisos de vertimiento y establece parámetros para la

	gestión del recurso hídrico.
Decreto 1287 de 2014	Regula la gestión y tratamiento de lodos generados por sistemas de tratamiento, incluyendo digestores anaerobios.
Resolución 0631 de 2015	Actualiza el marco normativo sobre vertimientos, estableciendo límites máximos permisibles para sustancias contaminantes en aguas residuales.
Decreto 1076 de 2015	Promueve la reconversión a tecnologías limpias en la gestión de vertimientos, incluyendo el reúso de aguas residuales.
Resolución 330 de 2017	Establece criterios para el tratamiento de aguas residuales y la eficiencia en la remoción de contaminantes.

Licencias ambientales

Las PBB en Colombia deben contar con licencias ambientales para poder asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales que exige que cada planta cuente con permisos específicos, como el de vertimientos, y manejo de sólidos.

Tabla 16

Licencias ambientales requeridas para el funcionamiento de la PBB

Licencias Ambientales	
Licencia Ambiental	Obligatoria para la operación de la planta de beneficio bovino en

	Colombia, según el Decreto 2041 de 2014. Se debe tramitar ante la autoridad ambiental competente, en este caso CORPORINOQUÍA, para asegurar el cumplimiento de los requisitos de tratamiento de aguas y manejo de residuos.
Certificación Sanitaria INVIMA	Este certificado es indispensable para garantizar que la planta cumple con los estándares sanitarios exigidos para el manejo de productos cárnicos y sus subproductos.
ANLA	Evalúa y otorga licencias ambientales para las plantas de beneficio, controlando las emisiones atmosféricas, la gestión de residuos y vertimientos, así como el uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos.

▪ **Plan de contingencias**

En la PBB se pueden llegar a presentar diferentes problemas en la operación o implementación de programas y sistemas de tratamientos, por tal motivo se debe contar con un plan de contingencias que contenga una identificación previa de los posibles eventos que puedan presentar un riesgo en el funcionamiento de la planta y las posibles soluciones y prevenciones que se pueden tener. Este plan de contingencias se presenta en las tablas 17 y 18. En la tabla 17 se hace una valoración para las amenazas, vulnerabilidades y riesgo, en una escala de *alto (A)*, *medio (M)* y *bajo (B)* riesgo para cada actividad.

Tabla 17.

Identificación del riesgo en función de la amenaza vulnerabilidad por actividad o etapa.

Evento	Amenaza	Vulnerab.	Riesgo
✓ Obstrucción de los dispositivos de entrada y de salida del reactor	M	M	M
✓ Formación y acumulación de nata	A	A	A
✓ Presencia de corrosión.	B	M	M
✓ Generación de malos olores	A	M	A
✓ Generación de natas	A	B	M

✓ Fugas en sistema de tuberías	A	A	A
✓ Exceso de lodo en el reactor	A	A	A
✓ Interrupción eléctrica	A	A	A
✓ Incremento en los parámetros fisicoquímicos del efluente	A	A	A
✓ Incumplimiento en el monitoreo del efluente por parte de la empresa contratada para el análisis fisicoquímico	A	B	M
✓ Malas prácticas en la implementación del	A	M	A

Plan.			
✓ Altas velocidades de flujo.	M	M	M
✓ Presencia de compuestos tóxicos en la salida del reactor.	A	M	M
✓ Malas prácticas en el manejo y consumo de aguas	M	M	M
✓ Obstrucción y taponamiento en la trampa de grasa	A	M	A

Tabla 18.

Eventos y actividades ante posibles contingencias.

Evento	Actividad ante contingencia
1. Obstrucción de los dispositivos de entrada y de salida del reactor	✓ Implementar rejillas finas que represen sólidos grandes. ✓ Inspeccionar y limpiar regularmente los dispositivos de entrada y salida.

	✓ Implementar un protocolo de limpieza semanal para remover sólidos acumulados. ✓ Realizar mantenimiento periódico preventivo al sistema de pretratamiento.
2. Formación y acumulación de nata	✓ Implementar un sistema de monitoreo regular de la composición del efluente. ✓ Realizar ajustes al tiempo de retención hidráulica. ✓ Implementar el uso de agitadores.
3. Presencia de corrosión.	✓ Usar acero inoxidable ✓ Usar recubrimientos protectores ✓ Monitoreo y mantenimiento regular para detectar signos de corrosión y reparaciones oportunas. ✓ Control del pH y composición del efluente eliminando compuestos corrosivos.

4. Generación de malos olores	✓ Manejo adecuado de lodos ✓ Implementar sistema de monitoreo que mantenga condiciones óptimas dentro del reactor. ✓ Captación y tratamiento de gases adecuado.
5. Generación de natas	✓ Implementar sistema de control para evitar acumulaciones y taponamientos.
6. Fugas en sistema de tuberías	✓ Implementación de sensores de presión y flujos que alerten. ✓ Detener el flujo de agua con válvulas y reparar daños ✓ Capacitación del personal en instalación y mantenimiento adecuado a tuberías. ✓ Realizar revisiones periódicas al sistema de tuberías
7. Exceso de lodo en el	✓ Implementar un programa de monitoreo de niveles de

reactor	lodo dentro del reactor. ✓ Realizar purgas cuando se superen los límites establecidos para el reactor. ✓ Modificar el tiempo de retención hidráulica.
8. Interrupción eléctrica	✓ Activación de sistema de energía de respaldo. ✓ Realizar monitoreo manual de los parámetros operativos del reactor. ✓ Detener temporalmente la alimentación del reactor para evitar el no tratamiento de los efluentes.
9. Incremento en los parámetros fisicoquímicos del efluente	✓ Realizar ajustes operativos como el TRH, caudal, o carga orgánica para restablecer el equilibrio en el sistema.
10. Incumplimiento en el	✓ Implementación de sistemas de control automáticos

monitoreo del efluente por parte de la empresa contratada para el análisis fisicoquímico	dentro de la PBB para el monitoreo de parámetros fisicoquímicos. ✓ Capacitar al personal en técnicas de monitoreo y análisis.
11. Malas prácticas en la implementación del Plan.	✓ Capacitar al personal involucrado en el manejo de vertimientos en los sistemas de tratamientos propuestos en el plan.
12. Altas velocidades de flujo en el reactor.	✓ Implementar un sistema de control automático que ajuste el caudal. ✓ Incrementar el TRH. ✓ Implementar un sistema que distribuya uniformemente el efluente.
13. Presencia de compuestos tóxicos en la salida del reactor	✓ Realizar pretratamiento físico o químico al vertimiento antes de ingresar al reactor.

	✓ Considerar el uso de tecnologías complementarias al reactor UASB para asegurar una mayor remoción de compuestos tóxicos
14. Malas prácticas en el manejo y consumo de agua.	✓ Realizar capacitaciones a todo el personal sobre cantidades y correcto uso del recurso hídrico. ✓ Implementar un programa interno con sanciones a quienes no cumplan con los consumos de agua requeridos.
15. Obstrucción y taponamiento en la trampa de grasa	✓ Realizar una limpieza regular a la trampa de grasa ✓ Implementar el uso de soluciones biológicas como las bacterias que puedan ayudar a la descomposición de las grasas.

▪ **Capacitaciones**

3.1. PROGRAMA DE INDICADORES, MONITOREO Y CONTROL.

Se deben medir los siguientes indicadores para tener un monitoreo y control constante en la planta de beneficio:

✓ Capacitar a los operarios que se encargarán del manejo y control del sistema de tratamiento del vertimiento. La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito ofrece un curso sobre el tratamiento biológico de aguas residuales. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, s.f.).

✓ Capacitación continua al personal sobre el manejo adecuado del agua y residuos, además del uso correcto de las nuevas tecnologías implementadas. La corporación ambiental que puede realizar estas capacitaciones en la PPB es CORPORINOQUIA que ofrece programas sobre la gestión integrada del recurso hídrico además de realizar colaboraciones con instituciones educativas para ofrecer cursos sobre tratamiento de aguas residuales y gestión ambiental. Aunque no se especifica en la normativa colombiana el intervalo exacto que se debe implementar para las capacitaciones, estas deben ser continuas para dar conocimiento a nuevas tecnologías y estrategias en el manejo del agua por lo que se recomienda hacerlas cada 6 meses o una vez por año para tener esta actualización en el conocimiento y concientización. (Curso de Modelación de la Calidad del Agua Superficial: Ríos, 2021).

1. Reducción del consumo de agua: medir semanalmente el volumen de agua consumido por bovino y compararlo con la meta de 1,137 m³. Como sistema de monitoreo de la efectividad en la implementación de las medidas presentadas preventivas para el consumo del agua, se recomienda la implementación de medidores de flujo en las zonas críticas de consumo de agua en la PBB. Estas zonas son:

- Lavado de corrales: implementar un medidor en la línea de agua que abastece esta área para registrar el consumo específico.
- Proceso de sacrificio: instalar medidores en las líneas de suministro de agua para el proceso de sacrificio y procesamiento.

2. Calidad de vertimientos: implementar un programa de muestreo y análisis regular de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales (DBO, DQO, SST, grasas y aceites) para asegurar que se cumplan los requisitos establecidos por la normativa establecida en la resolución 630 de 2015. Según el artículo 13 de la resolución el monitoreo debe llevarse a cabo al menos una vez al mes para los parámetros fisicoquímicos más relevantes (DBO, DQO, SST) donde el laboratorio AMBITEST puede ser el encargado de realizar estos monitoreos con la recolección y entrega de resultados de las muestras.

▪ **Cronograma**

Para la implementación de todo el sistema de manejo de agua y tratamiento de vertimientos en la PBB propuesto se debe tener un plan de acción para su ejecución por lo que se propone un

plan de acción que llevará a cabo la gestión integral del manejo del agua y vertimientos líquidos de la PBB.

Tabla 19.

Plan de acción y cronograma propuesto para la Gestión Integral de SNC en la PBB/PZA.

ASPECTO	RESPONSABLE	FECHA PROPUESTA
Formación del grupo de Gestión.	Administración Municipal de Paz de Ariporo, representante legal de la planta de beneficio.	2025
Control y registro de los puntos críticos de manejo de agua y vertimientos de la Planta de beneficio.	Coordinador de la gestión	2025
Adecuaciones en áreas de la planta para posterior implementación de sistemas de tratamiento.	Administración Municipal.	2025?
Diseño y construcción del sistema de tratamiento de vertimientos líquidos.	Grupo de gestión, coordinador y administración municipal.	2025
Construcción del sistema de almacenamiento de biogás y lodos.	Administración Municipal	2025

Implementación de capacitaciones al personal de la planta.	Coordinador de la gestión.	2025
Control del progreso en la ejecución y adopción de los programas por parte del personal para evaluación de la gestión.	Coordinador y grupo de gestión.	2025

Referencias del Plan.

- ATB WATER. (s.f.). *Tratamiento de lodos ATB*. <https://www.atbwater.com/es/tecnologia-de-aguas-residuales/componentes-para-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residual/tratamiento-de-lodos/>
- Barreto, J., & Lambraño, L. (2020). Diseño y evaluación de un sistema de reúso para el agua residual del lavado de bovinos y sus corrales en la Subasta Santa Clara, Sahagún Córdoba, Colombia. *Revista Environment & Technology*, 1(2), 66-82. <https://doi.org/10.56205/ret.1-2.4>
- Beltrán, C., & Perdomo, W. (2007). APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE DE BOVINO PARA LA OBTENCION DE HARINA DE SANGRE Y PLASMA SANGUINEO EN EL MATADERO SANTA CRUZ DE MALAMBO ATLANTICO . *Universidad de La Salle*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/107
- Betancur, M., Gómez, B., & Bustamante, A. (2011). *GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS*. https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/GestionRespel/GUIA_RESPEL.pdf
- Bolaños, T. (2016). *PLAN DE GESTIÓN, MANEJO, TRATAMIENTO DE VERTIMIENTOS LÍQUIDOS Y SUBPRODUCTOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE GANADO MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO, CUNDINAMARCA*. [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS].

- <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/cc9ad935-8edd-462f-a9b6-37691bee72fd/content>
- Caldera, Y., Madueño, P., Griborio, A., Gutiérrez, E., & Fernández, N. (2003). Efecto del tiempo de retención hidráulica en el funcionamiento de un reactor UASB tratando efluentes orgánicos. *Multiciencias*. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90430105.pdf>
- Condorchem Enviro Solutions. (s.f.). *Tratamiento del biogás*.
<https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-del-biogas/>
- Contenedores de deshidratación – KUGLER GmbH. (s. f.). <https://www.kugler-gmbh.de/es/entwaesserungscontainer/>
- CORANTIOQUIA. (2014). *GUÍA de BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES en hospitales, morgues, cementerios plantas de beneficio animal y estaciones de servicio*.
<https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Guia-buenas-practicas.pdf>
- CORANTIOQUIA. (2016). *Manual de Producción y Consumo Sostenible del recurso hídrico: Plantas de beneficio animal*. https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Plantas_Beneficio.pdf
- CORPORINOQUÍA. (2021). *Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (Respel)*. Corporación Autónoma Regional de La Orinoquía .
- Cruz, F. (2004). Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano. *Biblioteca Digital - Zamorano*. .
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1cf6d6c2-6cc1-4f67-a526-f9eeaca6e46e/content>
- Curso Tratamiento biológico de aguas residuales - Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (s. f.). <https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/curso-tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/>
- Curso de Modelación de la calidad del agua superficial: Ríos,. (2021, 16 noviembre). Educación Continua Uniandes.
<https://educacioncontinua.uniandes.edu.co/es/programas/curso-de-modelacion-de-la-calidad-del-agua-superficial-rios-canales-y-cienagas-sede-caribe>
- Daniels, R. (2018). BACK TO BASICS: VOLVIENDO A LOS FUNDAMENTOS MANUFACTURACIÓN DE CUERO, parte I: Materia prima y conservación. *World Leather*, 51. https://www.leathernaturally.org/wp-content/uploads/2023/03/B-to-B-Book_Spanish.pdf
- Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015, 26 mayo). Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

DECRETO 1287 DE 2014. (2015). Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1259502>

DECRETO 2041 DE 2014. (2015). Suin-Juriscol.gov.co. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1389917>

Decreto 3930 de 2010 - Gestor normativo. (s. f.). Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>

Galvis, J. Castellanos, J. & Manjarres, E. (2022). USO DE BIOSOLIDOS EN COLOMBIA: METODOS DE ESTABILIZACIÓN Y APLICACIONES A NIVEL AGRICOLA. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/361162614_USO_DE_BIOSOLIDOS_EN_COLOMBIA_METODOS_DE_ESTABILIZACION_Y_APLICACIONES_A_NIVEL_AGRICOLA

ICA. (2018). EMPRESAS PRODUCTORAS DE HARINAS DE ORIGEN ANIMAL . *Instituto Colombiano Agropecuario*. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/alimentos-para-animales/harinas-de-origen-animal.aspx>

ICONTEC. (2009). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC-24: Guía para la separación en la fuente. *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación*.
<https://tienex.co/media/b096d37fcdee87a1f193271978cc2965.pdf>

INVIMA. (2020). Circular No 4000-2623-2020. *Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos*.

IWA Publishing. (s.f.). *Reactor anaeróbico de lodos de flujo ascendente (UASB)*.
<https://www.iwapublishing.com/news/flow-anaerobic-sludge-blanket-reactor-uasb>

Jara, A. (2023). Diseño del proceso para obtención de biodiesel a partir del sebo de descarte producido en la curtiduría Tungurahua S.A. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20284/1/96T00893.pdf>

Klesyk, D. (2017). *Strategies of improvement of UASB reactor operation*. DEGREE PROJECT IN ENVIRONMENTAL. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1185915/FULLTEXT01.pdf>

Ley 373 de 1997 - Gestor Normativo. (s. f.). Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=342>

Luje, J. (2018). Elaboración de Bioles producidos a partir de desechos del camal municipal de Cayambe (Sangre y Rumen). *Universidad Central de Ecuador*.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/8ee8a58f-f39a-43dc-b740-ff288afbc54e/download>

- Martínez, C. Y., Herrera, D., Gutiérrez, R. F., & Bello, R. (2016). TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA MEDIANTE UN REACTOR RAFA y UNA CELDA MICROBIANA DE COMBUSTIBLE. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(3), 267-279. <https://doi.org/10.20937/rica.2016.32.03.02>
- MINAGRICULTURA. (2017). Manual Buenas Prácticas Pielés. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*.
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Manual%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Pielés.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 631 de 2015*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70346>
- Minvivienda. (2017). *Resolución 0330 - 2017* <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>
- Minvivienda. (s.f.). *Ficha Técnica Gestión del Biogás*.
<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/anexo-4-ficha-tecnica-gestion-del-biogas.pdf>
- Patiño, S. (2017). DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL COLEGIO SAN PEDRO CLAVER. *Universidad Industrial de Santander*.
<https://noesis.uis.edu.co/items/09e81063-247e-4a51-8c4c-98059448686f>
- PLAN REGIONAL DE BIOMETANIZACIÓN DE CASTILLA-LA MANCHA 2024-2030. (s.f.).
[https://participacion.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/inicio/6.5.Plan%20regional%20de%20biometanizacion%20CLM%20SIN%20BIOVIC%20REVISADO%20DN%20DEFINITIVO%20051024%20\(003\).pdf](https://participacion.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/inicio/6.5.Plan%20regional%20de%20biometanizacion%20CLM%20SIN%20BIOVIC%20REVISADO%20DN%20DEFINITIVO%20051024%20(003).pdf)
- Peña, J., Flórez, M., & Rozo, V. (2019). *Diagrama del tipo de tratamiento: Reactor-anaerobio-de-flujo-ascendente*. <https://reactor-anaerobio-de-flujo-ascendente9.webnode.com.co/diagrama-del-tipo-de-tratamiento/>
- Revuelta, M. (2018). *Evaluación del proceso y viabilidad de compostaje con sangre bovina y estiércol generados en una planta de beneficio animal* [Universidad de la Costa - CUC].
<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/37>
- Rosero, D. (2015). Manejo de residuos sólidos en la Planta de Sacrificio Frigovito S.A. *Universidad Mariana*.
<https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/download/2080/2211/4721>

- SafetyCulture. (2024). *Equipo de Protección Personal (EPP)*.
<https://safetyculture.com/es/temas/seguridad-sobre-el-equipodeproteccion-personal/>
- SEMARNAT. (s.f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro49.pdf>
- Sipáque, J. (s.f.). MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
[https://snip.segeplan.gob.gt/share/SCHE\\$SINIP/OTROS_DOCUMENTOS/224265-FVUBYMZCWD.pdf](https://snip.segeplan.gob.gt/share/SCHE$SINIP/OTROS_DOCUMENTOS/224265-FVUBYMZCWD.pdf)
- Souza, J., & Schaeffer, L. (2013). SISTEMA DE COMPRESIÓN DE BIOGÁS Y BIOMETANO. *Información Tecnológica*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000600002>
- Triana, K. (2019). *Impactos ambientales generados en plantas de beneficio bovino*. [Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26920/%20%09ktrianab.pdf?isAllowed=y&sequence=3>
- Veall, F. (1993). *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura.
- VEOLIA. (2024). *Conoce los beneficios económicos que el tratamiento de agua residual puede traer a tu empresa*. <https://blog.latamib.veolia.com/es/aprovechalos-conoce-los-beneficios-economicos-que-el-tratamiento-de-agua-residual-puede-traer-a-tu-empresa>
- Yugla, J. (2021). Propuesta para la elaboración de biol mediante fermentación a partir de residuos orgánicos generados por el faenamiento de bovinos. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8626>

4. ANEXOS DEL PLAN.

✓ **Anexo 13: Valoración cuantitativa del impacto.**

Amenaza	Vulnerabilidad	Tipo de Riesgo
A	A	A
A	M	A
A	B	M
M	A	A
M	M	M
M	B	M
B	A	M
B	M	M
B	B	B

A: Alto, M: Medio, B: Bajo

Nota. Adaptado de: (Betancur et al., 2011).

✓ **Anexo 14: Resolución 0330 de 2017 de Ministerio de Vivienda: Eficiencias de remoción para sistemas de tratamiento de aguas residuales**

	SISTEMA DE TRATAMIENTO	EFICIENCIA MÍNIMA DE REMOCIÓN (%)				
		DBO5	DQO	SST	SSed	GRASAS Y ACEITES
Pretratamiento	Cribado o desbaste	0 - 15	0 - 10	10 - 50	0 - 6	0 - 40
	Desarenadores	0 - 5	0 - 5	0 - 10	N/A	N/A
	Trampa de grasas	0 - 5	0 - 3	10 - 15	N/A	85 - 95
Tratamiento secundario	Sedimentación primaria	30 - 40	30 - 40	50 - 65	75 - 85	60 - 70
	Lagunas anaerobias	50 - 70	30 - 50	50 - 60	75 - 85	80 - 90
	Tanque Imhoff	25 - 40	15 - 30	50 - 70	75 - 85	70 - 90
	Reactor UASB (RAFA)	65 - 80	60 - 80	60 - 70	N/A	N/A
	Lagunas facultativas	80 - 90	40 - 50	63 - 75	75 - 85	70 - 90
	Lagunas aireadas	80 - 95	60 - 70	N/A	N/A	N/A
	Reactor anaerobio RAP	65 - 80	60 - 80	60 - 70	N/A	N/A
	Filtros anaerobios	65 - 80	60 - 80	60 - 70	N/A	N/A
	Lodos activados (convencionales)	80 - 95	70 - 80	80 - 90	N/A	N/A
	Filtros percoladores de alta tasa	65 - 90	55 - 70	60 - 85	N/A	N/A
	Filtros percoladores de roca de alta tasa	75 - 95	60 - 80	65 - 85	N/A	N/A

Nota: MINVIVIENDA, 2017.

