

IMPLEMENTACIÓN DEL ÁNALISIS DE CICLO DE VIDA PARA EL LOMO DE RES
CRUDO EN LA EMPRESA KOYOMAD S.A.

LUIS ALEJANDRO BETANCUR OSORIO

Proyecto de pasantía

Director:

Ingeniero Químico Jorge Arrieta Pearson

Codirector

Ingeniera de Alimentos Adriana Koller R.

Bogotá D.C.

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Ambiental
2012

TABLA DE CONTENIDO

	Página
TABLAS.....	4
FIGURAS.....	5
1. RESUMEN.....	6
2. ABREVIATURAS.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
4. MARCO REFERENCIAL.....	10
4.1. MARCO CONTEXTUAL.....	10
4.2. MARCO TEÓRICO.....	11
4.2.1. Definición del objetivo y el alcance del ACV.....	12
4.2.2. Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV).....	12
4.2.3. Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV).....	15
4.2.4. Interpretación del ciclo de vida.....	16
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	16
4.4. MARCO LEGAL.....	19
5. OBJETIVOS.....	24
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
6. JUSTIFICACIÓN.....	25
7. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	27
8. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	29
8.1. CONOCER EL CICLO PRODUCTIVO DEL LOMO DE RES CRUDO DE LA EMPRESA KOYOMAD S.A. DESDE LA ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA, HASTA LA VENTA EN EL ALMACÉN DE LA CALLE 122.....	29
8.2. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE DEL ACV PARA EL LOMO DE RES CRUDO.....	31
8.3. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA DEL LOMO DE RES CRUDO.....	31
8.4. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL CICLO DE VIDA DEL LOMO DE RES CRUDO.....	35
8.5. PROPUESTA DE MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA PREVENIR Y/O MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	36
9. RESULTADOS OBTENIDOS.....	38
9.1. CICLO PRODUCTIVO DEL LOMO DE RES CRUDO DE LA EMPRESA KOYOMAD S.A.....	38
9.1.1. Transporte de la materia prima hasta las instalaciones de la empresa.....	40
9.1.2. Recibo de materia prima.....	41
9.1.3. Procedimiento si la materia prima llega en corte.....	42
9.1.4. Procedimiento si la materia prima llega en canal.....	42
9.1.5. Empaque al vacío.....	42

9.1.6. Maduración.....	43
9.1.7. Distribución.....	43
9.1.8. Ventas.....	44
9.2. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA.....	45
9.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS AMBIENTALES.....	48
9.4. CALCULO DEL COSTO DEL CICLO DE VIDA.....	51
9.5. MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	54
9.5.1. Energía eléctrica.....	54
9.5.2. Generación de vertimientos.....	54
9.5.3. Generación de residuos sólidos.....	54
9.5.4. Emisiones atmosféricas.....	55
10. BENEFICIO ECONÓMICO.....	56
11. BIBLIOGRAFÍA.....	57

TABLAS

	Página
Tabla 1: Código de proveedores de lomo de res.....	29
Tabla 2: Especificaciones de empaque y bolsas utilizadas en el proceso.....	30
Tabla 3: Proveedores de servicios públicos varios.....	30
Tabla 4: Consumo de materias primas y generación de residuos en el proceso de beneficio animal	41
Tabla 5: Identificación de entradas y de salidas para la matriz de inventario ambiental.....	46
Tabla 6: Vector de intervención ambiental.....	47
Tabla 7: Matriz cualitativa de impactos ambientales.....	48
Tabla 8: Costos ambientales del proceso del lomo de res crudo.....	51
Tabla 9: Porcentaje de influencia (en costos) de los insumos y residuos.....	52
Tabla 10: Beneficio económico potencial para la gestión ambiental del ciclo de vida del lomo de res crudo.....	56

FIGURAS

	Página
Figura 1: Ubicación de la planta de producción.....	10
Figura 2: Almacén calle 122.....	11
Figura 3: Corte de lomo de res.....	18
Figura 4: Proceso productivo del lomo de res crudo.....	31
Figura 5: Diagrama de flujo para la normalización del arreglo de la materia prima.....	35
Figura 6: Diagrama de Gantt para el desarrollo de la pasantía.....	37
Figura 7: Diagrama de flujo ampliado del proceso de sacrificio.....	38
Figura 8: Diagrama de flujo de la línea de producción del lomo de res crudo....	39
Figura 9: Ruta de despacho de la materia prima.....	40
Figura10: Ruta de distribución del lomo de res crudo terminado.....	44
Figura11: Identificación de puntos críticos ambientales en la línea de producción de KOYOMAD S.A.....	50

1. RESUMEN

Desde la década de los 60 se empezaron a desencadenar una serie de problemáticas que generaron interés por el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los distintos productos, para determinar la carga ambiental transferida a través de los sistemas productivos. Sin embargo, debido a la escasez de información cuantitativa de los impactos ambientales, no existe un método o un modelo que pueda ser aplicado a todos los procesos; para su implementación es necesario elaborar un modelo específico para describir y analizar el ciclo de vida de cada uno de los productos.

La empresa Koyomad S.A es una empresa de tradición en la fabricación de productos cárnicos, y ha sido interés permanente de sus directivos conservar el entorno y generar una cultura ambiental en sus empleados y clientes. Como parte de este compromiso ambiental, la empresa decidió implementar el ACV para sus productos, iniciando con el lomo de res crudo.

El ACV como herramienta de gestión ambiental puede ayudar a la empresa Koyomad S.A a tener ventajas competitivas a través del ahorro de costos en los procesos productivos y a mejorar la imagen de la empresa en cuanto a su gestión ambiental.

Para realizar el ACV del lomo de res crudo se tomó la NTC ISO 14040:2006, aplicando el método de cálculo matricial de Heijungs y Suh para el análisis de inventario del ciclo de vida. La unidad funcional seleccionada fue un paquete de lomo de res crudo empacado al vacío, equivalente a 5,77 kg. Los límites del sistema incluyen las etapas del ciclo de vida desde la planta de sacrificio (proveedor de Koyomad S.A.) hasta el punto de venta de la Calle 122.

El resultado del ACV del lomo de res crudo calculado, mostró como impactos ambientales más influyentes en cuanto a costos de los insumos y generación de residuos: el consumo de agua (88.61%), el consumo de energía eléctrica (7,9%), la generación de vertimientos (1,3%), la generación de residuos orgánicos (1,56%) y las emisiones atmosféricas (0,22%). A través de medidas de gestión aplicadas a cada uno de estos aspectos ambientales se pueden lograr beneficios económicos para la empresa de aproximadamente un 12% del total de los costos ambientales actuales.

2. ABREVIATURAS

ACV: Análisis de ciclo de vida.

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura

PIB: Producto interno bruto.

UF: Unidad funcional.

UIS: Universidad Industrial de Santander.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la década de los 60 se empezaron a desencadenar una serie de problemáticas que generaron interés por el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los distintos productos. En 1963, Harold Smith presentó un estudio sobre la cantidad de energía necesaria para la fabricación de productos químicos, destacando las pérdidas que existían a lo largo del proceso productivo. En 1988 fue importante el uso de esta herramienta para darle una solución a la “Crisis de los residuos sólidos” debido a la dificultad de atribuir responsabilidad en la gestión de los residuos. (Ramírez A, 2006) Así, el hombre se ha empezado a preguntar: “¿Cuáles son todas las etapas por las cuales pasa el producto que estoy consumiendo antes de llegar a mis manos, y cuál es su impacto ambiental?”, pero sólo recientemente se han desarrollado herramientas para conocer estos impactos: estas herramientas incorporan tanto elementos objetivos como subjetivos en su procedimiento. Sin embargo, no existe un método o un modelo que pueda ser aplicado a todos los procesos productivos; para su implementación es necesario elaborar un modelo específico para describir y analizar el ciclo de vida de cada uno de los productos.

Algunas empresas como PRE- CONSULTANTS, Ifu Hamburg GMBH, y Ecobilan-Price-Waterhouse Coopers. (Eusko Jaularitza gobierno Vasco, 2009) entre otras, han diseñado diferentes herramientas informáticas para realizar el ACV, pero no pueden ser aplicadas a cualquier proceso ya sea por la falta de información o porque no todos los elementos del programa aplican para la región donde se encuentra la empresa.

La empresa Koyomad S.A es una empresa de tradición en la fabricación de productos cárnicos y “cuenta con gran experiencia y compromiso desde el año 1969, los cuales la han posicionado como una compañía sinónimo de excelencia y calidad en el mercado de cárnicos y embutidos a nivel nacional” (Koyomad S.A, 2006); además ha sido interés permanente de sus directivos generar una cultura ambiental en sus empleados y clientes. Como parte de este compromiso, las directivas de la empresa, atendiendo las recomendaciones de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), ha decidido implementar el ACV para todos sus productos, de modo que pueda conocer de forma más precisa los impactos asociados a cada uno de ellos y posteriormente prevenirlos o mitigarlos; no obstante, no se cuenta con referencias bibliográficas o casos de estudio realizados previamente en Colombia para industrias cárnicas.

De acuerdo con lo anterior, el presente proyecto lleva a cabo el ACV del lomo de res crudo como caso piloto dentro de la empresa. Lo que se busca con la aplicación de esta metodología es conocer los impactos asociados al momento de procesar el lomo de res crudo y prevenirlos o mitigarlos para causar la menor

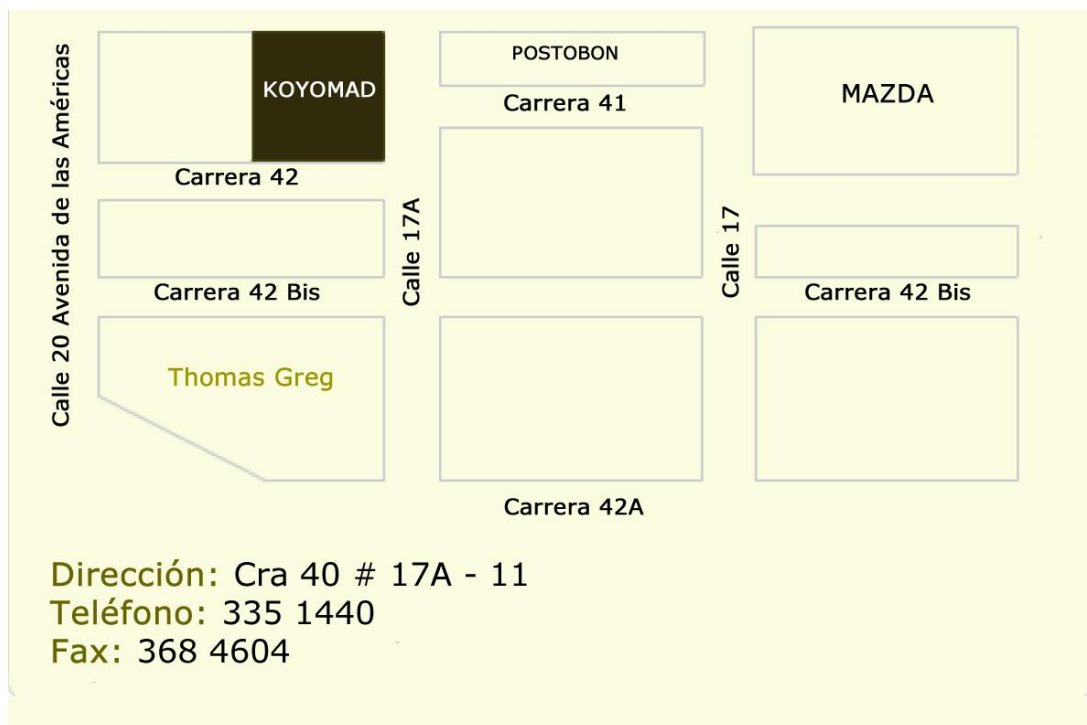
afectación ambiental posible. Luego, la empresa espera realizar una implementación similar del método en las otras líneas de producción, estableciendo aquellos impactos ambientales más relevantes y así generar planes de reducción para ellos.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO CONTEXTUAL

KOYOMAD S.A es una empresa colombiana dedicada a la elaboración y comercialización de productos y especialidades cárnicas. La planta de producción y puntos de venta directos se encuentran en Bogotá, pero se comercializan productos en Cali, Medellín, Cartagena entre otras ciudades. La empresa cuenta con una alta experiencia y compromiso con los consumidores desde el año 1969, los cuales los han posicionado como una compañía sinónimo de excelencia y calidad en el mercado de cárnicos y embutidos a nivel nacional; las materias primas (ganado vacuno, porcino y pollo) cumplen con los más altos estándares de calidad gracias a una selección detallada de proveedores y un trabajo continuo con ellos para lograr mejoras en la cadena producción; cuentan con una gama de productos que supera las 120 referencias, comercializadas bajo las marcas KOLLER y VIAKA. La línea de productos procesados, cuenta con más de 70 diferentes referencias, y la línea de carnes frescas consta de más de 50 diferentes cortes de carne de res, cerdo, ternera y pollo. (Koyomad S.A, 2006).

Figura 1. Ubicación de la planta de producción



(Koyomad S.A., 2006)

Figura 2. Almacén calle 122



(Koyomad S.A., 2006)

4.2. MARCO TEORICO:

El ciclo de vida de un producto se entiende como una serie de etapas u operaciones necesarias para la producción de un bien o servicio, y comprende desde la adquisición de las materias primas o de su generación a partir de recursos naturales, hasta la disposición final de los residuos que provengan de su uso o del término de vida útil. Para identificar y evitar el desplazamiento potencial de una elevada carga ambiental entre las etapas del ciclo de vida o hacia el ambiente, se recurre usualmente al análisis de ciclo de vida (ACV) que se define como: la "compilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos al entorno de un sistema de producto durante todo su ciclo de vida." (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2006).

La implementación de un ACV involucra la ejecución de cuatro etapas: (1) la definición del objeto y alcance del análisis, (2) el análisis del inventario, (3) la evaluación del impacto ambiental y, (4) la interpretación.

4.2.1. Definición del objetivo y el alcance del ACV

Para la definición del objetivo y el alcance es importante establecer cuatro elementos fundamentales: (1) la aplicación del ACV, (2) las razones que se tienen para realizar el estudio, (3) las personas a las cuales va a ir referido el estudio del ACV y (4) si los resultados del estudio van a ser divulgados al público para posibles comparaciones con otros estudios. Es importante tener bien definido el alcance del estudio para poder garantizar que su amplitud, profundidad y nivel de detalle, sean los suficientes para lograr el objetivo establecido al momento de seleccionar el producto al cual se le va aplicar la metodología de ACV. En el alcance se incluyen: el sistema del producto que se quiere estudiar, la unidad funcional (UF), los límites del sistema, los requisitos para obtener los datos, las suposiciones, las limitaciones, y los requisitos de la calidad de los datos.

La función que cumple la UF es proporcionar una unidad de referencia a la cual se le relacionan las entradas y salidas de insumos o productos, es necesaria esta referencia para asegurar que los resultados del ACV son comparables y compatibles con el proceso que se está analizando.

Los límites del sistema definen procesos unitarios que van a ser incluidos dentro del estudio de ACV. La elección de los elementos del sistema depende de la definición del objetivo y el alcance del estudio, aplicación, suposiciones, y restricciones. Es importante no establecer un límite del sistema en los puntos o etapas del proceso donde mayor impacto ambiental se genera, puesto que esto generaría un sesgo en el ACV del producto seleccionado y los datos resultantes no serían tan relevantes como se esperan; a menos que sea estrictamente necesario o no se disponga de la información suficiente o confiable para realizar el ACV (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2006).

4.2.2. Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV)

Esta etapa consiste en la recopilación de los datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas del sistema de producción. La realización del análisis de inventario es un proceso iterativo, es decir: a medida que se recopilan datos se pueden identificar nuevos requisitos y limitaciones los cuales pueden alterar el objetivo o los alcances que inicialmente se habían planteado.

La recopilación de datos puede incluir cuatro categorías: (1) entradas de energía, materias primas, entradas auxiliares, (2) productos, coproductos y generación de residuos, (3) emisiones, vertimientos, afectación al suelo, y (4) otros aspectos ambientales. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2006).

En este sentido, esta fase involucra la cuantificación de los flujos pertinentes al

sistema productivo, y su procesamiento matemático para calcular la magnitud de la carga ambiental transferida durante el ciclo. El tratamiento matemático del impacto asociado al ciclo de vida de los productos no es de origen reciente. Por ejemplo, la ecuación de Ehrlich y Holdren (1971; citado por Heijung, Huppes y Guinée, 2009) descompone el impacto ambiental (I) de las actividades humanas en los efectos separados de la población (P), la riqueza (A) y la tecnología (T). En su forma básica, expresa el hecho de que existen tres variables relativamente independientes que determinan el nivel de contaminación:

- La contaminación por unidad de PIB, determinada por la tecnología T.
- El PIB per cápita, medido por la riqueza A.
- El tamaño de la población P.

Éstos se combinan para formar una expresión matemática:

$$I=PAT$$

La presunción de independencia de las variables P, A y T, así como su linealidad en la ecuación implica que se pueden estudiar de forma separada las contribuciones y efectos de los cambios en cada una de ellas sobre los cambios en el impacto ambiental. Es así como la formula de Ehrlich proporciona un marco de referencia fundamental en la categorización de los métodos analíticos para la toma de decisiones ambientales.

Debido a que las variables involucradas en la formula no son valores puntuales sino que representan conceptos multidimensionales, puede transformarse la anterior expresión a una forma matricial como:

$$i=TAp$$

En la que las letras minúsculas representan vectores columna y las mayúsculas, matrices, adoptando las siguientes definiciones:

- i representa un vector de n tipos de presión (por ejemplo, las emisiones de CO_2) o tipos de impacto ambiental (biodiversidad, cambio climático).
- T es una matriz de n filas de tipos de presión o impacto ambiental, y m columnas de tipos de actividades económicas.
- A representa una matriz de m filas de tipos de actividades económicas y l tipos de consumidores.
- P representa el vector de l tipos de consumidores. (Heijung, Huppes y Guinée, 2009)

La inevitabilidad de la degradación del medio ambiente en términos termodinámicos no significa necesariamente una pérdida de la calidad ambiental. El entorno natural en sí es también una entidad viva, que a su vez se alimenta de

entropía negativa, siempre por la radiación solar. El mundo de los vivos, y de hecho la humanidad, ha sido capaz de vivir en una armonía de millones o incluso miles de millones de años. Poco a poco, esto ha cambiado. La ecuación IPAT distingue tres direcciones en las que este cambio ha tenido lugar:

- Población: Tamaño de la población humana ha aumentado enormemente durante los últimos siglos. Se ha más que duplicado desde 2,500 millones en 1950 hasta 6,000 millones alrededor del 2000.
- Riqueza: En la era pre-industrial, el nivel de vida era mucho menor. La gente vivía en pequeñas casas con pocos artículos de lujo.
- Tecnología: La productividad de alimentos por hectárea ha aumentado de forma espectacular. Del mismo modo, el tiempo necesario para viajar o para transmitir un mensaje a más de 100 km se ha reducido a un grado enorme. Todo esto es debido a la evolución de la tecnología.

La ecuación IPAT separa los efectos de los cambios combinados en cada una de las tres direcciones. Esto proporciona un buen punto de partida para el diseño de un marco de referencia para la modelación de los impactos ambientales de la actividad económica.

La mayoría de los modelos se enfocan sólo en una de estas dimensiones. En particular, el ACV basado en unidades funcionales, apunta a la dimensión tecnológica ignorando las otras dos. Es decir, el ACV se orienta hacia el objetivo de precisar el impacto ambiental por unidad de consumo. Se pretende, pues, operacionalizar una fórmula del tipo $\mathbf{i} = \mathbf{Tf}$ donde $\mathbf{f}$ es la demanda de productos básicos que se especifica mediante la unidad funcional.

De acuerdo con Heijungs y Suh (2002; citado por Heijung, Huppes y Guinée, 2009), esta fórmula puede expresarse como $\mathbf{g} = \mathbf{\Lambda f}$, donde $\mathbf{g}$ es el vector de intervención o inventario ambiental, $\mathbf{\Lambda}$ es la matriz de intensidad, y $\mathbf{f}$ es el vector de demanda final. La matriz de intensidad en sí, se construye como una combinación de la matriz de tecnología $\mathbf{A}$ y la matriz de intervención $\mathbf{B}$, de modo que $\mathbf{\Lambda} = \mathbf{BA}^{-1}$. (Heijung R, Huppes G, Guinée J. 2008)

La aplicación de esta expresión matricial implica una etapa previa en la cual se determine la cantidad y tipo de todos los flujos de entrada y salida de materiales en las distintas actividades económicas. Para varios implementadores del ACV, la solución de estos balances de materia es una tarea compleja, que involucra en primer lugar definir el método matemático a usar para luego escoger una herramienta informática que lo desarrolle. Para efectos del presente estudio se adopta la formulación matemática del ACV basado en unidades funcionales, cuya solución matricial puede ser llevada a cabo en hojas de cálculo como las de Microsoft Excel. El inventario de las intervenciones del ciclo de vida se obtiene por la ecuación:

$$\mathbf{g}_k = \sum_j \sum_i b_{kj} (a^{-1})_{ji} f_i \quad (\mathbf{g} = \mathbf{BA}^{-1}\mathbf{f})$$

Donde: $\mathbf{g}_k$ ($\mathbf{g}$) es el vector de intervención ambiental; $\mathbf{b}_{kj}$ ($\mathbf{B}$) es la matriz de

intervención; $(a^{-1})_{j,i}$ (A^{-1}) es la matriz inversa de la tecnología de matriz (A), y, (f) es el vector de demanda.

La matriz de tecnología **A** se obtiene de la yuxtaposición de los vectores tecnológicos, cada uno de los cuales representa las relaciones lineales de entrada y salida de los flujos económicos relacionados con una etapa del proceso. En otras palabras, cada vector describe la “estequiometría” de una etapa del ciclo de vida presentando la proporcionalidad existente entre los consumos (valores negativos) y la producción (valores positivos) de esa etapa.

Asimismo, la matriz de Intervención **B**, se obtiene de la yuxtaposición de vectores de intervención. Cada vector representa los flujos ambientales de una etapa específica (corrientes de intercambio entre la etapa y el medio ambiente). El vector de intervenciones ambientales **g** describe el perfil ambiental del ciclo de vida, esto es el resultado de todas las intervenciones ambientales relevantes para la alternativa estudiada. Valores negativos se refieren a consumos de recursos naturales mientras que valores positivos implican la generación de corrientes residuales.

De otra parte, cada columna de la matriz de intensidad Λ describe todas las intervenciones ocasionadas en el ciclo de vida por la generación de una unidad del producto de la etapa relacionada con esa columna.

4.2.3. Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)

La fase de evaluación de impactos de un ACV tiene como propósito evaluar cuan significativos son los impactos ambientales potenciales que pueden causar algún problema sobre la salud humana, y los recursos naturales identificados en el ICV. En general, este proceso implica la asociación de los datos de inventario con las categorías de impactos ambientales (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2006). Para ello se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$I = g * k$$

Donde: I es el indicador de impacto, que puede ser determinado por costos ambientales o directamente por una categoría de impacto ambiental, g es el vector de intervención ambiental, k es el vector que describe costo o el nivel de impacto unitario de cada una de las entradas y salidas que existe en el sistema. (Dodbiba G- Takahashi K- Furuyama T- Sadaki j- Kamo T- Fujita T, 2012)

Es importante tener presente en esta etapa los factores de estrés ambiental. Un factor de estrés es un conjunto de condiciones que pueden conducir a un impacto ambiental. Un EICV proporciona, entonces, un procedimiento sistemático para la clasificación y caracterización de estos tipos de efectos ambientales. (Curran M, 2006)

4.2.4. Interpretación del ciclo de vida

La interpretación es la fase del ACV, en la cual los hallazgos del análisis del inventario y de la evaluación de impacto se consideran de forma conjunta; esta fase deberá proporcionar resultados que sean coherentes con el objetivo y el alcance definidos al iniciar el estudio de ACV, también debe generar conclusiones y recomendaciones del proceso al cual se le realizó el ACV. La interpretación del ACV debe ofrecer una lectura comprensible, completa y coherente en la presentación de resultados de acuerdo con lo que se definió en el objetivo y alcance del estudio. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2006).

4.3. MARCO CONCEPTUAL:

Aspecto ambiental:

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Canal:

Res muerta y abierta, sin las tripas y demás despojos.

Ciclo de vida (CV):

Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producción desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final. En función del alcance del análisis que se desee realizar, el ciclo de vida puede ser limitado según cuatro diferentes enfoques:

- **De la puerta a la puerta:** se denomina así cuando sólo se tiene en cuenta las entradas y salidas de la línea de producción (proceso de fabricación).
- **De la cuna a la puerta:** se denomina así, cuando el alcance del sistema se limita a las entradas y salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se dispone en el empaque y es etiquetado (hasta la salida de la planta de producción).
- **De la cuna a la tumba:** Es cuando CV de un producto incluye todas las entradas y salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida: desde obtención de materias primas, proceso, almacenamiento, transporte, comercialización, uso del producto, reciclaje y/o disposición final.
- **De la cuna a la cuna:** es cuando el CV de un producto incluye todas las entradas y salidas desde la generación y/o adquisición de las materias primas hasta el fin de la vida útil del producto, pero considerando todas las

salidas como corrientes de entrada al mismo ciclo o a otro ciclo productivo, de manera de que el balance ambiental neto sea positivo; dicho de otra manera, que se produzca más de lo que se consume.

Coproducto:

Cualquier producto de entre dos o más productos provenientes del mismo proceso unitario o sistema del producto.

Corte:

Sección por donde ha sido cortada una pieza de carne, un embutido, etc.

Desmembranadora:

Equipo utilizado para retirar de la superficie de los lomos de res partes de la membrana que cubre el lomo (grasa y tejido conjunto)

Desposte:

Descuartizar una res o un ave.

Materia auxiliar:

Materia que entra y se utiliza en el proceso unitario de obtención del producto, pero que no constituye una parte del producto.

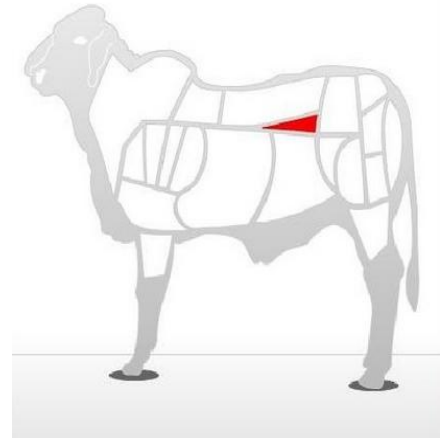
Insumo:

Conjunto de bienes empleados en la producción de otros bienes.

Lomo:

Cada una de las dos piezas de carne de cerdo o de vacuno que están junto al espinazo y bajo las costillas.

Figura 3. Corte de lomo de res



Fuente: (Gomez, 2010)

Materia prima:

Materia prima o secundaria que se utiliza para elaborar un producto. Pueden ser insumos o materia auxiliar.

Proceso:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Proceso unitario:

Elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida para el cual se cuantifican datos de entrada y salida.

Unidad funcional (UF):

Desempeño cuantificado de un sistema de producción para su utilización como unidad de referencia.

Costos directos:

Es el valor económico de los recursos empleados en la manufactura de un bien o servicio, como son la mano de obra, la materia prima, o algunos gastos de fabricación como la energía eléctrica.

Costos sombra u ocultos:

Son los costos que teniendo existencia real en la actividad productiva de una empresa, no pueden ser identificados directamente en la producción de un bien o servicio; tales como: los gastos financieros, el uso de activos intangibles y los costos ambientales.

4.4 MARCO LEGAL

El marco legal que se presenta a continuación corresponde exclusivamente a los requerimientos regulatorios que aplican al proceso de producción de lomo de res crudo en la empresa Koyomad S.A., teniendo en cuenta los materiales e insumos empleados en el así como los diferentes aspectos ambientales asociados.

ASPECTO	NORMA	ARTÍCULOS	OBLIGACIONES
Ruido	Resolución 627 de 2006	Artículo 17 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. Niveles de emisión de ruido ambiental en 14 horas en dB (A) 75 (día) 75 (noche). (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2012)
		Artículo 26. Edificaciones.	Sin perjuicio de lo establecido en otros artículos de esta resolución, en todas las edificaciones, se debe exigir que se adopten las medidas preventivas necesarias. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2012)
Vertimientos	Resolución 3957 de 2009	Capítulo VII Artículo 41. Parágrafo 1	Todo usuario que genere vertimientos de aguas residuales, exceptuando los vertimientos de aguas residuales domésticas realizados al sistema de alcantarillado público está obligado a solicitar el registro de sus vertimientos ante la SDA. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2009)
	Decreto 3930 de 2010	Capítulo VII Artículo 41. Parágrafo 1	Se exceptúan del permiso de vertimiento a los usuarios y/o suscriptores que estén conectados a un sistema de alcantarillado público. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2010)

ASPECTO	NORMA	ARTÍCULOS	OBLIGACIONES
Vertimientos	Decreto 3930 de 2010	Capítulo VII Artículo 42. Parágrafo 2	Los análisis de las muestras deberán ser realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1600 de 1994 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2010)
RUA	Resolución 1023 de 2010 MAVDT	Artículo 4. Solicitud de inscripción en el Registro Único Ambiental para el sector manufacturero.	Toda persona natural o jurídica, pública o privada que se encuentre en el ámbito de aplicación de la presente resolución, deberá solicitar inscripción en el Registro Único Ambiental, RUA, para el sector manufacturero, mediante comunicación dirigida a la autoridad ambiental competente en cuya jurisdicción se encuentre localizado el establecimiento. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, 2010)
Departamento de Gestión Ambiental	Decreto 1299 de 2008	Artículo 5	Conformación del departamento de gestión ambiental. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2008)
Residuos Peligrosos	Resolución 1188 de 2003	ARTICULO 6. Obligación del acopiador primario.	a) Estar inscrito ante la autoridad ambiental competente. (Departamento Administrativo de Medio Ambiente, 2003)

ASPECTO	NORMA	ARTÍCULOS	OBLIGACIONES
Residuos Peligrosos	Decreto 4741 de 2005	Artículo 10 Obligaciones del generador	a. Garantizar la gestión y manejo integral de los residuos peligrosos que se generan. b. Elaborar un plan de gestión integral de residuos peligrosos c. Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos. d. Garantizar el envasado o empacado y etiquetado de los RESPEL. e. Registrar ante la autoridad ambiental competente y por una sola vez y mantener actualizada la información. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2005)
Inocuidad	Resolución 2905 de 2007		Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina destinados para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación. (Ministerio de la Protección Social, 2007)

ASPECTO	NORMA	ARTÍCULOS	OBLIGACIONES
Emisiones Atmosféricas	Resolución 910 de 2008	Artículo primero	La presente resolución establece los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes que deben cumplir las fuentes móviles terrestres, reglamenta los requisitos y certificaciones a las que están sujetos los vehículos y demás fuentes móviles, sean importadas o de fabricación nacional, y se adoptan otras disposiciones. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, 2010)
		Artículo tercero	La medición de los gases contaminantes se llevará a cabo según los procedimientos definidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y por el Ministerio de Transporte y por aquellos establecidos o validados por el DAMA para tal fin, mediante equipos analizadores de gases y opacímetros acorde al tipo de combustible del vehículo. (Departamento Administrativo de Medio Ambiente, 2005)

ASPECTO	NORMA	ARTÍCULOS	OBLIGACIONES
BPM	Decreto 3075 de 1997	Artículo 1. Ámbito de aplicación	La salud es un bien de interés público. En consecuencia, las disposiciones contenidas en el presente Decreto son de orden público, regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplicaran: a. A todas las fabricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos. b. A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional. c. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano. d. A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos, sobre los alimentos y materias primas para alimentos. (INVIMA,1997)

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Analizar el ciclo de vida del lomo de res crudo en la unidad de producción de la empresa Koyomad S.A.

5.2 Objetivos específicos

- Conocer el ciclo productivo del lomo de res crudo de la empresa Koyomad S.A desde la adquisición de la materia prima, hasta la venta en el almacén de la calle 122.
- Analizar el inventario del ciclo de vida del lomo de res crudo.
- Determinar el impacto ambiental del ciclo de vida del lomo de res crudo.
- Proponer medidas de gestión ambiental para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales del proceso de producción.

6. JUSTIFICACIÓN

La Food and Agriculture Organization (FAO) señala que la crianza de ganado y su sacrificio para la obtención de productos cárnicos es una de las principales causas de la problemática ambiental que actualmente vive la humanidad, la cual incluye: la degradación y compactación de los suelos, la contaminación atmosférica causada por la fermentación entérica, la contaminación de fuentes hídricas, y la pérdida de biodiversidad. Estos son algunos de los factores que contribuyen con el calentamiento del global (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006). También durante el proceso de transporte, transformación y arreglo de la materia prima, transporte a los puntos de venta, consumo y disposición final, se generan una serie de impactos ambientales los cuales contribuyen aun más con la contaminación ambiental.

Para Koyomad S.A la implementación del análisis de ciclo de vida de sus productos es importante, puesto que al ser una empresa de gran tradición nacional siempre se ha preocupado por adquirir una excelente materia prima y ésta depende en gran parte de la calidad del suelo, agua y aire: si no hay buenas condiciones ambientales tampoco habrá buenos productos. En un futuro se incrementará la demanda de información de las características ambientales de los productos: cómo se realiza la adquisición de la materia prima, cómo es su transformación, cómo es su distribución a minoristas y mayoristas, cómo es el comportamiento de los consumidores finales y cómo realizan la disposición final del empaque del producto de tal manera que se genere el menor impacto ambiental. Los consumidores cada vez están más comprometidos con el ambiente y son más exigentes con los productos que consumen.

El análisis de ciclo de vida como herramienta de gestión ambiental puede ayudar a la empresa Koyomad S.A a tener ventajas competitivas a través del ahorro de costos en los procesos productivos y a mejorar la imagen de la empresa en cuanto a su gestión ambiental. También puede contribuir a los programas de responsabilidad social empresarial.

La información que requiere un análisis de ciclo de vida puede examinarse desde el punto de vista biofísico o a través de costos directos y sombra; en este proyecto se realizará una fusión de estos dos enfoques para conocer tanto el proceso productivo como los valores monetarios asociados, identificando los puntos donde se presentan los impactos y costos ambientales más relevantes, de modo que sea un insumo para un diseño asertivo de estrategias de gestión ambiental que garanticen un proceso más eficiente y responsable con el ambiente.

En Colombia, el análisis de ciclo de vida no se ha implementado aún en procesos de productos cárnicos. Actualmente es fundamental que una empresa de alimentos realice todos sus esfuerzos para poder cumplir con el concepto “de la

granja a la mesa” (trazabilidad) no solo respecto a la inocuidad de los productos sino también frente al tema de los impactos ambientales. Por ello es de vital importancia para la empresa Koyomad S.A aplicar una metodología de análisis de ciclo de vida a uno de sus productos y de igual forma brindarles a sus consumidores un producto de excelente calidad y comprometido con el medio ambiente. La empresa Koyomad S.A está comprometida con sus consumidores y no solo quiere brindarles el mejor producto, sino también brindar un producto más responsable con el medio ambiente, es por eso que el análisis de ciclo de vida en el lomo de res crudo es el primer paso para obtener la información del impacto ambiental y así poder actuar para disminuir el impacto ambiental de algunos de sus productos y tener un control más estricto en el proceso productivo de los mismos.

7. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Este proyecto tuvo como meta realizar la implementación del análisis de ciclo de vida en el lomo de res crudo de la empresa Koyomad S.A y toda la información que se procesó provino de fuentes primarias.

- **FASE 1: Conocer el ciclo productivo del lomo de res crudo de la empresa Koyomad S.A desde la adquisición de la materia prima, hasta la venta en el almacén de la calle 122.**

- a. Se determinaron los proveedores de las materias primas que están involucradas para la realización del lomo de res crudo, y se priorizó el acceso a la información.
- b. Se recopiló información sobre la comercialización y venta del lomo de res crudo.
- c. Se determinó la influencia que tienen los distintos insumos en el lomo de res crudo.

- **FASE 2: Definición del objeto y alcance del ACV para el lomo de res crudo.**

- a. Definición y socialización interna del objetivo del ACV.
- b. Se elaboró un diagrama de flujo del proceso donde se identificaron las entradas y salidas de productos y sub-productos.
- c. Definición de los límites del sistema y la UF de análisis.
- d. Selección de la información recolectada y método de análisis de resultados.

- **FASE 3: Análisis del inventario del ciclo de vida del lomo de res crudo.**

- a. En el diagrama de flujo producto de la fase anterior se cuantificaron las entradas y salidas de productos y sub-productos, y los resultados se consignaron en una matriz de entradas y salidas.
- b. Se analizaron los datos obtenidos durante todo el proceso del lomo de res crudo mediante cálculo matricial para calcular el vector de intervención ambiental.

- **FASE 4: Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida del lomo de res crudo.**

- a. Se realizó una evaluación cualitativa de los impactos ambientales generados durante el ciclo de vida del lomo de res crudo.
- b. Se identificaron los puntos críticos ambientales del ciclo de vida.
- c. Se calculó el costo del ciclo de vida para el lomo de res crudo, identificando los elementos con mayor incidencia en el total de ingresos y egresos ambientales.

- **FASE 5: Propuesta de medidas de gestión ambiental para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales del proceso de producción.**

A partir de la evaluación del impacto de ciclo de vida, se propusieron medidas orientadas a la reducción de las afectaciones ambientales en los ítems con mayor incidencia en el costo del ciclo de vida.

- **FASE 6: Realización del documento final.**

Por último después de haber culminado las fases anterior mente nombrada se realizo el documento final, el cual contiene la información que puede ser divulgada y la descripción del ACV del lomo de res crudo.

8. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

8.1. CONOCER EL CICLO PRODUCTIVO DEL LOMO DE RES CRUDO DE LA EMPRESA KOYOMAD S.A. DESDE LA ADQUISICIÓN DE LA MATERIA PRIMA, HASTA LA VENTA EN EL ALMACÉN DE LA CALLE 122

Se accedió a la base de datos de la empresa con previa autorización para saber cuáles eran todos los proveedores de las materias primas, después se filtró la información para sólo tener en cuenta los proveedores de canal de novillo, de lomo en corte, de empaques y bolsas plásticas las cuales se utilizan a lo largo del ciclo productivo. Después de haber realizado esta tarea se procedió a realizar la petición a los proveedores para que brindaran información sobre su proceso productivo, como: consumo de agua, consumo de energía eléctrica, distancias recorridas por los vehículos, entre otra información; pero los proveedores no accedieron a brindar esta información puesto que algunos de ellos no realizan mucho control en sus procesos y otros simplemente porque lo consideran secreto industrial. No es posible brindar los nombres de las empresas proveedoras de lomo, canal y empaques plásticos de la empresa porque es secreto industrial. Para realizar un análisis de ciclo de vida un poco más detallado se recurrió a información secundaria sobre la cantidad de agua, energía eléctrica, y combustible que son necesarias en este proceso. Adicionalmente se tomó la cantidad de residuos sólidos, y la caracterización de las aguas del mismo estudio realizado por la UIS y el IDEAM. (IDEAM-UIS, 2001)

Tabla 1. Código de proveedores de lomo de res

PROVEEDORES LOMO DE RES	
PRODUCTO	NUMERO
Cortes de res	20
Cortes de res	21
Novillo	25
Novillo y Novillo compensado	26
Novillo y novillo compensado	28
Cortes de res*	31
Cortes de res	32
Cortes de res	34

* El número que se encuentra al frente del producto es la manera en la cual se identifica la empresa proveedora de materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Especificaciones de empaque y bolsas utilizadas en el proceso.

PROVEEDORES DE EMPAQUES Y BOLSAS		
PRODUCTO	PESO	MEDIDA
Bolsa de empaque al vacío	20g	10x30 pulgadas
Lamina plástica (rollo)	3Kg	14x16 pulgadas
Bolsa lechosa biodegradable	10g	grande
Bolsa plástica contramarcada	20g	16x24 pulgadas (Grande)
Bolsa plástica contramarcada	5g	13x16 pulgadas (Mediana)
Bolsa plástica contramarcada	5g	7x10 pequeña (pequeña)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Proveedores de servicios públicos y varios.

PROVEEDORES DE OTROS SERVICIOS	
PROVEEDORES	PRODUCTO
EMGESA	Proveedor del servicio de electricidad
CODENSA	Mantenimiento de la planta eléctrica
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB)	Abastecimiento de agua
DUPON	Gas refrigerante

Fuente: Elaboración propia.

La comercialización del lomo de res en el almacén depende de cada cliente. Hay clientes que lo solicitan entero, otros tajado grueso (para *filét mignon*) o en tajadas delgadas para asar. El lomo se saca del empaque al vacío en el almacén, y antes de exhibirse en la vitrina se almacena en el cuarto frío por mínimo 30 minutos. El cliente puede escoger también el empaque: en bolsa transparente grande o pequeña, al vacío o en lámina plástica. Para entregar el producto al cliente se utiliza una bolsa grande impresa (institucional) luego del proceso de facturación. Generalmente se presenta un pico en ventas de lomo de res en las 3 últimas semanas de diciembre, antes de salir a las vacaciones colectivas de la empresa. Para determinar la influencia de los distintos insumos en el lomo de res crudo se tomaron los valores de las distintas entradas y salidas y se convirtieron a unidades monetarias, para tener una misma unidad funcional entre todos los insumos. Debido a que la información de la empresa es secreto industrial no es posible brindar los valores exactos de los costos de los insumos.

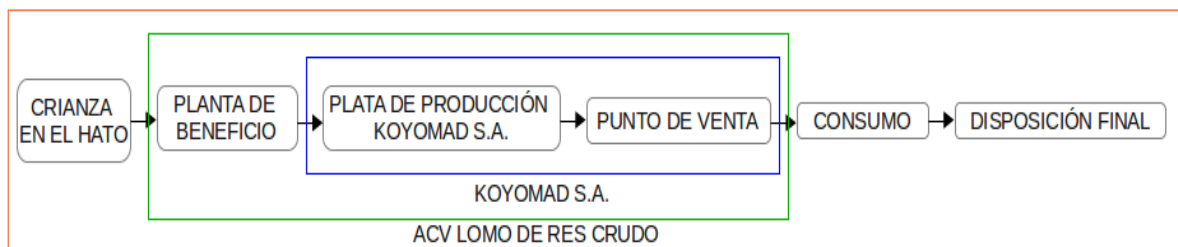
Para realizar la identificación de la unidad funcional del lomo de res crudo fue necesario realizar el pesaje de una parte de la producción total de lomo en un día, esta tarea se realizó con previa autorización de la gerencia. Se tomó una muestra representativa de lomo de res empacados al vacío de una cantidad X de producción total en un día, el pesaje se le realizó a los lomos empacados de 4 unidades por cada bolsa. El promedio correspondió a 5,77 Kg de lomo de res empacado al vacío que para este estudio se tomó como la unidad funcional.

8.2. DEFINICIÓN DEL OBJETO Y ALCANCE DEL ACV PARA EL LOMO DE RES CRUDO.

La definición del objetivo fue saber qué se quería realizar con el ACV del lomo de res crudo. Para este caso el objetivo fue “Determinar los impactos ambientales más significativos y el costo del ciclo de vida para el lomo de res crudo, como unidad en producción de la empresa Koyomad S.A. y generar estrategias para la reducción de sus impactos ambientales.” teniendo en cuenta todas las diferentes entradas y salidas que se pudieran presentar a lo largo del proceso. En este sentido, se elaboró un diagrama de flujo del proceso de producción del lomo de res crudo, el cual se detallará posteriormente en este documento.

Para la definición del alcance del ciclo de vida del lomo de res crudo se tuvieron en cuenta varios aspectos, entre ellos están: la calidad de la información de la cual se disponía, la facilidad para adquirir esa información, el tiempo para la realización del ACV y la aplicación que se le quiere dar al ACV. Por tal motivo se decidió realizar el ACV desde la adquisición de la materia prima desde la planta de beneficio hasta la venta en el almacén de la calle 122. Este *cut off* fue seleccionado porque era desde donde se podía adquirir información; el principal problema que existe es que adquirir información de la crianza del ganado y del post consumo del producto es muy difícil o aun no se han realizado estudios al respecto.

Figura 4. Proceso productivo del lomo de res crudo



Fuente: elaboración propia

8.3. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA DEL LOMO DE RES CRUDO.

Por políticas internas de la empresa no es posible brindar datos exactos del proceso del lomo de res crudo; por lo tanto se indican sólo las entradas y las salidas de los productos e insumos, que fueron identificados en el diagrama de flujo. La información de los insumos y residuos de la planta de beneficio animal fue obtenida de un estudio realizado por el IDEAM y la UIS en el 2001 (IDEAM-UIS, 2001) y normalizada para la unidad funcional puesto que las empresas proveedoras de canal y de lomo de la empresa no estaban dispuestas a brindar información de su ciclo productivo. La información sobre la cantidad de CO₂

emitida por una persona (1,14Kg/día) fue adquirida de estudios realizados en otros lugares del mundo y se multiplico por la cantidad de operarios que están presentes en cada fase de la producción de lomo de res. (Vargas A, 2011) Por último, los Kilogramos de CO₂ que se producen en el transporte de la canal hasta la empresa se determinaron buscando la ruta desde la empresa proveedora hasta la planta de producción, después de haber obtenido la distancia se multiplico por los factores de emisión que arrojo un estudio de la Universidad Nacional de Bogotá que toma en cuenta los puntos muertos de movilidad de la ciudad. (Universidad Nacional de Colombia- Bogotá, 2012)

Para cuantificar los datos que se ingresaron a la matriz tecnológica y de intervención fue necesario realizar un seguimiento exhaustivo al proceso del lomo de res crudo, como también realizar varias consultas a los encargados de manejar estos temas, a continuación se explica cómo fue el proceso de toma de datos:

Agua:

Se registró el caudal de las diferentes mangueras que están presentes y se utilizan a lo largo del proceso para realizar los lavados de la materia prima y de las áreas, así como el caudal de la bomba que ayuda al proceso de desinfección, En todos los casos se utilizó un balde y con la ayuda de un cronómetro durante 3 segundos aproximadamente se agregó agua al mismo. Posteriormente se midió la cantidad de agua en una probeta y se dividió entre el tiempo que marcó el cronómetro, de este modo se obtiene el caudal en litros sobre segundo (L/seg). Después de tener el caudal se toma el tiempo que utilizan los encargados de las diferentes tareas para multiplicarlo por el caudal y saber la cantidad de agua en Litros (L) que se gasta en cada una de ellas. Es difícil establecer un parámetro de uso de agua porque depende del encargado que realiza la tarea, también del estado de ánimo del mismo, y del grado de suciedad del equipo, por lo tanto se tomó un valor medio del tiempo de uso de agua. La cantidad de vertimientos generados se presumió equivalente a la cantidad de agua que ingresa al sistema.

$$\frac{X \text{ Litros}}{\pm 3 \text{ segundos}} \times \text{tiempo de lavado} = \text{Cantidad de agua que se usa (L)}$$

Desinfectante:

El caudal al cual trabaja la bomba de desinfección es un parámetro conocido de la operación del proceso, de modo que sólo se procedió a mirar cuál es la concentración de preparación con la cual se prepara el desinfectante. Adicional a esto se observó cuál es el porcentaje de inyección de desinfectante al agua. Este proceso de desinfección se utiliza para las materias primas al llegar al área de recepción y desinfección.

Energía eléctrica:

Primero se realizó un listado de todos los equipos que hacen uso de energía eléctrica y que están involucrados en el proceso del lomo de res crudo. El listado fue completado por el Asistente HACCP (Hazard analysis and critical control points) de la empresa, el cual suministró la información sobre el voltaje y la cantidad de kilowatts (KW) que requiere cada equipo y cuantas horas al día trabajan; luego se separaron los equipos por proceso y se sumó la cantidad de KW de cada equipo para conocer la cantidad de energía eléctrica requerida en cada uno de ellos.

Hueso:

Se consultó al supervisor de planta para saber cuánto es el rendimiento aproximado de una canal. El dato suministrado para un animal con una edad promedio entre dos años y medio y tres años, equivale a un porcentaje de hueso entre 23% y 25%. Puede haber variaciones de acuerdo al método de desposte (variaciones causadas por el tipo de corte), tecnologías para el mismo, raza de los animales y edades.

Plástico:

Para conocer el peso del plástico que se genera en el área de recibo, se procedió a tomar muestras y realizar su pesaje cuando están contaminadas con sangre y cuando están secas. Durante el proceso en el área de empaque y maduración también se genera una pequeña cantidad de residuos plásticos procedentes de bolsas defectuosas o que se dañan mientras se está haciendo uso de ellas; pero la cantidad de estos residuos es mínima. Por último se consultó al Auxiliar de Calidad sobre los pesos y las distintas variedades de bolsas que se envían en los almacenes y que se usan para entregar el lomo de res.

Papel:

Solo se hace uso de papel en el área de recepción de la materia prima para secar el mesón donde se realiza el chequeo al lomo que llega en corte. Cuando el encargado de esta labor tomó papel se le pidió que lo entregara seco para pesarlo, se le regresó después de haberlo pesado para que secara el mesón y una vez utilizado se volvió a pesar. De este modo se estimó la cantidad de papel de la cual se hace uso y su peso después de haberlo usado.

Gas refrigerante:

Primero se determinó el peso del cilindro del gas refrigerante cuando está lleno, luego la cantidad de gas que contiene y por último se pesó el cilindro de nuevo cuando está vacío. Después de haber realizado esta tarea se le preguntó a preguntarle al Asistente HACCP cada cuánto es necesario realizar cambio de cilindros de gas refrigerante, estableciéndose que no hay

un periodo establecido para estos cambios puesto que depende de varios factores, pero que generalmente cada 3 meses se realiza cambio de los mismos. Es importante recalcar que el primer piso de la planta de producción está refrigerado pero el lomo de res sólo circula por aproximadamente el 40% de la planta, por lo tanto se multiplica el valor resultante por 0.40 y adicional a esto se multiplica por 4 piezas de lomo que es lo que contienen la unidad funcional.

$$\frac{X \text{ libras}}{\pm 3 \text{ meses}} \times 4 \text{ piezas (UF)} \times 40\% \text{ Cantidad de Libras de gas refrigerante requeridas por el lomo de res}$$

Cilindros de gas refrigerante:

Como ya se tiene el peso del cilindro de gas refrigerante vacío, se dividió entre la cantidad de meses en la cual se realiza el cambio del gas refrigerante y. Posteriormente. Se multiplicó por la cantidad de lomo de la unidad funcional que son 4 piezas. Teniendo en cuenta que, una vez vacíos los cilindros se convierten en chatarra metálica, este valor se utilizó en el inventario para cuantificar dicho flujo.

$$\frac{X \text{ Kg}}{\pm 3 \text{ meses}} \times 4 \text{ piezas (UF)} = \text{Cantidad en Kg por cada cilindro de gas refrigerante}$$

Combustible (Diesel):

Para las operaciones unitarias propias de la empresa, este dato se obtuvo del registro de consumo de combustible por cada furgón, tomando el valor total consumido por cada uno de los furgones en cada mes y calculando un promedio de consumo. En el caso de la operación de sacrificio, el dato se tomó de la información secundaria disponible.

CO₂:

Durante el proceso de producción no se hace consumo de combustible en ninguna de las etapas, a excepción de la distribución y el sacrificio que es donde se utiliza combustible diesel. El valor de las emisiones por galón de combustible se basó en un estudio que realizó la United States Environmental Protection Agency EPA en diciembre del 2011 (Environmental Protection Agency, 2011) donde indican que el valor de las emisiones generadas por galón de diesel es de 10,180 gramos por galón.

Cajas de cartón:

Algunas de las bolsas plásticas que llegan a la empresa lo hacen periódicamente en cajas de cartón, este dato me fue brindado por el Auxiliar de Calidad, estas cajas después de cumplir su uso se le entregan a una empresa que se encarga de realizar el reciclaje de ellas.

Tinas:

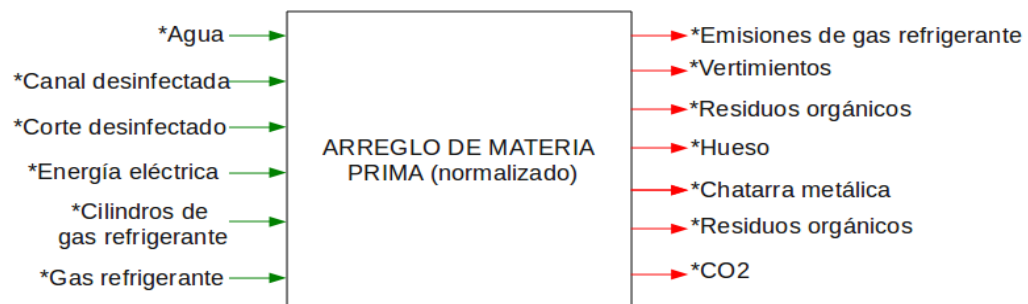
Solo se hace uso de tinas plásticas en la labor de despachos, distribución y almacenamiento en el almacén, esto para proteger la calidad del lomo y que no reciba golpes fuertes en este proceso. La compra de tinas se realiza periódicamente pero como esto depende también del trato que le dan los encargados de esta tarea se tomó el equivalente de la compra anual.

Normalización del arreglo de la materia prima:

Como gran parte de la canal que entra a la empresa se va en cortes para otros productos, fue necesario realizar una normalización de los consumos que se presentan en esta etapa del proceso para que los consumos de insumos correspondieran solo al lomo de res crudo en corte, y no a los consumos en general que se presentan en esta etapa para arreglar la canal.

$$\text{flujo normalizado} = \text{flujo base} * \frac{\text{cantidad del producto deseado}}{\text{cantidad del producto deseado} + \text{subproducto}}$$

Figura 5. Diagrama de flujo para la normalización del arreglo de la materia prima.



Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizada la matriz de entradas y salidas se procedió a calcular el vector de intervención ambiental por medio de las formulas descritas en el marco teórico.

8.4. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL CICLO DE VIDA DEL LOMO DE RES CRUDO.

Para realizar la identificación de los puntos críticos ambientales primero fue necesario realizar una evaluación cualitativa a través de una escala de tres colores donde el color rojo es el elemento del sistema que más impacto ambiental causa, amarillo es un impacto medio al ambiente, verde un impacto bajo y blanco es que el aspecto no causa un impacto ambiental considerable. La calificación se realizó separando las diferentes etapas del CV del lomo de res y se calificaron los

impactos relacionados con los aspectos ambientales más importantes en el proceso, como el consumo de energía eléctrica, la generación de residuos sólidos, la contaminación del aire y la contaminación del agua. Estos aspectos ambientales fueron tomados porque son los de mayor importancia para la empresa y son donde se ejerce una contaminación ambiental directa. Al haber terminado la calificación se procedió a identificar cual es el que mayor impacto ambiental genera, y actuar sobre él de manera prioritaria.

Posteriormente, y a partir de información secundaria de los costos unitarios para cada uno de los elementos del vector de intervención ambiental, se calculó el Costo del ciclo de vida (CCV), discretizando el porcentaje de incidencia de cada uno de los elementos tanto en el CCV como en el consolidado de ingresos y egresos ambientales del CV.

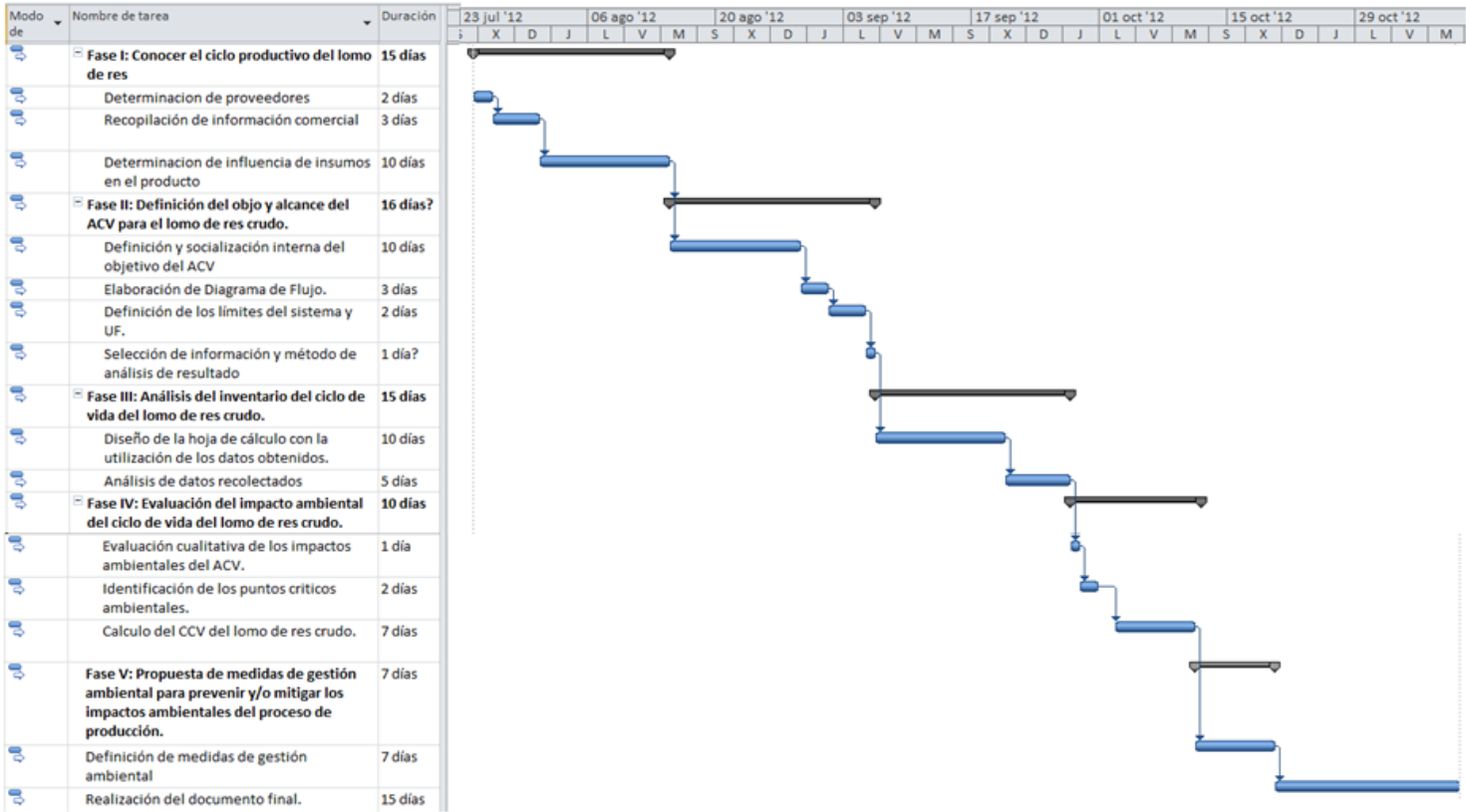
8.5. PROPUESTA DE MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA PREVENIR Y/O MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Para la selección de medidas de gestión se tuvieron en cuenta aquellos aspectos ambientales que implican el mayor costo o consumo para la empresa. Posteriormente se revisaron las acciones ya implementadas referidas a tales aspectos con el fin de mejorarlas y proponer nuevas herramientas que mejoren la eficiencia ambiental del proceso.

Para disminuir los consumos de los insumos presentes en el proceso se observaron los distintos procesos y procedimientos por los cuales pasa el lomo de res crudo, adicional a esto se le consulto cuales eran las estrategias que la empresa ya había planteado para disminuir los consumos de estos insumos y mitigar el impacto ambiental generado.

Las anteriores actividades fueron ejecutadas con base en el cronograma que se muestra a continuación:

Figura 6. Diagrama de Gantt para el desarrollo de la pasantía



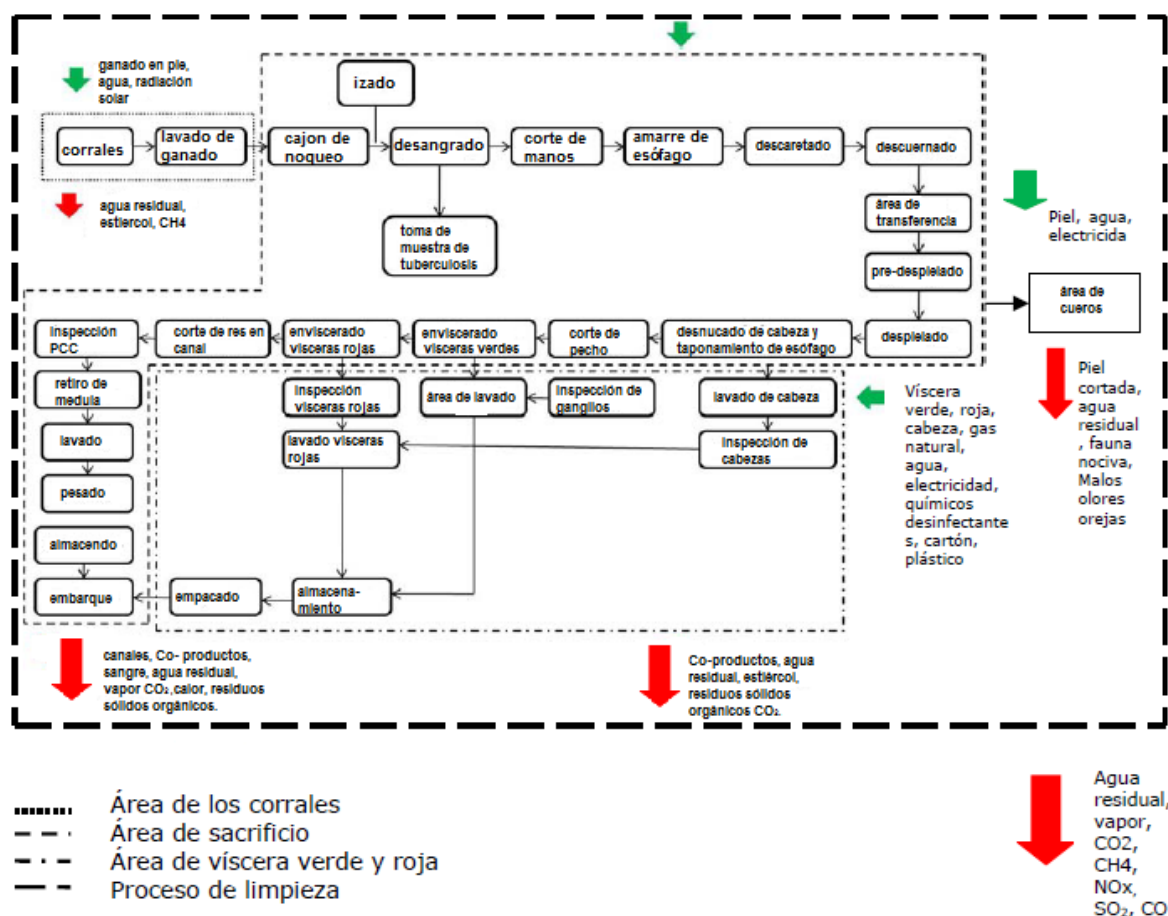
Fuente: Elaboración propia

9. RESULTADOS OBTENIDOS

9.1. CICLO PRODUCTIVO DEL LOMO DE RES CRUDO DE LA EMPRESA KOYOMAD S.A.

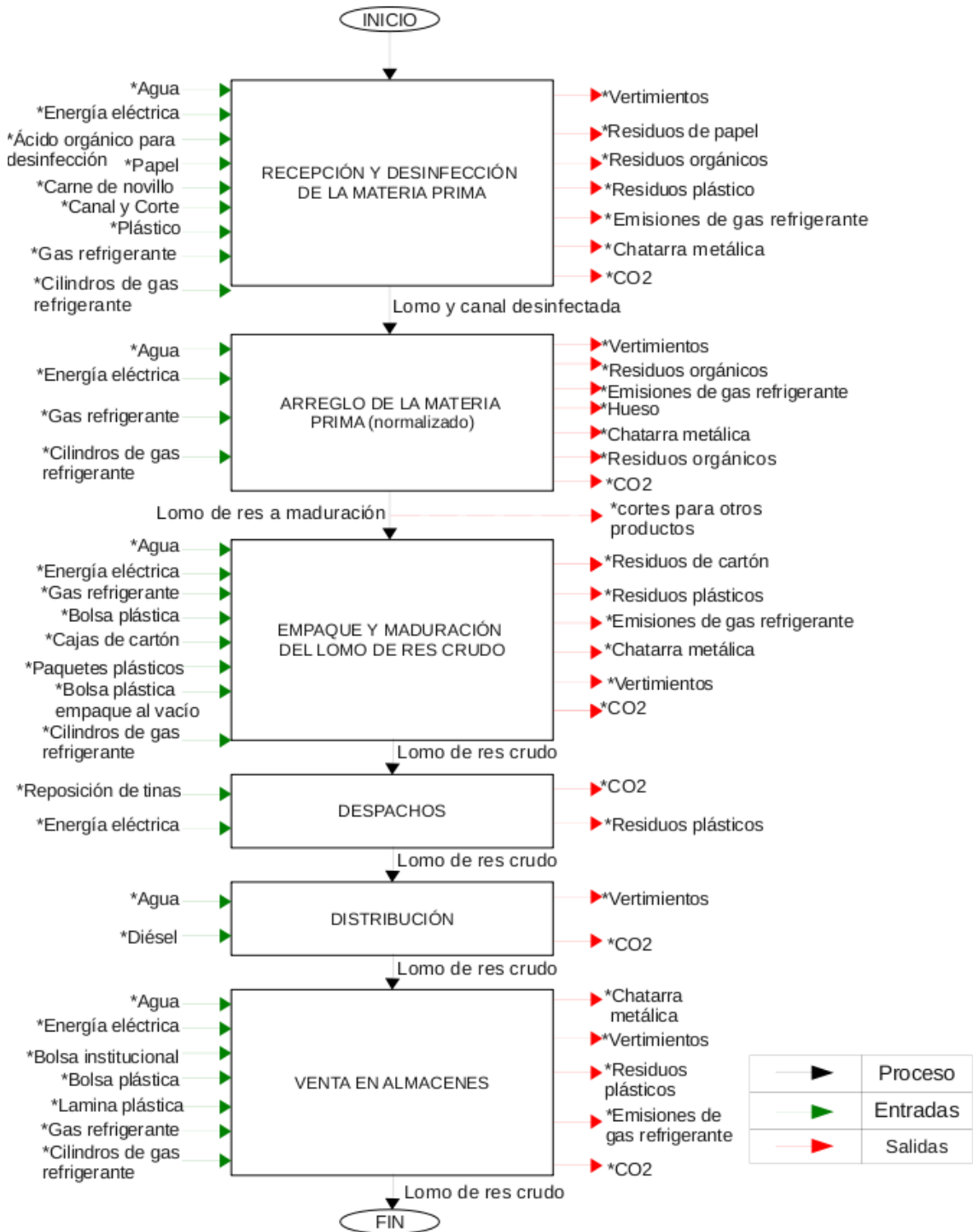
A continuación se presentará la estructura del diagrama de flujo para el proceso de sacrificio de ganado y producción de lomo de res crudo de la empresa Koyomad S.A., Así como una breve descripción de cada una de sus etapas.

Figura 7. Diagrama de flujo ampliado del proceso de sacrificio.



(C. R. Álvarez Chávez, 2011)

Figura 8. Diagrama de flujo de la línea de producción del lomo de res crudo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Consumo de materias primas y generación de residuos en el proceso de beneficio animal

CONSUMOS POR TONELADA DE NOVILLO					
Agua (m³)	Energía eléctrica (KW/h)	Kg de CO₂	Consumo de combustible (Gal)	Kg de SO₂	Peróxido de hidrógeno
3,27	9,83	34,92	5,3	0,55	0,05
KG DE RESIDUOS SÓLIDOS POR TONELADA DE NOVILLO					
Estiércol		4,35			
Sangre		66,95			
Patas		52,3			
Cabeza		65,9			
Piel		139,12			
Vísceras blancas (con contenido rumial)		230,13			
Vísceras blancas		95,19			
fetos		5,23			
Cuernos, orejas, sebos, cartílagos		69,04			
KG DE CONTAMINANTE PRODUCIDA POR TONELADA DE CARNE					
Sólidos totales		mg/l		33,27	
Sólidos disueltos		mg/l		17,57	
Sólidos suspendidos		mg/l		15,69	
DQO		mgO₂/l		48,5	
DBO		mgO₂/l		23,22	
Nitrógeno orgánico		mgN/l		0,09	
Nitrógeno Amoniacal		mgN/l		0,27	
Fósforo total		mgP/l		0,34	
Grasas y aceites		mgGA/l		17,78	

Fuente: IDEAM-UIS, 2001

9.1.2. Recibo de materia prima:

En esta etapa del proceso se desarrollan las siguientes actividades:

- Medir y registrar la temperatura del furgón.
- Si la materia prima llega en corte. Revisar que no esté fibroso, que no tenga hematomas y que no presente mal olor. También revisar que la carne sea de novillo.
- Si la materia prima llega en canal, revisar que no esté fibroso, que no presente mal olor, que no tenga hematomas, que el color de la carne no sea muy oscuro y registrar el pH.
- En ambos casos se registra la temperatura y peso de la materia prima.

9.1.3. Procedimiento si la materia prima llega en corte:

Cuando la materia prima llega en corte es necesario realizar las siguientes actividades antes de que entre al proceso productivo:

- Distribuir en tinas de a 3 unidades en cada una y desinfectar (el desinfectante utilizado es secreto empresarial).
- Después de terminar la desinfección, almacenar en el cuarto frío #1 (cuarto frío materia prima) durante un día.
- Al día siguiente arreglar la materia prima, en la mesa de desposte, para eliminar los excesos de grasa.
- Pasar la materia prima por la desmembradora donde se terminan de eliminar algunos restos de grasa y tejido conjuntivo que no se pueden eliminar en el paso anteriormente nombrado.

9.1.4. Procedimiento si la materia prima llega en canal:

Cuando la materia prima llega en canal es necesario realizar las siguientes actividades antes de que entre al proceso productivo:

- Desinfectar (el desinfectante utilizado es secreto empresarial) y se almacenar en el cuarto frío #1 (cuarto frío de materia prima) durante 1 día.
- Al día siguiente, pasar la materia prima al área de desposte donde se saca el lomo de res crudo y otros productos. Luego, distribuir en tinas de a 3 unidades por cada tina y regresa al cuarto frío #1 (cuarto frío materia prima) durante un tiempo mientras pasa al proceso de arreglo donde se eliminan los excesos de grasa. Este proceso es llamado alistamiento grueso.
- Por último, pasar la materia prima por la desmembradora donde se terminan de eliminar algunos restos de grasa y tejido conjuntivo que no se pudieron eliminar en el proceso anterior.

9.1.5. Empaque al vacío:

El proceso de empaque al vacío se desarrolla después de que el lomo cumple los siguientes procesos:

- Cuando la materia prima termine de ser limpiada en la desmembradora. Enviarla al área de vacío donde es empacada de 3 a 5 unidades en cada bolsa. En esta etapa se utiliza también un tanque de termoencogido (agua a temperatura

por encima de 84°C) que permite que la bolsa se adhiera completamente al producto haciendo más eficiente todo el proceso de vacío.

Con este procedimiento se garantizan las óptimas condiciones de inocuidad, y también se extiende su tiempo de vida.

9.1.6. Maduración:

El proceso de maduración se realiza para mejorar las condiciones de sabor del producto terminado y consiste en las siguientes etapas:

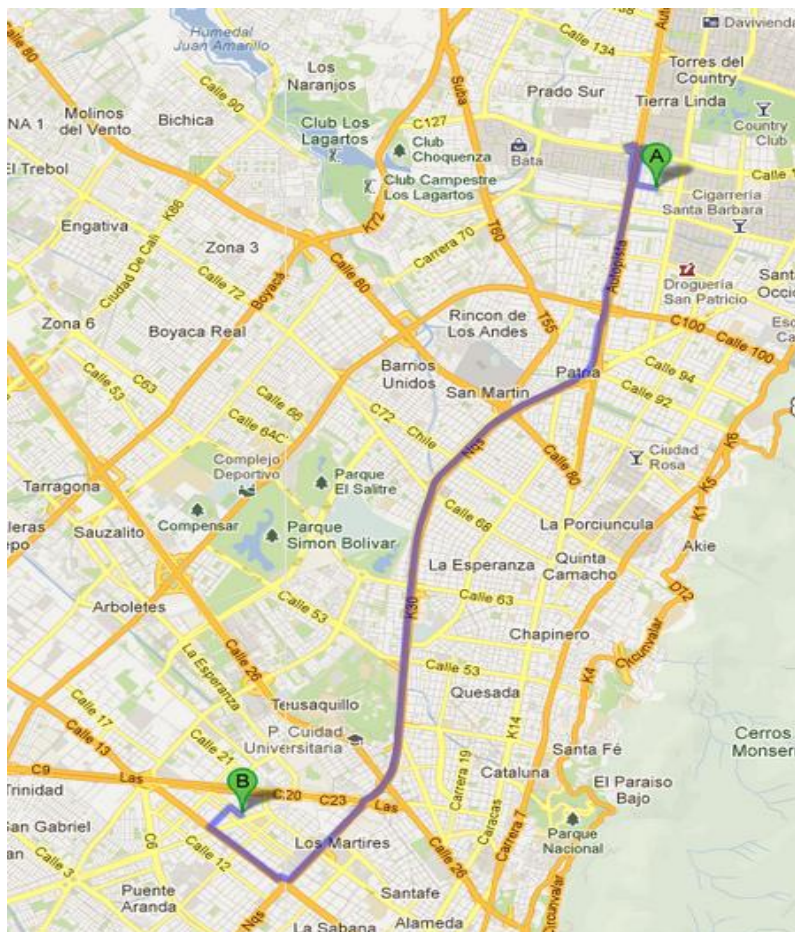
- Finalizado el empaque al vacío, enviar al cuarto frío de maduración (cuarto frío #2) donde se almacena por 4 días antes de ser distribuido a los distintos almacenes (c1122, c1195 y Héroes).
- En caso tal de que no haya demanda de este producto. Almacenar en tinajas y enviar al congelador #1.

9.1.7. Distribución:

Consiste en el transporte del lomo de res crudo terminado hasta el almacén de la calle 122, y comprende las siguientes indicaciones:

- Se realiza en cualquiera de los camiones de la empresa los cuales cuentan con unidades de refrigeración apropiadas.
- Antes de que el camión salga, verificar que la refrigeración esté funcionando apropiadamente y que no presente complicaciones mecánicas.

Figura 10. Ruta de distribución del lomo de res crudo terminado



A= Almacén calle 122, B= Planta de producción Koyomad S.A.
Fuente. GoogleMaps, 2012. Modificado por el autor.

9.1.8. Venta

Cuando el lomo de res crudo llega a cualquiera de los almacenes que lo comercializan (cll122, clI95 y Héroes), se almacena en el cuarto frío respectivo, y cuando se va a exhibir en la vitrina se le retira la bolsa plástica con la cual se empacó al vacío. A lo largo del año no se presentan picos o valles considerables.

La venta no se realiza en el empaque al vacío en el cual sale de planta, siempre se realiza la apertura de este empaque en el almacén y allí se corta y se prepara según la preferencia de los clientes, Estos cortes son empacados algunas veces en lámina plástica y posteriormente en bolsa plástica para que el cliente lo transporte al hogar.

9.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA

Por políticas internas de la empresa no es posible brindar los datos con los cuales se alimentó la matriz de análisis de ciclo de vida para llegar a los resultados que arroja el vector de intervención ambiental; pero en la tabla numero 5 se muestran cualitativamente las entradas y las salidas del proceso. En la tabla el signo “+” significa que esa corriente es una salida para la operación unitaria especificada, y “-” es una entrada.

A partir de los resultados que se muestran en la matriz de impactos ambientales se observa que el mayor requerimiento del lomo de res durante su proceso es el de la energía eléctrica, debido no a la cantidad de equipos necesarios para procesarlo, sino al hecho que, en su proceso el lomo entra a varios cuartos fríos y en algunas casos a un congelador, los cuales requieren de una cantidad considerable de energía eléctrica para su funcionamiento.

Tabla 5. Identificación de entradas y salidas para la matriz de inventario ambiental

	PLANTA DE SACRIFICIO ANIMAL	RECEPCIÓN Y DESINFECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	ARREGLO DE LA MATERIA PRIMA (normalizado)	EMPAQUE Y MADURACIÓN DEL LOMO DE RES CRUDO	DESPACHOS	DISTRIBUCIÓN	VENTA EN ALMACENES
Carne de novillo (kg/día)	+	-					
canal+corte de producto (Kg/día)		+	-				
lomo a maduración (Kg/día)			+	-			
lomo de res crudo				+	-		
lomo despachado (Kg/día)					+		
lomo distribuido (Kg/día)						+	-
lomo comprado (Kg/día)							+
Novillo (Kg/día)	-						
Estiércol (Kg/día)	+						
Sangre (Kg/día)	+						
ácido orgánico (L/día)		-					
plástico (Kg/día)		-		-			
residuos plásticos (Kg/día)		+		+			
papel (Kg/día)		-					
residuos de papel (Kg/día)		+					
residuos orgánicos (Kg/día)	+	+	+				
agua (L/día)	-	-	-	-		-	-
vermiformes (L/día)	+	+	+	+		+	+
gas refrigerante (Libras/día)		-	-	-			-
emisiones de gas refrigerante (Libras/día)		+	+	+			+
cilindros de gas refrigerante (Kg/día)		-	-	-			-
chatarra metálica (Kg/día)		+	+	+			+
hueso (Kg/día)			+				
cajas de cartón (Kg/día)				-			
reciclaje (Kg/día)				+	+		
bolsa plástica empaque al vacío (Kg/día)				-			
Reposición de tinas (Kg/día)					-		
Combustible (Galones Diesel/día)	-					-	
CO ₂ (Kg/día)	+	+		+	+	+	+
SO ₂ (Kg/día)	+						
bolsa plástica (Kg/día)							+
bolsa institucional (Kg/día)							+
lamina plástica (Kg/día)							+
energía eléctrica (KW/día)	+	+	+	+	+		+

Convenciones: (+): Salidas (-): Entradas

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los resultados del cálculo del ACV para obtener los valores del vector de intervención ambiental:

Tabla 6. Vector de intervención ambiental

ITEM	UNIDAD	VALOR
Novillo	Kg/UF	-8,86
Estiércol	Kg/UF	0,022
Sangre	Kg/UF	0,34
Ácido orgánico	L/UF	-0,0001
Plástico	Kg/UF	-0,15
Residuos de plástico	Kg/UF	0,15
Papel	Kg/UF	-0,00049
Residuos de papel	Kg/UF	0,00049
Residuos orgánicos	Kg/UF	0,85
Agua	L/UF	-158,51
Vertimientos	L/UF	158,51
_Gas refrigerante	Libras /UF	-0,553
Emisiones de gas refrigerante	Libras/UF	0,553
Cilindros de gas refrigerante	Kg/UF	-0,357
Chatarra metálica	Kg/UF	0,357
Hueso	Kg/UF	1,899
Cajas de cartón	Kg/UF	-0,0085
Reciclaje	Kg/UF	0,011
Bolsa plástica empaque al vacío	Kg/Uf	-0,015
Reposición de tinajas	Kg/UF	-0,002
Combustible	Galones diesel/UF	-0,206
CO ₂	Kg/UF	12,616
SO ₂	Kg/UF	0,0046
Bolsa plástica	Kg/UF	0,0038
Bolsa institucional	Kg/UF	0,0077
Lamina plástica	Kg/UF	0,0116
Energía eléctrica	KW/UF	-42,648

Fuente: Elaboración propia

9.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS

La recolección de la información fue tomada con previa autorización de la gerencia de la empresa, y se realizó seguimiento al lomo de res cuando llega como corte y también cuando es obtenido de una canal, alguna información fue necesaria preguntarla a los encargados de la tarea como lo es el modo en el que se escoge el lomo que llega en corte a la empresa, cuantos lomos salen de una canal y como es la entrega del lomo de res en los almacenes. Después de haber recolectado la información del procesamiento del lomo de res crudo se procedió a darle una calificación cualitativa a los impactos ambientales del proceso, esta calificación se muestra en la matriz 7. Se realizó la selección de 3 colores que mostraran la incidencia de cada impacto, el color verde es un impacto ambiental bajo, el amarillo es un impacto ambiental medio y el rojo un impacto ambiental alto.

Tabla 7. Matriz cualitativa de impactos ambientales.

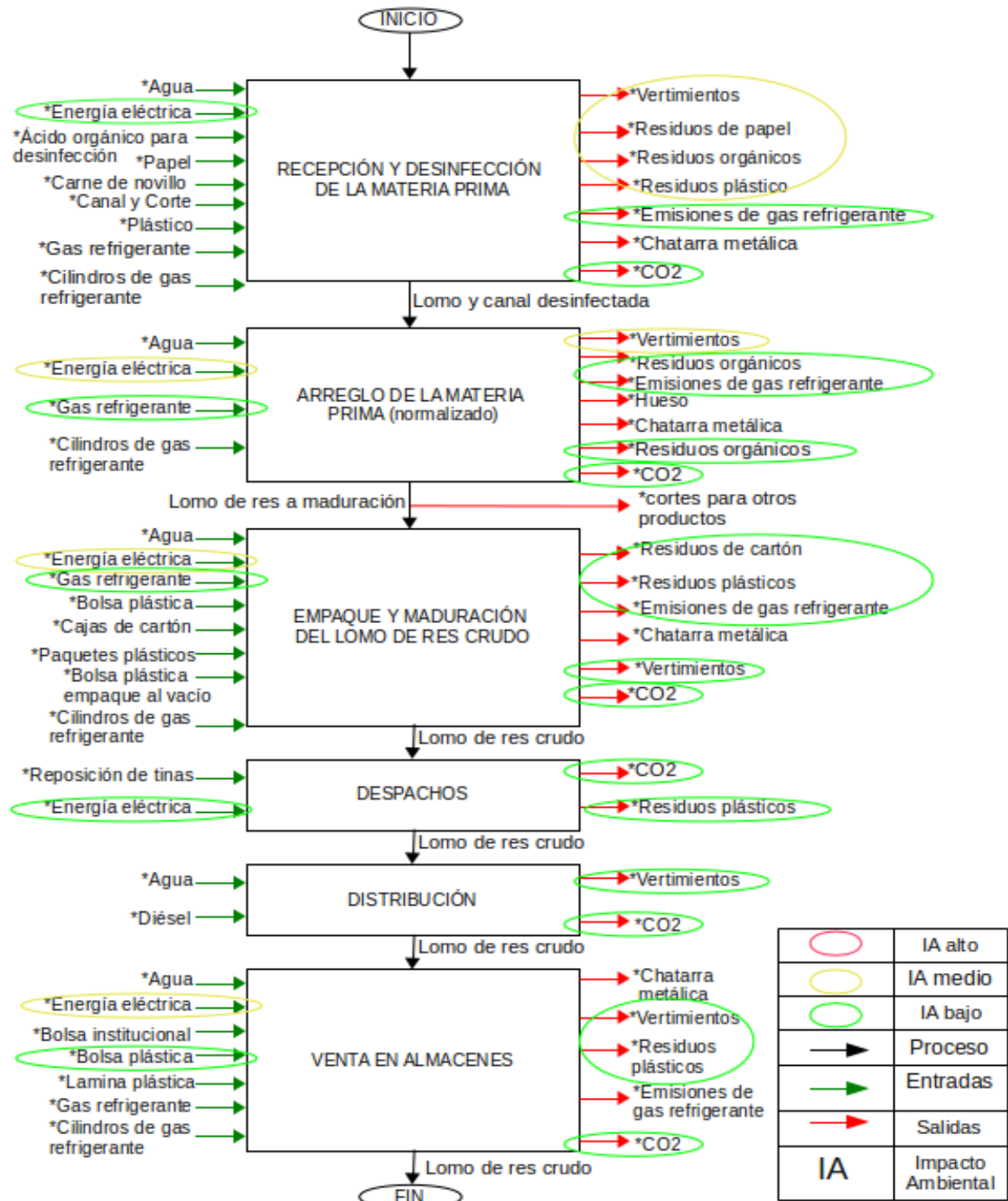
ITEM	Energía eléctrica consumida	Generación de residuos sólidos	Contaminación del aire	Contaminación del agua
Proceso de sacrificio del novillo				
Recepción y desinfección de la materia prima				
Arreglo de la materia prima				
Empaque y maduración del lomo de res crudo				
Despachos				
Distribución				
Venta en el almacén cll 122				

Calificación de impactos: Alto: rojo Medio: amarillo Bajo: verde No genera impacto: sin color.
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla número 7, los mayores impactos ambientales se generan en el proceso de sacrificio del novillo, y se genera una alta afectación en el recurso agua. Pero es importante aclarar que el proceso de sacrificio no

pertenece al proceso productivo de la empresa Koyomad S.A. Y que la información fue obtenida de medios secundarios para poder asignar una calificación a esta etapa del proceso (IDEAM-UIS, 2001). Dentro de la empresa los mayores impactos ambientales se generan en el consumo de energía eléctrica y en la generación de residuos sólidos no aprovechables. En la figura numero 11 se identifican los puntos donde se generan los impactos ambientales y cuál es su nivel de incidencia. Los colores utilizados son los mismos que se utilizaron en la calificación cualitativa de los impactos.

Figura 11. Identificación de puntos críticos ambientales en la línea de producción de Koyomad S.A



Fuente: Elaboración propia

9.4. CALCULO DEL COSTO DE CICLO DE VIDA

A continuación se muestran los costos de mercado de los distintos insumos que requiere el lomo de res crudo para su producción:

Tabla 8. Costos ambientales del proceso del lomo de res crudo

ITEM	COSTOS UNITARIOS	COSTO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DEL LOMO DE RES CRUDO
Novillo (Kg/UF)	\$ 6.800,00	\$ 60.277,13
Estiércol (Kg/UF)		\$ -
Sangre (Kg/UF)		\$ -
ácido orgánico (L/UF)	\$2.913,00	\$ 0,30
plástico (Kg/UF)	\$0,00	\$ -
residuos plásticos (Kg/UF)	\$890,95	\$ 141,10
papel (Kg/UF)	\$5.002,50	\$ 2,47
residuos de papel (Kg/UF)	\$890,95	\$ 0,44
residuos orgánicos (Kg/UF)	\$2.102,00	\$ 1.807,23
agua (L/UF)	\$646,00	\$ 102.403,36
vertimientos (L/UF)	\$11,81	\$ 1.872,11
gas refrigerante (Libras/UF)	\$3.666,67	\$ 2.028,79
emisiones de gas refrigerante (Libras/UF)	\$0,00	\$ -
cilindros de gas refrigerante (Kg/UF)	\$0,00	\$ -
chatarra metálica (Kg/UF)	(\$400,00)	\$ (142,90)
hueso (Kg/UF)	(\$1.700,00)	\$ (3.229,95)
cajas de cartón (Kg/UF)	(\$100,00)	\$ (0,86)
reciclaje (Kg/UF)	\$0,00	\$ -
bolsa plástica empaque al vacío (Kg/UF)	\$331,00	\$ 5,15
Reposición de tinas (Kg/UF)	\$18.320,00	\$ 47,55
Combustible (Galones Diesel/UF)	\$7.470,00	\$ 1.543,38
CO2 (Kg/UF)	\$14,12	\$ 178,12
SO2 (Kg/UF)		\$ -
bolsa plástica (Kg/UF)	\$60,00	\$ 0,23
bolsa institucional (Kg/UF)	\$151,00	\$ 1,18
lamina plástica (Kg/UF)	\$6.635,00	\$ 77,50
Energía eléctrica (KW)	\$214.02	\$9.127
TOTAL		\$ 166.934,83

Fuente: Elaboración propia

El estiércol y la sangre no presentan valores en el vector de costos unitarios porque ya se están incluidos en el novillo, de existir un costo para estos sub

productos se presentaría una doble contabilidad. El SO₂ no presenta valor porque no se encuentra en Colombia establecido un impuesto por la emisión de este contaminante y tampoco hay un mercado de bonos SO₂ similar al tratamiento de las emisiones de CO₂. Del vector de costos ambientales se observa que el de mayor magnitud es el del Kg de novillo, pero este costo no puede ser suprimido porque corresponde a la compra de la materia prima para la producción del lomo de res. En este sentido para establecer prioridades de los impactos ambientales por medio de su costo asociado se suprime dicho valor del vector y se recalcula los porcentajes de incidencia. Adicionalmente, tomando en consideración que en el vector se incluyen tanto costos como ahorros ambientales es necesario separar ambos valores para realizar su análisis de forma independiente. Los resultados, después de aplicadas las anteriores consideraciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9. Porcentaje de influencia (en costos) de los insumos y residuos

ITEM	UNIDAD	PORCENTAJE
EGRESOS		
Estiércol	Kg/UF	0,00%
Sangre	Kg/UF	0,00%
Ácido orgánico	L/UF	0,00%
Plástico	Kg/UF	0,00%
Residuos plásticos	Kg/UF	0,12%
Papel	Kg/UF	0,00%
Residuos de papel	Kg/UF	0,00%
Residuos orgánicos	Kg/UF	1,56%
Agua	L/UF	88,61%
Vertimientos	L/UF	1,30%
Gas refrigerante	Libras/UF	1,76%
Emisiones de gas refrigerante	Libras/UF	0,00%
Cilindros de gas refrigerante	Kg/UF	0,00%
reciclaje	Kg/UF	0,00%
Bolsa plástica empaque al vacío	Kg/UF	0,00%
Reposición de tinas	Kg/UF	0,04%

ITEM	UNIDAD	PORCENTAJE
EGRESOS		
Combustible	Galones Diésel/UF	1,34%
CO2	Kg/UF	0,22%
SO2	Kg/UF	0,00%
Bolsa plástica	Kg/UF	0,00%
Bolsa institucional	Kg/UF	0,00%
Lamina plástica	Kg/UF	0,07%
Energía eléctrica	KW/UF	7,90%
TOTAL		100,00%
INGRESOS		
Chatarra metálica	Kg/UF	4,24%
Hueso	Kg/UF	95,74%
Cajas de cartón	Kg/UF	0,03%
TOTAL		100,00%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los egresos se puede observar que el impacto más relevante se obtiene es en el consumo de agua, seguido por el consumo de gas refrigerante y la generación de residuos orgánicos. En cuanto a los ingresos lo que más aporta es la venta del hueso.

9.5 MEDIDAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Después de haber identificado los puntos críticos ambientales y haberles asignado un valor a su impacto ambiental en términos de costos, se procedió a plantear las estrategias para minimizar el consumo de algunos insumos y a realizar las campañas de concientización entre los empleados para disminuir los impactos ambientales.

9.5.1. Energía eléctrica:

Para disminuir estos consumos de energía eléctrica la empresa ha programado una limpieza 2 veces al año de los evaporadores. Esto permite evitar la acumulación de polvo en ellos con la consecuente disminución de la eficiencia de los mismos. Actualmente se está realizando una campaña de sensibilización a los trabajadores para que siempre cierren bien las puertas de los cuartos fríos y de los congeladores, de este modo no se pierde el ciclo de frío y se ahorra energía eléctrica en aproximadamente 10%.

Adicionalmente, para reducir consumos por concepto de iluminación en las áreas de trabajo se instalaran claraboyas para el mayor ingreso de luz natural y disminuir el consumo de energía artificial.

9.5.2. Generación de vertimientos:

La generación de vertimientos al alcantarillado de Bogotá se debe a los lavados continuos de las diferentes áreas de la empresa. Para disminuir el consumo de agua todas las mangueras cuentan con pistola para aumentar la presión del agua y así disminuir la cantidad requerida. También se realiza una inspección visual de los procesos diarios de limpieza para asegurar que no se desperdicie agua. La empresa cuenta en sus instalaciones con Planta de Tratamientos de Aguas residuales Industriales (PTARI) la cual se encarga de tratar toda el agua que se utiliza en la planta de producción para minimizar sus contaminantes y realizar los vertimientos con los parámetros por debajo de la norma establecida. Adicional a esto como proyecto a corto plazo se van a realizar campañas de uso racional del agua cuando se realiza el lavado de los diferentes equipos, para de este modo disminuir la cantidad de vertimientos que se están generando y adicional a esto generar un ahorro de este recurso vital. Con las medidas que ya ha planteado la empresa y con una concientización a los empleados para reducir el consumo de este recurso vital se puede ahorrar hasta un 15% el uso del agua.

9.5.3. Generación de residuos sólidos:

Estos residuos están representados en gran parte por los protectores plásticos que protegen las canales y los cortes de res. Hay un nivel de residuos alto que se genera en los procesos de inspección de calidad (pequeños cortes de carne que se hacen durante el proceso para revisar la calidad de la carne y para eliminar la grasa presente en el lomo de res). En el almacén la generación de residuos no es

estrictamente por el producto, sino por las bolsas plásticas con las cuales se entrega. Para disminuir este impacto la empresa hace uso de bolsas biodegradables las cuales tienen un tiempo de degradación más corto; además en la empresa se hace entrega de todos los residuos sólidos compactados para disminuir la cantidad de espacio necesario en el relleno sanitario de Doña Juana y así disminuir el impacto ambiental que se está generando.

9.5.4. Emisiones atmosféricas:

La contaminación al aire en parte es debida al proceso de desinfección con ácido orgánico de la materia prima. Este impacto se controla con un extractor de aire ubicado en la parte superior del área donde se realiza la desinfección. La contaminación que se genera en la distribución, es debida al transporte en los furgones de la empresa, pero a todos se les realiza chequeo mensual para evitar fallas técnico-mecánicas. De este modo se evita un desgaste rápido en los vehículos, adicional a esto la empresa está pensando realizar un cambio de desinfectante por uno que sea más amigable con el medio ambiente.

Con estas medidas se puede lograr una disminución hasta del 12% en las emisiones atmosféricas, equivalentes a 1,514 Kg CO₂/UF

10. BENEFICIO ECONÓMICO

Después de haber realizado el Análisis de ciclo de vida del lomo de res crudo de la empresa Koyomad S.A se pudo identificar que uno de los mayores impactos ambientales es la generación de CO₂ a través del ciclo productivo, desde la obtención de la materia prima en la planta de sacrificio hasta la venta en el almacén de la calle 122. Como proyecto a mediano plazo se tiene como meta realizar la compensación ecológica correspondiente a la cantidad de unidades de lomo de res que sean procesados mediante la compra de bonos de carbón con la empresa South Pole Carbón, la cual es una compañía líder a nivel mundial en el mercado de Carbono para desarrollar compensación ecológica. Nombrada como “best project developer” por la revista Environmental Finance (2011-2012), opera en 25 ciudades alrededor del mundo, en Colombia se encuentran en la ciudad de Medellín y certifican la compra de los bonos de Carbón en el proyecto que uno desee (south pole assesment, 2012), de este modo se podrá disminuir el impacto ambiental por la emisiones de CO₂ que la empresa está generando en la producción de lomo de res crudo y se podrá contribuir el ambiente.

La reducción en el consumo de agua y energía eléctrica generaría beneficios económicos a mediano plazo, La meta a la cual se quiere llegar es generar la menor cantidad de consumo de estos insumos pero sin afectar la producción de la empresa. A futuro se está planeando hacer una conversión tecnológica dentro de la empresa para aumentar el porcentaje de reducción de consumo en el agua y la energía eléctrica. Si se disminuyen estos consumos también se disminuye la huella de carbón del procesamiento del lomo de res crudo lo cual generaría una disminución en los costos de compensación de la huella de carbón.

Tabla 10. Beneficio económico potencial para la gestión ambiental del ciclo de vida del lomo de res crudo

ITEM	AHORRO (\$/UF)
Costo de la compensación ambiental por la generación de CO ₂	46,33
Beneficio por la reducción en el consumo de agua	15.360,50
Beneficio por la reducción en el consumo de energía eléctrica	912,75
Costo total de una unidad funcional	166.934
Costo total de producción promedio diaria	5.842.690
Ahorro Esperado	358.017,18

Fuente: Elaboración propia

11. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía mayor de Bogotá. (2010). *Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 20 de septiembre de 2012, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

Alcaldía mayor de Bogotá. (2005). *por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Recuperado el 21 de septiembre de 2012, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

Alcaldía mayor de Bogotá. (2008). *por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 21 de septiembre de 2012, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36256>

Chávez, C. Á. (2011). *Análisis de ciclo de vida de la carne bovino en sonora: etapa de sacrificio*. (pp.5). Sao Paulo, Brasil: International workshop advances in cleaner production.

Curran M. (2006). *Life cycle assessment: principles and practice*. (pp 46-49). Cincinnati, Estados Unidos: Scientific applications International Corporation (SAIC).

Departamento Administrativo de Medio Ambiente. (2003). *Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital*. Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9846>

Departamento Administrativo de Medio Ambiente. (2005). *Por la cual se fijan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por las fuentes móviles con motor a gasolina y diesel, dentro del perímetro urbano del Distrito Capital y se toman otras determinaciones*. Recuperado el 21 de septiembre de 2012 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16407>

G. Dodbiba- K. Takahashi- T. Furuyama- J. Sadaki- T. Kamo- T. Fujita. (2012). (pp 56-59). Tokyo: Life Cycle Assessment: A Tool for Evaluating and Comparing Different Treatment Options for Plastic Wastes.

Gestión Ambiental. *Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia* (pp 2-10). Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC.

Gomez, J. P. (2010). *slideshare*. Recuperado el 10 de octubre de 2012, de <http://www.slideshare.net/baldor90/lomo-de-res>

GoogleMaps. (s.f.). *GoogleMaps*. Recuperado el 2012 de octubre de 30, de <http://maps.google.es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*. Enfoques, 0612. (p 1).

IDEAM, UIS. (2001). *Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos*. (p 5). Santander, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia- *Universidad Industrial de Santander*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2006).

INVIMA. (1997). *Buenas Prácticas de Manufactura BPM*. Decreto 3075. Recuperado el 27 de diciembre de 2012, de http://www.invima.gov.co/Invima/normatividad/docs_alimentos/decreto_3075_1997.htm

Koyomad S.A. (2006). *Koyomad S.A. productos cárnicos*. Recuperado el 10 de septiembre de 2012, de http://www.koyomad.com/secciones/la_empresa/que_hace.htm

Koyomad S.A. (2006). *Koyomad S.A. productos cárnicos*. Recuperado el 10 de septiembre de 2012, de http://www.koyomad.com/secciones/donde/planta_oficina.htm

Koyomad S.A. (2006). *Koyomad S.A. productos cárnicos*. Recuperado el 10 de septiembre de 2012, de <http://www.koyomad.com/secciones/donde/almacenes.htm>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. (2012). *por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*. Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones*. Recuperado el 27 de diciembre de 2012 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31146>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010) *Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 26 de diciembre de 2012 de https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Siac/Normativa/20120726_Resolucion_1023_2010_RUA.pdf

Ministerio de la Protección Social. (2007). *Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina destinados para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación*. Recuperado el 21 de septiembre de 2012 de http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/FEDEGAN/NO_RMAS/NORMAS_CARNICAS/RESOLUCION_2905_2007.PDF

Pulido A.D, Rojas A.M, Ossmas L.J, Jiménez R. (2012). *Contaminación atmosférica por partículas y Ozono, y emisión de gases de efecto invernadero en Colombia*. (pp 34-36). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Ramirez A. (2006) *La RSC y la Triple Cuenta de Resultados*. (pp 57-62). España: Estrategía financiera.

Reinout. H, Gjalte H, Jeroen G (2008). *a scientific framework for LCA*. (pp 29-31). Netherlands: Institute of environmental sciences, leiden university.

Reinout Heijungs and sangwon suh. (2002) *The computational structure of life cycle*. (p 247). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2009). *Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital*. Recuperado el 20 de septiembre de 2012 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37051>

South Pole Carbon. (2012). Recuperado el 06 de septiembre del 2012 de <http://www.southpolecarbon.com/about>

U.S. Environmental Protect Agency (2011). *Greenhouse Gas Emissions from a typical passenger vehicle*. (p 5) Estados Unidos: USEPA Office of Transportation and Air Quality.

Vargas A. (2011). *Hablemos sobre el co2 sus componentes reacciones y vitalidades* Recuperado el 29 de octubre de 2012 de <http://prezi.com/h61oyfm-rzra/co2/>