

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

**Evaluación del impacto ambiental potencial generado en la producción de carne de pollo
mediante la metodología de análisis ciclo de vida “ACV” por atributos de la puerta a la
puerta**

Sandra Jeaneth Suárez Vera

Tesis de Maestría para optar el título de Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales

Director

Omar Alberto Ávila Rojas

Máster en Ingeniería Ambiental

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría En Ciencias Y Tecnologías Ambientales

2017

Agradecimientos

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

A:

Mi Director de Proyecto Omar Ávila, por su apoyo e implicación en el buen desarrollo y realización de este trabajo. Y que siempre tiene una palabra de ánimo que ofrecer.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	12
Abstract	14
Introducción	16
1. Planteamiento del problema.....	18
2. Justificación	20
3. Objetivos	22
3.1 Objetivo General	22
3.2 Objetivos Específicos.....	22
4. Marco referencial	23
4.1 Estado del arte.....	23
4.1.1 Orígenes y evolución del Análisis del Ciclo de Vida (ACV).	23
4.1.2 Estudios ACV entorno al sector avícola.	25
4.1.3 La importancia de estos estudios y porque utilizar ACV	31
4.2 El desarrollo de la avicultura en Colombia.....	32
4.2.1 La Producción Avícola Nacional.	33
4.2.2 Descripción del Proceso Avícola en las Granjas.	36
4.2.3 Planta de Incubación.	41
4.2.4 Planta de Beneficio.	50
4.2.5 Planta de Almacenamiento y distribución.	58
4.3 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	58

4.3.1 Niveles del Análisis del Ciclo de Vida	61
4.3.2 Estructura del ACV.....	61
4.4 Marco legal	68
5. Marco organizacional.....	71
5.1 Descripción de la empresa	71
5.1.1 Ubicación de la compañía.....	72
5.1.2 Misión.....	73
5.1.3 Visión.....	73
6. Aplicación de la Metodología ACV	73
6.1 Fase I: Definición de Objetivo y Alcance	74
6.1.1 Objetivo.....	74
6.1.2 Identificación del alcance.....	75
6.1.3 Unidad Funcional.....	75
6.1.4 Límites.....	76
6.1.5 Límite temporal.....	77
6.1.6 Reglas de Exclusión.....	78
6.2 Fase II: Análisis del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)	80
6.2.1 Calidad y Revisión de Información.....	80
6.2.2 Diseño del Mapa de Proceso Global.....	81
6.2.3 Identificación de equipos.....	87
6.2.4 Eco-balances (balances másicos y energéticos).....	89
6.2.5 Flujos Ambientales.....	96
6.2.6 Método de selección para la EICV.....	98

6.2.7 Selección de software y método de evaluación.	98
6.2.8 Métodos de Evaluación del Inventario de Ciclo de vida.	99
6.2.9 Selección de categorías de evaluación de impactos.....	99
7. Análisis de resultados.	100
7.1 Análisis de Contribución Ambiental Porcentual.....	100
7.2 Análisis de Caracterización por Atributos	111
7.2.1 Caracterización del Impacto.	111
7.2.2 Caracterización del Perfil Medio Ambiental.	112
7.2.3 Evaluación de punto medio.....	116
7.2.4 Caracterización de Emisiones.....	119
7.3 Análisis del Poder de Calentamiento Global	122
7.4 Análisis de Sensibilidad.....	124
7.5 Oportunidades de Mejora.....	128
7.5.1 ¿Qué residuos peligrosos se generan en las granjas avícolas?.....	129
7.5.2 ¿Implementación del sistema séptico?.....	129
7.6 Divulgación de Resultados y Prácticas Ambientales.....	130
8. Conclusiones	131
9. Recomendaciones	134
Referencias bibliográficas.....	137
Apéndices.....	142

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Normativa General</i>	68
Tabla 2. <i>Recurso Agua</i>	69
Tabla 3. <i>Recurso Aire</i>	69
Tabla 4. <i>Manejo de alimentos</i>	70
Tabla 5. <i>Residuos sólidos</i>	70
Tabla 6. <i>Residuos peligrosos</i>	71
Tabla 7. <i>Análisis del Ciclo de Vida (ACV)</i>	71
Tabla 8. <i>Identificación de equipos por proceso y operación unitaria, en la producción de pollo.</i>	88
Tabla 9. <i>Balance de Masa de la Granja de Reproductoras</i>	90
Tabla 10. <i>Balance de Energía de la Granja de Reproductoras</i>	90
Tabla 11. <i>Balance de Masa de la Planta Incubadora.</i>	90
Tabla 12. <i>Balance de Energía de la Planta Incubadora</i>	91
Tabla 13. <i>Balance de Masa de la Granja de Engorde y Crecimiento</i>	91
Tabla 14. <i>Balance de Energía de la Granja de Engorde y Crecimiento</i>	92
Tabla 15. <i>Balance de Masa de la Planta de Beneficio.</i>	92
Tabla 16. <i>Balance Volumétrico de la Planta de Beneficio.</i>	93
Tabla 17. <i>Balance de Energía de la Planta de Beneficio.</i>	94
Tabla 18. <i>Balance de Masa de la Planta de Almacenamiento y Distribución</i>	94
Tabla 19. <i>Balance de Energía de la Planta de Almacenamiento y Distribución</i>	95

Tabla 20. <i>Determinación de distancias entre procesos</i>	95
Tabla 21. <i>Balance Másico y Volumétrico Global</i>	96
Tabla 22. <i>Balance Energético Global</i>	96
Tabla 23. <i>Flujos ambientales por Energía Eléctrica</i>	97
Tabla 24. <i>Flujos ambientales por Combustible</i>	97
Tabla 25. <i>Flujos ambientales por Vertimientos</i>	98
Tabla 26. <i>Resultados de Caracterización de Impacto</i>	111
Tabla 27. <i>Resultados de Categorías de Punto Medio – Proceso Global Avícola</i>	116
Tabla 28. <i>Resultados de Categorías de Punto Medio – Proceso Global Avícola</i>	122
Tabla 29. <i>Potencial del Calentamiento Global según tiempos de permanencia</i>	123

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Procesos productivos generales de la plantas incubadoras.....	37
<i>Figura 2.</i> Granjas de Abuelas Reproductoras.....	38
<i>Figura 3.</i> Proceso de Incubación del huevo.....	39
<i>Figura 4.</i> Proceso de Granjas Ponedoras de Huevos de Mesa	40
<i>Figura 5.</i> Incubadora de Huevos	41
<i>Figura 6.</i> Incubadora de huevos con sus parámetros de temperatura y humedad	43
<i>Figura 7.</i> Método de Sexaje.....	46
<i>Figura 8.</i> Sala de almacenamiento y clasificación del huevo.....	48
<i>Figura 9.</i> Planta de Beneficio.	51
<i>Figura 10.</i> Área de eviscerado.....	52
<i>Figura 11.</i> Área de Procesamiento	53
<i>Figura 12.</i> Área de Marinado	54
<i>Figura 13.</i> Área de Empaque.....	55
<i>Figura 14.</i> Área de Desprese	56
<i>Figura 15.</i> Área de Almacenamiento.....	57
<i>Figura 11.</i> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	58
<i>Figura 17.</i> Descripción del proceso de Análisis de Ciclo de vida de un Sistema.	60
<i>Figura 18.</i> Estructura de ACV según la ISO 14040 de 2007	62
<i>Figura 19.</i> Procedimientos simplificados para el análisis del inventario	65
<i>Figura 20.</i> Concepto de indicadores de categoría	66

<i>Figura 21. Ubicación geográfica de las plantas.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 22. Metodología de Estudio</i>	<i>74</i>
<i>Figura 23. Límites y Alcance del estudio del Proceso Productivo Avícola.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 24. Esquema global de Producción Avícola para la obtención de 1 Ton de carne de pollo.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 25. Diagrama de Flujo, Granja de Reproductoras.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 26. Diagrama de Flujo – Planta de Incubación</i>	<i>84</i>
<i>Figura 27. Diagrama de Flujo – Granja de Engorde</i>	<i>85</i>
<i>Figura 28. Diagrama de Flujo – Planta de Beneficio</i>	<i>86</i>
<i>Figura 29. Diagrama de Flujo – Planta de Distribución.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 29. Diagrama de Flujo – Planta de Distribución.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 31. Árbol de Proceso Global del Ciclo de Vida en la Producción Avícola.</i>	<i>102</i>
<i>Figura 32. Árbol de Proceso de la Granja de Reproductoras.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 33. Árbol de Proceso de la Planta de Beneficio.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 34. Árbol de Proceso de la Granja de Engorde.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 35. Árbol de Proceso de la Planta de Beneficio.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 36. Árbol de Proceso de la Planta de Distribución.</i>	<i>109</i>
<i>Figura 37. Árbol de Proceso de la Planta de Transporte.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 38. Análisis de Caracterización de Impactos</i>	<i>112</i>
<i>Figura 39. Perfil Medioambiental del Calentamiento global</i>	<i>113</i>
<i>Figura 40. Perfil Medioambiental de la Formación Ozono (Vegetación).....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 41. Perfil Medioambiental de la Eutrofización Acuática (N)</i>	<i>115</i>
<i>Figura 42. Evaluación de Puntuación Media del Proceso Avícola</i>	<i>117</i>

<i>Figura 43. Evaluación de Puntuación Media por Categorías de Impacto</i>	<i>118</i>
<i>Figura 44. Caracterización de Emisiones Hídricas</i>	<i>120</i>
<i>Figura 45. Caracterización de Emisiones Atmosféricas.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 46. Proyección de la Huella de Carbono.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 47. Árbol de Procesos – Proceso Avícola Ideal.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 48. Puntuación única media – Proceso Avícola Ideal.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 49. Puntuación única por categorías de Impacto – Proceso Avícola Ideal.</i>	<i>126</i>
<i>Figura 50. Puntuación única de daño final – Proceso Avícola Ideal.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 51. Gestión de residuos peligrosos</i>	<i>129</i>
<i>Figura 52. Guía Práctica del Sector Avícola</i>	<i>130</i>

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Vocabulario ACV	142
Apéndice B. Categorías de Impacto Ambiental Potencial.....	147
Apéndice C. Inventario Ambiental Global	149
Apéndice D. Inventario de Categorías de Impacto	151
Apéndice E. Inventario de Emisiones Hídricas	154
Apéndice F. Inventario de Emisiones Atmosféricas.....	156
Apéndice G. Perfiles Medioambientales.....	157

Resumen

El presente trabajo consiste en implementar la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según la tipología por atributos al proceso general avícola (Transporte, de huevo fértil desde la granja de ponedoras, Incubadora, Transporte de pollo vivo a granja de engorde, granja de levante, transporte de pollo hacia la Planta de Beneficio, planta de beneficio junto con planta de agua residual y distribución) de la compañía Avidesa Mac Pollo S.A. El propósito del análisis ACV se basa en identificar, clasificar y evaluar los impactos ambientales potenciales (IAP) generados en las diferentes operaciones unitarias que integran el ciclo de vida del proceso de producción de carne de pollo en Santander, Colombia. En la construcción del estudio se utilizarán datos provenientes de la industria avícola de carácter confidencial; inventarios de estudios previos de industria (impactos ambientales generados por el consumo de energía eléctrica proveniente de una hidroeléctrica e impactos asociados a la combustión de diésel) y de literatura (emisiones asociadas a la generación de estiércol de pollo) y cálculos directos obtenidos de la herramienta de evaluación (software SIMAPRO 7.1, versión disponible) según el método de evaluación EDIP 2003. La unidad funcional de la producción fue 1 tonelada de carne de pollo. El consumo del flujo de masa y energía se cuantificará en una base de cálculo de 1 hora (masa en tonelada, energía en MJ).

El alcance del ACV contemplará la evaluación de los IAP de la puerta a la puerta, considerando las etapas del ciclo productivo avícola: transporte (huevos fértiles, aves a granja de engorde, pollo a planta de beneficio y pollo de consumo final), fertilización de huevo (incubación), producción de pollo de engorde (crecimiento del ave) y la producción de carne de ave (planta de beneficio). El estudio considerará los impactos asociados al consumo de materias primas tales como: agua, energía eléctrica, gas natural, insumos químicos (aditivos, floculadores, desinfectantes, etc.) y la disposición final residuos (líquidos, sólidos y gaseosos). Es importante mencionar que no se tuvo

en cuenta el efecto que tienen los bienes de capital (Maquinaria, equipos de procesamiento, operación y transporte y edificaciones) para las etapas de los procesos mencionados.

Finalmente se menciona que se realizó un diagnóstico del estado y funcionamiento actual de la empresa y una descripción concisa de los subprocesos que integran el proceso de producción, que permitirán la identificación de aspectos e impactos ambientales. Además de ello, se implementará la metodología ACV tomando como referencia las Normas Técnicas Colombianas (NTC-ISO 14040 y NTC-ISO 14044), que establecen los criterios para la identificación y creación del inventario ambiental, el análisis e interpretación de resultados, todo con la ayuda de la herramienta - software SimaPro 7.1. Del análisis obtenido se plantearán alternativas de mejora del proceso objeto de estudio.

Palabras claves: Análisis de Ciclo de Vida, Impacto Ambiental Potencial, Categoría de Impacto Ambiental, Atributos.

Abstract

The present work consists in implementing the methodology of Life Cycle Analysis (LCA) according to the typology by attributes to the general poultry process (Transport, from fertile egg from the layer farm, Incubator, Transport of live chicken to fattening farm, farm of lift, transport of chicken to the Benefit Plant, benefit plant together with wastewater plant) of the company Avidesa Mac Pollo SA. The purpose of the ACV analysis is to identify, classify and evaluate the potential environmental impacts (IAP) generated in the different unit operations that make up the life cycle of the chicken meat production process in Santander, Colombia. In the construction of the study, data from the poultry industry of a confidential nature will be used; inventories of previous studies of industry (environmental impacts generated by the consumption of electrical energy from a hydroelectric plant and impacts associated with the combustion of diesel) and literature (emissions associated with the generation of chicken manure) and direct calculations obtained from the tool of evaluation (software SIMAPRO 7.1, available version) according to the EDIP 2003 evaluation method. The functional unit of production will be 1 ton of chicken meat. The consumption of the mass and energy flow will be quantified on a calculation basis of 1 hour (mass in ton, energy in MJ). The scope of the LCA will consider the evaluation of the IAP from door to door, considering the stages of the poultry production cycle: transport (fertile eggs, poultry to fattening farm, chicken to beneficiation plant and chicken for final consumption), fertilization of egg (incubation), broiler production (bird growth) and poultry production (benefit plant). The study will consider the impacts associated with the consumption of raw materials such as: water, electricity, natural gas, chemical inputs (additives, flocculants, disinfectants, etc.) and the final disposal of waste (liquid, solid and gaseous). It is important to mention that the effect of capital

goods (machinery, processing equipment, operation and transportation and buildings) for the stages of the aforementioned processes will not be taken into account.

A diagnosis of the current state and operation of the company and a concise description of the subprocesses that make up the production process will be made, which will allow the identification of aspects and environmental impacts. In addition, the ACV methodology will be implemented taking as reference the Colombian Technical Standards (NTC-ISO 14040 and NTC-ISO 14044), which establish the criteria for the identification and creation of the environmental inventory, the analysis and interpretation of results, all with the help of the tool - software SimaPro 7.1. From the analysis obtained, alternatives to improve the process under study will be considered.

Keywords: Life Cycle Analysis, Potential Environmental Impact, Environmental Impact Category, Attributes.

Introducción

El constante crecimiento industrial a nivel competitivo de una manera desmesurada obliga de alguna forma a controlar los impactos ambientales generados por las compañías a nivel mundial. Por esta razón, se han creado diversas políticas ambientales obligando a las organizaciones a tener planes de acción sobre este fenómeno, implicando en ellas costos adicionales. Como consecuencia de lo anterior, encarecen los procesos de transformación de las materias primas, el transporte y distribución de las mismas; aunque brinda la oportunidad de mejorar la calidad del producto, el aumento de la productividad y el adecuado uso y manejo del factor ambiental. En conclusión, toda industria debe aplicar medidas de acción, partiendo de un análisis ambiental minucioso de todas las etapas que integran la elaboración de sus productos, con el fin de determinar los impactos ambientales generados y las posibles estrategias de mitigación. (Avidesa Mac Pollo S.A., 2015)

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una de las herramientas más utilizadas a nivel internacional para la identificación, clasificación, valoración y evaluación de impactos ambientales potenciales, así, como del planteamiento de estrategias y actividades concretas que permitan disminuir los impactos en el desarrollo de sus procesos. En los procesos de la empresa avícola, Avidesa Mac Pollo S.A. se generan impactos asociados a producción de residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas contribuidos al consumo de recursos naturales: agua, energía eléctrica y térmica; como del consumo de insumos químicos en todo el proceso.

Teniendo en cuenta lo anterior, Avidesa Mac Pollo S.A. desea realizar un ACV que permita evaluar el desempeño ambiental desde el transporte del huevo fértil hasta la obtención de la carne de pollo, dando a conocer posteriormente los puntos a mejorar en cada etapa respectiva. Para tal fin, se implementará la norma NTC ISO 14040:2007 y la NTC ISO 14044:2007, las cuales ofrecen

las directrices para el desarrollo del análisis del ciclo de vida (ICONTEC, NTC - ISO 14040, 2007) con la ayuda del software Simapro 7.1 y la evaluación de impactos (puntuación media y final).

La metodología a desarrollar contemplara: la descripción de los fundamentos teóricos que respaldan y facilitan el entendimiento de los procesos para la obtención de carne de pollo (estado del arte, marco teórico y marco legal), descripción de la organización (Avidesa MAC POLLO S.A.), como de las operaciones unitarias adscritas en la producción de carne de pollo desde el transporte e incubación del huevo, transporte y engorde del pollo, seguido de la planta de beneficio y transporte de la carne de pollo para su comercialización. En esta descripción se realizaran los balances de masa, energía y cargas ambientales que son el inventario base como ingreso al software de evaluación de impactos (SIMAPRO 7.1). Por último se presentan los resultados esperados y la divulgación de los mismos.

1. Planteamiento del problema

En el ámbito mundial, la avicultura es una de las ramas de la producción animal de mayor importancia porque contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población, lográndose mediante la explotación de dos de sus vertientes básicas: la producción de huevo y carne de pollo. En los últimos años, la mayoría de los países ha incrementado el consumo de carne de pollo, lo cual es directamente proporcional al aumento en la producción anual de estas aves, como de la cantidad de excretas (heces). Gracias a su composición, las heces se han venido utilizando, como fertilizantes orgánicos y como ingredientes de las dietas para animales de granja. No obstante, dichos residuos avícolas también se han usado como sustrato para la generación de metano y para la síntesis de proteína microbiana y de larvas de insectos (García, Ortiz, & Lon Wo, s.f).

Aun así, los sistemas intensivos de producción avícola pueden crear enormes problemas de polución, por la presencia en grandes cantidades de sustancias contaminantes (nitrógeno, fósforo y azufre) que se producen y que son depositados en el suelo o en su defecto vertidos en fuentes hídricas, que terminan contaminadas (García, Ortiz, & Lon Wo, s.f).

En Colombia el subsector avícola ha alcanzado una importante acreditación en su producción, contribuyendo con un porcentaje significativo en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional (10,5% del Producto Interno Bruto Agropecuario, constituyéndose en generador de empleo directo e indirecto (240000 empleos)), por cuanto actúa en cadena con otros renglones de la producción. Así mismo, ha tenido una constante en crecimiento a partir de 1950, no obstante, los diferentes subproductos que se generan de esta actividad también han aumentado, por esta razón se buscan alternativas eficaces en el manejo de estos subproductos, evitando el aumento en el deterioro ambiental que sufren cada uno de los recursos de nuestro planeta, como son el aire, el agua y el suelo (Gómez Daza, 2012).

Es importante mencionar que la actividad avícola contribuye con un alto porcentaje de contaminación en sus diferentes procesos, reflejándose en residuos sólidos (gallinaza, aves muertas, vísceras plumas, polvo, etc.), líquidos (aguas residuales, sangre, etc.) y gaseosos (contaminantes atmosféricos, malos olores, ruido, etc.), responsables de la problemática ambiental, si a estos residuos no se les da un adecuado manejo integral. La sección avícola que genera una mayor producción de residuos es la granja de cría de aves o de engorde, lo anterior se debe a la elevada cantidad de excreta que se produce, un pollo de ceba, produce de 0.2 a 0.3 kg de materia seca (MS) de excreta por cada kilo de alimento consumido, lo que significa un volumen total de 0.7 a 0.8 kg de materia seca (MS) por pollo cebado. Adicionalmente, se atribuyen los impactos en el proceso de limpieza y desinfección de los galpones, dado a que se generan residuos líquidos que si no son tratados, estos son vertidos seguidamente a cuerpos de agua cercanas. Este proceso también se ve afectado por el incremento de materia orgánica en relación con la emisión de olores desagradables (metano, etc.). Por otra parte, es de mencionar que en el proceso de beneficio de pollo, se produce gran cantidad de contaminantes, provenientes de las aguas residuales que contienen una elevada carga orgánica debido a los altos contenidos de grasas y aceites, sólidos (plumas, vísceras, picos, uñas, pollinaza), sangre, entre otros, debido a las grandes cantidades de pollo que se sacrifican al día (Gómez Daza, 2012). Otra consecuencia evidente, es que debido al aumento de la DBO_5 este origina la disminución del oxígeno en el cuerpo de agua, provocando así la eutrofización en el mismo (Avidesa Mac Pollo S.A., 2015).

Con base en la problemática expuesta, surge el siguiente planteamiento: ¿Mediante la implementación y análisis de la metodología ACV de la puerta a la puerta, se pueden identificar, cuantificar y evaluar los impactos ambientales potenciales asociados al proceso de transporte e

incubación de huevo fértil de pollo como del proceso de transporte del ave y la producción de carne de pollo; ¿y de allí generar estrategias ambientales de mejora?

2. Justificación

La industria avícola en Colombia se ha convertido en los últimos 20 años en uno de los pilares de la economía nacional, como lo demuestran las cifras de la Federación Nacional de Avicultores (FENAVI 2015), lo que conlleva a un aumento en su productividad y comercialización para lograr que sus productos lleguen a otros lugares del mundo, obteniéndose gran demanda a nivel nacional e internacional. Sin embargo, este sector genera gran variedad de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, entre los que se destacan las plumas, vísceras, partes animales, excrementos, sangre, aguas residuales, olores ofensivos entre otros, fortaleciendo los impactos negativos en los recursos naturales. Haciendo referencia en el artículo 79 de la Constitución Política nacional donde reglamenta que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano” (1991) y la ley 23 de 1973 (Artículo 18) donde menciona: “Cuando llegue a demostrarse técnicamente que se están produciendo acciones que generen contaminación, podrá imponerse sanciones según la gravedad de cada infracción” (Congreso de Colombia).

La industria avícola se encuentra vigilada por las siguientes normas que regulan sus actividades productivas y a su vez la generación de vertimientos a fuentes hídricas. Entre ellas se encuentra la Resolución 631 DE 2015 “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). En lo referente a emisiones atmosféricas se destaca la aplicación de normas tales como la Resolución 0601 de 2006 que “Establece la norma de calidad del aire o niveles máximos permisibles, de contaminación en

la atmosfera” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). La producción de residuos sólidos está reglamentada por la Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional que establece “las normas sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana, control de las descargas de residuos y materiales que afectan las condiciones sanitarias del Ambiente” (Congreso de Colombia).

Con la finalidad de identificar los impactos ambientales potenciales que se puedan generar en el proceso de beneficio avícola para la obtención de carne de pollo y cumplir con las exigencias legales y ambientales (FENAVI), se ve la necesidad de realizar una evaluación de IAP aplicando la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV), la cual permite la recopilación de las entradas y salidas de masa, energía y emisiones que repercuten en la obtención de impactos asociados al sistema productivo a través del ciclo de vida. Lo anterior se desarrollara, de tal forma que se pueda garantizar que la generación de nuevos residuos, emisiones y/o vertimientos estén identificados, caracterizados y contemplados dentro de la gestión ambiental de la empresa, con el propósito de reducir su generación, prevenir y/o mitigar la contaminación que pueda causar y darle el tratamiento y la disposición adecuados de acuerdo a la normatividad vigente.

Se hace hincapié de que el ACV no es una evaluación del riesgo ambiental y esto se debe a que esta metodología no tiene en cuenta la exposición, que es un factor esencial para evaluar el riesgo. El ACV solo cuantifica las emisiones, pero el impacto real de esas emisiones depende de cuándo, dónde y cómo se liberen en el ambiente. El ACV es una de las herramientas con las que se cuenta para evaluar los productos, envases y procesos y se utiliza, por ejemplo, en la elaboración de declaraciones ambientales de producto o huellas ambientales (principalmente de carbono o agua). Por consiguiente, este estudio evaluara los impactos ambientales potenciales asociados al proceso de obtención de carne de pollo desde el transporte del huevo fértil hacia la planta de incubación y una vez obtenido el pollo, se traslada a la granja de crecimiento evaluando sus impactos hasta que

este es transportado vivo hacia la planta de beneficio y allí se procesa con el fin de obtener una tonelada de carne de pollo que posteriormente será transportada para su comercialización y consumo. El estudio demanda gran importancia e interés para la empresa Avidesa Mac Pollo S.A. pues es un requisito exigido por la entidad FENAVI y adicionalmente porque no se ha realizado a nivel regional como en el entorno nacional.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Evaluar el impacto ambiental potencial generado en la producción avícola de carne de pollo mediante la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) por atributos de la puerta a la puerta.

3.2 Objetivos Específicos

- Crear el inventario base del ciclo de vida del pollo, desde el transporte de huevo fértil hasta la obtención de la carne, dentro del contexto colombiano.
- Aplicar una herramienta con enfoque ACV que permita evaluar los impactos ambientales, asociados a la producción de carne de pollo, en referencia a la norma NTC ISO 14040-14044.
- Proponer oportunidades de mejoramiento basados en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
- Crear una cartilla guía básica de mejores prácticas ambientales en el sector avícola.

4. Marco referencial

4.1 Estado del arte

El vocablo avicultura deriva del latín avis ‘ave’ y cultura. La avicultura es el trabajo de cuidar y criar aves como animales domésticos. La avicultura no solo se centra en la cría de las aves sino además en proteger su hábitat que es el espacio que se reúne las condiciones apropiadas para que el género pueda vivir y reproducirse perdurando en su aspecto. Se tiene la creencia que fueron los egipcios quienes iniciaron con esta práctica, interesándose por la cría de gallinas y la incubación de huevos en lugares semisubterráneos mediante el calor que generaba el estiércol de camello, posteriormente esta actividad fue continuada por los romanos y griegos (Gómez Daza, 2012).

Desde que se dio inicio a la cría separada de los pollos dependiendo de su sexo, se empezaron a escoger las razas más aptas para este propósito; los machos para la producción de carne y las hembras como ponedoras de huevos, mecanismo donde se ha llegado a la consolidación de la industria avícola como se conoce en la actualidad (Gómez Daza, 2012).

4.1.1 Orígenes y evolución del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El desarrollo del análisis de ciclo de vida “ACV” se originó en Estados Unidos y Europa de manera simultánea. El primer ACV fue elaborado en el año de 1969 por el *Midwest Research Institute* para la empresa Coca Cola, en donde el objetivo era disminuir el consumo de los recursos para poder así reducir la cantidad de emisiones al medio ambiente. Durante los años setenta, algunos grupos como *Franklin Associates Ltd* junto con el *Midwest Research Institute* (MRI) realizaron más de 60 análisis de este tipo. Entre 1970 y 1974 la EPA; realizó alrededor de nueve estudios de envases para las bebidas y los resultados mostraron la sugerencia de no realizar un estudio de ACV en

cualquier caso sobre todo para empresas pequeñas ya que sus costos son muy elevados además del tiempo que consume (Castillo Guzmán, 2017).

En el año de 1993 la *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) fue quien formulo el primer código internacional: Código de prácticas para el ACV (*Code of Practice for Life Cycle Assessment*), el cual tenía como fin homogenizar los diferentes estudios realizados para que siguieran una misma metodología. Posteriormente se realizaron conferencias, taller y políticas que validaron la socialización del código de prácticas ACV creado (Castillo Guzmán, 2017).

Finalmente la ISO (*International Standard Organization*) apoyó el desarrollo proporcionando estructuras de trabajo ya que cada vez iban surgiendo nuevas etapas. En su mayoría el ACV se aplica de forma parcial, lo que quiere decir que en una mayor proporción se emplea en el sector de envases aproximadamente un 50%, le sigue la industria química y plástica, los materiales de construcción y sistemas energéticos y en menor proporción la industria de los productos higiénicos, residuos y entre otros.

El ACV es modelo de investigación de impactos ambientales ocasionados por un sistema de aprovechamiento o producto a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, aprovechamiento, fabricación y fin de vida en su entorno de aplicación (ISO 14040) (ICONTEC, 2007). En su mayoría los estudios de ACV suelen ser complejos debido al difícil acceso a la información por parte de las empresas, complicando así llegar a obtener todos los datos necesarios para realizar el ACV, por ende se ha visto la necesidad de establecer límites al sistema a estudiar.

Teniendo en cuenta las normas NTC-ISO 14040 y NTC-ISO 14044, las cuales regulan los pasos a seguir en un ACV, se debe establecer una unidad funcional adecuada para ser tomada como referencia al momento de realizar la evaluación de impacto ambiental potencial. Para el caso de

las industrias alimenticias y de procesamiento de alimentos se suele utilizar como unidad funcional una tonelada de producto (1 Ton).

4.1.2 Estudios ACV entorno al sector avícola. A continuación se mencionarán algunos de los estudios realizados en los últimos años referidos a los temas de la propuesta:

En países bajos, se realizaron estudios con el objeto de comparar las evaluaciones del impacto ambiental en el sector de la ganadería. El estudio revisó veinticinco investigaciones revisadas por pares que evaluaron el impacto de Producción de carne de cerdo, pollo, carne de res, leche y huevos, utilizando análisis de ciclo de vida (AVC). Los resultados de ACV de 16 investigaciones se expresaron de tres maneras: por kg de producto, por kg de proteína, y por kg de producto promedio. La revisión produjo un rango consistente de resultados para el uso de la tierra, consumo de energía eléctrica y la afectación directa al cambio climático (mayor impacto potencial asociado al calentamiento global (GWP)), enmarcados directamente a la producción de 1 kg de carne de res, seguido por la producción de 1 kg de carne de cerdo, de pollo, huevos y leche. Las diferencias en el impacto ambiental entre el cerdo, el pollo y la carne de vacuno pueden ser explicadas principalmente por 2 factores: diferencias en la eficiencia de la alimentación y diferencias en la emisión entérica de metano (CH_4) (de Vries & de Boer, 2010).

Otro estudio fue realizado en Australia para la producción en huevos alrededor de 345 millones de docenas de huevos al año. La industria buscó tener un alto grado de desempeño ambiental mediante la adopción de las mejores prácticas de gestión para una serie de cuestiones ambientales, aunque hasta la fecha no se han realizado análisis exhaustivos del desempeño ambiental en toda la cadena de suministro de huevos. Para cuantificar los impactos ambientales, el estudio contempló las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de energía y agua, enfocado a la

producción de 1 kg de huevos en jaula como de gama libre. El estudio encontró que la producción de huevos de Australia generaba bajos niveles de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con la producción de huevos de estudios europeos. El total de gases de efecto invernadero fue de $1,3 \pm 0,2$ kg de $\text{CO}_2\text{-eq}$ / kg de huevos procedentes de la producción en jaulas y de $1,6 \pm 0,3$ kg de $\text{CO}_2\text{-eq}$ / kg para la producción libre. La demanda acumulada de energía (CED) para la producción en jaula ($0,7 \pm 0,9$ MJ / kg de huevos) fue menor que los estudios previamente reportados en la literatura. Adicionalmente, se determinó que la demanda acumulada de energía para la producción libre de huevos ($13,1 \pm 1,1$ MJ / kg de huevos) fue ligeramente superior a la de la producción en jaula, pero fue similar a otros estudios publicados en la literatura (Wiedemann & McGahan, 2011).

Por otro lado, el estudio de Wiedemann, determino la relativa eficiencia ambiental de la producción de huevos a partir del alto rendimiento de la producción moderna de huevos de Australia, junto con la naturaleza de bajo ingreso de la producción de cereales de Australia. Donde, el grano australiano se produce en condiciones que no favorecen las emisiones de óxido nitroso, lo que se refleja en el menor factor de emisión recomendado para su uso en el inventario australiano (DCCEE 2010). Estos resultan en un bajo consumo de GEI y energía para los huevos australianos, tanto en los sistemas en jaulas como en los de libre distribución. Los mayores impactos para GHG y CED asociados con la producción libre fueron atribuibles a una mayor conversión alimenticia (FCR) y a una menor productividad en comparación con la producción en jaula (Wiedemann & McGahan, 2011).

La industria reconoce su responsabilidad de gestionar los recursos y los impactos ambientales de manera responsable y ha fijado prioridades ambientales para mejorar el desempeño en las áreas clave del uso del agua y la energía y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero

(GEI). Estas áreas están en línea con las prioridades ambientales nacionales y también son de interés para el público en general. Sin embargo, no se han realizado investigaciones para cuantificar estas áreas de uso y emisión de recursos a través de la cadena de suministro de huevos de Australia. Esta brecha de conocimiento llevó a la puesta en marcha de un proyecto de evaluación del ciclo de vida (LCA) para la industria. LCA es una herramienta utilizada en todo el mundo para determinar el uso de los recursos y los impactos ambientales de un producto de interés, evaluando todo el ciclo de vida de un producto. LCA es un método para determinar el uso de recursos y los impactos, y puede ser reportado en una forma fácil de entender usando el concepto de "huella" para el carbono, el agua o la energía de un producto como los huevos (Wiedemann, McGahan, & Poole, 2012, p.92).

En un segundo estudio realizado por Wiedemann en la industria de carne de pollo en Australia utilizando ACV como herramienta que se utiliza en todo el mundo para determinar estos impactos para un producto de interés, evaluando; el impacto medioambiental desde la "cuna hasta la tumba" durante todo el ciclo de vida de un producto. Basada en datos recolectados de las cadenas comerciales de carne de pollo. Los objetivos de este proyecto incluyen: (a) Cuantificar los impactos ambientales de la producción de carne de pollo, específicamente: energía usada, Emisiones de gases de efecto invernadero y uso del agua. (b) Proporcionar datos sólidos que permitan comparar la carne de pollo con otros productos similares, sobre el rendimiento medioambiental y la eficiencia de la producción. (c) Identificar áreas dentro de la cadena de suministro donde las mejoras pueden reducir el uso de recursos e impactos ambientales. (d) Establecimiento de datos de referencia para la evaluación comparativa y presentación de informes del desempeño de la industria. (e) Revisar las ACV existentes en la carne de pollo. El estudio mostró que la producción de carne de pollo australiana es una forma altamente eficiente. La

producción de carne de pollo generó bajos niveles de GEI y resultó en niveles moderados de energía y agua. Las emisiones totales de gases de efecto invernadero oscilaron entre $1,89 \pm 0,15$ y $2,38 \pm 0,16$ CO₂-e /Kg de peso de canal (CW) para la producción convencional de carne de pollo en SA y QLD, respectivamente. Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la producción libre ($2,19 \pm 0,14$ CO₂-e / kg CW) no fueron significativamente. Se encontró que la producción genera emisiones 20% más altas ($2,86 \pm 0,48$ CO₂-e / kg CW) que QLD de la producción convencional.

Otro aporte significativo fue el estudio realizado Vamilson, et al 2014 donde comparó las cargas ambientales de dos sistemas de producción de pollos de engorde en Brasil y dos en Francia. Un sistema brasileño representa una producción a gran escala en la región Centro-Oeste del país; la otra es una producción a pequeña escala en el Sur. Uno de los sistemas franceses representa un amplio sistema de producción de pollos de engorde, conocido como "Label Rouge"; el otro es un sistema estándar. Las evaluaciones de impacto del ciclo de vida se realizaron utilizando el método de caracterización CML-IA. La unidad funcional adoptada fue 1 tonelada de pollo enfriado y envasado, listo para su distribución. El extenso sistema Label Rouge tuvo el mayor impacto entre las categorías de impacto de estudio, principalmente a la elevada relación de conversión del sistema de producción (3,1 kg de impacto por kg de peso vivo) junto con el hecho de que la etapa de producción contribuyó más al impacto general. La contribución de la deforestación a la etapa de producción de cultivos fue significativa, especialmente para el cambio climático, equivalente al 19% de las emisiones totales de CO₂eq por tonelada de pollo empacado, en el sistema del Centro-Oeste de Brasil. Los sistemas franceses también fueron afectados, ya que importan cultivos de Brasil. El sistema del sur de Brasil tuvo menos impacto en el cambio climático porque ya no hay

deforestación en el sur de Brasil para la producción de cultivos (da Silva, van der Werf, Soares, & Corson, 2014).

El siguiente estudio se realizó en Portugal bajo la estructuración de Evaluación del ciclo de vida de la producción de pollos de engorde, desde la granja de incubación hasta la planta de beneficio, con el objetivo de identificar los hotspots ambientales del sistema. Para ello, se investigó en detalle los datos del Inventario de las diferentes etapas de producción (actividades relacionadas con granjas de pollos y mataderos). Los resultados demostraron que la granja de pollos es el principal responsable de los impactos ambientales analizados, específicamente en la producción de alimentos como las emisiones generadas en la granja, pues fueron los principales puntos calientes ambientales. En cuanto a las actividades relacionadas con los mataderos, la producción de electricidad y materiales presentaron una contribución significativa en esta etapa. Los resultados se compararon con otros estudios publicados de EACV de producción de pollo en otros países, prestando especial atención a la cuantificación de las emisiones y a la gestión de los residuos de aves de corral. Por otra parte, los estudios de carne de cerdo, carne de res y pescado (sardinas) también se incluyeron para la comparación utilizando una unidad funcional basada en un contenido de proteína idéntico, sin incluir el sistema de envases. Se determinó que la producción de pollos de engorde podría ser preferible en comparación con otros tipos de carne debido a su menor potencial de calentamiento global. Por el contrario, las sardinas presentaron una reducción del 88% en comparación con el perfil de pollo; sin embargo, la disponibilidad de sardinas para el consumo puede ser limitada durante todo el año debido a los protocolos de pesca de la UE relacionados a la protección de las poblaciones marinas (González-García, et al., 2014).

Adicionalmente se da a conocer la evaluación del impacto ambiental de la producción de carne de ave mediante la evaluación del ciclo de vida, realizada en la ciudad de Varamin, provincia de

Teherán, Irán. El alcance del estudio contemplo los Impactos de la producción de pollos de engorde en la granja y la producción de carne de pollo en el matadero; cuya unidad funcional fue una tonelada de ave, en las temporadas de verano e invierno. Las categorías de impacto ambiental incluyeron el potencial de agotamiento abiótico, el potencial de acidificación, el potencial de eutro-potencial de calentamiento, potencial de agotamiento del ozono, potencial de toxicidad humana, potencial de ecotoxicidad acuática marina, potencial de ecotoxicidad terrestre y potencial de oxidación. Según los resultados, el potencial de calentamiento global, la acidificación y la eutrofización para la producción de 1 tonelada de carne envasada se estimaron en 2931,91 kg de CO₂-eq, 41,75 kg de SO₂- eq y 14,69 kg de PO₄-eq, en verano y 5357,61 kg de CO₂-eq, 61,9 kg de SO₂-eq y 19,34 kg de PO₄- eq en invierno, respectivamente. Las evaluaciones revelaron que la etapa de producción de pollos fue la principal fuente de impactos ambientales, debido a la producción y transporte asociada a las emisiones atmosféricas durante el ciclo de vida de la producción de carne de pollo. Mientras que la producción de pollos de engorde en Granjas, mataderos y transporte representan el 56%, el 31% y el 13% del total en relación al consumo de energía, respectivamente (Kalhor, Rajabipour, Akram, & Sharifi, 2016).

Finalmente, se menciona el estudio realizado en España sobre el impacto ambiental generado en el sector alimentario como una preocupación vigente en la sociedad. Mediante el empleo de distintas herramientas de gestión medioambiental como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y la Huella de Carbono fue posible identificar y cuantificar dichos impactos y sus causas, como paso previo a la implantación de estrategias que permitan una producción más sostenible. En este trabajo se desarrolló el ACV y análisis de Huella de Carbono mediante el uso del software SimaPro de una explotación avícola productora de huevos frescos en la provincia de Asturias. El inventario se realizó considerando los consumos de materias primas y energéticas, emisiones directas derivadas

de la actividad, así como los transportes y la gestión de los residuos. El análisis realizado indicó que la producción del alimento para las gallinas es la principal causa de impacto en esta actividad. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se formulan algunas propuestas de mejora medioambiental (Abín Rueda, 2016), llegando a la conclusión de que las categorías de impacto más afectadas como consecuencia de la producción de huevos en la explotación avícola considerada, son por orden de importancia, la transformación de suelo natural, la ecotoxicidad terrestre y la del agua dulce (Castillo Guzmán, 2017).

4.1.3 La importancia de estos estudios y porque utilizar ACV

4.1.3.1 El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. En la actualidad, legar a las futuras generaciones un medio ambiente apto para la continuidad de la civilización se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la humanidad. En el marco de la globalización de las economías no es posible estar al margen de esta preocupación. En estos días, los consumidores son más exigentes, tanto en la conservación de los recursos naturales y en la protección del medio ambiente, como en la calidad de los productos y servicios que reciben. Por tal motivo, la industria enfrenta el reto de producir con alta calidad y satisfacer las expectativas de los consumidores y de otras partes interesadas en el tema de la protección del medio ambiente. ‘Desde el nacimiento hasta la tumba’ es lo que se denomina ciclo de vida de un producto. El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto. Básicamente, se enfoca al rediseño de productos bajo el criterio de que los recursos energéticos y materias primas no son ilimitados y que, normalmente,

se utilizan más rápido de cómo se reemplazan o como surgen nuevas alternativas. Por tal motivo, la conservación de recursos privilegia la reducción de la cantidad de residuos generados (a través del producto), pero ya que éstos se seguirán produciendo, el ACV plantea manejar los residuos en una forma sustentable –desde el punto de vista ambiental– minimizando todos los impactos asociados con el sistema de manejo.

Para finalizar el objetivo del análisis de ciclo de vida es proporcionar la información que permita a los empresarios tomar decisiones dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de sus productos y/o servicios. Además suministrará ventajas comparativas y competitivas al proporcionar todos los elementos de análisis, a las empresas que deseen certificar sus productos bajo el esquema de etiquetas ambientales. El ACV no sólo es un instrumento para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino un instrumento empresarial para reducir costos y mejorar posiciones en el mercado (Romero Rodríguez, 2003).

4.2 El desarrollo de la avicultura en Colombia

La avicultura forma parte del sector agropecuario y conforma una de las actividades de mayor producción de huevos y carnes de aves en nuestro país; en un comienzo generó 30 mil toneladas de carne de pollo en el año 1961 hasta lograr más de un millón en 2012, el cual representa un crecimiento del 7,1% promedio anual, pasando de aportar el 7,0% de la producción total nacional de carnes de res, cerdo y pollo en 1961 al 50,4% en 2012 (Aguilera Díaz, 2014).

Al iniciar la segunda mitad del siglo XX con la ayuda entidades privadas y las organizaciones gremiales comenzó a desarrollarse la avicultura en Colombia, producto de la experiencia y aprendizaje continuo de productores dedicados a esta actividad, quienes introdujeron tecnología a los sistemas de producción para generar mayor productividad. Por otra parte se tomaron medidas

especiales por las instituciones, reglamentar el control y la calidad de la producción agrícola fueron claves para elevar el nivel competitivo y aumentar la eficiencia en los productores de huevos y pollo (Aguilera Díaz, 2014).

Esta industria tuvo un alto crecimiento en los años ochenta donde el país tuvo una gran expansión al crecer un 9,5% promedio anual la producción de carne de pollo. Comenzó la venta de huevos clasificados por calidad, tamaño e higiene. Sin embargo, persistían los altos costos de los concentrados, los empaques y la distribución de los productos a los puntos de venta. Como respuesta a la demanda de productos avícolas en los centros urbanos del país comenzó con la instalación de criaderos cercanos a las zonas de consumo, de esta forma se le dio una presentación semiurbana de bajos costos en transporte. Introduce las nuevas tecnologías enfocadas en la genética aumentando la producción. Otros sectores como el comercio, la industria de alimentos concentrados y los proveedores de insumos, entraron a formar parte de la cadena avícola (Aguilera Díaz, 2014).

4.2.1 La Producción Avícola Nacional. La producción avícola ha sido uno de los sectores de mayor crecimiento en la agricultura; con una inmensa potencialidad en expandirse en la medida en que aumente la demanda de la carne de pollo y de los huevos, con el debido acompañamiento de las autoridades sanitarias y el deseo de las empresas, por la apertura de nuevos mercados en el exterior, se puede considerar como un sueño posible. Esta industria ocupa el segundo lugar dentro de las actividades agropecuarias en el país después de la ganadería de carne y de leche; ubicándose por encima de la caficultura. De acuerdo con el reporte de la Federación Nacional de Avicultores, FENAVI, al cierre del primer semestre de 2016, el sector presentó un crecimiento de 4,9% frente a las cifras obtenidas en el mismo periodo del año anterior. Según el departamento económico de

FENAVI, “la producción de huevo jalonó el crecimiento con un 8,4%, alcanzando 6,4 mil millones de unidades; mientras que la de pollo se ubicó en 3,1%, con 723.080 mil toneladas” (Bohórquez Arévalo, 2014).

A nivel continental, Colombia ocupa el sexto lugar en la producción de pollo (después de Estados Unidos, Brasil, México, Canadá y Argentina) y el cuarto en producción de huevo de mesa (después de Estados Unidos, Brasil y México). La producción tanto de pollo como de huevo se concentra en la región central, integrada por los departamentos de Cundinamarca, Tolima, Huila y Boyacá (32%), seguida por los Santanderes (25%), Valle del Cauca (20%), Antioquia (11%), Costa Atlántica (7%) y el eje cafetero (5%). Se estima que más de 250 mil personas en 300 municipios, derivan su sustento de la cadena avícola conformada por la producción de material genético, la producción de carne de pollo y huevos, la agricultura de maíz, soja y sorgo, el sector de los alimentos balanceados, la industria farmacéutica veterinaria, la asistencia técnica veterinaria, la fabricación de equipos e implementos, las redes de frío, y el transporte de productos avícolas incluyendo los pollitos y pollitas de un día de edad. Los costos de producción eran muy altos, la producción no era eficiente y en consecuencia este costo tenía que ser llevado al consumidor final. Se ha presentado una rápida y positiva transición en las tendencias de consumo de estos productos durante los últimos 15 años; cada colombiano pasó de consumir 12 kilos de pollo y 160 huevos cada año a la no despreciable cifra de 27,1 kilos de pollo y 240 huevos, según el último informe de FENAVI.

Este crecimiento es debido no solo a la producción más eficiente, sino también a factores como el progresivo incremento del poder adquisitivo de los colombianos, concientización de parte de la población en torno a los beneficios de una nutrición suficiente y balanceada, y principalmente al comportamiento cultural que ha caracterizado a la población de nuestro país en donde se valora al

pollo y a los huevos como fuentes valiosas de nutrientes en contraposición al consumo de la carne bovina; su principal competidor y sustituto, que cada vez se asocia más con trastornos en la salud relacionados con su ingesta, de tal manera que se ha generado una tendencia a la baja en su consumo. De igual manera, de las últimas investigaciones concluye que la tendencia mundial de consumo de huevos y de carne de pollo, continuará en aumento debido a diferentes factores entre los que se destacan el “despertar” de China, país que cada vez demanda más y mejores alimentos, y principalmente las pocas restricciones que ofrece el consumo de productos avícolas en cuanto a calidad nutricional, costumbres, aspectos religiosos y mayor acceso a proteína de alta calidad (Bohórquez Arévalo, 2014).

Adicionando que el alimento de las aves no es el único rubro de gran impacto en los costos de producción de pollo y huevo, también es importante poder acceder a tecnología de bajo costo para tecnificar la producción; por esta razón se requiere que la legislación promueva y facilite el acceso a nuevas tecnologías tanto en el área de producción sino también en el área de sacrificio de las aves, para reducir costos y ser más eficientes, lo que redundaría en un mayor acceso de la población a los productos avícolas. Se realiza un estimativo del 12% en la producción de carne y un 23% de la producción de huevo; efectuando en planteles con algún nivel de automatización, mientras que el excedente se desarrolla en galpones con equipos manuales, en la mayoría de los casos sin las condiciones mínimas necesarias para realizar adecuadamente todos los procesos de la cadena. En el sector avícola el CONPES se ha enfocado en crear una Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la Cadena Avícola a través del documento 3468 del 30 de abril de 2007. Dicho documento centra sus objetivos en que el país logre mantener una producción alta y estable manteniendo los parámetros sanitarios y llegando al consumidor final a través de un producto sano, nutritivo e inocuo. Es necesario tener presente que no se han creado políticas que incentiven la producción

avícola y lamentablemente el gremio no cuenta con participación política lo que la aísla del contexto de desarrollo en que debería situarse.

4.2.2 Descripción del Proceso Avícola en las Granjas. La Federación Nacional de Avicultores – FENAVI orienta sobre las etapas la industria avícola en la cual menciona que se conforma en tres eslabones básicos: la incubación, el engorde de pollo y las aves de postura. La cadena productiva de esta industria va desde la incubación, la producción de pollos y huevos; mientras que la agricultura abarca la siembra de maíz, soya, sorgo y yuca; la industria farmacéutica, veterinaria, la fabricación de equipos e implementos, hasta el transporte de pollo, huevo, pollito de un día y alimento balanceado. El sector avícola colombiano ha contribuido de manera importante al crecimiento general del sector agropecuario y al desarrollo de la cadena productiva (Aguilera Díaz, 2014).

La cadena productiva de la avicultura comercial tiene seis procesos productivos, interdependientes, tecnificados y exigentes en aspectos de la genética, nutrición, sanitarios, bioseguridad y medioambiente, los cuales se puede apreciar en la Figura 1. (Procesos productivos generales de las plantas incubadoras) (Aguilera Díaz, 2014).

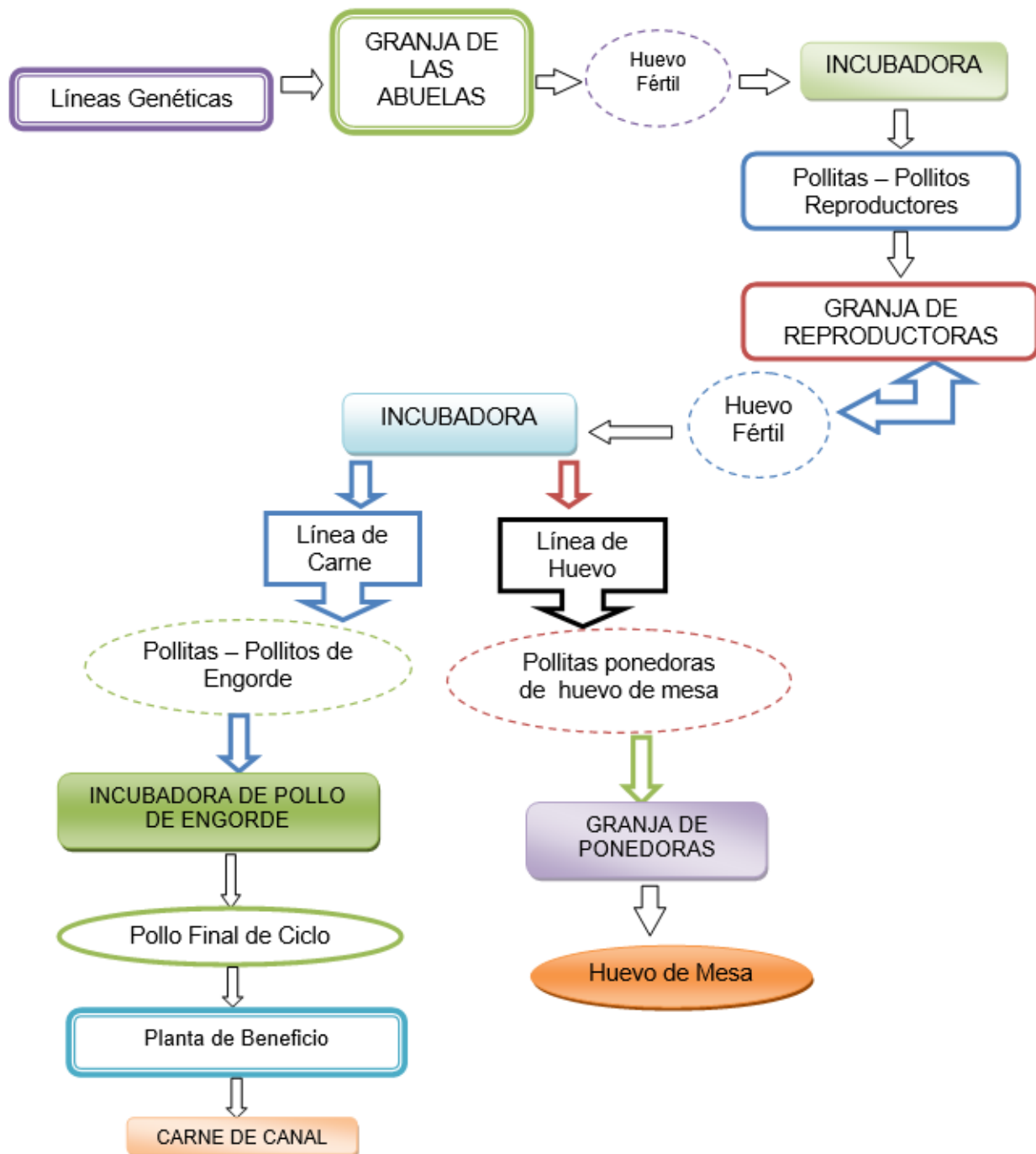


Figura 1. Procesos productivos generales de la plantas incubadoras.

Fuente: (Rodríguez Pazmiño, 2015)

Las aves reproductoras son vacunadas tanto en la granja como en la incubadora, en esos momentos se da origen al levante cuyo número de semanas está comprendido entre 18 a 20

semanas, es allí donde el gallo fertiliza a la gallina, luego se inicia la etapa de producción del huevo fértil, la cual dura 61 semanas y cuando finaliza este ciclo comienza la etapa de alistamiento, ver Figura 2.

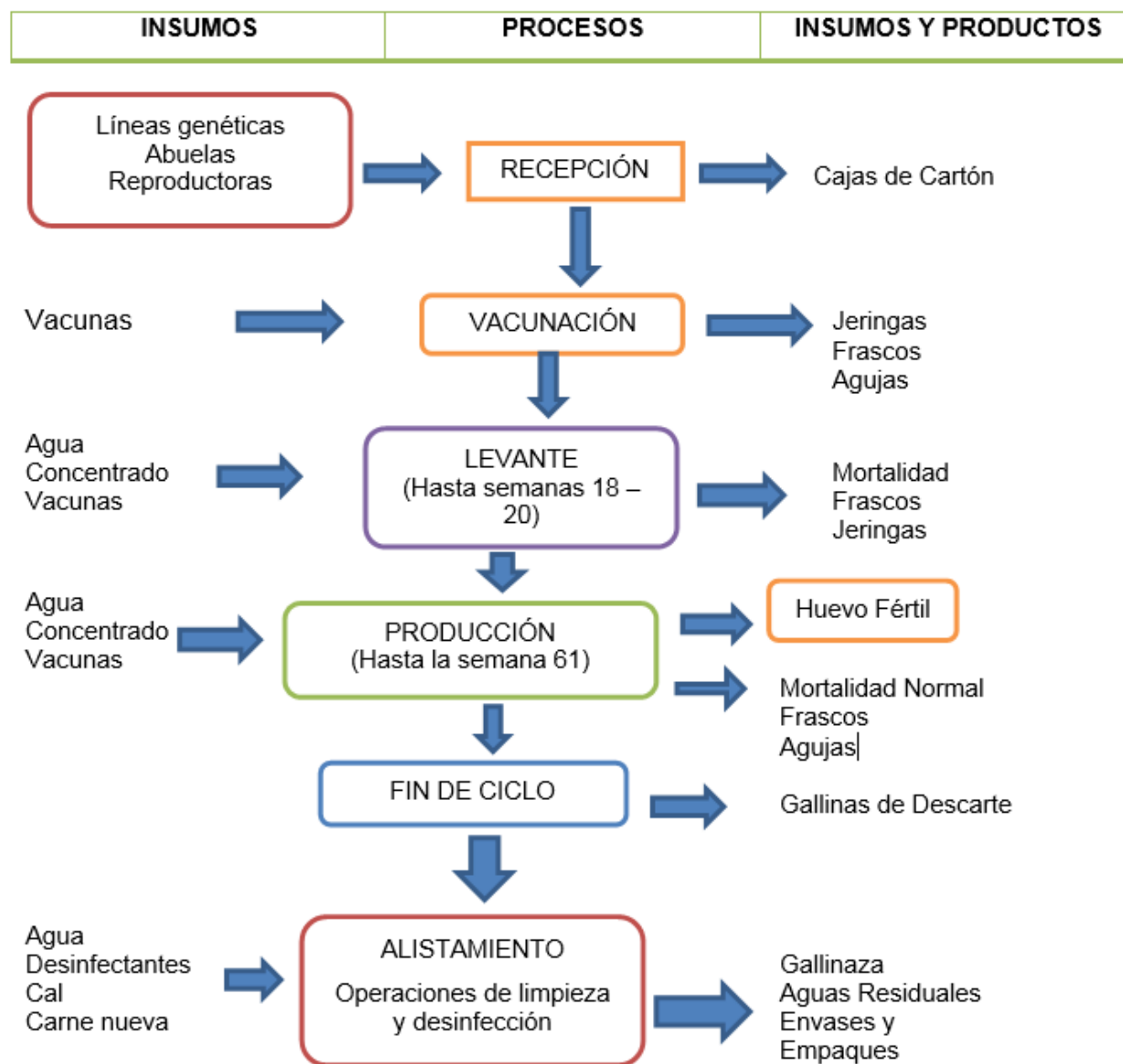


Figura 2. Granjas de Abuelas Reproductoras

Fuente: (Rodríguez Pazmiño, 2015)

4.2.2.1 Granjas Incubadoras. El huevo fértil producido en las granjas de abuelas y reproductoras es llevado a las instalaciones donde funcionan las incubadoras. Allí a una

temperatura de 37°C, los huevos se instalan en bandejas con el fin que el embrión no se pegue en las paredes del huevo. A los 18 días, los huevos son trasladados a nacederas, a los 21 días nacen los pollitos los cuales son clasificados por sexo y calidad. Las aves de un día son vacunadas y enviadas en cajas de cartón a las granjas de pollo de engorde o de ponedoras de huevo de mesa. Cuando este ciclo termina, se limpian las incubadoras y se retiran todos aquellos huevos dañados, rotos, las cascara, entre otros. La siguiente figura 3 muestra el proceso de incubación de huevo.

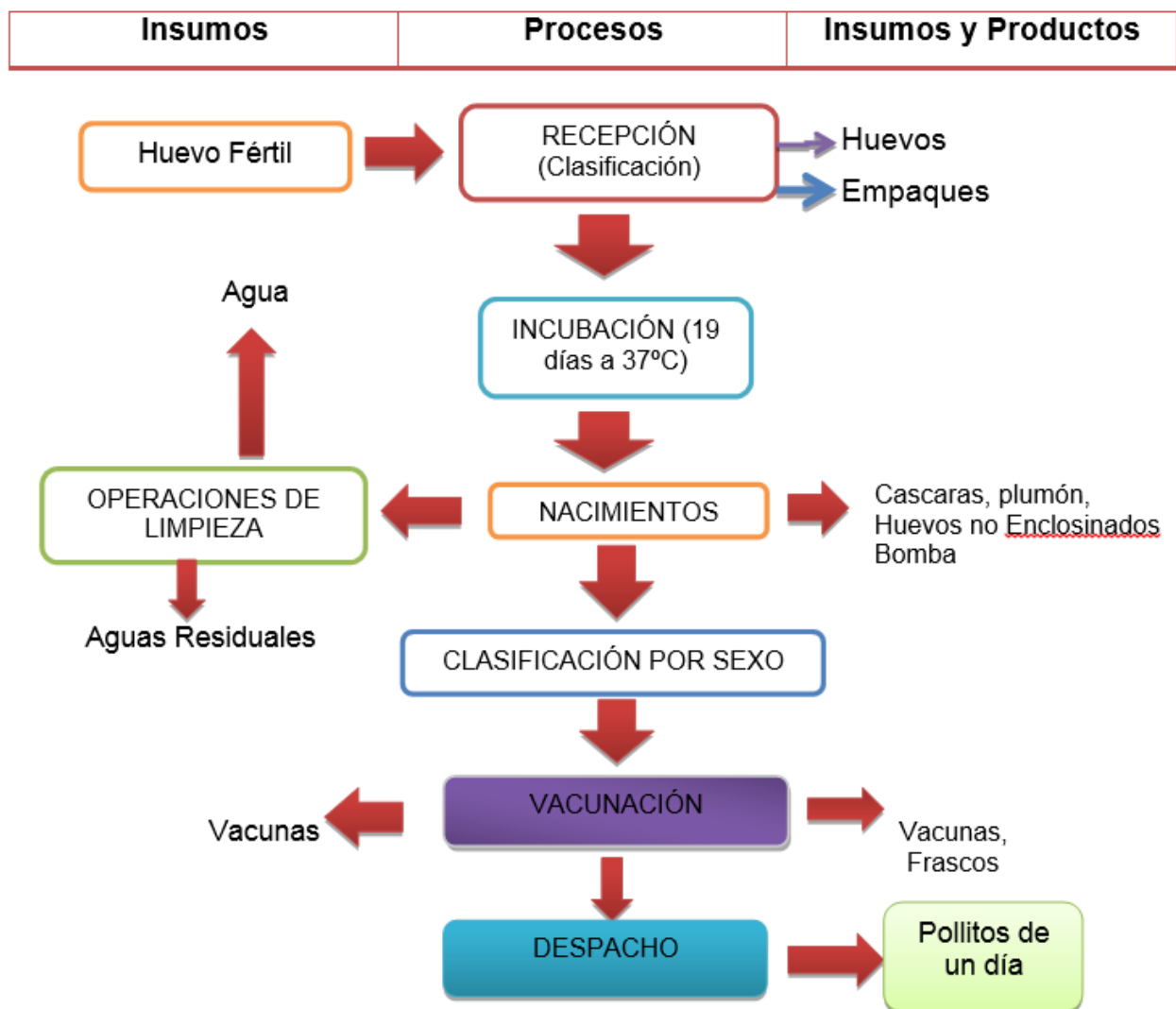


Figura 3. Proceso de Incubación del huevo
Fuente: (Rodríguez Pazmiño, 2015)

4.2.2.2 Granjas ponedoras de huevos de mesa. Este proceso se encuentra dividido en tres secciones: recepción de las pollitas de un día, las cuales se vacunan luego se colocan en el galpón de levante donde permanecen durante 18 – 20 semanas; posteriormente son trasladadas a los galpones de producción; allí son controladas de acuerdo al programa de encasetamiento hasta cumplir 80 semanas. Cuando finaliza el ciclo se venden como gallinas de descarte (las que cumplieron su vida productiva) ver Figura 4:

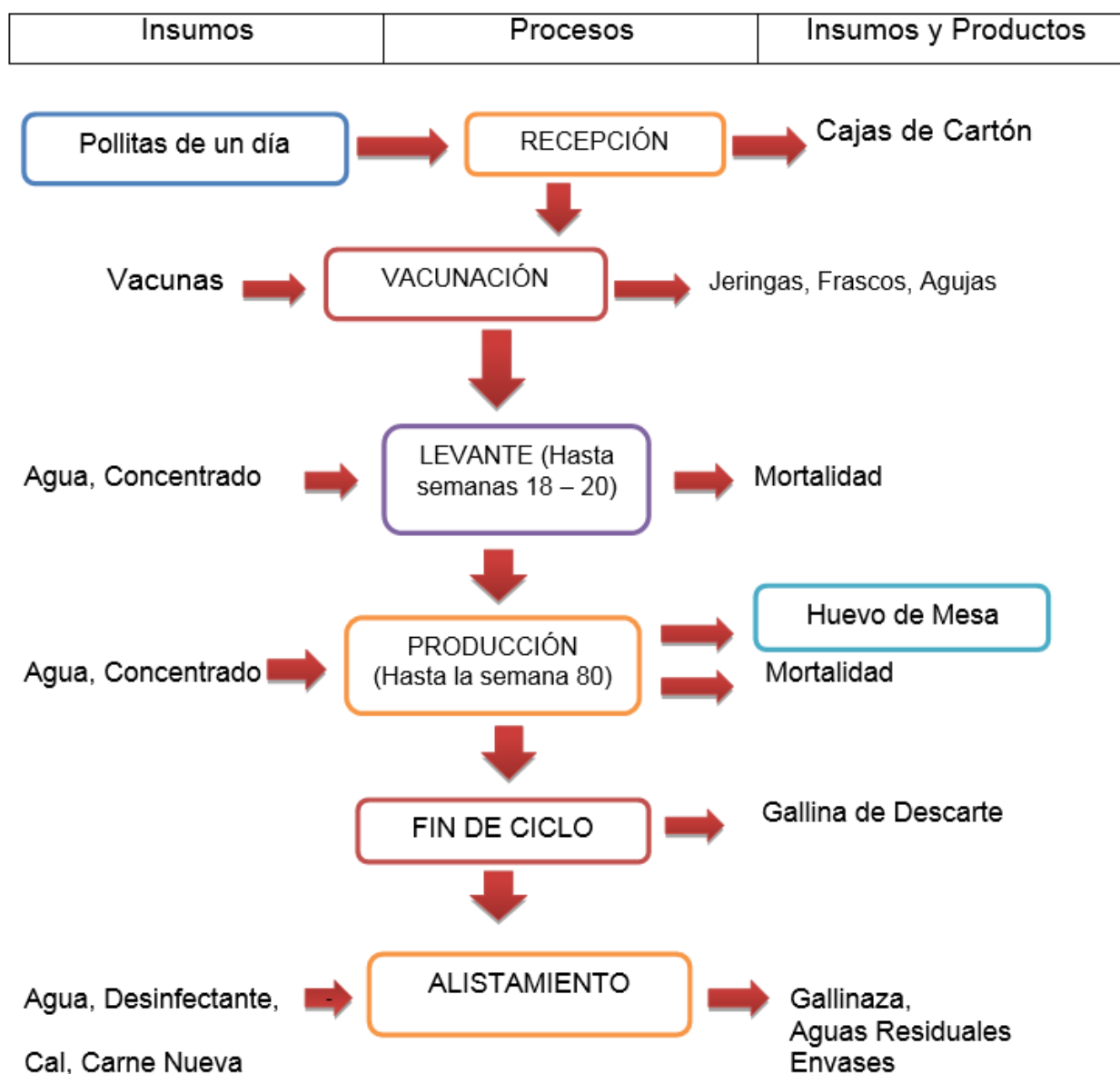


Figura 4. Proceso de Granjas Ponedoras de Huevos de Mesa
Fuente: (Rodríguez Pazmiño, 2015)

4.2.3 Planta de Incubación. La planta se divide en dos zonas, esta división depende del grado de limpieza. La zona limpia está compuesta por la zona de descargue del huevo, cuarto de clasificación, zona de lavado, núcleo uno y dos de incubadoras y zona de mantenimiento, la zona sucia se compone de los dos núcleos de nacedoras, zona de lavado, salón de nacimiento compuesto por la sala de sexaje y vacunación del pollito y zona de despacho. La planta tiene una capacidad instalada de huevo fértil en máquinas de 388.080 huevos y la producción está en el 85% en promedio, cuenta con veintisiete incubadoras multietapa, dos de etapa única, veintisiete nacedoras multietapa y dos nacedoras de etapa única. (Ver figura 5).



Figura 5. Incubadora de Huevos

Fuente: Avidesa Mac Pollo

La planta maneja una programación para que los nacimientos ocurran cuatro días a la semana, lunes, martes, jueves y viernes. Los días lunes y jueves nacen dieciséis máquinas y los martes y viernes nacen once máquinas. Los días miércoles y sábado se utilizan para realizar aseo a las instalaciones de la planta. El proceso de clasificación de los huevos y cargue de máquinas se realiza todos los días. (Vanegas Gallego, 2014).

4.2.3.1 Características productivas. Del 100% de los huevos que ingresan a la planta de incubación en promedio el 1.5 % son huevos no aptos para su incubación, el 98.4% restante son los huevos fértiles aptos para cargar en las máquinas, de los cuales el 2.7% son huevos infértiles y el 95.7% restante son huevos fértiles.

De este 95.7% el 85% son pollitos nacidos y el 10.7% son huevos no eclosionados. Del 85% de pollitos nacidos se saca el 0.5% de descartes, 1% de pollitos de segunda calidad, lo que corresponde a 83.5% de pollitos de primera calidad. De esta manera se estima que del 100% de los huevos que ingresan a la planta el 83.5% son pollitos de un día aptos para su producción en las granjas. Para determinar la mortalidad embrionaria al 10.7% de los huevos no eclosionados se estima una mortalidad temprana de 3%, mortalidad intermedia de 1.5%, mortalidad tardía de 3%, huevos mal posicionados 0.32%, pollitos con malformaciones 0.33%, y huevos contaminados 0.17%. (Vanegas Gallego, 2014)

Para evaluar la eficiencia en los procesos se realizan las siguientes muestras con respecto a la carga total de una incubadora.

- Pesaje de huevo el 1.1% de cada máquina, por lote.
- Control de calidad del huevo clasificado por las operarias el 1.1% de cada máquina.
- Para realizar prueba de fertilidad (ovoscopia) el 3.3% por cada máquina.
- Perdida de humedad 1.1% por lote.
- Campana de nacimiento para el lote evaluado el 6.6%.
- Pesaje de pollito 1.4% por lote.
- Control de calidad pollito por operaria el 6.6%.
- Para realizar embriodiagnosis el 6.6% por máquina. (Vanegas Gallego, 2014)

4.2.3.2 Descripción del proceso de Incubación. La incubación artificial de huevos fértiles es un proceso de corta duración, inicia en la granja el proceso en la planta inicia una vez los huevos ingresan y luego son seleccionados y clasificados; la clasificación se realiza por tamaño y calidad del cascaron, el siguiente paso es realizar la carga de las maquinas incubadoras las cuales se encargan de simular las condiciones ambientales en las que las gallinas incuban sus huevos naturalmente.

Las incubadoras artificiales se encargan de controlar parámetros especiales de temperatura, humedad y volteo, que permiten el desarrollo fisiológico de los huevos fértiles hasta su nacimiento, las máquinas controlan estos parámetros por medio de una tarjeta electrónica, la cual se localiza en la parte superior de cada una de las incubadoras y nacedoras. Este controlador realiza tanto el control ambiental y el monitoreo de los instrumentos y dispositivos de cada una de las maquinas. Los parámetros especiales necesarios para el desarrollo de los embriones, son los de temperatura, humedad y volteo. (Ver figura 6).



Figura 6. Incubadora de huevos con sus parámetros de temperatura y humedad
Fuente: Avidesa Mac Pollo

La temperatura es necesaria para el desarrollo de los embriones en máquinas de incubación artificial, la temperatura debe ser constante de 98.6°F (37°C), para garantizar que la temperatura sea óptima para el desarrollo normal de los embriones, se debe considerar el tamaño de la carga, calor generado por los embriones a medida que pasan los días de incubación, son factores que se deben tener en cuenta para generar el balance correcto al momento de cargar las máquinas y evitar generar variaciones que traerán como consecuencia el desarrollo más rápido o más lento y como consecuencia la reducción en la fertilidad.

Durante la incubación se pierde vapor de agua a través de los poros de la cáscara, la velocidad con la cual la humedad se pierde depende del número y tamaño de los poros y de la humedad del aire alrededor del huevo. Un huevo debe perder un 12% de su peso hacia el día 18 de incubación (Vanegas Gallego, 2014).

La pérdida de humedad en el proceso de incubación, se relaciona con el manejo, nutrición o enfermedades en las reproductoras y generan la postura de huevos con deficiencias en la cascara, debido a esto es necesario ajustar las condiciones para evitar variaciones de humedad en las incubadoras. La humedad relativa en el interior de las maquinas debe estar entre 83.6 – 84% para asegurar el desarrollo adecuado de los embriones y generar pollitos hidratados.

El parámetro de volteo consiste en mover los huevos en un ángulo de 45° de abajo hacia arriba cada hora durante los primeros catorce días de incubación, los huevos deben ser volteados durante el proceso de incubación ya que a medida que el embrión se desarrolla aumenta la producción de calor corporal, el volteo de los huevos evita que el embrión se pegue a las membranas celulares de la cáscara, ayuda a regular el flujo de aire y el enfriamiento al interior de la maquina incubadora, para poder obtención aves de alta calidad y evitar encontrar aves con restos de yema, cascaron adheridos al cuerpo que reducen la calidad de los nacimientos. (Vanegas Gallego, 2014)

El proceso de incubación se divide en dos etapas, la primera etapa consiste en el desarrollo embrionario y formación de los órganos y tejidos que dan lugar a un nuevo ser vivo, esta etapa tiene un tiempo de duración de dieciocho a diecinueve días al interior de las maquinas incubadoras. La segunda etapa consiste una vez los huevos finalizan los dieciocho días de incubación se realiza la transferencia de los huevos a las maquinas nacedoras, el desarrollo del embrión está casi completo y en las horas posteriores se convertirá en un polluelo respirando por sus propios medios y alistándose para picar la cáscara y posteriormente nacer, en esta etapa los huevos permanecen tres días al interior de las nacedoras.

Al realizar el proceso de transferencia los huevos son acostados en sus lados permitiendo el libre movimiento del pollito fuera de la cáscara al nacer, además de ayudar a la higiene de las aves, ya que grandes cantidades de plumón se generan durante el nacimiento y se podría diseminar contaminación alrededor de la planta incubadora.

El proceso inicia en el orden que fueron cargadas las incubadoras, debe realizarse con tiempo, con movimientos suaves, evitando generar fracturas, rupturas en las cáscaras y hemorragias en los tejidos internos de los polluelos, a su vez el proceso debe realizarse rápidamente para evitar el enfriamiento de los huevos y atrasar el nacimiento. Una vez se inicia con el proceso de transferencia se debe contar con un recipiente el cual contiene un desinfectante donde serán depositados los huevos contaminados con bacterias (huevos bomba), al terminar cada máquina se diligencia el formato de transferencia con la fecha, hora de inicio y final de transferencia, parámetros de la maquina al momento de la carga, numero de huevos cascados y contaminados por máquina y operarios que realizaron el proceso.

Una vez ha finalizado el proceso de transferencia se procede a llenar las cubetas con formol puro (300cc) para cada nacedora, con el fin de dar la coloración amarilla al plumaje de los pollitos,

además de ser método de desinfección. Luego de esto se procede a lavar el salón donde se realizó la transferencia y se fumiga toda la sala. Una vez se han cumplido veintiún días de incubación, se verifica que los pollitos hayan nacido en su mayoría, estén secos, que no más del 5% presenten humedad en la nuca, evitando que se deshidraten excesivamente. La deshidratación de las aves puede ocurrir por ajustes incorrectos del tiempo de carga para la edad del huevo o excesiva pérdida de peso durante la incubación, si se cumplen estas condiciones los pollitos son sacados y llevados a la zona de clasificación donde son separados de los desechos del nacimiento (cascarones y plumón), se clasifican en primera o segunda calidad y luego son separados por sexo en machos y hembras. (Vanegas Gallego, 2014)

El sexaje se puede realizar por dos métodos, en pollitos de engorde se realiza por medio de la observación de las plumas de las alas, es el método más apropiado ya que son pollitos de un día de edad y presentan un emplume lento; para las aves de emplume rápido como las aves reproductoras el sexaje se realiza por medio de la observación de la cloaca de los pollitos. (Ver figura 7^a)

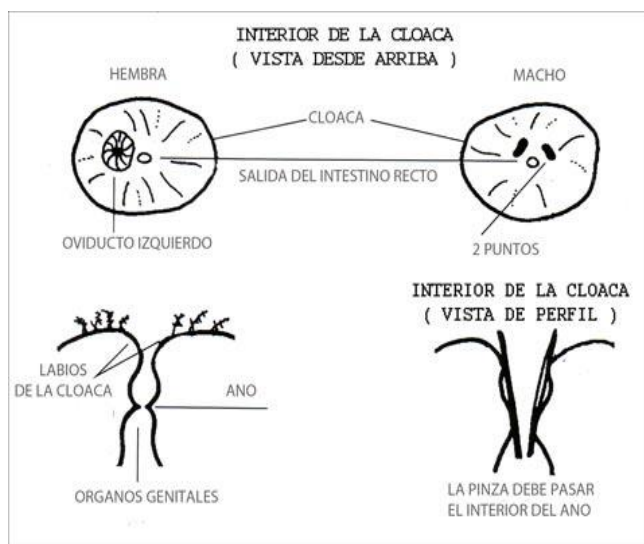


Figura 7. Método de Sexaje.
Fuente: (Vanegas Gallego, 2014)

El sexaje por pluma consiste en tomar al pollito de una de sus alas y abrirlas como un abanico, mirar las plumas por la articulación superior, se observa que tienen dos pares de plumas; las plumas de abajo son llamadas primarias y las plumas de arriba son llamadas secundarias. En los machos se puede observar que las plumas primarias presentan la misma longitud que las plumas secundarias, las secundarias se extienden un poco o mucho más por encima de las plumas primarias. Para las hembras se observa que las plumas secundarias siempre son más cortas que las primarias. (Ver figura 7b). Luego de ser sexadas las aves pasan a ser vacunadas donde se utilizan los métodos de inyección subcutánea y aspersión empleando vacunadoras automáticas.

Durante el procesamiento los pollitos deben ser mantenidos en un ambiente controlado para prevenir sobrecalentamiento o enfriamiento, evitarse colocar un número excesivo de pollitos en las cajas, para evitar pérdida de peso de las aves, se debe garantizar una temperatura ideal de 73°F (23°C) con una humedad relativa de 65 – 70%, disponer de ventiladores o extractores que permitan la ventilación de los pollitos en el área de despacho antes de ser transportadas. (Vanegas Gallego, 2014)

4.2.3.3 Procedimientos

4.2.3.3.1 Recepción de huevo de granja. Los camiones realizan el ingreso a la planta, luego pasan por el arco de desinfección para evitar el ingreso a la planta de microorganismos patógenos procedentes de granjas o vehículos, luego los camiones se estacionan en la entrada del cuarto frío, el operario que este de turno se encarga de la recepción de los huevos, el operario debe medir la temperatura al interior del camión y de los huevos, luego se procede a descargar los huevos por lote, se verifica y registra la cantidad recibida y la temperatura.

Los huevos que llegan a la planta se encuentran almacenados en cajas de cartón o polietileno dependiendo de la granja que provengan, cada caja contiene doce cubetas y cada cubeta contiene treinta huevos, las cubetas pueden ser de cartón o polietileno, dependiendo de la granja que provengan los huevos. (Vanegas Gallego, 2014)

4.2.3.3.2 Almacenamiento de huevos. Una vez los huevos han sido descargados de los camiones, se almacenan en el cuarto frío y son etiquetados por granja, lote y fecha de recolección en granja. Los huevos son almacenados en condiciones especiales de temperatura entre 18° y 20°C (64°F - 68°F) y humedad 75 -80%.

La importancia de mantener los huevos en estas condiciones de temperatura y humedad, radica en mantener los embriones en una condición de latencia, mientras son clasificados ya sea por la maquina clasificadora o manualmente por las operarias, si los huevos provienen de lotes mayores a veinticinco semanas de producción deben ser clasificados primero que los lotes de menor tiempo de postura.



Figura 8. Sala de almacenamiento y clasificación del huevo.
Fuente: (Vanegas Gallego, 2014)

Los huevos deben tener una rotación de almacenamiento de huevos más viejos a los más jóvenes, siempre buscando que en el cuarto frío no permanezcan más de siete días, si esto ocurre se debe reducir un grado de temperatura por día de almacenamiento, pero la fertilidad de los huevos es menor, ya que el permanecer mucho tiempo en bajas temperaturas los embriones pierden la capacidad de revertir el estado de latencia una vez hayan sido cargados en las incubadoras. (Vanegas Gallego, 2014).

Los carros en los cuales son cargadas las cubetas para el ingreso de la carga a las incubadoras tienen capacidad de 12.960 huevos si están cargados con cubetas blancas y 15.120 huevos si están cargados con cubetas de color azul.

4.2.3.3.3 Protocolo de bioseguridad planta de incubación. Una vez las personas que van a realizar el ingreso a las instalaciones de la planta, sea personal operativo, personal de mantenimiento, conductores que transporten de huevo, pollito o materias primas y visitantes, deben cumplir con el protocolo de desinfección, una vez han pasado por la portería se encuentra la primera zona de desinfección, la cual consta de unidad sanitaria, vestier, lockers y duchas. La persona al ingresar se le hace entrega de una mochila en Jean en la cual se debe colocar pertenencias y alimentos, la mochila se debe colocar en la cabina de desinfección, la persona se debe cambiar y guardar su ropa con los elementos personales en uno de los lockers y posteriormente la persona se ducha todo el cuerpo, luego de terminar el baño se hace entrega de una dotación de color café, botas negras. Una vez ha terminado de cambiarse, recoger la mochila y realizar el ingreso por la zona de tránsito. (Vanegas Gallego, 2014)

Está prohibido el ingreso de equipos electrónicos como celulares, computadores, cámaras de fotografía, cadenas, anillos, relojes, aretes, las uñas deben estar cortas limpias y sin ningún esmalte.

Al ingresar a la planta se encuentra la segunda zona de desinfección y la segunda cabina de desinfección en la cual se debe colocar nuevamente la mochila. La persona debe ingresar al vestíbulo cambiarse la dotación café y guardarla en el locker asignado, donde encontrara toalla e interiores suministrados por la planta, se ducha nuevamente todo el cuerpo.

En la zona contigua a la ducha se encuentra el vestier con los lockers donde se encuentran las respectivas dotaciones para cada una de las zonas de la planta. Para los operarios existen dos dotaciones, la cual consta de camisa y pantalón. La dotación azul se debe utilizar en la zona limpia, la dotación roja en las zonas sucias, el personal de mantenimiento utiliza una dotación de color verde. Para los visitantes se utiliza la dotación blanca, esta dotación se utiliza para tener tránsito por distintas zonas de la planta.

Una vez ha terminado la jornada de trabajo o la visita según sea el caso, se debe tomar una ducha, realizar el cambio de dotación correspondiente a la zona de tránsito, la dotación incluyendo los zapatos, botas e interiores deben colocarse en la lavandería de la planta, estos elementos no deben salir de la planta. (Vanegas Gallego, 2014)

4.2.4 Planta de Beneficio. Este proceso inicia con la llegada de los vehículos encargados de transportar las aves o pollos, desde las granjas hasta la planta de Beneficio. Al llegar, comienzan los controles de recepción, verificación de pesos, procedencia y las condiciones del ave. Cuando se hayan verificado todos los criterios anteriores los camiones se ubican en el área de bienestar animal y luego se inicia el proceso de sacrificio.



Figura 9. Planta de Beneficio.

Fuente: Avidesa Mac Pollo.

4.2.4.1 Área de sacrificio. El ave se aparta del guacal y es colgada manualmente en la cadena del área, durante su recorrido pasa por un dispositivo llamado insensibilizador/caja de aturdimiento el cual interiormente contiene agua para mejorar la conductividad eléctrica, el pollo sufre una descarga pequeña de unos pocos segundos logrando que se encuentre completamente relajado, pasa por el sistema automático de sacrificio donde se le realiza un corte en la orejilla y se inicia el proceso de desangre durante unos tres minutos. Posteriormente las aves ingresan a un sistema de agua caliente donde se escaldan lo que facilita el retiro automático de plumas; en este lugar se cortan las patas y las cabezas, concluyendo de esta forma la primera fase del proceso productivo.

A partir de este momento se genera un punto de vertimiento debido a las actividades de lavado de guacales del área de descarga. El agua que proveniente de esta zona se caracteriza por su alto contenido en materia orgánica, arrastre de plumas; dichas características son consecuencia del proceso de escaldado.

4.2.4.2 Área de Eviscerado. Terminada la etapa de sacrificio, se conduce a una nueva cadena la cual es conocida como evisceración; la cual se realiza de forma combinada puede ser de la forma automática o manual. En este lugar se efectúa una inspección, es decir, las aves que se encuentran con defectos se descartan. Este proceso es manual. Las aves seleccionadas continúan, pasando por una serie de equipos encargados de retirar las vísceras de forma automática, a su vez son separadas manualmente, se clasifican en vísceras comestibles y no comestibles. En esta sección existe un lavado de canales, evitando que se presente contaminación en las mismas. En la última etapa se cuenta con una inspección visual que permita detectar canales que no cumplan con las características deseadas antes de ingresar al prechiller.

Esta área demanda un alto consumo de agua, debido a que cada procedimiento efectuado, tales como: extracción de cloaca, abdomen, víscera, buche, pescuezo y pulmones del animal. Es necesario mantener un flujo continuo de agua durante su ejecución, generando vertimientos por el lavado de las diferentes zonas de operación, las cuales deben permanecer limpias durante la jornada de trabajo.



Figura 10. Área de eviscerado.
Fuente: Avides Mac Pollo.

4.2.4.3 Área de Enfriamiento (Chiller). Al finalizar el proceso anterior, las aves son conducidas a unos ductos llamados chillers, es allí donde comienza el proceso de enfriamiento; a través de

unos tanques con agua a diferentes temperaturas. Este procedimiento permite disminuir la temperatura de las canales de 25 y 35°C a un promedio de 13 a 10°C en el primero de los Chiller; posteriormente pasa a otras dos zonas de enfriamiento que continúan reduciendo la temperatura de la canal hasta los 4°C. Al finalizar la jornada laboral se efectúa el vertimiento de la totalidad de volumen almacenado en el chiller y en el prechiller.

4.2.4.4 Área de Procesamiento. Cuando las aves son retiradas de las zonas Chiller, son colgadas, para que escurran, en esta sección se seleccionan diez (10) por peso mediante un sistema electrónico, permitiendo determinar que ave se destina para desprese o cual como pollo entero según el rango de peso.



Figura 11. Área de Procesamiento
Fuente: Avidesa Mac Pollo.

4.2.4.5 Área de Marinado. Este proceso restaura la jugosidad y ternura la carne teniendo en cuenta la textura, a su vez disminuye el desarrollo de la rancidez oxidativa de los ácidos grasos insaturados, permitiendo una mejora en el sabor, como también una mayor vida útil del producto en el mercado. Este proceso aplica para pollo entero y presa



Figura 12. Área de Marinado
Fuente: Avidesa Mac Pollo.

4.2.4.6 Área de Empaque Pollo. Una vez, que los pollos son seleccionados y descargados en la maquina marinadora, se conducen al proceso de empaque. El cual se realiza en bolsas plásticas, las cuales vienen etiquetadas con las fechas de vencimiento, hora y fecha de proceso, temperatura a la cual debe mantenerse el producto. Se realiza un pre-enfriamiento mediante un túnel, que es un sistema de enfriamiento rápido y continuo, utilizando como gas refrigerante el amoniaco. En esta sección el ave sale a una temperatura de 1°C, si es refrigerado o a -25°C si es congelado, posteriormente es llevado al área de almacenamiento.



Figura 13. Área de Empaque
Fuente: Avides Mac Pollo

4.2.4.7 Área de Desprese. El pollo por su rango de peso alto es descolgado en esta sección. La línea de desprese está conformada por una serie de equipos que se encargan de realizar los cortes, según el tipo de presa definido previamente. La velocidad de la línea y cada uno de sus componentes son controlados a través de la cabina de control, de tal manera que se pueda prender o apagar independientemente de cada equipo. Una vez son obtenidos los cortes deseados se procede a marinarlos y a darles un choque térmico de una manera rápida para inhibir el crecimiento de microorganismos y favorecer así su conservación.

Este proceso se hace mediante el sistema IQF que significa “*Individual Quick Freezer*” en español traduce congelación rápida individual; esta cámara se encuentra aislada térmicamente en su interior y posee un conjunto de evaporadores encargados de suministrar aire frío, alcanzando una temperatura de -40°C y permitiendo que las presas alcancen una temperatura de -1°C . Una vez transcurrido este proceso se empacan las presas en bolsas plásticas diseñadas para cada una de

ellas. Finalmente, se registra en las bolsas la fecha de vencimiento, hora y fecha del proceso; así como la temperatura a la cual se deben mantener, posteriormente son llevados al cuarto de almacenamiento.



Figura 14. Área de Desprese
Fuente: Avidesa Mac Pollo.

4.2.4.8 Almacenamiento. En este lugar se deben ofrecer las condiciones de temperatura y ambiente necesarias para controlar el crecimiento de microorganismos para favorecer la conservación durante el tiempo de permanencia en planta, antes de ser distribuido. La temperatura de almacenamiento es de -5 a 0°C . Para la distribución se debe contar con vehículos que cumplan las respectivas normas sanitarias.



Figura 15. Área de Almacenamiento

Fuente: Avidesa Mac Pollo.

Lavado de canastas: En esta área en la que se realiza la limpieza y desinfección de las canastas en las cuales se almacena y transporta el pollo procesado. En la siguiente foto se puede observar el área de Lavado de canastas en la planta de beneficio.

4.2.4.9 Planta de Tratamientos Residuales. La Planta de Beneficio de Aves Avidesa Mac Pollo S.A., cuenta con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales no Domesticas (STARnD), para el manejo de las descargas procedentes de los procesos de producción que corresponden a su actividad económica. El STARnD de Avidesa Mac Pollo S.A., está constituido por las siguientes unidades de tratamiento: Tamices rotatorios, Cribas estáticas, Tanque de homogenización, Sistema GEM, Tridecanter. (Avidesa Mac Pollo S.A., 2015). A continuación se puede observar la PTAR de la planta de beneficio.



Figura 16. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
Fuente: Avidesa Mac Pollo.

4.2.5 Planta de Almacenamiento y distribución. La empresa Avidesa Mac Pollo S.A., cuenta con un sitio estratégico para el almacenamiento preventivo de la carne de pollo despresada y empacada. La planta tiene un sistema que permite conservar la cadena de frío de los productos. Allí se almacena, distribuye y comercializa la carne de pollo a los diferentes puntos de ventas de la región. La planta cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales para aquellos residuos líquidos que se generan durante el almacenamiento como al momento de descargar los vehículos.

4.3 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

El análisis de ciclo de vida (ACV) consiste en un tipo de contabilidad ambiental en la que se cargan a los productos los efectos ambientales adversos, debidamente cuantificados, generados a lo largo de su ciclo de vida. Recopila y analiza las entradas y salidas de un sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de determinar estrategias para reducir sus efectos. Algunos parámetros ambientales a considerar para realizar el análisis de ciclo de vida de los materiales son: agotamiento de recursos (materiales pétreos, agua,

energía); salud humana (impactos sobre la salud durante la manufactura); contaminación global y regional: calentamiento global, destrucción de la capa de ozono; Impacto sobre animales y vegetación: diversidad biológica (Ihobe S.A, 2009).

El ACV es una metodología utilizada a nivel mundial, se encuentra estandarizada mediante la serie ISO 14000, como sistema de evaluación para determinar los impactos ambientales de los sistemas productivos. Permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los residuos que genera. Este tipo de prácticas se inicia a principios de los setenta, motivado fundamentalmente por las crisis del petróleo. Se realizaron diversos estudios energéticos en los que se valoraba la eficiencia de determinadas fuentes de energía. Luego se incorporaron nuevos conceptos como el consumo de recursos naturales, emisiones atmosféricas, emisiones al agua o la generación de residuos (Ihobe S.A, 2009).

Elementos más relevantes del ACV, se describen a continuación:

- Entradas: Son los recursos, materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía, entre otros, que se tienen en cuenta en cada proceso del sistema.
- Salidas: Son las emisiones al aire, al agua y al suelo, los residuos y los subproductos que se tienen en cuenta en cada proceso del sistema



Figura 17. Descripción del proceso de Análisis de Ciclo de vida de un Sistema.

Fuente: (Ihobe S.A, 2009)

La forma en que controlan estas entradas y salidas se denomina Inventario de Ciclo de Vida (ICV), es la fase que comprende la recopilación y cuantificación del sistema durante su ciclo de vida. El ACV de un producto debería tener en cuenta todas las entradas y salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida; como por ejemplo, la extracción de materias primas y el procesamiento de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje (Ihobe S.A, 2009).

El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo de vida también se incluyen cuando tienen la relevancia suficiente. A este tipo de ciclo de vida se le denomina comúnmente “de la cuna a la tumba”. Si en el sistema se tiene en cuenta las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en el mercado (a la salida de la planta de fabricación/montaje), se conoce con el nombre “de la cuna a la puerta”. Y cuando solo se tienen en cuenta las entradas y salidas del sistema productivo (procesos de fabricación), se le llama “de la puerta a la puerta” (Ihobe S.A, 2009). Existe un nuevo

enfoque, basado en tener en cuenta que las corrientes de salida del fin de vida del sistema pueden ser valoradas como materias primas y/o entradas al mismo sistema o a otro, ahora está tomando un importante reconocimiento en los últimos años; al cual se le denomina como “de la cuna a la cuna” (Ihobe S.A, 2009).

4.3.1 Niveles del Análisis del Ciclo de Vida

4.3.1.1 ACV Conceptual: Es un estudio cualitativo, cuyo fin es la identificación de los impactos potenciales que son más significativos.

4.3.1.2 ACV Simplificado: Consiste en aplicar la metodología de ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomando sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.

4.3.1.3 ACV Completo: Es el nivel avanzado. Se realiza un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa.

4.3.2 Estructura del ACV. El desarrollo de un Análisis de Ciclo de Vida, de acuerdo a la norma NTC ISO 14040:2007, debe cubrir las siguientes etapas metodológicas (ver figura 18).

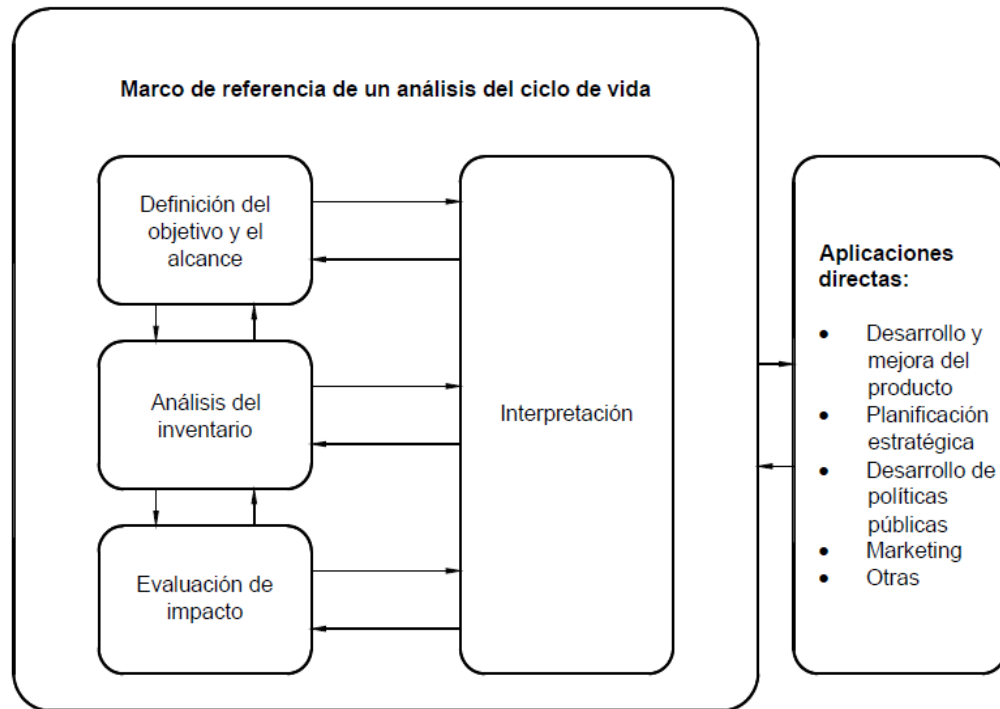


Figura 18. Estructura de ACV según la ISO 14040 de 2007
Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14040/2007.

4.3.2.1 Definición del objetivo y el alcance de un ACV. Estar claramente definidos y coherentes con la aplicación prevista. Debido a la naturaleza del ACV, el alcance puede ajustarse durante el estudio.

4.3.2.2 Objetivo del estudio. Al definir el objetivo de un ACV, se debe especificar sin ambigüedades los siguientes puntos

- La aplicación prevista.
- Las razones para realizar el estudio.
- El público previsto, es decir, las personas a quienes se prevé comunicar los resultados del estudio, y si se pretende utilizar los resultados en aseveraciones comparativas previstas para su divulgación al público.

4.3.2.3 Alcance del estudio. Se deben considerar y describir claramente los siguientes puntos:

- El sistema del producto a estudiar
- Las funciones del sistema del producto o, en el caso de estudios comparativos, los sistemas.
- La unidad funcional
- Los límites del sistema
- Los procedimientos de asignación
- La metodología de la evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV) y los tipos de impactos.
- La interpretación a utilizar
- Los requisitos relativos a los datos
- Las suposiciones
- Los juicios de valor y los elementos opcionales
- Las limitaciones
- Los requisitos de calidad de los datos
- El tipo de revisión crítica, si la hay
- El tipo y formato del informe requerido para el estudio

4.3.2.4 Función y unidad funcional. En el alcance de un ACV se debe especificar claramente las características de desempeño del sistema bajo estudio. La unidad funcional debe ser coherente con el objetivo y alcance del estudio; además debe estar claramente definida y ser medible.

4.3.2.5 Límites del sistema. Determinan que procesos unitarios se deben incluir dentro del análisis del ciclo de vida. La selección de los mismos debe ser coherente con el objetivo del estudio.

Nota: Solo se permite la eliminación de etapas del ciclo de vida, procesos, entradas o salidas, si esto no modifica significativamente las conclusiones globales del estudio. Cualquier decisión de omitir etapas del ciclo de vida, procesos, entradas o salidas se debe especificar de forma clara y explicar las razones e implicaciones de su omisión. Es ideal describir el sistema utilizando un diagrama de flujo que muestre los procesos unitarios, sus interrelaciones. Descripción de cada uno de los procesos unitarios para definir:

- Dónde comienza el proceso unitario en términos de la recepción de materias primas o productos intermedios,
- La naturaleza de las transformaciones y operaciones que se dan como parte del sistema unitario.
- Dónde termina el proceso unitario en término del destino de los productos intermedios o finales.

4.3.2.6 Tipos y fuentes de datos. Los datos se pueden recopilar de los sitios de producción asociados con los procesos unitarios dentro de los límites del sistema o se pueden obtener o calcular de otras fuentes. En la práctica, todos los datos pueden incluir una muestra de datos medidos, calculados o estimados.

4.3.2.7 Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV). La definición del objetivo y el alcance de un estudio proporcionan el plan inicial para realizar la fase del inventario de ciclo de vida, se deberían realizar siguientes pasos, (Ver Figura 19).

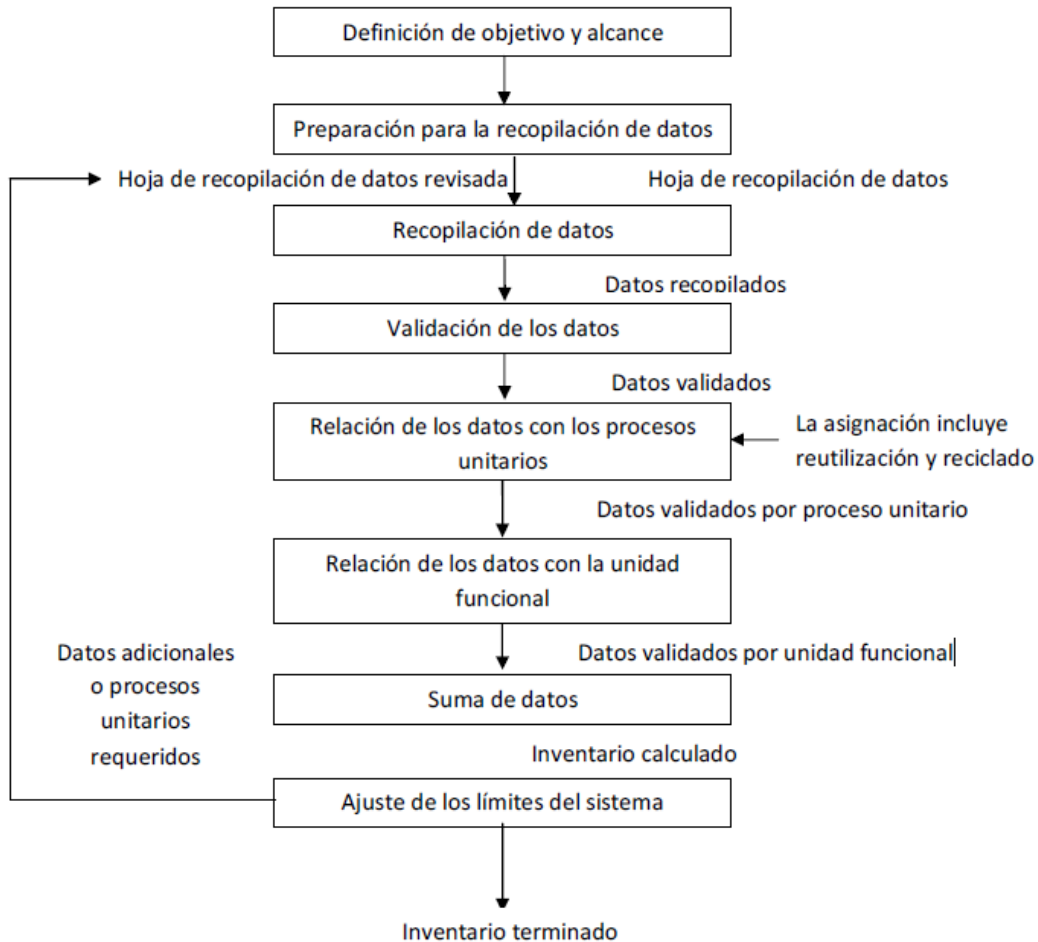


Figura 19. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14040/2007.

4.3.2.8 Interpretación del ciclo de vida. La fase de interpretación de un estudio de ACV comprende varios elementos, tomando en cuenta:

- Identificación de los asuntos significativos basados en los resultados de las fases del ICV y la EICV de un ACV.
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones (ver figura 20)

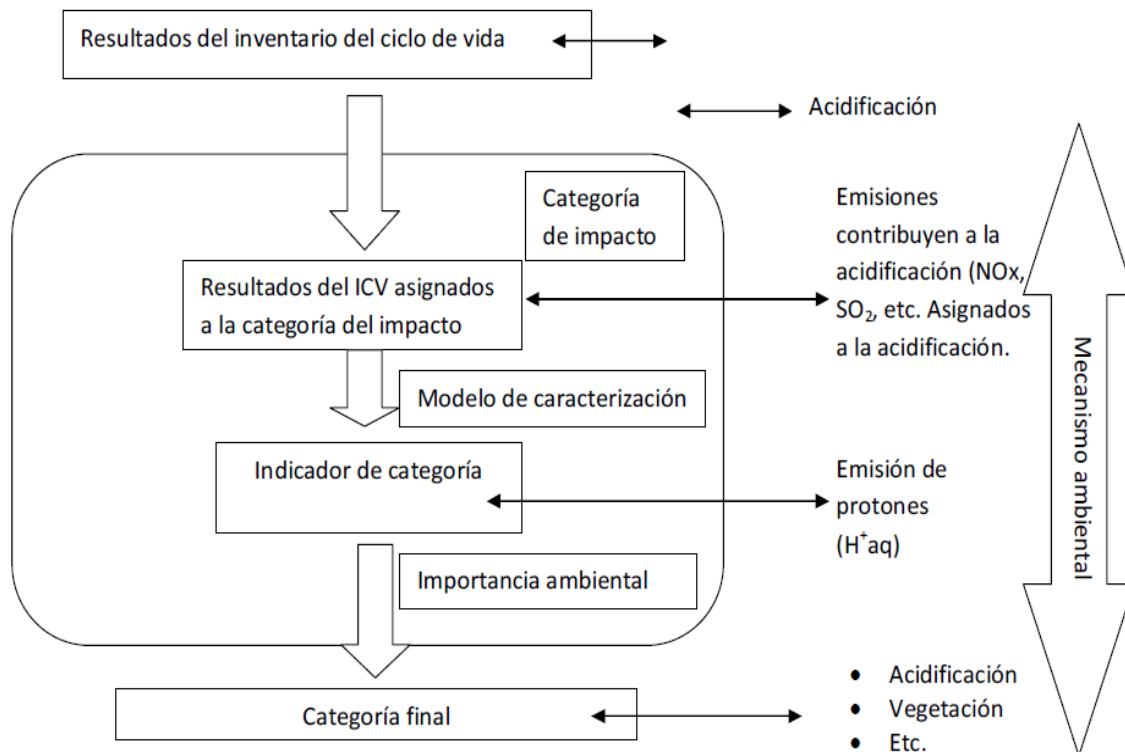


Figura 20. Concepto de indicadores de categoría

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14040/2007.

4.3.2.9 Fases del Análisis del Ciclo de Vida de un Producto. La aplicación del Análisis de Ciclo de Vida está basada en las siguientes fases:

Fase 1. Extracción de materia prima Está relacionada con el origen del material y hace referencia al impacto ambiental de éste y el consumo de energía requerido para su extracción.

Fase 2. Producción Se relaciona con las cantidades de insumos, energía y agua utilizados en la transformación del material, así como las emisiones y residuos generados.

Fase 3. Distribución Se relaciona con los medios de transporte y los empaques utilizados durante el proceso de distribución del producto final.

Fase 4. Uso Hace referencia a la utilización de recursos durante el uso del producto, junto con el impacto ambiental que dicha utilización genera. Esta fase resulta ser una de las fases prioritarias

en el impacto ambiental para los productos que requieren energía y/o agua u otros aditivos para su funcionamiento.

Fase 5. Fin de vida Se relaciona con la disposición final del producto y determina gran parte del impacto final durante el ciclo de vida, especialmente en los casos en que la vida útil del producto es muy corta; como es el caso de los envasados y empacados.

4.3.2.10 Herramienta de Evaluación ACV. El programa Simapro es utilizado comúnmente para el análisis del ciclo de vida (ACV) y será la base en el presente proyecto. Su descripción se menciona a continuación:

Este software es un programa desarrollado por la empresa holandesa Pré Consultants, que permite realizar Análisis de Ciclo de Vida (ACV), mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas (BUWAL, IDEMAT, ETH, IVAM). Es una herramienta para almacenar, analizar y realizar un seguimiento del rendimiento ambiental de sus productos y/o servicios. Analiza y representa gráficamente ciclos complejos de un modo sistemático y transparente. Las principales características del programa se describen a continuación:

- Modelaje sencillo, con poderosos wizards que lo pueden asistir.
- Modelaje con parámetros y análisis de escenarios.
- ACV híbrido con entradas y salidas para la información.
- Conexión directa con Excel o bases de datos ASP.
- Cálculos de evaluación de impacto directo en cada etapa de su modelo.
- Análisis de Monte Carlo
- Todos los resultados son mostrados en solo una ventana conveniente.

- Análisis de resultados interactivos: Rastrea los resultados hasta sus orígenes, en tiempo real.
- Agrupación de los resultados
- Análisis de puntos débiles: use el árbol de procesos para identificar si hay alguna zona peligrosa.
- Vastas opciones de filtraciones para todos los resultados.
- Analice escenarios complejos de tratamiento de desechos y reciclaje del Estado.

4.4 Marco legal

En este literal se presenta la normativa requerida por el estudio entorno al contexto global del proyecto, como de los diferentes aspectos analizados: recurso agua y aire, manejo de alimentos, manejo de residuos sólidos

Tabla 1. *Normativa General*

Ley / Decreto / Resolución	Contenido
Constitución política de Colombia artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Constitución política de Colombia artículo 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 23 de 1973	Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1299 de 2008	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2041 DE 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Resolución 1023 de 2005	Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación.

Tabla 2. *Recurso Agua*

Ley / Resolución/ Decreto	Contenido
Ley No.373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto No.1594 DE 1984	Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21.
Decreto No.1575 DE 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Decreto No.3930 de 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.
Resolución No.0631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Resolución No. 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Tabla 3. *Recurso Aire*

Decreto/ ley/ Resolución	Contenido
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7º, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.
Decreto 2981 DE 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
Resolución 601 de 2006 (Abril 04)	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 909 del 2008 (Junio 5)	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 754 DE 2014 (Noviembre 25)	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos
Guía Técnica Colombia GTC-24	Gestión ambiental, residuos sólidos, separación en la fuente.

Tabla 4. *Manejo de alimentos*

Decreto/Ley/Resolución	Contenido
Decreto 539 DE 2014	Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los importadores y exportadores de alimentos para el consumo humano, materias primas e insumos para alimentos destinados al consumo humano y se establece el procedimiento para habilitar fábricas de alimentos ubicadas en el exterior.
Decreto 60 de 2002	Por el cual se promueve la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico - HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.
Decreto 1500 de 2007	Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.

Tabla 5. *Residuos sólidos*

Decreto/Ley/ Resolución	Contenidos
Resolución CDMB (Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga) 1051 de 30 de Agosto de 2013.	Por la cual se reglamenta el manejo y tratamiento de los residuos sólidos (excretas y Mortalidad) de producción animal, para el área de jurisdicción de la CDMB.
Decreto 1713 DE 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1287 de 2014	Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

Tabla 6. *Residuos peligrosos*

Decreto/Ley/ Resolución	Contenidos
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Tabla 7. *Análisis del Ciclo de Vida (ACV)*

NORMA	Contenido
Norma técnica colombiana NTC-ISO 14040	Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y referencia.
Norma técnica NTC-ISO colombiana 14044	Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida.

5. Marco organizacional

5.1 Descripción de la empresa

En Marzo de 1969 se constituye la sociedad comercial Avidesa Ltda., siendo Distribuidora Cosandi Ltda. Su socio principal, como distribuidor de alimentos concentrados para todo tipo de animales. Años más tarde, Avidesa Ltda., inicia una producción incipiente de pollo de engorde mediante un proceso artesanal que poco a poco fue industrializándose con una planta de proceso en el año de 1979 conocida como PROAVESAN. Su marca original “Mc Pollo su pollo rico” se remonta al año de 1976, a la cual se le han sumado otras como “Mac Pollo” en 1982; cuando se abandona la distribución de concentrados y se focaliza en la producción, procesamiento y distribución de carne de pollo; cambia la propiedad accionaria a los socios actuales. A partir de entonces, Mac Pollo ha sido el principal promotor en la dinámica y desarrollo de la industria avícola y en los cambios tecnológicos en los cuales se ha venido optimizando; adecuando y mejorando la producción y la calidad. También adecuando el mercado de una manera más racional, logrando consolidarse como la primera empresa avícola del país (Ramírez Mantilla, 2010).

Avidesa Mac Pollo S.A es una compañía donde su actividad económica se centra en el sector secundario, ya que es una organización industrial dedicada a la producción, procesamiento y distribución avícola principalmente; que cuenta con una integración vertical con sus insumos y materia prima. Es netamente colombiana y es llamada la empresa número 1 en producción y comercialización de pollo en el país, ya que presenta un amplio portafolio de productos, todos derivados de las aves de corral” (MacPollo, 2017).

5.1.1 Ubicación de la compañía. La Planta de Beneficio de Avidesa Mac Pollo S.A., está ubicada sobre el kilómetro 7 de la autopista Floridablanca - Piedecuesta, en el departamento de Santander, con latitud 7° 3'23.27"N y longitud 73° 5'2.16"O, limita al norte con un predio cercano al Tiger, al sur con la quebrada Aranzoque, al oriente con la Autopista Floridablanca y al occidente con la quebrada Aranzoque, cuenta con un terreno de 12693 m² de área total y 3692 m² de área construida.

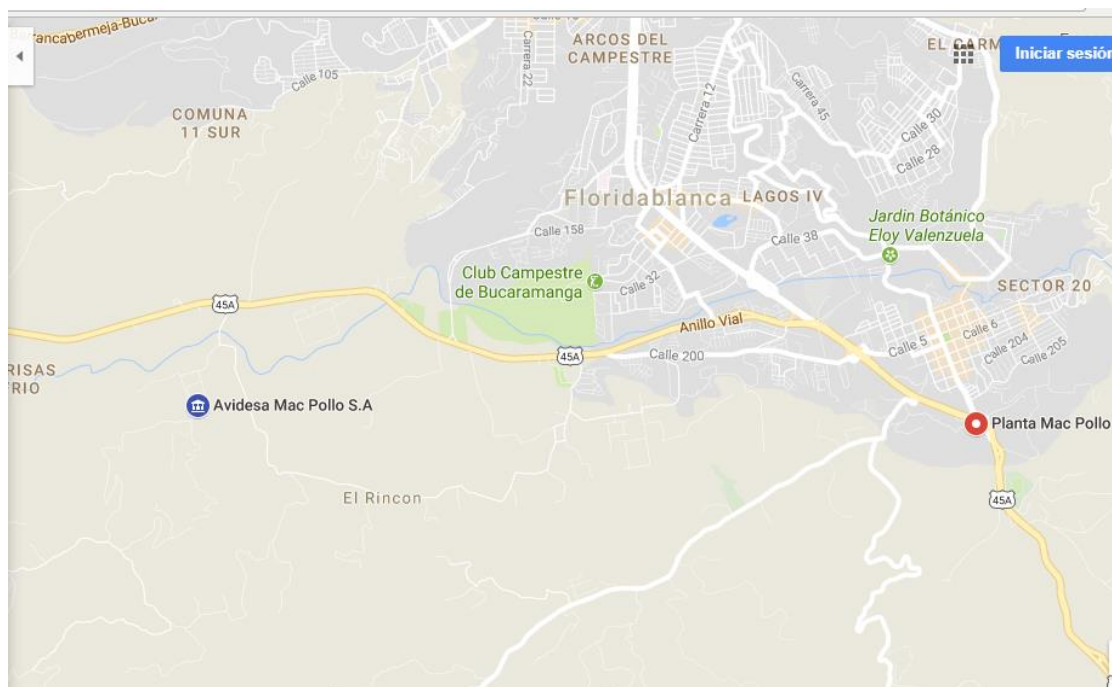


Figura 21. Ubicación geográfica de las plantas.

Fuente: Google Earth.

5.1.2 Misión. Satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores con la mejor calidad, servicio, variedad y precio, de manera eficiente y rentable comprometidos con el bienestar y el desarrollo de nuestra gente, con responsabilidad con la comunidad y el medio ambiente.

5.1.3 Visión. Estar siempre presentes en la alimentación de la familia colombiana. Para ello debemos: Mantener crecimiento sostenible de participación en el mercado y presencia internacional. Asegurar la lealtad de nuestros clientes a través de la calidad del producto, de la innovación y de la excelencia en el servicio.

- Tener la mejor productividad optimizando costos con parámetros internacionales.
- Trabajar por procesos articulados, ágiles, eficientes y flexibles, soportados en un sistema de información confiable y completa.
- Mantener el liderazgo tecnológico.
- Atraer, desarrollar y mantener el mejor talento humano.

6. Aplicación de la Metodología ACV

En la siguiente figura se presenta el diseño metodológico considerado en la ejecución del estudio en mención, del cual se contextualizo la etapa I en el capítulo 4 sobre el marco referencial (antecedentes, marco teórico, marco legal y marco organizacional).

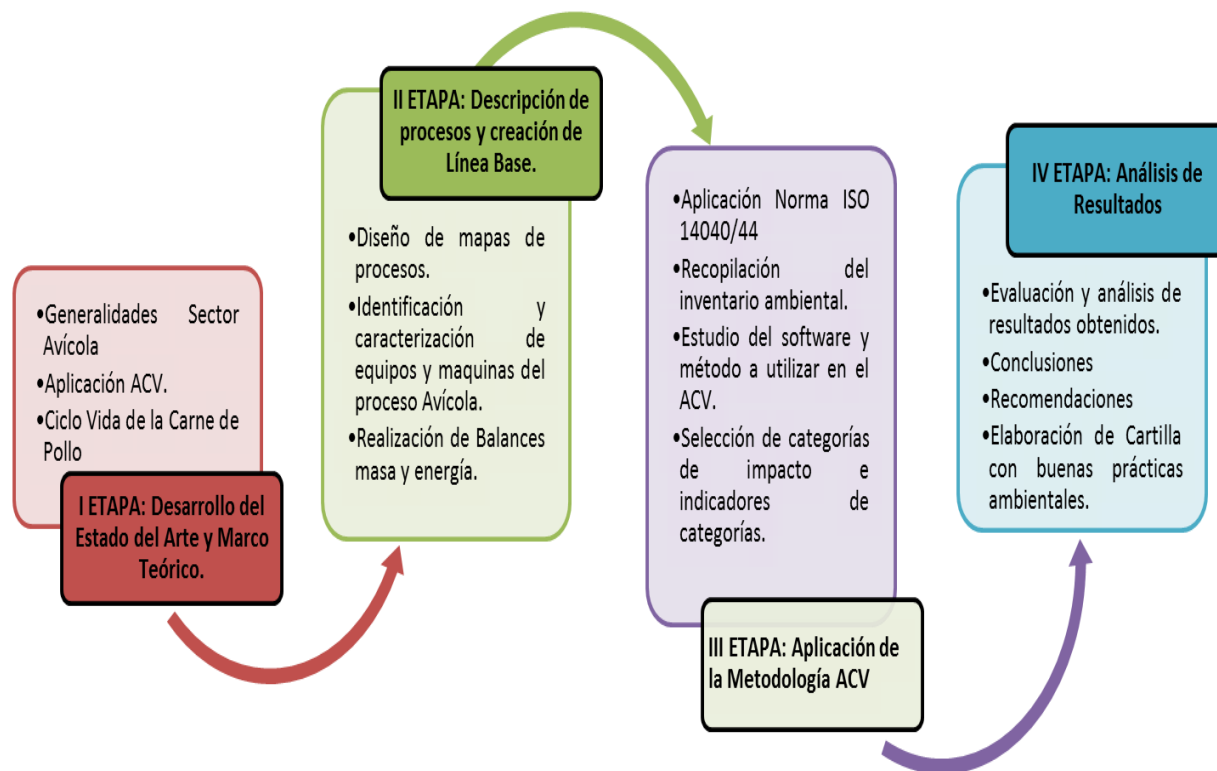


Figura 22. Metodología de Estudio

Fuente: Autora

A continuación se describen cada uno de los pasos tenidos en cuenta en la figura anterior, principalmente la aplicación de la metodología ACV. En el Apéndice A se incluye el vocabulario requerido sobre la metodología de análisis de ciclo de vida.

6.1 Fase I: Definición de Objetivo y Alcance

El diseño metodológico esta direccionado con base en las normas NTC- ISO 14040 y NTC-ISO 14044, que conllevan a la descripción precisa y clara del sistema intervenido a través de una serie de pasos descritos en los siguientes literales:

6.1.1 Objetivo. Identificar, evaluar y analizar los impactos ambientales potenciales asociados a los diferentes procesos que integran el sistema de aprovechamiento de la carne de pollo, desde

la obtención del huevo, su incubación, obtención del pollo y su beneficio, para finalmente proponer alternativas de mejoramiento, a través de la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida “ACV”, según la tipología por atributos, con un enfoque de la puerta (huevo fértil) a la puerta (almacenamiento de carne de pollo), soportados con el software Simapro 7.1®, método EDIP 2003; con el fin de proponer alternativas de mejora para mitigar impactos y mejorar la sostenibilidad del ciclo productivo del pollo.

6.1.2 Identificación del alcance. De los procesos que constituyen el ciclo de vida del pollo, se tomó como partida las operaciones unitarias que integran la obtención del huevo, para ello se intervino la granja de gallinas ponedoras, seguido del transporte del huevo fértil hacia la planta de incubación, en donde se selecciona el pollo apropiado para su respectivo engorde y crecimiento. Posteriormente se evaluó el transporte del pollito a la granja de engorde en donde permaneció 42 días, tiempo apropiado para su consumo. Seguidamente, se evaluó el transporte del pollo hacia la planta de beneficio y las operaciones unitarias que intervienen en la transformación del pollo vivo a carne despresada. Finalmente se consideró el transporte de la carne de pollo a la zona (planta) de almacenamiento, distribución y comercialización. La descripción antes mencionada, corresponde al ciclo de vida de la carne de pollo de la puerta a la puerta.

6.1.3 Unidad Funcional. Se tuvo en cuenta como unidad funcional la obtención de 550 huevos fértiles de los cuales fueron incubados para obtener 550 pollos requeridos para la obtención aproximada de 1 tonelada de carne de pollo, objetivo funcional del estudio.

6.1.4 Límites. En la siguiente figura se muestran los procesos unitarios objeto de estudio delimitados con la línea de color verde (obtención huevo fértil, proceso de incubación, granja de engorde, planta de beneficio y planta de almacenamiento y distribución) y sus relaciones (consumo de agua, energía eléctrica y transporte del producto específico de la granja o planta), líneas de color morado, así como la unidad de proceso excluida del estudio delimitados con la línea de color naranja (granja de reproductoras, (huevo mesa), consumo y disposición final de la carne de pollo).

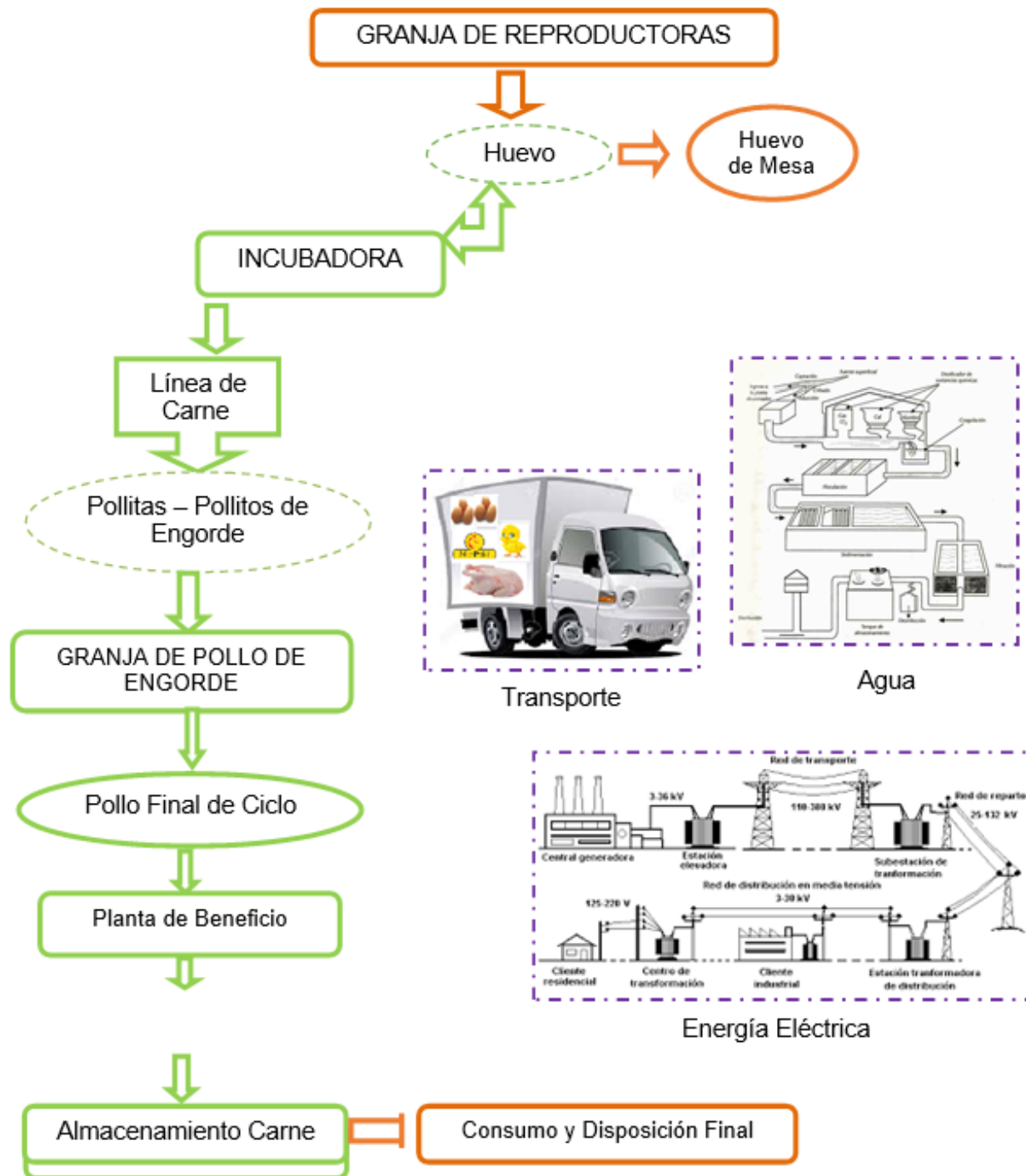


Figura 23. Límites y Alcance del estudio del Proceso Productivo Avícola
Fuente: Autora

6.1.5 Límite temporal. Para el estudio se consideró como límite temporal el análisis de datos históricos entregados por la organización durante el semestre A y parte del B del año 2017, para

las diferentes plantas. La información relevante fueron los consumos de energía eléctrica y agua potable (facturas de servicios públicos), consumo de insumos y reactivos químicos (tablas de relación), generación de vertimientos (caracterización de aguas residuales). Adicionalmente, se contempló la revisión de información (tesis de pregrado y posgrado; patentes, estudios gubernamentales, etc.) concerniente a las generalidades del sector avícola, para validar información que no se recopiló en su momento (distribución energética por sectores), como en la determinación de las cargas ambientales asociadas al consumo de energía eléctrica y consumo de combustible (Tesis de maestría en ingeniería ambiental (Ávila Rojas, 2015, pp. 145-150). La información obtenida fue utilizada para la realización de balances másicos, energéticos y cargas ambientales.

6.1.6 Reglas de Exclusión. Para la implementación de la metodología ACV fue necesario excluir procesos debido a la amplitud del alcance como en la complejidad del levantamiento de información, tales como: granja de ponedoras (huevo de mesa), el consumo de carne de pollo y la disposición final de los residuos generados en la misma. No se contemplaron los residuos sólidos generados en los procesos incluidos en los límites del estudio, ya que estos son tratados por una empresa tercera, al igual que la generación de lodos (utilizados en compost); los impactos asociados a la obtención de materias primas (reactivos, insumos, combustibles, etc.), como de los instrumentos utilizados en el área de mantenimiento. No se consideraron las cargas ambientales asociadas a:

- El transporte de materias primas (alimentos, cestas, insumos, químicos, repuestos, equipos, herramientas, etc.).

- Los bienes de capital y obras (equipos de procesamiento, maquinarias, sistemas de tuberías, vehículos, edificios, obras civiles, etc.).
- El consumo de químicos utilizados en los laboratorios para los análisis de calidad del agua cruda como del agua tratada.
- Los olores ofensivos: Se excluyen debido a que actualmente la normatividad ambiental vigente no cuenta con parámetros medibles para dicho aspecto ambiental, con los cuales se puedan identificar claramente los impactos causados a las poblaciones aledañas, aun así la empresa se encuentra al día con el plan de contingencia en materia de olores ofensivos solicitado por la autoridad ambiental correspondiente.
- Residuos generados por el deterioro de la maquinaria: Se excluye tomando en cuenta que este evento lleva tiempo en desarrollarse, pero aun así no deja de tener un aporte a la contaminación ambiental, debido a las posibles lixiviaciones y residuos sólidos peligrosos que se puedan generar.
- Las obras civiles o de remodelaciones de infraestructura que se realicen en las plantas: se excluye teniendo en cuenta que los cambios en la infraestructura están relacionados con el crecimiento en la demanda de producto, además de esto las emisiones de material particulado que se pueda generar dentro del desarrollo de dichas actividades.
- Consumo de materiales como plástico, papel, cartón, icopor (poliestireno expandido), residuos peligrosos, sustancias químicas utilizadas por el área de mantenimiento y la limpieza de baños, zonas sociales y oficinas: Su exclusión se debe a que los residuos resultantes del uso de los nombrados insumos tienen un tratamiento posterior realizado por terceros quien transforman estos residuos en materiales aprovechables para el caso del plástico, papel y cartón por compañías de reciclaje, en lo correspondiente a los residuos peligrosos como bombillas

fluorescentes, residuos sólidos y líquidos también tienen un tratamiento posterior por compañías de manejo de residuos peligrosos y en el caso de los subproductos resultantes del pollo y de la PTAR son aprovechados por la planta de harinas de la compañía.

Tomando en cuenta que la exclusión de cada uno de los aspectos nombrados anteriormente aporta a que no se realice una cuantificación totalmente detallada del consumo de materias, producción de residuos y otros posibles aspectos ambientales, esto causa que se puedan llegar a desconocer impactos ambientales significativos a los cuales se les tendría que plantear planes de acción para mitigar posibles impactos al medio ambiente.

6.2 Fase II: Análisis del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)

Esta fase esta direccionada por la norma NTC ISO 14042 (Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida), que tiene por objeto la evaluación de los impactos ambientales potenciales significativos a partir de los resultados del análisis de inventario. Para dar cumplimiento a esta fase, se incluyó la calidad de información, la selección del software y método de evaluación, los diagramas de flujo de las diferentes plantas y/o granjas, la recopilación de datos utilizados en el cálculo del consumo de materias primas y servicios industriales (balances de masa y energía), al igual que la descripción de las cargas ambientales (caracterización de aguas residuales, emisión por combustión de ACPM y emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica). A continuación se describe con detalle los ítems de interés de la fase en mención.

6.2.1 Calidad y Revisión de Información. La eficacia del estudio dependió de la calidad de los datos utilizados en el inventario de ciclo de vida, es por ello, que la información utilizada fue validada y aprobada por los responsables de los procesos (Ingenieros de Operación, coordinadores

ambientales, técnicos de mantenimientos, entre otros), como del equipo de trabajo (Autora y Director de la tesis).

6.2.2 Diseño del Mapa de Proceso Global. En la Figura 24 se presenta el diagrama global del proceso objeto de estudio, del cual se logra visualizar de forma cualitativa los consumos requeridos para la obtención del huevo, pollo y carne de pollo, tales como: materias primas, consumo de agua, energía térmica, energía eléctrica, aditivos, iniciadores, entre otros, y las corrientes de salida: productos, co-productos, condensado y emisiones contaminantes.

Aunque en el diagrama no se visualiza, es importante mencionar las operaciones unitarias empleadas en proceso, para una mayor comprensión del texto. Para el caso de la granja de reproducción, esta se subdividió en la casa, bodega, galpones y tratamiento. En la planta incubadora se dividió en las áreas de: subestación, incubación, conservación y vacunación, lavado, PTAR (Planta de tratamiento de agua residual) y área general. La granja de engorde se integró por: adecuación de galpones, galpones y limpieza global. En relación a la planta de beneficio esta se agrupó por los subprocesos: matanza, eviscerado, enfriamiento chiller, desprese, IQF, empaque túnel, almacenamiento, lavado, PTAR y agua residual industrial tratada. Finalmente la planta de almacenamiento y/o distribución, se dividió en oficinas, almacenamiento y PTAR. Por último, se consideró el transporte de los productos de interés entre los procesos principales (huevo, pollito, pollo y carne de pollo).

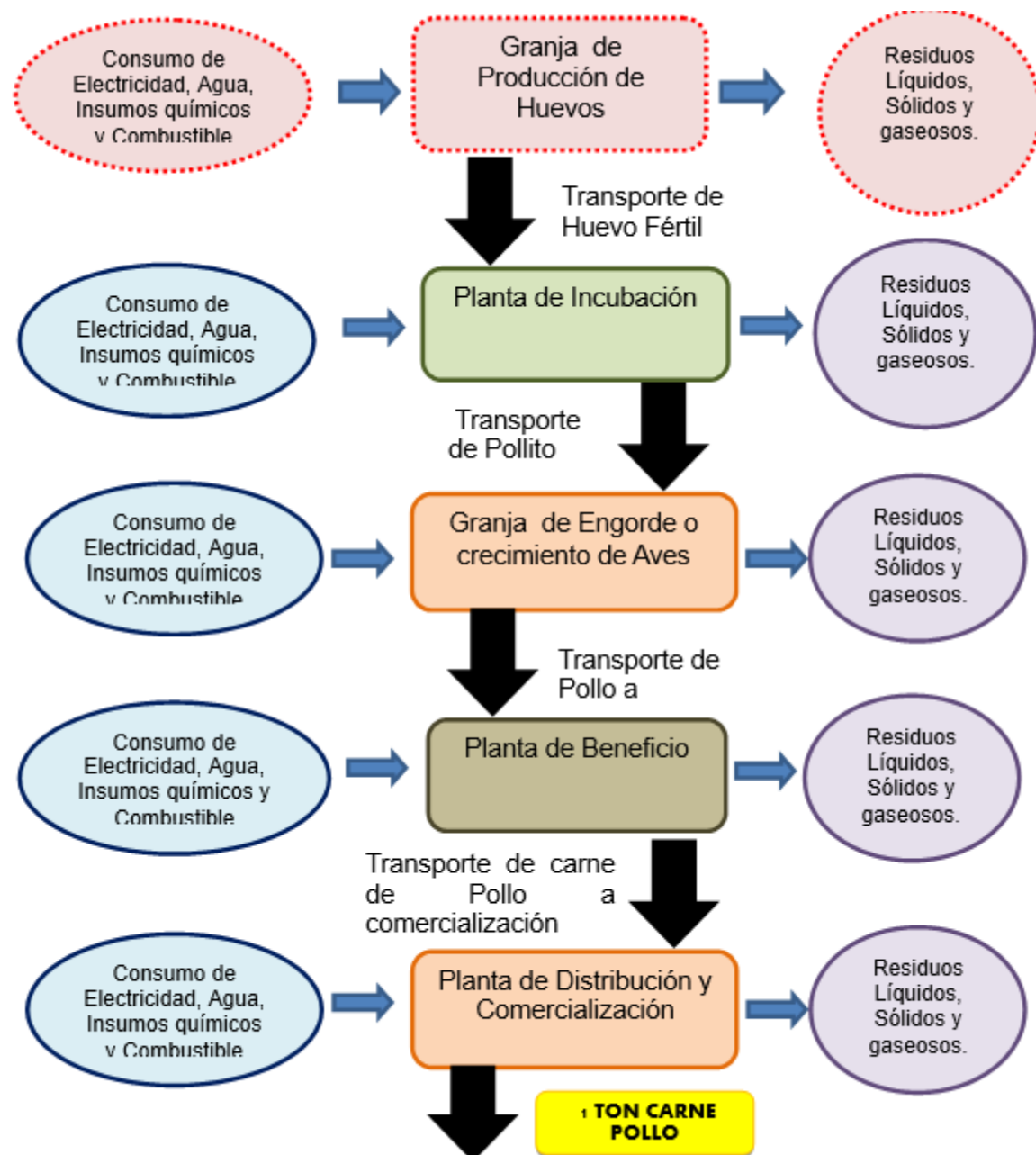


Figura 24. Esquema global de Producción Avícola para la obtención de 1 Ton de carne de pollo.
Fuente: Autora

A continuación se presentan los diagramas de flujo de forma individual para los diferentes procesos, los cuales incluyen la entrada de materias primas y la generación de productos y residuos en su defecto.

6.2.2.1 Granja de Reproductoras. En el siguiente diagrama se evidencia el consumo de energía eléctrica, agua potable e hipoclorito de calcio, requeridos en los subprocesos de vivienda, bodega, galpones y tratamiento de galpones como del agua residual industrial, proveniente de la limpieza de galpones.



Figura 25. Diagrama de Flujo, Granja de Reproductoras.
Fuente: Autora

6.2.2.2 Planta de Incubación. En la siguiente figura se presenta el consumo de energía eléctrica, agua potable, insumos químicos, desinfectantes, requeridos en los subprocesos de incubación, vacunación, desinfección, lavado y despacho del pollo como función objetiva. Así mismo, se visualiza las emisiones atmosféricas generadas como de los vertimientos de aguas residuales industriales obtenidas en los procesos de lavado e higiene sanitaria.

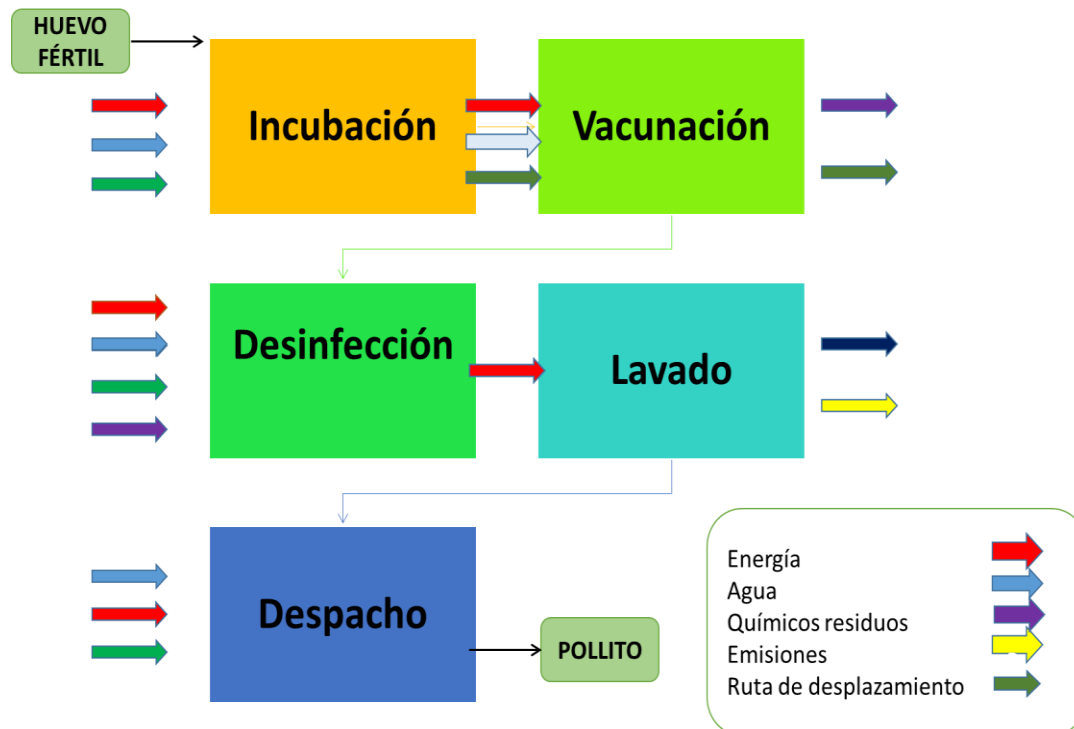


Figura 26. Diagrama de Flujo – Planta de Incubación
Fuente: Autora

6.2.2.3 Granja de Engorde o crecimiento del pollo. En el siguiente diagrama se visualiza el consumo de energía eléctrica, gas natural y agua potable requeridos en los subprocesos de adecuación de galpones, sostenimiento del galpón, limpieza y mantenimiento de galpones; al igual, que la generación de aguas residuales industriales, provenientes de la limpieza de galpones.

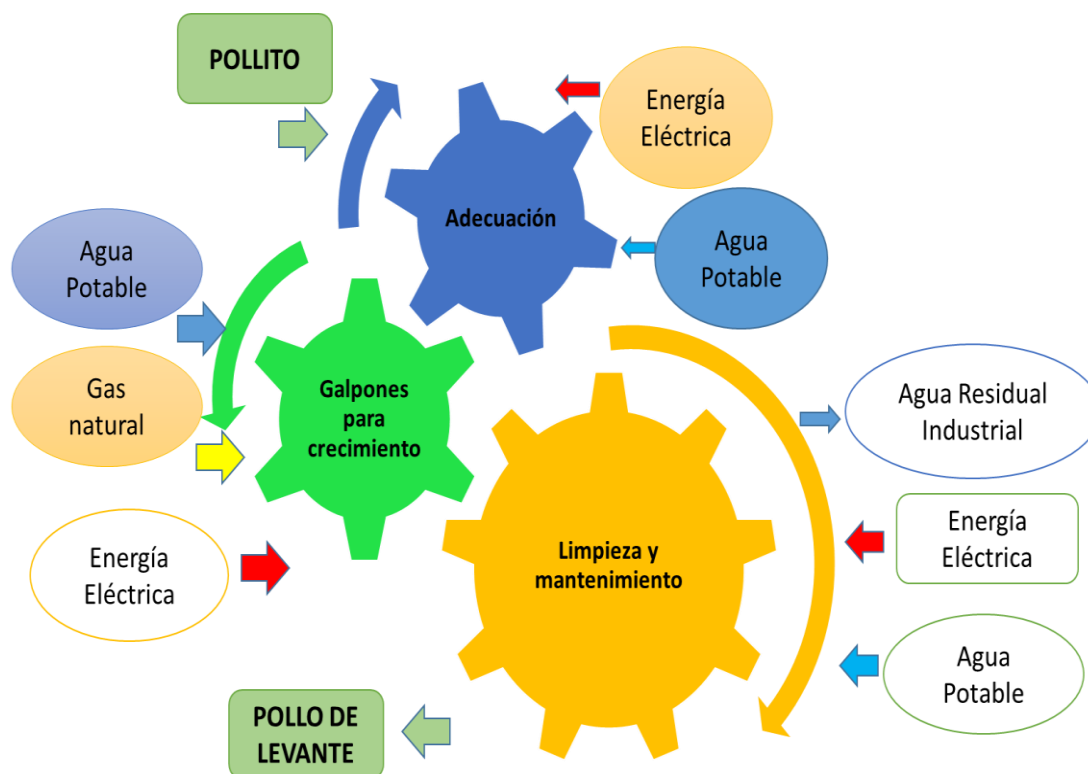


Figura 27. Diagrama de Flujo – Granja de Engorde

Fuente: Autora

6.2.2.4 Planta de Beneficio. En el siguiente diagrama se visualiza el consumo de sustancias químicas, aditivos, gas natural, energía eléctrica y agua potable requeridos en los subprocesos de matanza, eviscerado, enfriamiento chiller, desprese, empaque túnel, empaque IQF, almacenamiento, despacho y la planta de aguas residuales. Al igual que los diferentes residuos generados por los procesos: agua residual tratada y residuos sólidos.

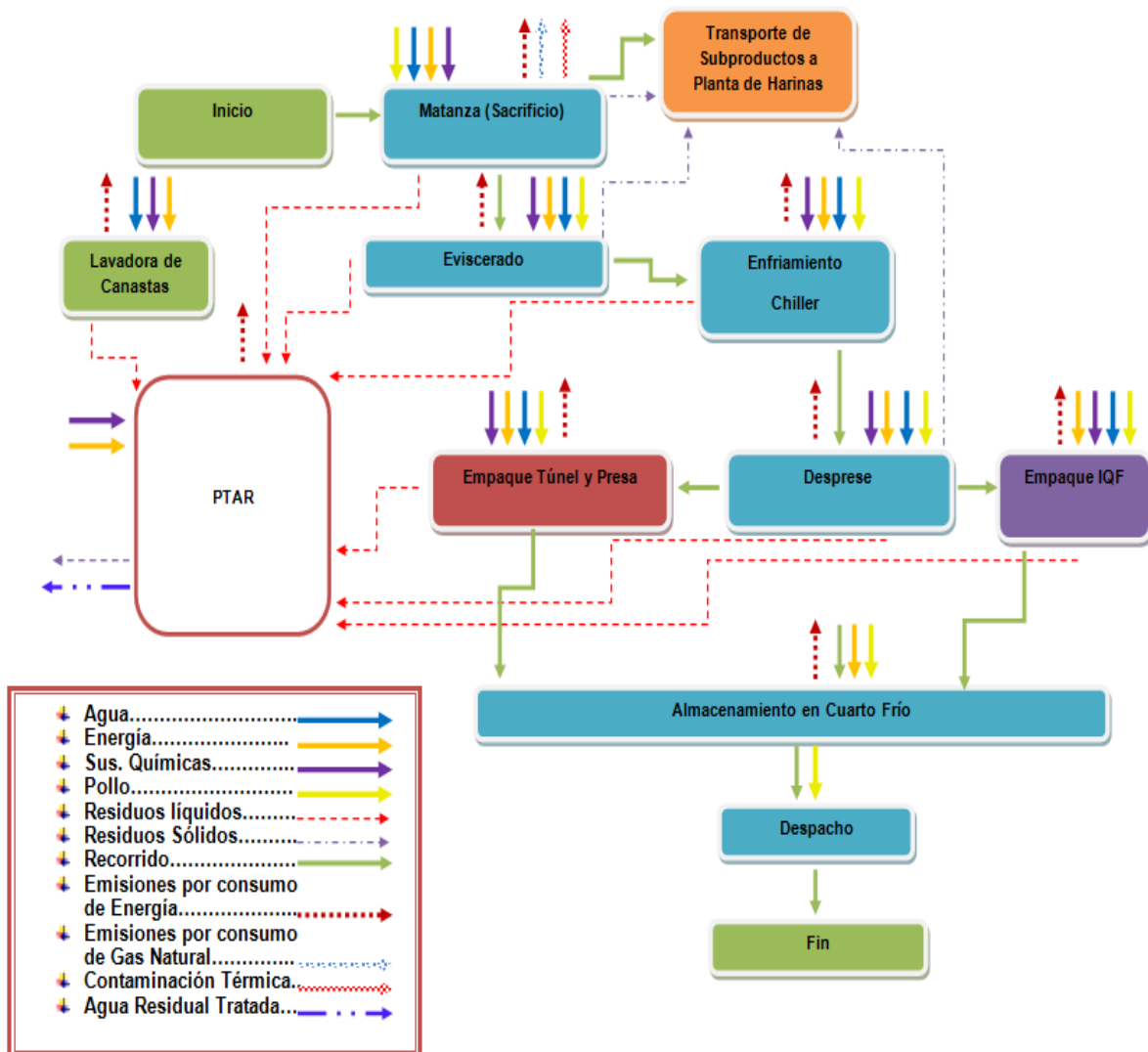


Figura 28. Diagrama de Flujo – Planta de Beneficio

Fuente: Autora

6.2.2.5 Planta de Almacenamiento/Distribución. En la siguiente figura se presenta el diagrama de flujo de la planta de almacenamiento, en donde se observa el consumo de sustancias químicas, energía eléctrica y agua potable requeridos en las áreas de oficinas, almacenamiento de carne de pollo y el sistema de tratamiento aguas residuales; como del agua residual tratada generada por el lavado de vehículos y su posterior depuración biológica.

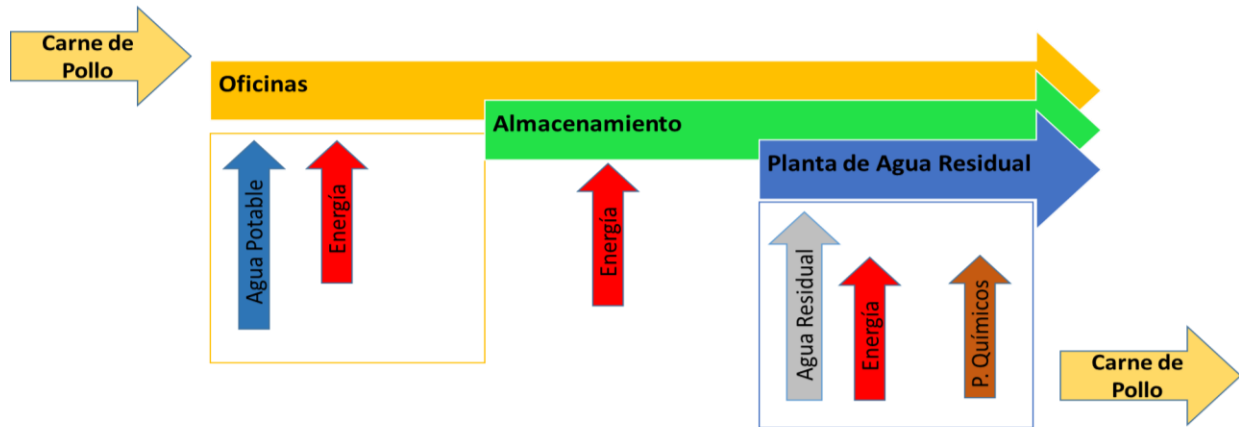


Figura 29. Diagrama de Flujo – Planta de Distribución
Fuente: Autora

6.2.2.6 Sistema de Transporte. Finalmente, se presenta el sistema de transporte el cual solo requiere del combustible (ACPM) para transportar el producto específico (huevo, pollo, carne de pollo) y las emisiones atmosféricas generadas por la combustión del hidrocarburo.

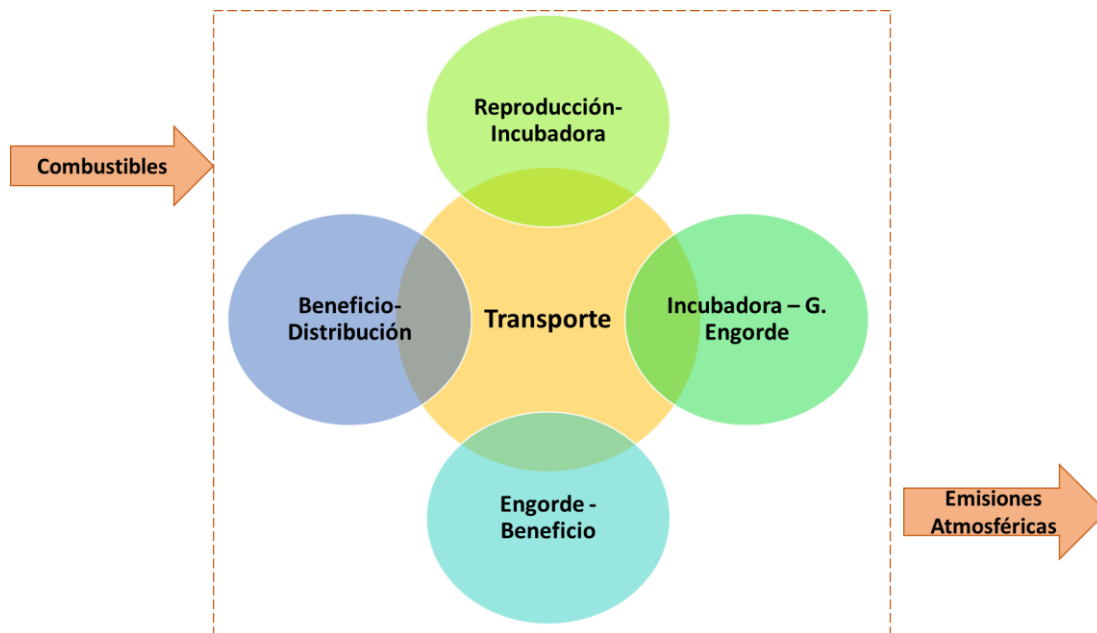


Figura 30. Diagrama de Flujo – Planta de Distribución
Fuente: Autora

6.2.3 Identificación de equipos. En la Tabla 1 se presenta el listado de los equipos eléctricos y electrónicos requeridos en las diferentes operaciones unitarias que integran los procesos

principales para la producción del pollo. Esta tabla permitió la determinación del consumo energético por operación unitaria, siendo la fuente de alimento para la creación del balance de energía y por consiguiente del inventario final del ciclo del pollo.

Tabla 8. *Identificación de equipos por proceso y operación unitaria, en la producción de pollo.*

PLANTA DE BENEFICIO	
PROCESO	EQUIPOS
Matanza	Bandas transportadoras, Sacrificador automático, Calderas, Escaldadoras, Repasadora, Desplumadora, Cortadora de cabezas y patas.
Eviscerado	Bandas transportadoras, Eviscerado automático, Red de frio.
Enfriamiento (Chillers)	Bandas transportadoras, Chiller, Chester, Maquina de hielo, Empacadoras, Red de frio.
Desprese	Bandas transportadoras, despresadoras, Red de frio.
IQF 50% del Área de Desprese	Bandas transportadoras, Red de frio.
Empaque Túnel y Presa, 50% del Área de Desprese	Bandas transportadoras, Red de frio.
Almacenamiento Temporal	Bandas transportadoras, Red de frio.
Lavadora de Canastas	Bandas transportadoras, Lavadora de canasta.
PTAR	Sistema GEM
GRANJA DE PONEDORAS	
PROCESO	EQUIPOS
GALPON	Bombillos, Basculas, Bebederos, comederos, Criadora, Floculador, Motobomba eléctrica, Nidales de postura, Planta de Tratamiento, Silo motoreductor, Vacunador, Ventilador
GRANJA DE REPRODUCTORAS	
PROCESO	EQUIPOS
GALPON	Bombillos, Basculas, Bebederos, comederos, Criadora, Floculador, Motobomba eléctrica, Planta de Tratamiento, Silo motoreductor, Vacunador, Ventilador.
PLANTA INCUBADORAS	
PROCESO	EQUIPOS
Subestación Eléctrica	Transformador Tableros de distribución de potencia Banco de Condensadores Planta de Emergencia
Conservación de Huevo - Cuarto Frio	Coolers
Precalentamiento	Compresores de vacío Ventiladores y Calentadores

Tabla 8. (Continuación)

Incubación	Chiller Incubadoras Nacedoras Extracción Plenum Ambiente Controlado
Sistema Neumático	Compresores de Aire Comprimido
Sistema Hidráulico	Sistema Hidroflo
Vacunación	Neveras
Despacho	Ventilador Pollito
Lavado	Hidrolavadoras
Tratamiento de Aguas Residuales	Motobombas Sumergibles
Desinfección Vehículos	Arco de desinfección
Iluminación	Iluminación Interna y Externa de la planta
TRANSPORTE	
PROCESO	EQUIPO
Parqueaderos	Camiones Tipo Termoking
DISTRIBUIDORAS	
PROCESO	EQUIPOS
Lugar de Distribución	Aires Acondicionados, Congeladores

Fuente: Autora.

6.2.4 Eco-balances (balances máscicos y energéticos). El inventario de impactos ambientales se fundamentó en la realización del eco-balance constituido, principalmente por la cuantificación de la cantidad de materia y energía requerida en la transformación de los mismos, según el objeto del estudio (obtención de 550 huevos fértiles, 550 pollitos y 1 tonelada de carne de pollo). Los flujos máscicos, volumétricos y energéticos, se determinaron a partir de la información promedio recopilada en campo (datos industriales) y validada por funcionarios de la organización.

Las Tablas a continuación, presentan de manera simplificada los balances máscicos y energéticos globales de cada uno de los procesos de producción requeridos para la producción de 1 tonelada de pollo.

En la tabla 2 y 3 se presenta los consumos promedio hipoclorito de sodio (0,125 kg) para purificar el agua potable (13,05 m³) usada como alimento para las gallinas ponedoras y la energía

eléctrica requeridas en la obtención de 550 huevos fértiles, al igual que la cantidad de agua residual promedio (m^3) que se obtiene al realizar los lavados y limpieza de los galpones respectivos.

Es de mencionar, que debido a la falta de información no se consideraron los insumos químicos requeridos en los procesos de desinfección y limpieza del proceso. El consumo total de energía de la planta fue de 432,33 kWh mensual.

Tabla 9. *Balance de Masa de la Granja de Reproductoras.*

Consumo Mensual	Unidad	Valor
Agua Potable (550 huevos)	m3	13,05
Agua residual	m3	15,66
Hipoclorito de sodio	kg	0,125

Fuente: Autora.

Tabla 10. *Balance de Energía de la Granja de Reproductoras.*

Consumo Energía Mensual	Unidad	Granja Reproducción				Total
		Casa	Bodega	Galpones	Tratamiento	
Energía Eléctrica (550 huevos)	kWh	410,73	6,38	0,85	14,37	432,33

Fuente: Autora.

En la tabla 4 se presenta los consumos promedio insumos químicos, materiales (agujas, jeringas, ampollas), desinfectante y agua potable ($2,06 \text{ m}^3$) requeridos en los procesos de desinfección durante la incubación de los huevos fértiles (550 unidades). Así mismo, se presenta la cantidad de agua residual promedio ($2,10 \text{ m}^3$) que se obtiene del área de higiene del personal.

Tabla 11. *Balance de Masa de la Planta Incubadora.*

Consumo mensual	Unidad	Vacunación	Desinfección	Lavado	General
Agujas	unidad	5372,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Jeringas	unidad	1542,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ampollas	Ampollas	5604,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Desinfectante Clinafarm	mL	0,0000	5,4545	0,0000	0,0000
Desinfectante Fumagri	g	0,0000	37,8909	0,0000	0,0000
Jabón detergente	mL	0,0000	45,4545	0,0000	0,0000
Virocid	mL	0,0000	290,9091	0,0000	0,0000
Biogel	mL	0,0000	0,0000	0,9785	0,0000
Degratec	kg	0,0000	0,0000	0,4000	0,0000

Tabla 11. (Continuación)

Detergente	kg	0,0000	0,0000	0,0655	0,0000
Cloro granulado	mL	0,0000	0,0000	34,5455	0,0000
Ambientador	mL	0,0000	0,0000	0,0000	1,7455
Hipoclorito sodio	mL	0,0000	0,0000	0,0000	75,7082
Insecticidas	kg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005
Residuos sólidos	kg	0,0000	0,0000	0,0000	12,5709
Agua Potable	m3		2,0645		
Agua residual	m3		2,1019		

Fuente: Autora.

En la tabla 5 se presenta el consumo de energía eléctrica requerida en la planta incubadora siendo este de 11,76 kWh.

Tabla 12. Balance de Energía de la Planta Incubadora

Consumo Energía Mensual	Unidad	Subestación	Conservación	Incubación	Lavado	PTAR	General
Energía Eléctrica (550 pollos)	kWh	0,3767	0,0901	7,5347	1,2966	0,0610	2,4003

Fuente: Autora.

En la tabla 6 se presenta el consumo promedio de químicos, aditivos, agua potable (86,7 m³) requeridos en el crecimiento de 550 pollitos durante 42 días, al igual que el agua residual generada en la limpieza de galpones e higiene del personal, siendo esta de 2,53 m³.

Tabla 13. Balance de Masa de la Granja de Engorde y Crecimiento

Consumo	Unidades	Adecuación Galpones	Galpones	Limpieza Global	Total
Agua Potable	m3	0,071	86,667	0,012	86,750
Yodo	kg	0,001	0,000	0,000	0,001
Detergente	kg	0,000	0,000	0,079	0,079
Agua residual	m3	0,000	0,000	2,530	2,530
Sulfato Aluminio	mg	0,000	0,000	5,060	5,060
Hipoclorito de sodio	kg	0,000	0,000	0,020	0,020
Gas Natural	m3	0,000	0,023	0,000	0,023
Energía	kWh	2,000	91,667	5,833	99,500

Fuente: Autora.

La tabla 7 presenta el consumo energético asociado a las diferentes áreas de proceso, para un total de 99,5 kWh.

Tabla 14. *Balance de Energía de la Granja de Engorde y Crecimiento*

Consumo	Unidades	Adecuación Galpones	Galpones	Limpieza Global	Total
Energía Eléctrica (550 pollos)	kWh	2,000	91,667	5,833	99,500

Fuente: Autora.

En la tabla 8 y 9 se presentan los consumos de aditivos, químicos, desinfectantes, como del agua requerida en el proceso de sacrificio de las aves. Así mismo, se muestra la cantidad de agua residual tratada y vertida una vez finalizado el proceso de beneficio.

Tabla 15. *Balance de Masa de la Planta de Beneficio.*

Proceso	Insumo	Ingrediente Activo	Cantidad m3
Matanza	Degratec 21 por 4kg	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	4,54E-05
	Ultra Brite * 20 L	Acido Nítrico	4,06E-04
		Surfactantes Cationicos y	5,09E-05
	Glutaquat + 4Kilos	Glutaraldehido	
	Liquik 10*60Kg	Hidróxido de Sodio	3,89E-03
	Enforce Lp*70 Kg	Hidróxido de Sodio	1,35E-03
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)		3,75E-06
	Lk Clor*20 L	Cloruro dimetil bencil amonio	
		Hidróxido de Sodio	1,06E-04
Proceso	Insumo	Ingrediente Activo	Cantidad m3
Eviscerado	Hipoclorito de Sodio	Hipoclorito de Sodio	2,48E-04
	Degratec 21 por 4kg	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	4,54E-05
		alcoholes etoxilados y Esteres	1,07E-06
	Desengrasante Mx-126*4 Kilos	alifáticos	
	Ultra Brite * 20 L	Ácido Nítrico	1,35E-04
	Liquik 10*60Kg	Hidróxido de Sodio	2,02E-03
	Enforce Lp*70 Kg	Hidróxido de Sodio	6,76E-04
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)		3,75E-06
	Lk Clor*20 L	Cloruro dimetil bencil amonio	
		Hidróxido de Sodio	5,29E-05
	Hipoclorito de Sodio	Hipoclorito de Sodio	1,24E-03
	Degratec 21 por 4kg	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	4,54E-05
Enfriamiento o Chiller	Cecure Int	Propilenglicol	6,01E-05
	Desengrasantem Mx-126*4 Kilos	alcoholes etoxilados y Esteres	1,07E-06
		alifáticos	
	Ultra Brite * 20 L	Ácido Nítrico	2,71E-04
	Liquik 10*60Kg	Hidróxido de Sodio	2,02E-03
	Enforce Lp*70 Kg	Hidróxido de Sodio	6,76E-04
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)		3,75E-06
	Lk Clor*20 L	Cloruro dimetil bencil amonio	
		Hidróxido de Sodio	5,29E-05

Tabla 15. (Continuación)

	Hipoclorito de Sodio	Hipoclorito de Sodio	1,71E-06
	Degratec 21 por 4kg	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	4,54E-05
	Desengrasantem Mx-126*4		1,07E-06
	Kilos	alcoholes etoxilados y Esteres alifáticos	
	Ultra Brite * 20 L	Ácido Nítrico	1,35E-04
Desprese	Vinagre de Frutas*5 Galones	Ácido Acético	2,20E-04
	Liquik 10*60Kg	Hidróxido de Sodio	1,95E-03
	Enforce Lp*70 Kg	Hidróxido de Sodio	6,76E-04
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)		3,75E-06
	Lk Clor*20 L	Cloruro dimetil bencil amonio	
	Hipoclorito de Sodio	Hidróxido de Sodio	5,29E-05
	Degratec 21 por 4kg	Hipoclorito de Sodio	1,22E-06
	Desengrasantem Mx-126*4	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	4,54E-05
	Kilos		1,07E-06
	Ultra Brite * 20 L	alcoholes etoxilados y Esteres alifáticos	
IQF	Liquik 10*60Kg	Ácido Nítrico	1,35E-04
	Enforce Lp*70 Kg	Hidróxido de Sodio	2,02E-03
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)	Hidróxido de Sodio	6,76E-04
	Lk Clor*20 L		3,75E-06
	Hipoclorito de Sodio	Cloruro dimetil bencil amonio	
	Degratec 21 por 4kg	Hidróxido de Sodio	5,29E-05
	Desengrasantem Mx-126*4	Hipoclorito de Sodio	7,96E-07
	Kilos	Sal Sódica de Surfactantes Anionicos	9,08E-05
	Ultra Brite * 20 L		2,14E-06
Empaque de Túnel y Presa	Liquik 10*60Kg	alcoholes etoxilados y Esteres alifáticos	
	Enforce Lp*70 Kg	Ácido Nítrico	2,71E-04
	SANI STEP*10 Kg (Para posetas)	Hidróxido de Sodio	3,89E-03
	Lk Clor*20 L	Hidróxido de Sodio	1,35E-03
Lavadora de Canastas	Hipoclorito de Sodio		7,51E-06
	Soda Caustica Liquida*kilos	Cloruro dimetil bencil amonio	
		Hidróxido de Sodio	1,06E-04
		Hipoclorito de Sodio	5,50E-05
			2,81E-04
			5,46E+0
			0
PTAR	Coagulante	Oxido de Aluminio Al ₂ O ₃	
	Floculante Cationico	Ácido Adipico	1,60E-03
		Polímero Anionico (descompone en NOx y COx)	6,61E-05
	Floculante Anionico		
	Topax 32*27 kg	Ácido Citrico,Lactico, alquilarilsulfonico	3,97E-05

Fuente: Autora.

Tabla 16. Balance Volumétrico de la Planta de Beneficio.

Proceso	Consumo m3/día	Consumo m3/mes	Consumo por 550 Pollos
Matanza	17,000	493,000	0,0521
Eviscerado	384,456	11149,224	1,1792
Enfriamiento Chiller	1330,245	38577,096	4,0803

Tabla 16. (Continuación)

Desprese	1,740	50,460	0,0053
IQF	1,128	32,712	0,0035
Empaque Túnel y Presa	0,564	16,356	0,0017
Lavadora de Canastas	23,104	670,002	0,0709
Consumo Total por Procesos	1758,236	50988,850	5,3931

Por último, en la tabla 10 se presenta el consumo energético representado en 90,52 kWh de energía eléctrica y 0,010 m³ de gas natural.

Tabla 17. Balance de Energía de la Planta de Beneficio.

Subproceso	Tipo Energía	Entradas	
		Unidades	Cantidad
Matanza	Gas Natural	m ³	0,01056
	Energía Eléctrica	kWh	9,05155
Eviscerado	Energía Eléctrica	kWh	9,05155
Enfriamiento (Chiller)	Energía Eléctrica	kWh	36,20619
Subproceso	Tipo Energía	Entradas	
		Unidades	Cantidad
Desprese	Energía Eléctrica	kWh	4,52577
IQF 50% del área de desprese	Energía Eléctrica	kWh	9,05155
Túnel 50% del área de desprese	Energía Eléctrica	kWh	9,05155
Almacenamiento temporal	Energía Eléctrica	kWh	4,52577
Lavadora de canastas	Energía Eléctrica	kWh	2,71546
PTAR	Energía Eléctrica	kWh	6,33608

Fuente: Autora.

En la tabla 11 se visualiza el consumo promedio de agua potable, siendo este de 3,262E⁻⁵ m³ como del agua residual generada de 3,62E⁻⁵ m³.

Tabla 18. Balance de Masa de la Planta de Almacenamiento y Distribución

Consumo	Unidades	Valor
Agua Potable	m ³	0,000033
Agua Residual	m ³	0,000036
Sulfato Aluminio	mg	7,246E-05
Floculante Catiónico	mg	1,268E-07

Fuente: Autora.

El consumo de energía eléctrica total fue de 2,55 kWh, como se presenta en la tabla 12.

Tabla 19. *Balance de Energía de la Planta de Almacenamiento y Distribución*

Consumo	Unidades	Oficinas	Almacenamiento	PTAR	Total
Energía Eléctrica	kWh	0,39329	1,59729	0,56185	2,55243

Fuente: Autora.

Para el caso del transporte de los diferentes productos (huevos, pollos y carne de pollo), en la tabla 13 se presentaron las distancias (kilómetros) entre los diferentes procesos y las capacidades de transporte del producto en mención. Esta tabla permitió establecer la cantidad de emisiones generadas por distancia recorrida y unidad transportada. El consumo de combustible fue determinado según la distancia recorrida (km) a cada destino, con velocidad promedio de 60 km/h, para un solo Tipo de Camión: tipo Termoking (capacidad de transportar 28 toneladas). Los vehículos se diferencian por la capacidad de producto a transportar y la cantidad en consumo de combustible.

Tabla 20. *Determinación de distancias entre procesos*

Plantas	Distancia (km)	Capacidad	Unidad
Granja Reproductora- Incubadora	55,3	21450	Huevos
Incubadora – Granja Engorde	42,1	21450	Pollitos
Granja Engorde – Planta Beneficio	26,3	15400	Pollos
Planta Beneficio – Planta Distribución	15,7	28	Ton. Carne

Fuente: Autora.

Finalmente, en la tabla 14 se presenta el consumo global de agua (107,25 m³), aditivos, desinfectantes y la generación de agua residual (25,75 m³) obtenida, para la producción de 1 tonelada de carne de pollo, objeto del estudio en mención.

Tabla 21. *Balance Másico y Volumétrico Global*

Consumo Mensual	Unidad	Granja – Planta					Total
		Granja Reproducción	Incubación	Granja Engorde	Beneficio	Distribución	
Agua Potable	m3	1,31E+01	2,06E+00	8,67E+01	5,38E+00	3,26E-05	107,25
Agua residual	m3	1,57E+01	2,10E+00	2,53E+00	5,46E+00	3,62E-05	25,75
Aditivos	mL	0,00E+00	4,55E+02	5,08E+00	5,46E+00	0,00E+00	465,34
Desinfectante	kg	1,25E-01	5,04E-01	7,95E-02	7,12E-02	7,26E-05	0,78

Fuente: Autora.

En la tabla 15 se presenta el consumo de energía global requerida en la producción de 1 tonelada de carne de pollo siendo este de 634 kWh y el consumo de gas natural de 0,03 m³ respectivamente.

Tabla 22. *Balance Energético Global*

Consumo Mensual	Unidad	Granja - Planta					Total
		Granja Reproducción	Incubación	Granja Engorde	Beneficio	Distribución	
Energía Eléctrica	kWh	432,334	11,759	99,500	90,516	0,112	634,22
Gas Natural	m3	0,000	0,000	0,023	0,011	0,000	0,03

Fuente: Autora.

Una vez realizados el eco-balance se procedió alimentar el programa de estudio para la determinación y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados a cada proceso.

6.2.5 Flujos Ambientales. Se determinaron los flujos o cargas ambientales (contaminantes) asociadas a cada unidad de proceso como de las suposiciones realizadas como se indicó en el diagrama de flujo global del proceso. La cuantificación de las cargas ambientales asociadas al proyecto, se determinaron: para el caso de los vertimientos con las caracterizaciones fisicoquímica y microbiológica del afluente y efluente emitido por la organización, y para las emisiones generadas por la energía eléctrica y la combustión del ACPM por estudios previos.

En la siguiente tabla se presentan los agentes contaminantes asociados a 1 MJ de energía eléctrica, tales como óxidos de azufre, nitrógeno, entre otros.

Tabla 23. *Flujos ambientales por Energía Eléctrica.*

Contaminante	unidad	cantidad
Óxido de Azufre	kg	0,202914
Óxido de Nitrógeno	kg	8,80E-03
Monóxido de Carbono	kg	1,16E-04
Dióxido de Carbono	kg	0,02818
Hidrocarburos sin especificar	kg	3,04E-05
Hollín	kg	1,56E-05
Material particulado	kg	2,23E-05
Dióxido de carbono transformado	kg	1,86E-02
Metano Biogenico	kg	3,05E-03
Monóxido de dinitrogeno	kg	1,38E-06
Calor, desechos	kg	4,10E-04

Fuente: (Ávila Rojas, 2015)

De los resultados obtenidos se logró establecer el impacto global indirecto asociado al consumo de energía eléctrica. Los datos presentados en el cuadro anterior, fueron multiplicados de forma individual por el consumo de energía respecto a cada área de estudio.

En la tabla 17 se presentan los contaminantes atmosféricos, asociados en el proceso de combustión del combustible fósil (ACPM), del cual se relaciona cada contaminante emitido por la combustión de 1 galón de ACPM.

Tabla 24. *Flujos ambientales por Combustible.*

CONTAMINANTE	UNIDAD	CANTIDAD
Dióxido de carbono	kg	0,77
Monóxido de carbono, fósil	kg	0,016
Metano, fósil	kg	0,023
Óxido nitroso	kg	0,048
Óxidos de Azufre	kg	0,035
Material particulado <25	kg	0,003
Calor desechos	kg	1,5

Fuente: (Martínez-González, Casas-Leuro, Acero-Reyes, & Castillo-Monroy, 2011)

Finalmente en la tabla 1 se presenta la caracterización fisicoquímica y microbiológica del afluente y efluente tratados en los sistemas de depuración biológica existentes en los procesos de interés.

Tabla 25. *Flujos ambientales por Vertimientos*

Variable	Unidades	INCUBADORA		BENEFICIO		DISTRIBUIDORA	
		Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	96,70	71,20	132,00	68,50	40,50	38,00
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	99,60	89,20	79,40	76,40	56,40	175,00
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L	87,00	69,80	37,40	27,05	40,20	134,00
Cloruros	mg Cl-/L	7,80	52,40	113,50	226,50	35,70	206,00
Fosforo total	mg P/L	0,78	0,20	58,55	18,35	14,50	3,55
Ortofosfatos	mg P-PO ₄ -3/L	NA	NA	34,05	7,27	2,42	1,73
Nitrógeno total	mg N/L	87,80	25,60	138,00	93,95	13,30	13,30
Nitrógeno kjeldahl	mg N/L	87,30	25,30	NA	NA	13,00	13,30
Nitratos	mg NO ₃ - N/L	0,50	0,26	4,06	1,82	0,12	<0,1
Nitritos	mg NO ₂ - N/L	0,05	0,07	0,05	0,07	0,20	0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg N/L	NA	NA	23,70	17,00	2,52	<0,5
Sulfatos	mg SO ₄ /L	22,30	17,10	12,70	21,20	27,00	189,00
Tensoact. Sust. activas	mg SAAM/L	< 0,27	< 0,27	0,27	0,27	< 0,27	< 0,27
DQO	mg O ₂ /L	571,00	373,00	5534,50	824,00	113,00	110,00
DBO ₅	mg O ₂ /L	294,00	145,00	3418,50	376,50	49,70	45,50
Grasas y aceites	mg/L	22,20	< 6,3	941,00	6,30	<6,3	< 6,3
Sól. Suspend. Total	mg/L	324,00	75,00	2100,00	41,00	156,00	16,60
Acidez total	mg CaCO ₃ /L	69,30	42,50	311,00	136,50	29,90	22,90
Color real 436 nm	m-1	3,01	0,80	22,54	30,49	4,34	0,26
Color real 525 nm	m-1	0,73	0,09	15,08	18,80	2,86	0,07
Color real 620 nm	m-1	0,42	0,02	2,83	3,56	2,16	0,06

Fuente: AVIDESA MACPOLLO

6.2.6 Método de selección para la EICV. La metodología de ACV es por atributos y consiste en implementar una base de datos compatible según referencia Colombiana, para todas las unidades de proceso requeridas en la producción de 1 tonelada de carne de pollo.

6.2.7 Selección de software y método de evaluación. La herramienta utilizada para la elaboración del ACV fue el software SIMAPRO 7.1®, el método EDIP 2003 y la base de datos Ecoinvent v.1.3.; versión 2©.

6.2.8 Métodos de Evaluación del Inventario de Ciclo de vida. La evaluación del inventario se realizó a partir del uso del método EDIP 2003. Este es un método de alta eficiencia que permite identificar diferentes categorías de impacto, sobre todo en aspectos referentes a toxicidad, contaminación atmosférica a nivel troposférico y de salud humana. La evaluación se realizó utilizando la propiedad de puntuación única, la cual genera líneas de SANKEY que delimitan las rutas o subprocesos que aportan el mayor impacto ambiental en el sistema de producción.

Este método evalúa el impacto ambiental desde la perspectiva de definir categorías de impacto a un punto medio, midpoint, correspondiente al enfoque de problema. En la perspectiva de midpoint se consideran categorías de impacto (se indican las unidades de los factores de caracterización) a mencionar en el siguiente ítem.

6.2.9 Selección de categorías de evaluación de impactos. La evaluación de impactos se relacionó con la norma y utilizo el análisis de la caracterización, con la finalidad de identificar los impactos más significativos para este estudio en cada uno de los subprocesos que conforman el beneficio avícola. Una vez aplicados los enfoques correspondientes fue posible priorizar la interpretación del estudio en Diez categorías de impacto que son: Calentamiento Global, Formación , Ozono (vegetación), Formación Ozono (humana), Acidificación, Eutrofización Terrestre, Eutrofización Acuática (N), Eutrofización Acuática (P), Toxicidad Humana Aire, Toxicidad Humana Agua y Toxicidad Humana Suelo.

En el Apéndice B se describen las diferentes categorías de impacto ambiental utilizadas en la metodología de análisis de ciclo de vida.

7. Análisis de resultados.

Finalizado el proceso de aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida “ACV” respecto a la fase I (definición de objetivo y alcance) y fase II (análisis del inventario), se validó la información concerniente a la descripción de procesos, cuantificación de balances másicos, volumétricos, energéticos y ambientales, con el fin ingresar la información al software y realizar la evaluación ambiental respectiva. A continuación se presenta la interpretación y análisis de resultados obtenidos como etapa final del análisis de ciclo de vida

7.1 Análisis de Contribución Ambiental Porcentual

Los procesos (granjas y plantas) que integran el sector avícola, fueron definidos de forma individual tal como se diseñaron en los diagramas de flujo presentes en el numeral 6.2.2. Los diagramas fueron habilitados en cajas denominadas ensamblajes (subprocesos, cajas de color azul), como fueron la granja de reproductoras y de engorde o crecimiento, planta de incubación, granja de engorde, planta incubadora, planta de beneficio y planta de distribución o almacenamiento, y el sistema de transporte (huevos, pollitos, pollo y carne de pollo). Posteriormente, se ingresaron los inventarios tales como: balances másicos, volumétricos, energéticos y cargas ambientales, para cada subproceso (cajas de color gris), en relación a la unidad funcional del estudio (1 tonelada de carne de pollo). Seguidamente fue seleccionado el método de evaluación EDIP 2003 para hacer la corrida respectiva. El software internamente llevó a cabo la etapa de clasificación; asignando la contribución de salida a las categorías de impacto correspondiente. En cada proceso establecido en el estudio, se presentaron los valores obtenidos (impactos ambientales potenciales), según las categorías de impacto de punto medio seleccionadas (calentamiento global, formación de ozono,

acidificación, eutrofización terrestre y acuática, toxicidad humana al aire, agua y suelo), con su respectiva unidad.

En el Apéndice C. Inventario Ambiental Global

Sustancia	Aspecto	Unidad	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	T (n)
Coal, 29.3 MJ per kg, in ground	Crudo	kg	2,75E+00	7,25E-02	6,34E-01	5,77E-01	8,00E-02	0,00E+00	4,12E-01
Energy, from hydro power	Crudo	MJ	1,04E+03	2,75E+01	2,40E+02	2,18E+02	3,03E+01	0,00E+00	1,56E+01
Energy, kinetic (in wind), converted	Crudo	MJ	1,56E+00	4,10E-02	3,58E-01	3,26E-01	4,52E-02	0,00E+00	2,33E-01
Gas, natural, 30.3 MJ per kg, in ground	Crudo	kg	1,42E+01	3,73E-01	3,26E+00	2,97E+00	4,11E-01	0,00E+00	2,12E-01
Occupation, water bodies, artificial	Crudo	m2a	9,76E+00	2,57E-01	2,25E+00	2,04E+00	2,83E-01	0,00E+00	1,46E-01
Transformation, to unknown	Crudo	cm2	6,38E+02	1,68E+01	1,47E+02	1,34E+02	1,85E+01	0,00E+00	9,54E-01
Transformation, to water bodies, artificial	Crudo	cm2	6,38E+02	1,68E+01	1,47E+02	1,34E+02	1,85E+01	0,00E+00	9,54E-01
Water, river	Crudo	m3	2,87E+01	4,17E+00	8,93E+01	1,63E+01	6,90E-05	0,00E+00	1,38E-01
Ammonia	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,58E+01	1,18E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-01
Carbon dioxide	Aire	kg	4,39E+01	1,15E+00	1,01E+01	9,18E+00	1,27E+00	1,93E+02	2,59E+01
Carbon dioxide, land transformation	Aire	kg	2,90E+01	7,64E-01	6,68E+00	6,08E+00	8,42E-01	0,00E+00	4,34E-01
Carbon monoxide	Aire	g	1,81E+02	4,75E+00	4,16E+01	3,78E+01	5,24E+00	0,00E+00	2,70E-01
Carbon monoxide, fossil	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+02	2,23E+02
Dinitrogen monoxide	Aire	g	2,15E+00	5,65E-02	4,94E-01	4,50E-01	6,24E-02	0,00E+00	3,21E-01
Heat, waste	Aire	MJ	6,38E-01	1,68E-02	1,47E-01	1,34E-01	1,85E-02	2,09E+02	2,10E+02
Hydrocarbons, unspecified	Aire	g	4,73E+01	1,25E+00	1,09E+01	9,91E+00	1,37E+00	0,00E+00	7,07E-01
Methane	Aire	mg	0,00E+00	0,00E+00	6,90E-01	3,17E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,01E-01
Methane, biogenic	Aire	kg	4,75E+00	1,25E-01	1,09E+00	9,94E-01	1,38E-01	0,00E+00	7,10E-01
Methane, fossil	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,85E+01	7,85E+01
Nitrogen oxides	Aire	kg	1,37E+01	3,60E-01	3,15E+00	2,87E+00	3,97E-01	5,30E-01	2,10E-01
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+01	1,02E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,25E-01
Particulates, < 2.5 µm	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,18E+01	4,18E+01
Particulates, SPM	Aire	kg	3,47E+00	9,14E-02	7,99E-01	7,27E-01	1,01E-01	0,00E+00	5,19E-01
Particulates, unspecified	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,09E+01	9,61E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,05E-01
Soot	Aire	g	2,42E+01	6,38E-01	5,58E+00	5,08E+00	7,04E-01	0,00E+00	3,62E-01
Sulfur dioxide	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,79E+01	2,79E+01
Sulfur oxides	Aire	kg	4,54E+00	1,19E-01	1,04E+00	9,50E-01	1,32E-01	0,00E+00	6,78E-01
Acetic acid	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02
Acids, unspecified	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01
Alcohol ethoxylate	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01
Aldehydes (unspecified)	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01
Aluminum	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E-01
Aluminum oxide, fibrous forms	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+00
Ammonia, as N	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	6,00E+01	2,22E+02	1,01E+02	0,00E+00	3,83E+01
BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	kg	2,27E+00	9,12E-01	8,65E+00	2,07E+01	3,28E-06	0,00E+00	3,25E-06
Carbonate	Agua	kg	5,02E+00	1,30E+00	6,37E+00	5,05E+00	1,88E-05	0,00E+00	1,77E-05
Chloride	Agua	kg	8,88E-01	1,64E-01	7,38E-01	1,88E+00	8,59E-06	0,00E+00	3,67E-06
Chlorine	Agua	g	7,83E+00	0,00E+00	5,21E+01	3,24E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,31E+01
Chloro-1,1-biphenyl, PCB-1254	Agua	mg	0,00E+00	2,01E+02	2,68E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,01E+02
COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	kg	5,84E+00	1,96E+00	1,40E+01	3,47E+01	7,69E-06	0,00E+00	5,65E-06
Dimethylcarbamyl chloride	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,50E+01	1,27E-10	0,00E+00	5,50E+01
Fatty acids as C	Agua	g	9,87E+01	1,56E+02	0,00E+00	0,00E+00	4,35E-04	0,00E+00	2,55E-04
Fluoride	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	9,36E+00	3,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+00
Hypochlorite	Agua	kg	0,00E+00	6,54E-02	3,58E-03	1,44E+00	2,00E-09	0,00E+00	1,51E-09
Iodide	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00
Iron	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E-01
Lactofen	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00
Nitrate	Agua	g	2,10E+01	1,58E+00	1,23E+02	3,92E+01	7,56E-06	0,00E+00	1,85E-06
Nitric acid	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+00
Nitrite	Agua	g	1,36E+00	2,50E-01	1,99E+00	1,20E+00	6,78E-06	0,00E+00	4,80E-06
Nitrogen	Agua	kg	7,97E-01	4,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,83E-06	0,00E+00	1,27E-06

Nitrogen, total	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	3,49E-01	1,27E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,62E+00
Oils, unspecified	Agua	kg	0,00E+00	9,00E-05	2,38E+00	5,17E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,55E+00
Organic carbon	Agua	g	1,04E+01	0,00E+00	6,94E+01	4,31E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,42E+00
Phosphate	Agua	g	5,22E+00	0,00E+00	1,21E+02	2,28E+02	1,42E-04	0,00E+00	3,54E+00
Phosphorus	Agua	g	3,13E+00	2,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,06E-04	0,00E+00	5,16E+00
Phosphorus, total	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	1,48E+02	4,20E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,69E+00
Propylene glycol	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+00
Salts, unspecified	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+00
Sodium hypochlorite	Agua	g	1,25E+02	1,19E+02	2,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,64E+00
Sodium, ion	Agua	kg	0,00E+00	4,00E-01	2,19E-02	2,52E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,56E+00
Sulfate	Agua	kg	4,18E-01	8,20E-02	1,03E+00	2,47E-01	7,70E-06	0,00E+00	1,78E+00
Sulfosate	Agua	kg	4,23E-03	9,80E-01	5,35E-02	0,00E+00	1,86E-08	0,00E+00	1,04E+00
Suspended solids, inorganic	Agua	kg	1,91E-01	0,00E+00	6,58E+00	1,18E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,85E+00

se incluye el Inventario Global obtenido al aplicar la metodología de análisis de ciclo de vida.

Con el fin de visualizar la contribución ambiental de los subprocesos ensamblados en el estudio, se presenta a continuación el árbol de procesos global y la interpretación de los resultados, del modelo de línea base, para la producción de una tonelada de carne de pollo.

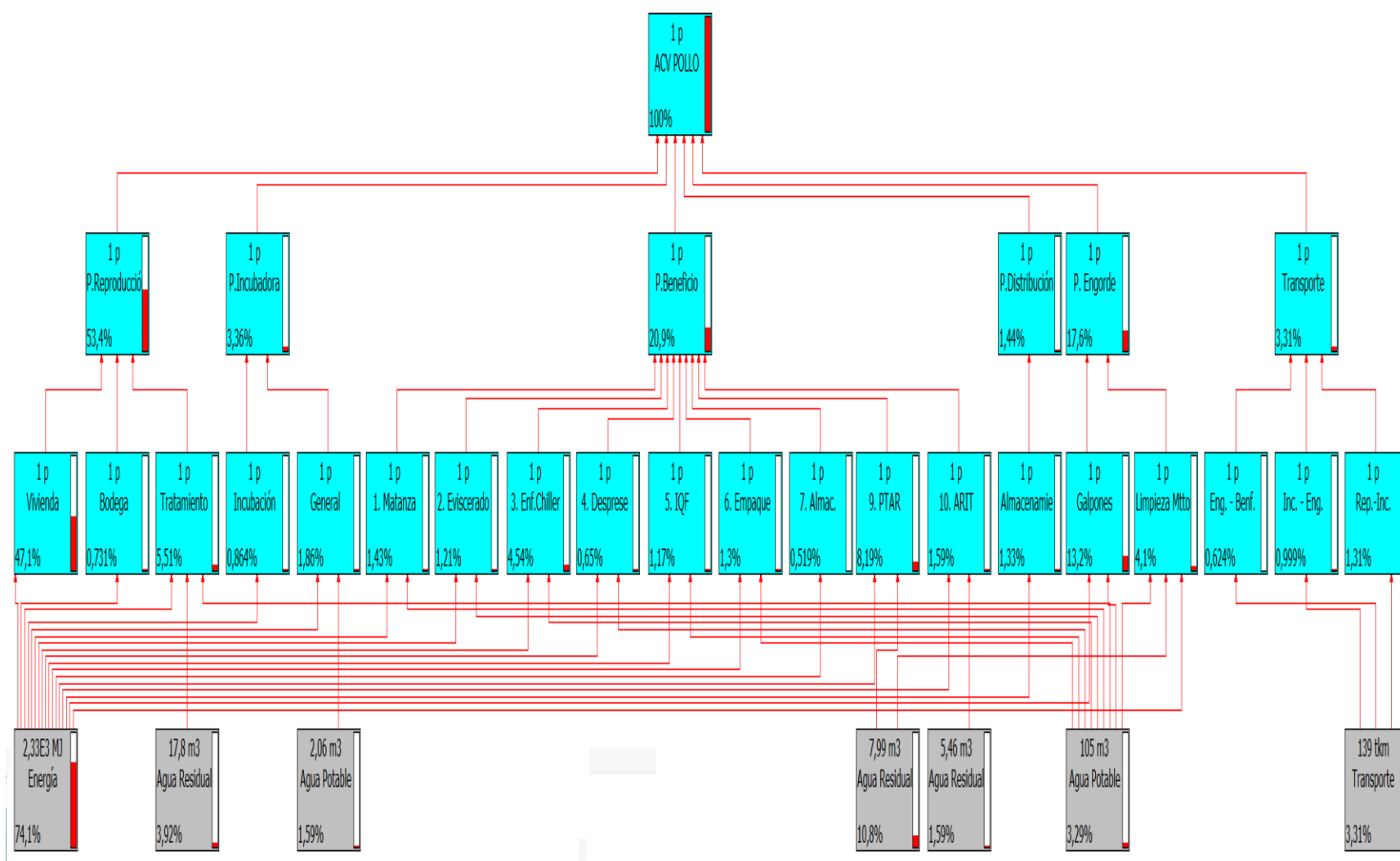


Figura 31. Árbol de Proceso Global del Ciclo de Vida en la Producción Avícola.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

De la figura 31 se evidenció que el mayor impacto ambiental fue atribuido por el proceso de la Granja de Reproducción, con una contribución ambiental del 53,4% concerniente a la caracterización del subproceso de vivienda que asocio el impacto en un 47,1% (88% del 53,4%) debido al consumo energético requerido en el proceso. En segundo lugar se encuentra la Planta de Beneficio, con un porcentaje del 20,9%, atribuido principalmente al subproceso del Tratamiento de agua residual “PTAR” en un 8,19% (equivalente al 39,19% del 20,9%), debido a la caracterización del efluente tratado y vertido a la fuente hídrica, como del consumo energético requerido en la planta. En tercer lugar, se evidenció el aporte ambiental por la granja de Engorde con un 17,6%, basado en los consumos energéticos realizados en los galpones (iluminación, calefacción, etc.) con una participación de 13,2% (0,75% del 17,6%). Finalmente contribuyen en baja relación los subprocesos de Planta de incubación con un 3,36%; seguido del Transporte en un 3,31% y la planta de distribución con 1,44%; asociados al consumo de aditivos químicos, combustión de ACPM y uso de energía eléctrica.

En la figura 32 se presenta el árbol de procesos para la Planta de Reproductoras (obtención de huevo fértil) que valida la contribución ambiental por cada uno de los subprocesos que la integran.

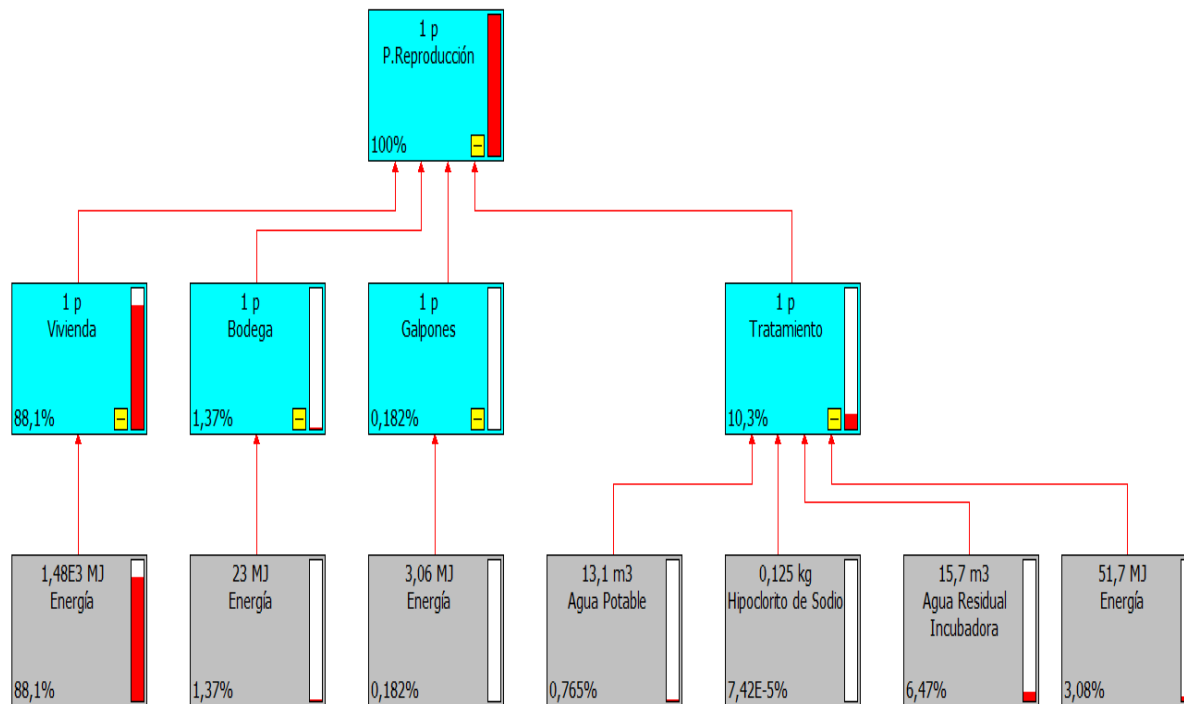


Figura 32. Árbol de Proceso de la Granja de Reproductoras.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

El valor de cada impacto de la planta reproductoras, está dado en porcentajes, según la puntuación única del proceso, y de los resultados obtenidos por el método empleado. De los resultados presentados en la figura 21, se observó que el 88,1% de la contribución ambiental equivale al consumo energético (1,48E3 MJ) del subproceso vivienda (mayor consumo de energía eléctrica y térmica, consumo de materias primas y emisiones generadas en el proceso); seguido del proceso de tratamiento en un 10,3% 5%, asociado a la generación de aguas residuales (6,47%), uso de energía eléctrica (3,06%), como al uso de Hipoclorito de sodio para el tratamiento del agua potable a consumir por las aves (0,8%). La contribución ambiental de los subprocesos bodega y galpones no fue significativo, comparado a los subprocesos mencionados.

En la figura 33 se presenta el árbol de procesos para la Planta Incubadora (incubación del huevo fértil para la obtención del pollito), validado por la contribución ambiental porcentual de los subprocesos incubación, lavado, vacunación, desinfección y área general.

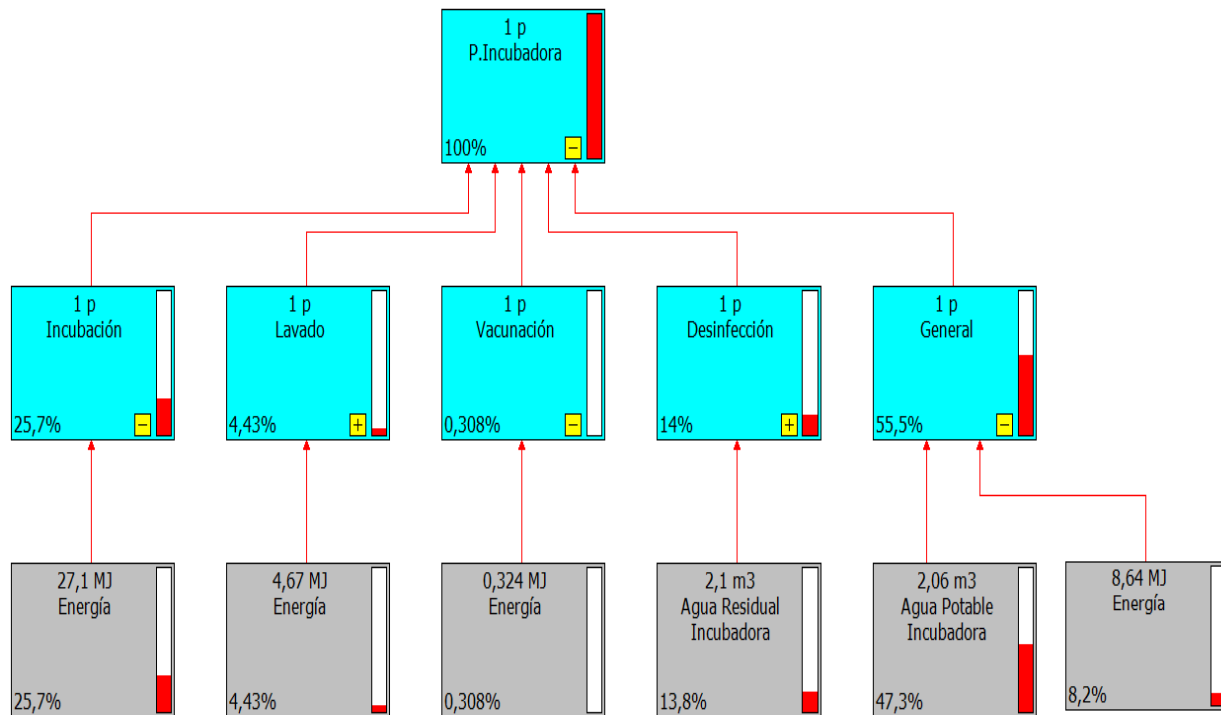


Figura 33. Árbol de Proceso de la Planta de Beneficio.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Los resultados del proceso de la planta de Incubación demuestran que el subproceso general (oficinas, área de recepción, duchas y almacenamiento), atribuyen un 55,5% de la carga ambiental total debido al alto consumo de agua potable en un 47,3% (considerado por el consumo de materias primas), como del consumo de energía eléctrica (8,2%) respectivamente. El segundo subproceso de interés fue la incubación con un 25,7% de la contribución ambiental, a causa del alto consumo de energía; seguidamente los subprocesos de desinfección, lavado y vacunación, con un aporte ambiental porcentual del 14%, 4,43% y 0,31%. Esto efectos de presentaron por el consumo de energía eléctrica al igual que la generación de vertimientos sin tratamiento posterior.

En la figura 34 se presenta el árbol de procesos para la Granja de Engorde o Crecimiento del Pollito (reproducción del pollo) validado por la contribución ambiental porcentual de los subprocesos adecuación del galpón, uso del galpón y limpieza y mantenimiento del galpón.

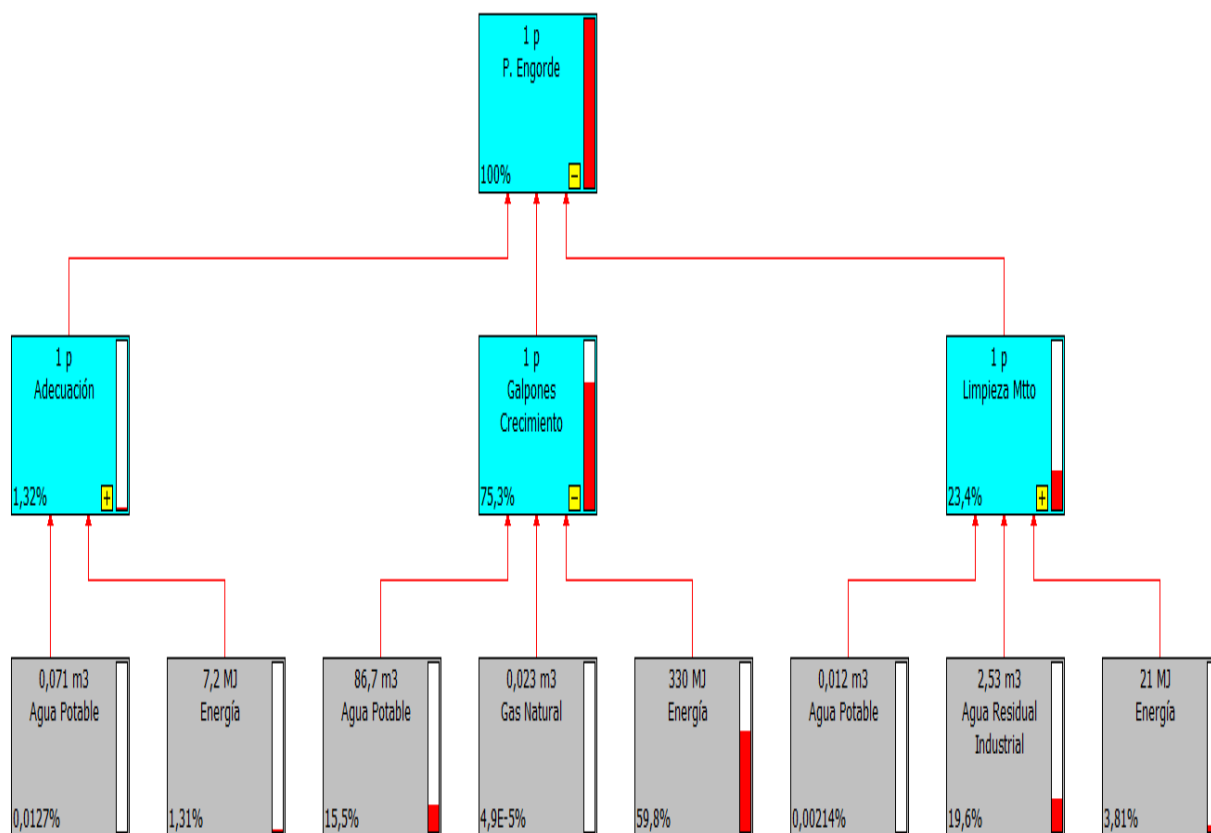


Figura 34. Árbol de Proceso de la Granja de Engorde
Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

De los resultados presentados en la figura anterior, se observa que los galpones de crecimiento contribuyen en un 75,3% de la carga ambiental, asociados por el consumo de energía eléctrica para la iluminación en un 59,8% (79% del 75,3%) y del consumo de agua en un 15,5% (21% del 75,3%); seguido del subproceso de limpieza (mantenimiento de galpones) con un 23,4% de la carga ambiental representado por el agua residual generado en un 19,6% (84% del 23,4%) y su posterior tratamiento (consumo de energía eléctrica, consumo de materias primas y emisiones generadas en el proceso) y del consumo energético en un 3,81% (16% del 23,4%). Finalmente contribuyen en baja relación los subprocesos de Adecuación de galpones en un 1,32% por el uso de energía eléctrica en 1,31% y el consumo de agua potable 0,012%.

En la figura 35 se presenta el árbol de procesos para la Planta de Beneficio (sacrificio de pollo) validado por la contribución ambiental porcentual de los subprocesos de matanza, eviscerado, enfriamiento chiller, desprese, empaque túnel, almacenamiento, lavado, planta de tratamiento de agua residual y vertimiento de agua residual tratada.

De la planta de beneficio, se evidencio que el mayor impacto lo genera la PTAR con una contribución ambiental del 39,2% relacionado a la caracterización del Agua Residual Industrial a tratar en un 35,5% (91% del 39,2%) y al consumo energético requerido en el proceso 3,48%), seguido del subproceso de Enfriamiento (Chillers) en un 21,7% respecto al gasto energético en un 19,9% (92% del 21,7%) y del consumo de sustancias químicas del 1,25% (8% del 21,7%). El proceso siguiente fue el vertimiento del agua residual tratada en la PTAR sobre la fuente hídrica, el contribuyo en un 7,62% del impacto debido a la caracterización fisicoquímica que esta presentó al momento de la descarga. Finalmente contribuyeron en baja relación los subprocesos de Matanza en un 6,83%; empaque Túnel en un 6,22% y eviscerado del 5,79%, asociados al consumo de aditivos químicos y de energía eléctrica. Para los subprocesos IQF en 5,77%, desprese (3,11%), almacenamiento (2,48%) y lavado (1,5%) la contribución ambiental obedece al consumo de energía eléctrica requerida en el funcionamiento de los equipos.

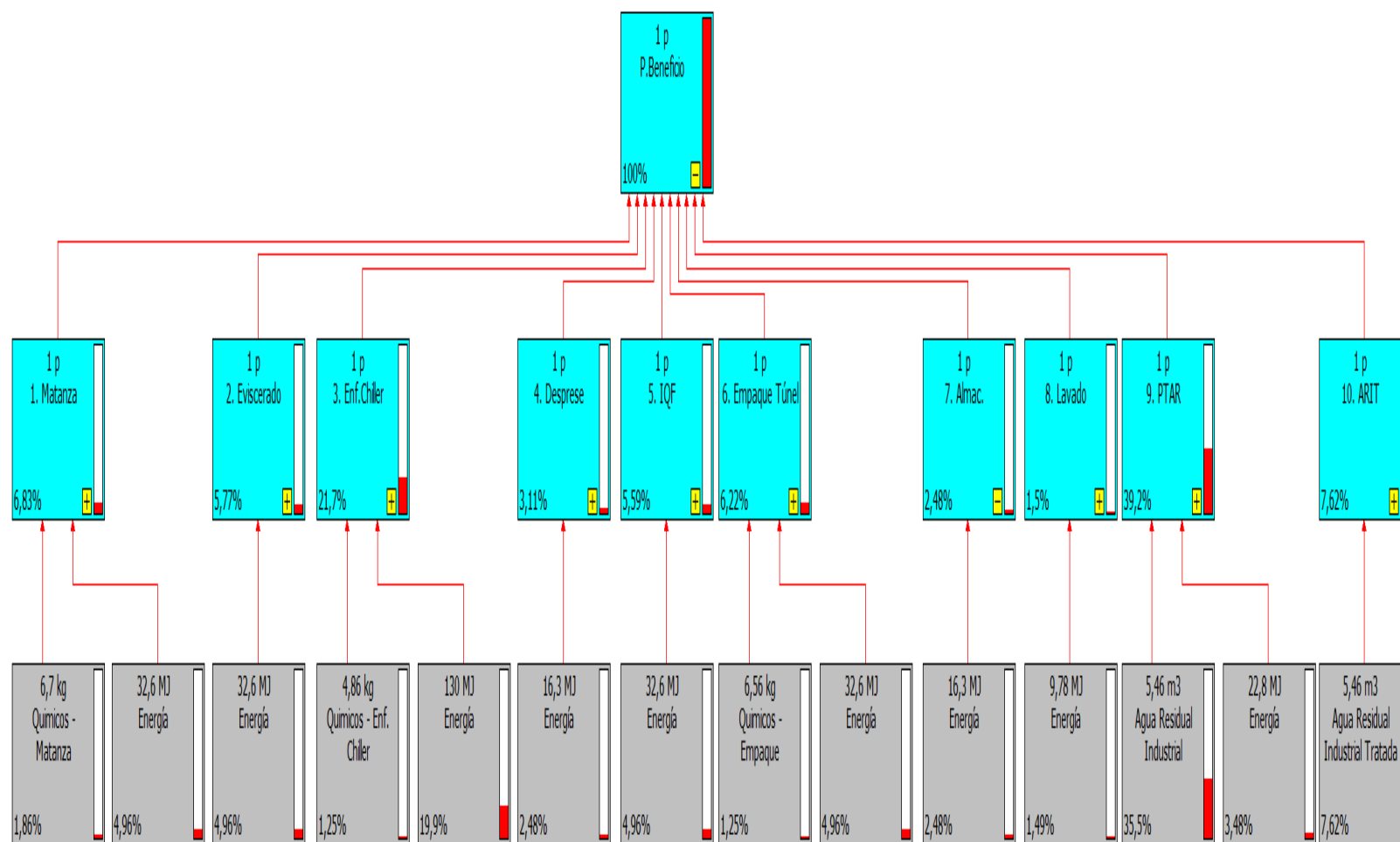


Figura 35. Árbol de Proceso de la Planta de Beneficio

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En la figura 36 se presenta el árbol de procesos de la Planta de Almacenamiento o distribución de la carne de pollo, integrado por la contribución ambiental porcentual de los subprocesos oficinas, área de almacenamiento y la planta de tratamiento de agua residual.

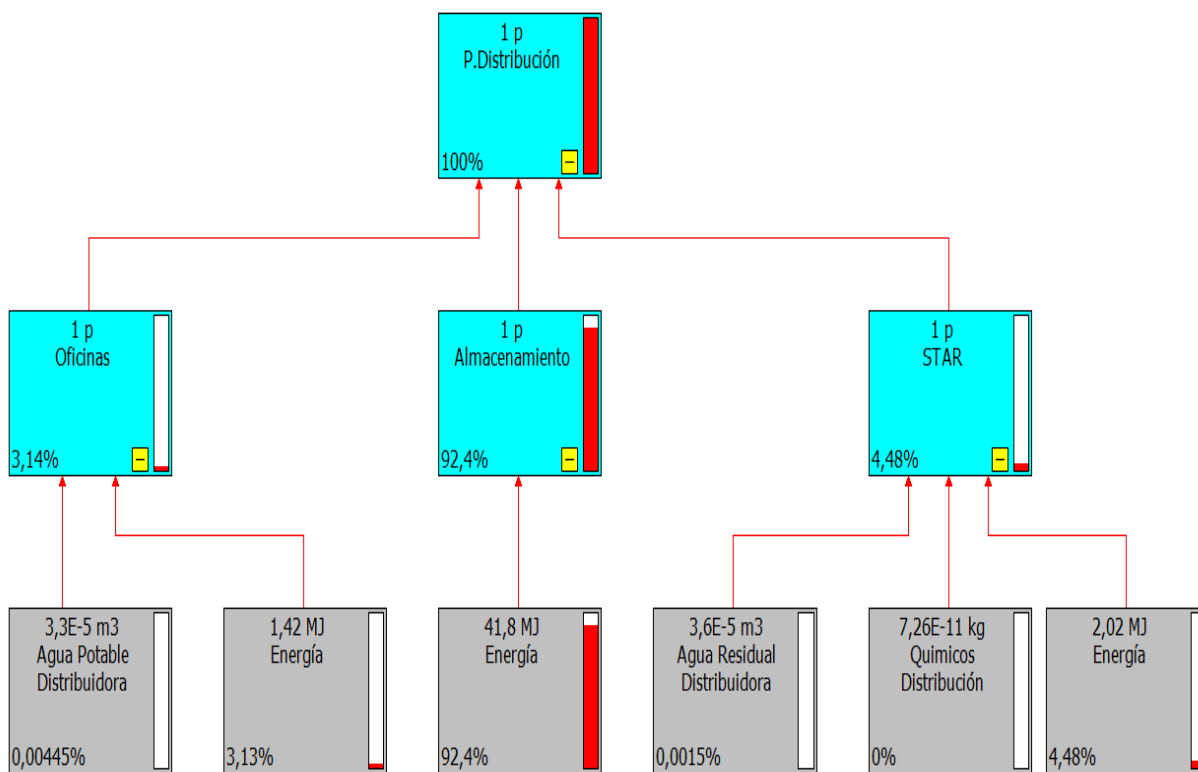


Figura 36. Árbol de Proceso de la Planta de Distribución.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En la figura anterior se muestra que el mayor impacto lo generó el subproceso de almacenamiento, con una contribución ambiental del 92,4% asociada al consumo de energía para el sistema de refrigeración de la carne, seguido del sistema de tratamiento de agua residual con un aporte ambiental del 4,48% debido al consumo energético requerido en el proceso y por último el área de las oficinas en un 3,14% en relación al consumo de energía eléctrica (aires acondicionados, iluminación, etc.) en un 3,13% y del consumo de agua potable en un 0,00445%.

Finalmente, en la figura 37 se presenta el árbol de procesos sobre el sistema de transporte de huevos, pollos y carne de pollo, entre los diferentes procesos. Las distancias contempladas en la

evaluación se relacionaron entre: reproducción –incubadora; incubadora-engorde; engorde-beneficio; beneficio-almacenamiento.

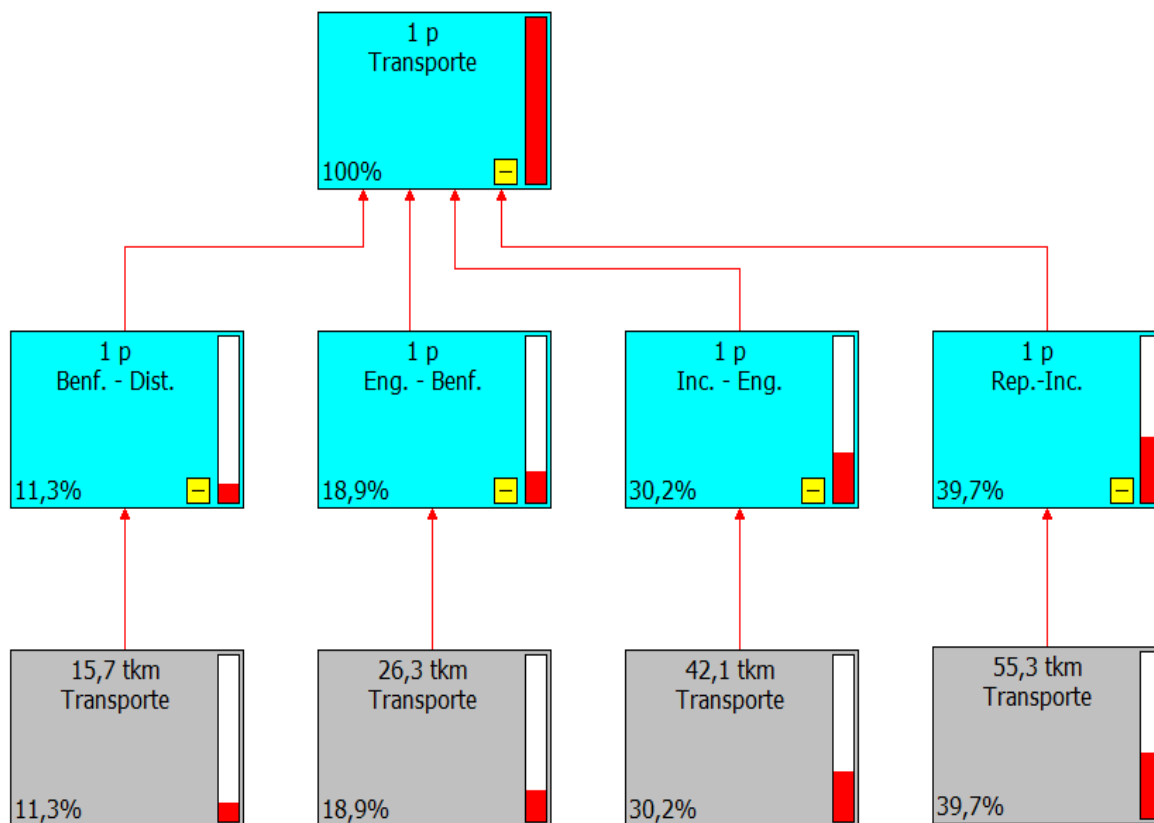


Figura 37. Árbol de Proceso de la Planta de Transporte

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

De la figura anterior, se estableció que el mayor impacto ambiental se generó entre la relación de mayor distancia, comprendida entre la granja de reproductoras y la planta de incubación (55,3 kilómetros), con una contribución ambiental del 39,7%. El resultado demuestra la proporcionalidad entre las distancias y el consumo ambiental, originado por las emisiones generadas en el proceso de combustión del ACPM. En orden decreciente en relación al impacto estuvieron: la planta de incubación y la granja de engorde en un 30,2%; seguido de la granja de engorde y la planta de beneficio en un 18,9% y finalmente entre la planta de beneficio y la planta de distribución con un 11,3% respectivamente.

7.2 Análisis de Caracterización por Atributos

El análisis de caracterización incluyó la descripción sobre la importancia ambiental para los diferentes procesos presentes en el ciclo de vida de la carne de pollo y su contribución a las categorías ambientales evaluadas, de forma global e individual.

7.2.1 Caracterización del Impacto. Como partida, se estableció la cuantificación ambiental individual para cada categoría de impacto según las unidades de medición para las mismas. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la caracterización individual para cada categoría de impacto.

Tabla 26. *Resultados de Caracterización de Impacto.*

Categoría de impacto	Reproducción	Incubadora	Engorde	Beneficio	Distribución	Transporte	Total	Unidad
Calentamiento Global	183,20	4,82	42,16	38,36	5,32	195,32	469,18	kg CO2 eq
Formación Ozono (vegetación)	26360,82	694,05	6066,90	5519,14	765,37	993,96	469,18	m2.ppm.h
Formación Ozono (humana)	1,78	0,05	0,41	0,37	0,05	0,07	2,73	person.pp m.h
Acidificación	117,73	3,10	27,10	24,65	3,42	5,05	2,73	kg SOx
Eutrofización Terrestre	347,73	9,16	80,03	72,80	10,10	13,45	533,26	m2
Eutrofización Acuática (N)	1,79	0,31	0,32	0,48	0,04	0,05	533,26	kg N
Eutrofización Acuática (P)	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,11	kg PO4
Toxicidad Humana Aire	278795,12	232,13	1796713,20	113417,41	255,99	186076,56	0,11	kg TEG aire
Toxicidad Humana Agua	0,11	0,03	0,56	47,12	0,00	0,00	47,83	kg TEG agua
Toxicidad Humana Suelo	0,41	0,00	2,70	0,17	0,00	0,00	47,83	kg TEG suelo

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Como análisis complementario se realizó la gráfica de la caracterización de impactos que predice el comportamiento ambiental de cada categoría, tal como se evidencia en la siguiente figura.

De la figura 38 se logro evidenciar el aporte significativo de la planta de reproducción en todas las categorías (50% aproximadamente) a excepción de la toxicidad que menor contribución, seguido de la planta de engorde en un 70% asociados a las categorías de toxicidad humana al aire y al suelo. Finalmente, la planta de beneficio que contribuyo en un 95% para la toxicidad humana por agua y 60% a la eutrofización acuática por presencia de fosfatos.

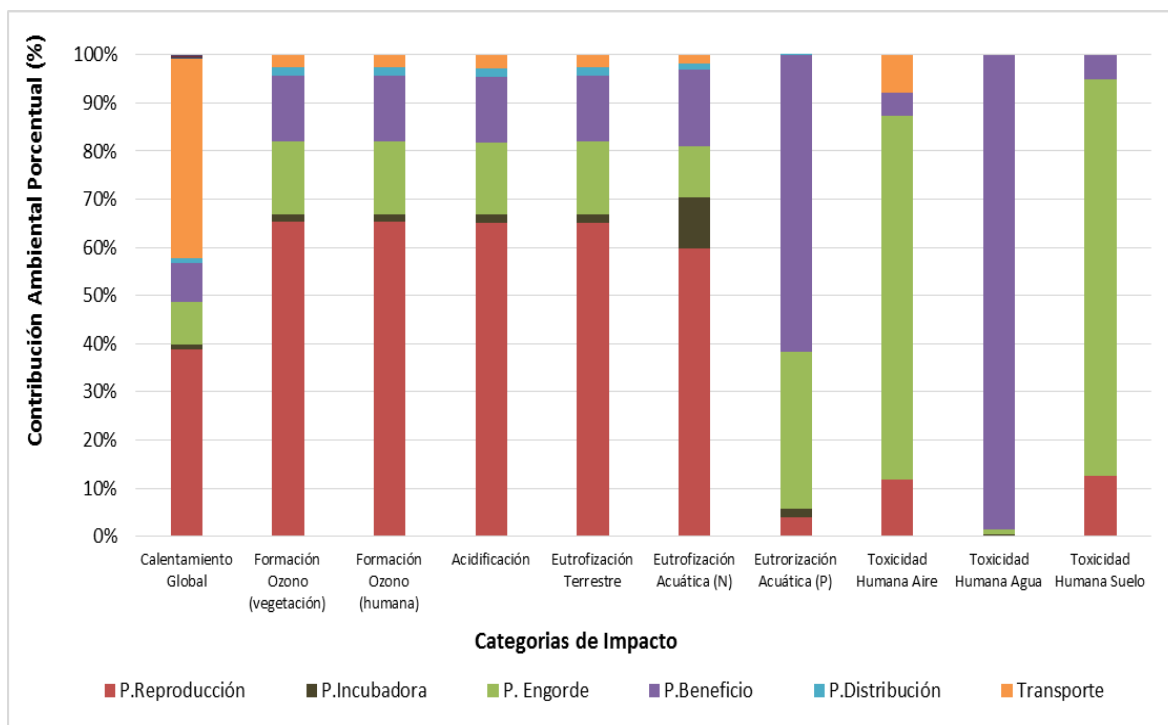


Figura 38. Análisis de Caracterización de Impactos
Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

7.2.2 Caracterización del Perfil Medio Ambiental. Después de la caracterización de impactos, se procedió al análisis de la caracterización del perfil medio ambiental para las diferentes categorías de los impactos.

En la siguiente figura se estableció el comportamiento del calentamiento global, afectado principalmente por el proceso de transporte, con un valor porcentual del 41,63%, equivalente a 195,32 kg de CO₂ eq, debido a mayor consumo de combustible fósil. Seguido del proceso de reproducción con un 39,05% equivalente a 183,20 kg CO₂ eq, en donde su contribución radica en

mayor consumo de energía. La granja de engorde contribuye con 8,99% equivalente a 42,16 kg CO₂ eq; la planta de beneficio contribuye con 8,18% es decir, 38,36 kg CO₂ eq, en menor proporción se encuentran el proceso de Distribución y la planta de incubación con porcentajes de 1,13% y 1,03% respectivamente.

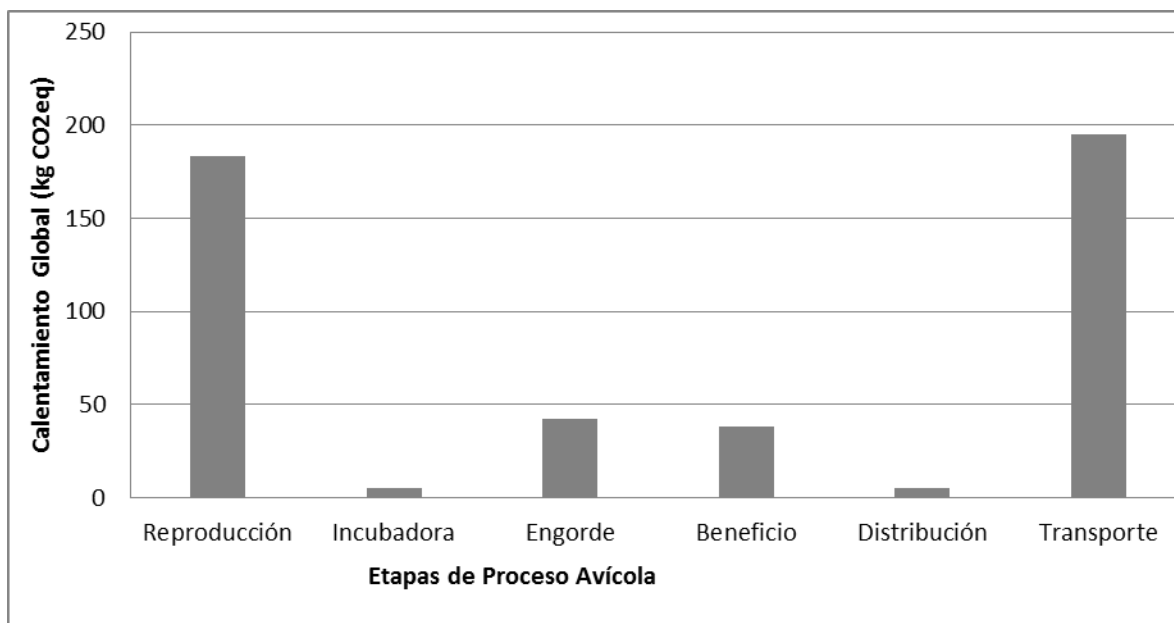


Figura 39. Perfil Medioambiental del Calentamiento global

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

La categoría de Calentamiento se vio influenciada en un 64,5% por la generación de dióxido de carbono y en un 34,8% por la emisión de metano, tal como se valida en las tablas adjuntas en el Apéndice D.

Respecto al comportamiento de las categorías de formación de ozono (vegetación), formación de ozono (humana) y Acidificación su tendencia es muy parecida en los procesos de estudios, tal como se presenta en la figura 40. Se destacó en ellos la planta de reproducción con valores porcentuales de 65,25%, 65,26% y 65,03% respectivamente, le sigue el proceso de engorde con valores de 15,02%, 15,02%, en este caso las formaciones de ozono son equivalentes y la acidificación con 14,97%; En cuanto a la planta de beneficio se presenta la misma similitud en

valores porcentuales para las formaciones de ozono en un 13,66% y para la categoría de acidificación aporta en un 13,62%; es importante destacar que estas tres categorías son iguales en el proceso de Distribución con un valor equivalente de 1,89%, variando muy levemente en el proceso de transporte con valores de 2,46%, 2,45% y 2,79% respectivamente, para finalizar en la planta de incubación la generación de ozono es igual 1,72% y la acidificación es de 1,71%

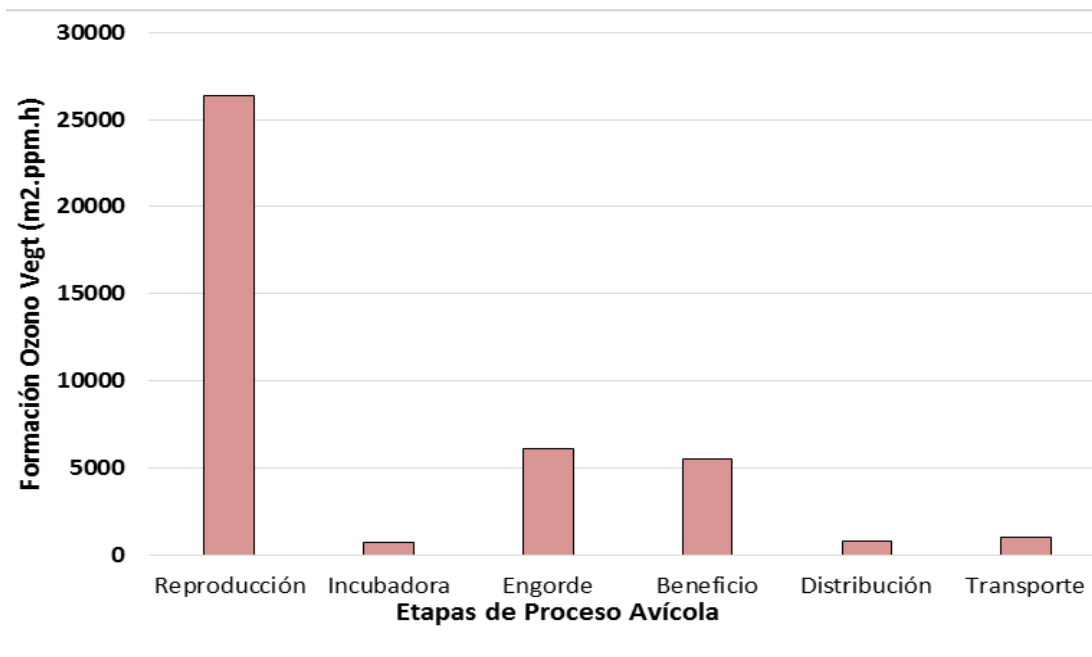


Figura 40. Perfil Medioambiental de la Formación Ozono (Vegetación)

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En el Apéndice G se incluyen las figuras que validan el comportamiento similar de las categorías comparadas (formación de ozono (humana) y Acidificación). Estas categorías se vieron afectadas en un 95% aproximadamente, por la generación de óxidos de nitrógeno y 3% por la emisión de metano, tal como se valida en las tablas adjuntas en el Apéndice D.

La Eutrofización Acuática (N) evidenciada en la figura 41, tuvo mayor presencia en el proceso de reproducción con un 59,86%, la planta de beneficio con un 16,04%, la planta de engorde con un 10,70%, la planta de incubación 10,42%, Transporte con un 1,70% y finalmente Distribución con un 1,28% por presencia de compuestos de nitrógeno, tal como se presenta en la figura 41. En

relación a la Eutrofización Acuática (P) se generó en el proceso de beneficio con un 61,66%, la planta de engorde aporta con un 32,70%, la planta de reproducción en un 3,98%, la planta de incubación en un 1,66% por la generación de compuestos de fosforo. Los procesos de transporte y distribución no contribuyeron.

Los contaminantes que contribuyeron con la afectación de las categorías mencionadas fueron principalmente: óxidos de nitrógeno en un 65%, nitrógeno en un 25% y ácido nítrico en un 7% respectivamente.

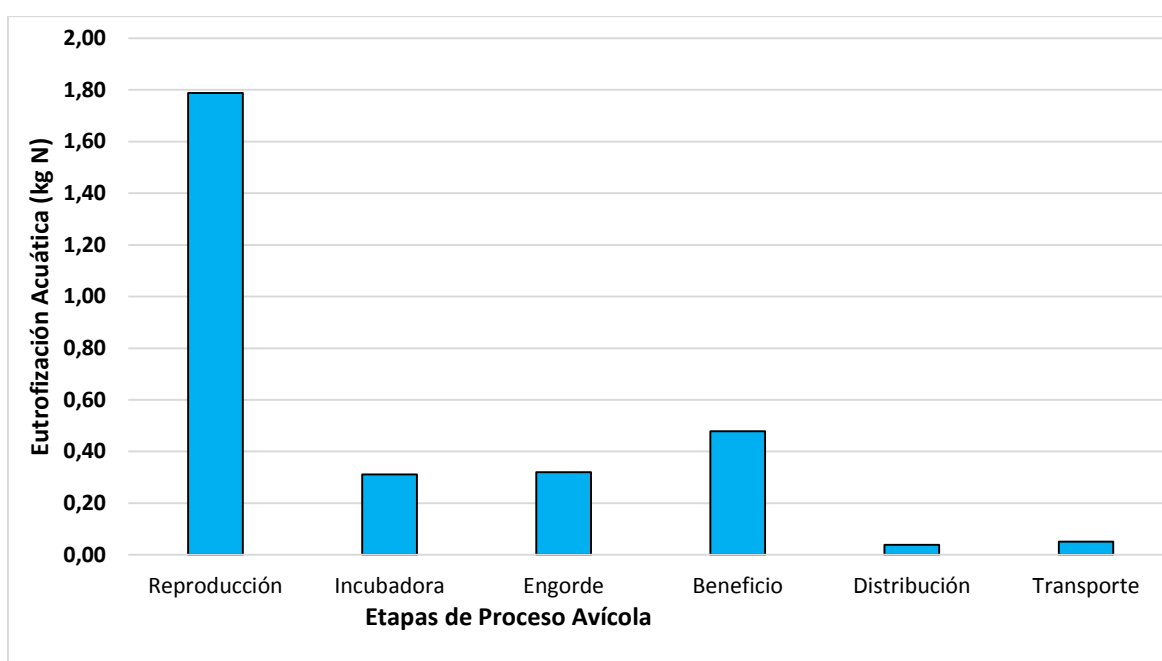


Figura 41. Perfil Medioambiental de la Eutrofización Acuática (N)

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Respecto a la categoría de Eutrofización Terrestre se logró establecer que el proceso de reproducción aportó con un 65,21%, le sigue el proceso de engorde con un 15,01%, la planta de beneficio con un 13,65%, el transporte con un 2,52%, proceso de distribución con un 1,89% y finalmente la planta de incubación con 1,72%. Al igual, se observó la afectación de la categoría de toxicidad humana aire, la mayor contribución lo obtuvo el proceso de engorde con un 75,64%, le sigue el proceso de engorde con un 11,74%, el proceso de transporte con un 7,83% y la planta de

beneficio con un valor de 4,77% mientras que los procesos de Distribución y planta de incubación su participación porcentual fue de 0,01%.

Finalmente, para la categoría de toxicidad humana Agua esta obtuvo valores mínimos en los procesos de transporte, distribución, incubadora y reproducción con valores respectivos de: 0,00%, 0,00%, 0,06% y 0,24%, mientras que su mayor contribución fue en la planta de beneficio con un valor porcentual de 98,52%, seguido del proceso de engorde con un 1,18%. Caso particular, se evidencio en la categoría de toxicidad humana suelo, su valor máximo se encontró en la planta de engorde con un valor de 82,47%, seguido del proceso de reproducción con 12,41% y finalmente con la planta de beneficio con un 5,13%. Los demás procesos en estudio no obtuvieron presencia o generación de esta categoría.

7.2.3 Evaluación de punto medio. La evaluación del impacto ambiental para todas las categorías de estudio, se normalizo a través de la unidad conjunta denominada mid-point (mPt), que equivale a la centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano europeo medio. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la normalización para los diferentes procesos evaluados.

Tabla 27. *Resultados de Categorías de Punto Medio – Proceso Global Avícola.*

Categoría de impacto	Reproducción	Incubadora	Engorde	Beneficio	Distribución	Transporte	Total (mPt)
Calentamiento Global	59,35	23,17	0,61	5,33	4,85	0,67	93,99
Formación Ozono (vegetación)	346,15	225,86	5,95	51,98	47,29	6,56	683,78
Formación Ozono (humana)	327,55	213,75	5,63	49,19	44,75	6,21	647,08
Acidificación	107,09	69,64	1,83	16,03	14,58	2,02	211,19
Eutrofización Terrestre	304,60	198,62	5,23	45,71	41,59	5,77	601,51
Eutrofización Acuática (N)	348,27	208,47	36,30	37,26	55,86	4,45	690,61
Eutrofización Acuática (P)	262,15	10,42	4,36	85,72	161,64	0,00	524,29
Toxicidad Humana Aire	15,36	1,80	0,00	11,62	0,73	0,00	29,53
Toxicidad Humana Agua	1,05	0,00	0,00	0,01	1,04	0,00	2,10
Toxicidad Humana Suelo	12,68	1,57	0,00	10,45	0,65	0,00	25,35
Total	1784,25	953,32	59,91	313,32	372,97	25,68	3509,45

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

De la tabla anterior, se logró apreciar el mayor grado de influencia ambiental por los diferentes procesos, encontrando que la planta de reproductoras obtuvo la más alta valoración de 1784 mPt de efecto ambiental negativo, seguido de la planta incubadora y de la planta de distribución con 953 mPt y 372, 97 mPt respectivamente. Con los resultados presentados en la tabla anterior, se logró representar mediante una gráfica el comportamiento de todos los procesos que intervienen en el ciclo de vida de la producción de carne de pollo, tal como se ilustra en la siguiente figura.

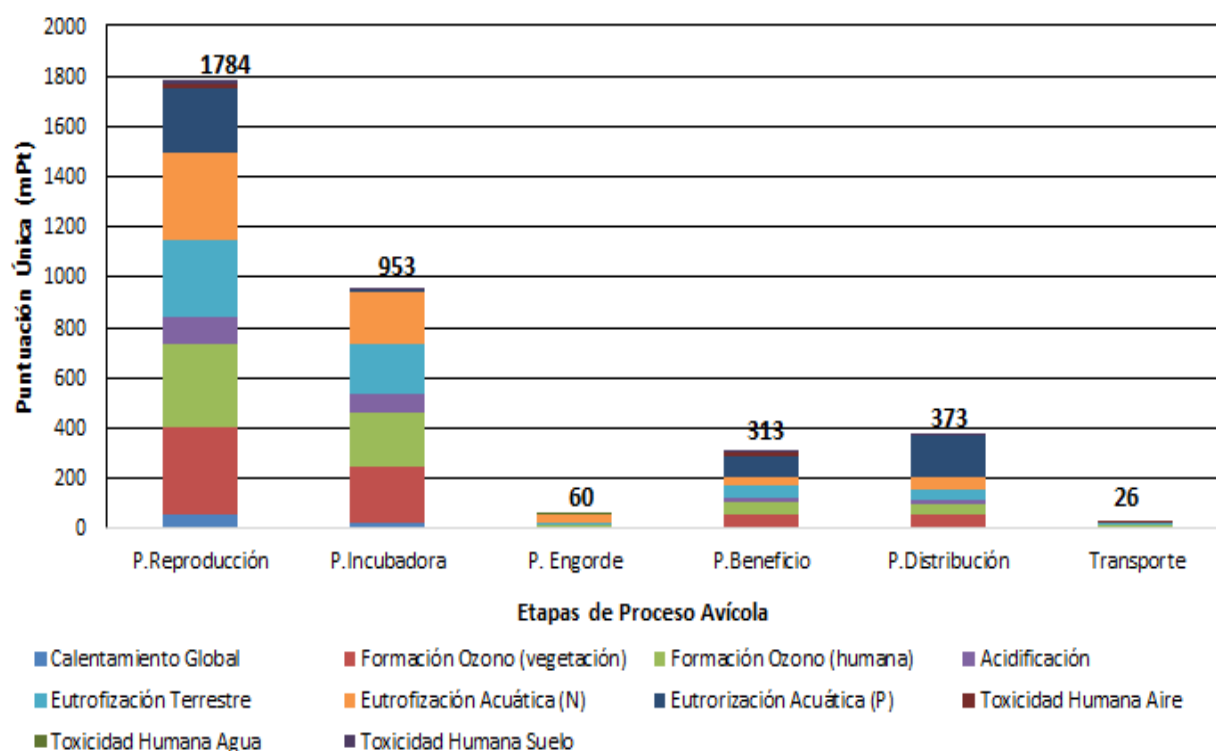


Figura 42. Evaluación de Puntuación Media del Proceso Avícola

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Como se mencionó con antelación, en la figura 42 se evidencio el comportamiento de las categorías evaluadas, resaltando la contribución ambiental de la planta de reproductora en un 50,84%, (1784,25 mPt), asociado al consumo alto de energía eléctrica como de insumos químicos en las áreas de lavado. En segundo momento, se determinó la planta de Incubación en un 27,16%, (953,32 mPt), asociado al consumo de energía, consumo de químicos y generación de agua residual

con su tratamiento posterior. El proceso siguiente fue la planta de almacenamiento y distribución de carne de pollo, con un 10,63%, (372,97 mPt), atribuido por el alto consumo energético en términos de refrigeración y conservación de la cadena de frío de la carne como de las propias instalaciones; seguido de la planta de beneficio en un 8,93%, (313,32 mPt) en relación al consumo energético e insumos químicos para la operación del sacrificio del ave como del tratamiento de las aguas residuales industriales generadas. Finalmente la contribución ambiental más baja fue por parte de la granja de engorde con un 1,71%, (59,91 mPt) y del sistema de transporte con un 0,73%, (25,68 mPt), atribuido por consumo de energía y emisiones por la combustión del ACPM.

El análisis continuo fue la obtención de la contribución ambiental por medio de la evaluación de punto medio con el enfoque a las categorías de impacto. En la siguiente figura se ilustra el grado de afectación por cada categoría, del cual se evidenció que la eutrofización acuática obtuvo la mayor ponderación (692 mPt), equivalente al 19,68% de la evaluación global, por presencia de compuestos nitrogenados.

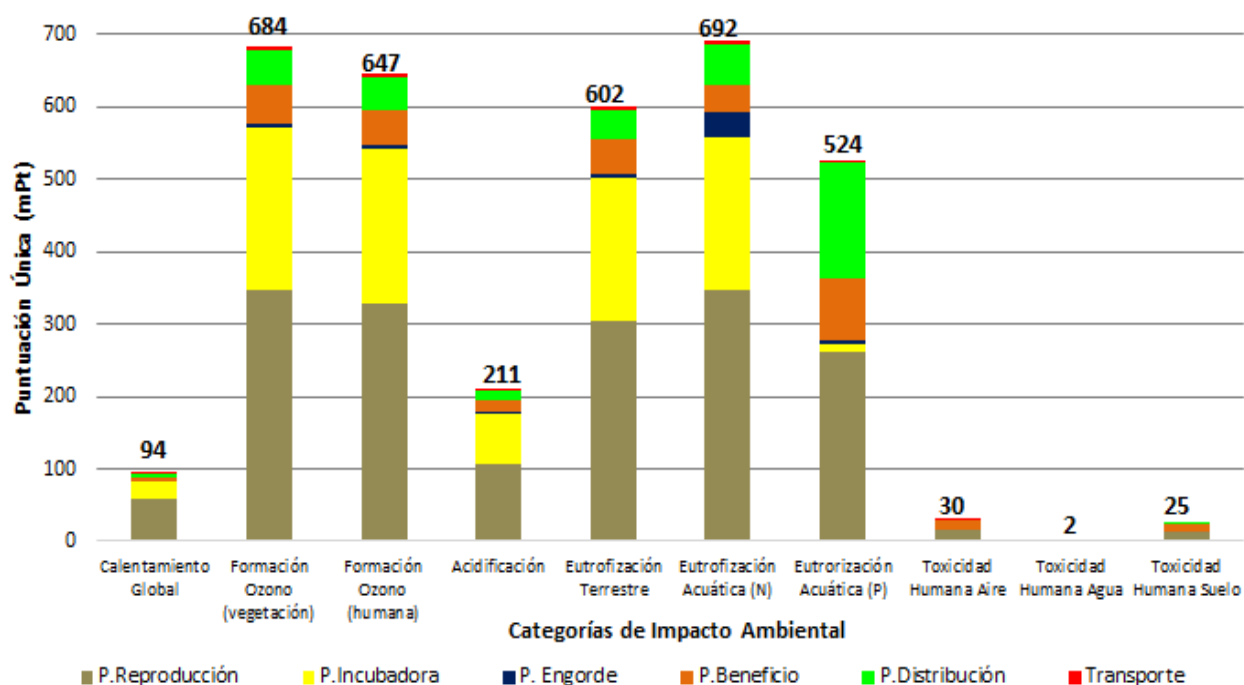


Figura 43. Evaluación de Puntuación Media por Categorías de Impacto

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Siguiendo con el análisis de la figura anterior, se determinó la afectación ambiental por las categorías de formación de ozono por actividades propias de la vegetación y de la parte humana en 683,48 mPt (19,48%) y 647,08 mPt (18,44%) respectivamente. Los procesos de afectación siguiente fueron: la eutrofización terrestre y la eutrofización acuática por presencia de fosforo en un 601,51 mPt, por presencia de Nitrógeno 692 mPt y 524,29 mPt, equivalente a 17,14%, 21% y 14,94%. Por último, contribuyeron en 211,19 mPt y 93,99 mPt la acidificación y el calentamiento en 6,02% y 2,68% respectivamente. Finalmente las categorías con menor grado de afectación fueron la toxicidad humana por causa del aire, suelo y agua con 29,53 mPt, 25,35 mPt y 2,10 mPt en el orden mencionado (porcentaje inferior al 1 %).

7.2.4 Caracterización de Emisiones. Como etapa principal del análisis, se realizó la evaluación ambiental entorno a la caracterización de las emisiones generadas desde el componente hídrico y atmosférico, por los diferentes contaminantes presentes en cada proceso.

Al realizar el análisis respectivo de los contaminantes vertidos sobre una fuente hídrica, se observa en la figura 44 que en el proceso de la industria avícola que más aportó sustancias contaminantes fue la Planta de Beneficio, con un 63,56% del total de sustancias emitidas, seguido por la granja de Engorde con un 23%, la planta de Reproducción 9,23%, la planta Incubadora con 4,16%, y en menor proporción la planta de Distribución 0,06%, y el sistema de Transporte en un 0,001%.

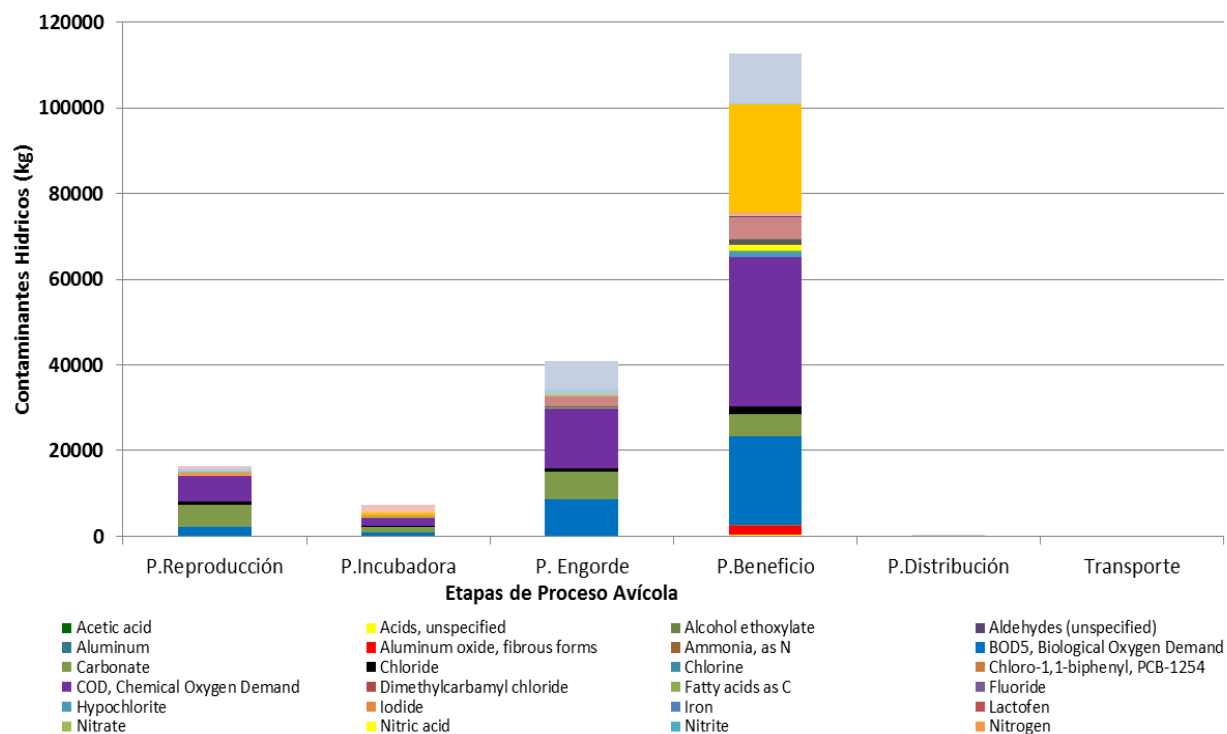


Figura 44. Caracterización de Emisiones Hídricas

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Desde el punto de vista de la características fisicoquímicas y microbiológico, los componentes de relevancia fueron: en primer lugar la Demanda Química de Oxígeno (BOD5, Biological Oxygen Demand) con un 18,34%, seguido de Ion Sodio (Sodium, ion) en un 14,44%, Sólidos Inorgánicos Suspendidos (Suspended solids, inorganic) en un 10,45%, del Carbonato con un 10%, Carbono Orgánico con un 4,26%, y en más baja proporción los sulfatos con un 1%, como se observa en la figura anterior. En el Apéndice E se presenta la tabla con los valores del contaminante emitido a la fuente hídrica por cada proceso.

Tomando en cuenta la producción de emisiones atmosféricas atribuidas por el consumo energético y la combustión del hidrocarburo (ACPM), se logró identificar al Dióxido de Carbono como la sustancia que más se produce en el Sistema de Transporte avícola con un 75,44% del total de emisiones generadas, seguido por el Dióxido de Carbono Transformado con un 12,65%, Óxidos

de Nitrógeno 6,12% y en pequeñas proporciones de Ácido sulfúrico 1,98%, y el Material Particulado 1,51%, como se observa en la siguiente figura.

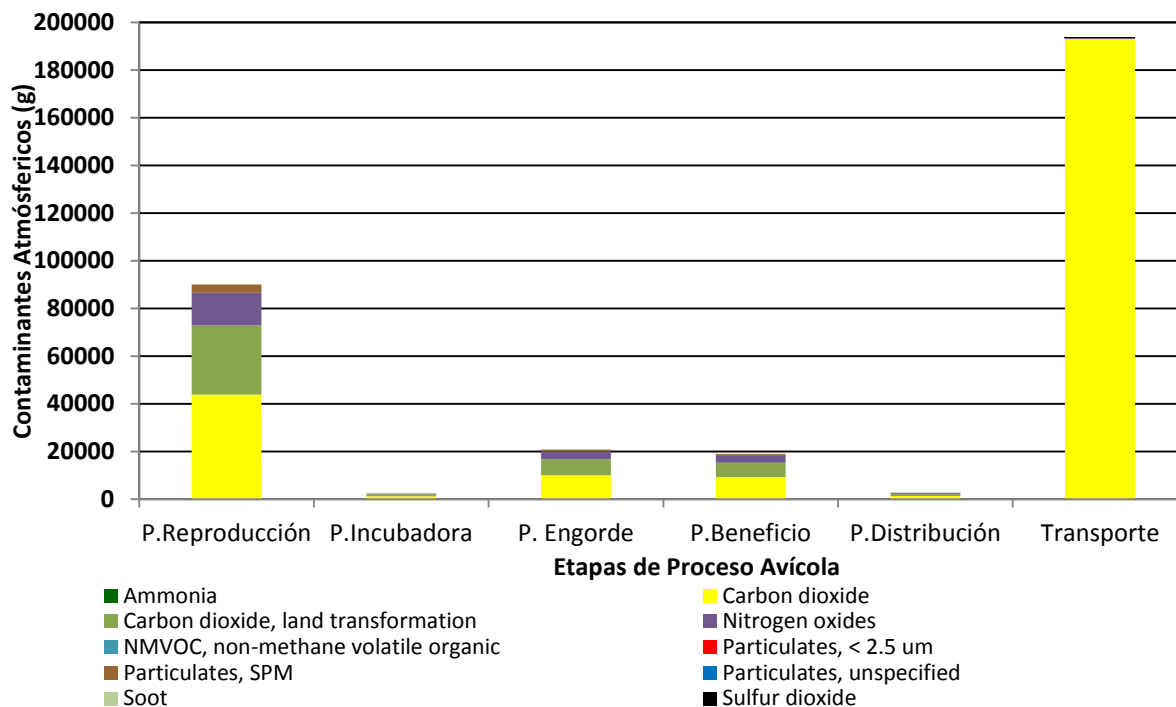


Figura 45. Caracterización de Emisiones Atmosféricas
Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Desde los procesos de la industria avícola se identificó que el Transporte es el que más aporta emisiones atmosféricas con un 56,58% del total, seguido por la Planta de Reproducción con un 29,05%, la planta de Engorde con un 6,68%, la Planta de Beneficio con un 6,08% y en menor contribución, la planta de Distribución en un 0,84%, y finalmente la planta de Incubación con un 0,76%. En el Apéndice F se presenta la tabla con los valores del contaminante emitido a la atmósfera.

7.3 Análisis del Poder de Calentamiento Global

Como valor agregado al estudio, se estimó la huella de carbono a partir de las emisiones de gases de efecto de invernadero asociados al consumo energético y a la combustión de hidrocarburos (ACPM), para las diferentes operaciones unitarias contempladas dentro del alcance del estudio, utilizando el método IPCC (panel intergubernamental del cambio climático). En la siguiente tabla se presenta la cuantificación de los gases de efecto de invernadero evaluado desde la categoría de calentamiento global (GWP) con una proyección de GWP a 20 – 100 y 500 años, expresados en kg de CO₂ eq como la unidad básica.

Tabla 28. *Resultados de Categorías de Punto Medio – Proceso Global Avícola.*

Categoría de impacto (kg CO ₂ eq)	Reproductora	Incubadora	P. Engorde	Beneficio	Distribución	Transporte	Total
GWP 20 años	368,06338	9,6906415	84,709221	77,061076	10,686489	198,28507	748,49588
GWP 100 años	182,97613	4,8175293	42,111685	38,309542	5,3125971	195,22426	468,75175
GWP 500 años	106,7237	2,8098996	24,562305	22,344643	3,0986557	193,96855	353,50776

Fuente: Método IPCC. Software SIMAPRO 7.1®

En la figura 46 se puede apreciar el comportamiento decreciente en la estimación de la huella de carbono al ser evaluada por el método IPCC GWP quien proyecta el grado de afectación total del poder del calentamiento global (1570,75 kg CO_{2eq}), con el transcurso del tiempo, para periodos de 20 años (impacto del 48%, equivalente a 748,49 kg CO_{2eq}), 100 años (impacto del 30%, equivalente a 468,75 kg CO_{2eq}) y 500 años (impacto del 23%, equivalente a 353.51 kg CO_{2eq}).

Respecto a la función tecnológica del IPCC GWP presentan variaciones de las emisiones de CO_{2eq}, a lo largo del tiempo. Para el caso de la evaluación a 20 años se obtuvo 748,49 kg de CO_{2eq}, atribuido principalmente por la planta reproductora (contribución del 49% en 368,06 CO_{2eq}) por el alto consumo energético, seguido del sistema de transporte con 198,29 kg de CO_{2eq} asociado a la combustión del ACPM (contribución del 26%). Posteriormente contribuyo la planta de engorde y de beneficio en un 11% y 10% (84,70 y 77,06 kg de CO_{2eq} respectivamente).

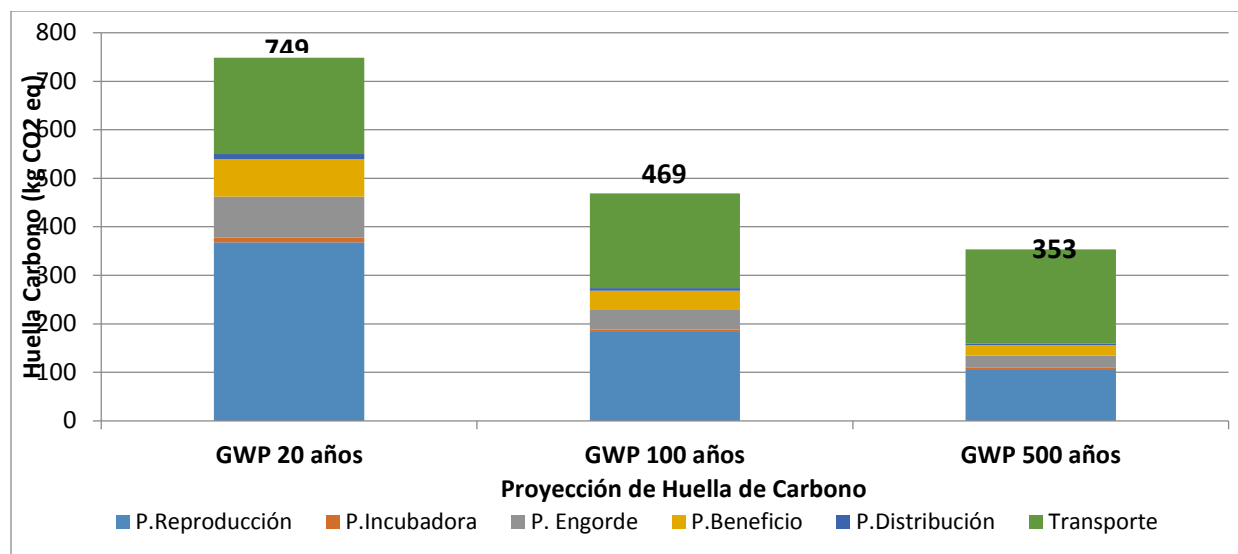


Figura 46. Proyección de la Huella de Carbono.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Al continuar con el análisis se estableció igual comportamiento entre los periodos de evaluación (20, 100 y 500 años). A diferencia de que en el transcurso del tiempo los gases generados por el proceso de combustión incrementan relativamente, pasando del 26% a 20 años al 42% en 100 años y luego al 55% para 500 años. El efecto anterior obedece a la permanencia y alta concentración de los gases contaminantes en la atmosfera como del potencial de calentamiento global que cada uno ellos aportan al medio. En la siguiente tabla se presenta el factor de permanencia de los gases evaluados en la huella de carbono en los diferentes tiempos de evaluación establecidos por el IPCC.

Tabla 29. *Potencial del Calentamiento Global según tiempos de permanencia*

Compuesto	Tiempo Permanencia (años)	GWP (20 años)	GWP (100 años)	GWP (500 años)
CO ₂	20-200	1	1	1
N ₂ O	114	289	298	153
CH ₄	12	72	25	7,6

Fuente: (IPCH, s.f.)

De lo anterior, se infiere la importancia de utilizar energías alternativas (eólica, solar, etc.) como del tipo de combustible de origen fósil por biocombustibles.

7.4 Análisis de Sensibilidad

Esta análisis se realizó a partir de una modificación del proceso global, que consistió en suprimir el subproceso de vivienda que aportó una contribución ambiental 47,1% (88% del 53,4%), a raíz del consumo energético en la Planta de Reproductoras, como se presentó en el árbol de proceso de la figura 31. Por lo anterior, se hizo necesario validar la información con la evaluación global ambiental, tal como se presenta en la siguiente figura.

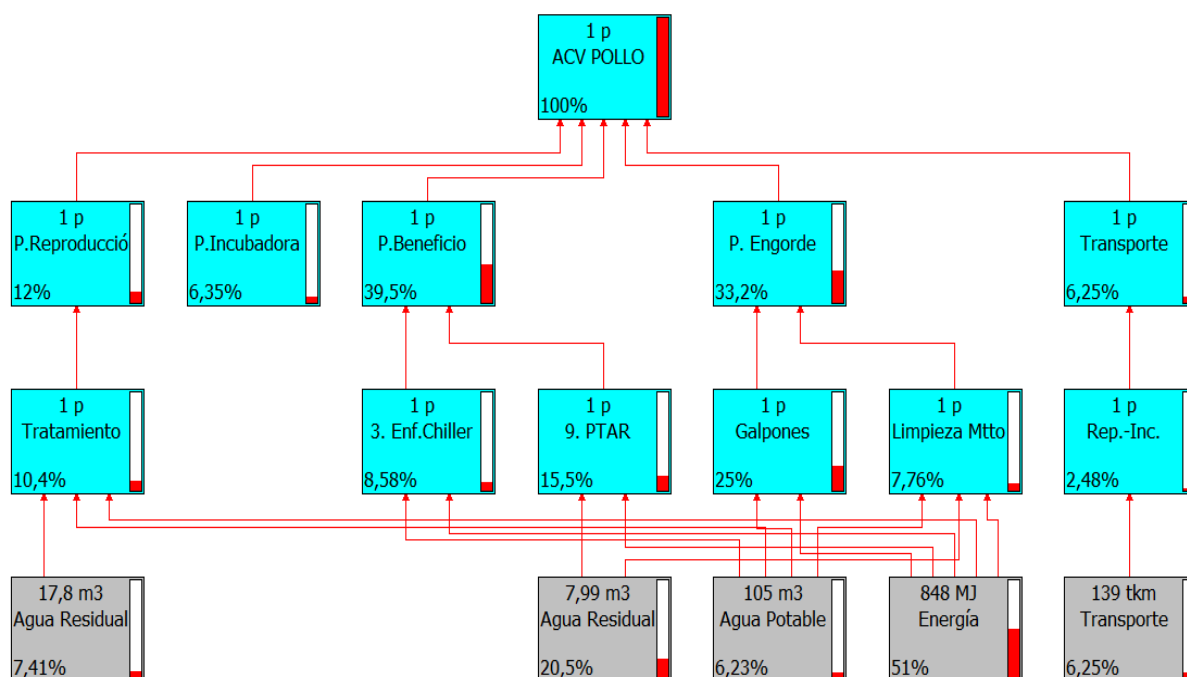


Figura 47. Árbol de Procesos – Proceso Avícola Ideal.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En la figura se determinó que el orden de consumo máximo de energía fue obtenido por la planta de beneficio, con un porcentaje de participación de 39,5%, principalmente por el consumo energético y por el tratamiento del agua residual generada por los procesos en un 20%. Lo anterior evidencio que este proceso impacto por el alto consumo de energía de origen hidroeléctrico. Continuando con el análisis, la contribución de la granja de engorde aportó en un 33,19%, mientras

que la P. de reproducción aportó en un 11,98%; seguido de la planta incubadora con 6,35%; del transporte en un 6,25% y finalmente la planta de distribución con un 2,72%.

Posteriormente, se analizó el comportamiento de las categorías de impacto en las cuales hubo más repercusión ambiental, en el siguiente orden: Eutrofización Acuática (P) con un 27,77%; la eutrofización Acuática (N) presentó un 21,47%, la formación de ozono (vegetación) y formación de ozono (humana) poseen un comportamiento similar 13,94% y 13,19% respectivamente; la eutrofización terrestre con un 12,28%; Acidificación 4,34%, Calentamiento global con un 3,95%, las demás en menor porcentaje. Otra forma de visualizar los resultados anteriores, se presentaron con las categorías de los impactos medidos en midpoint (mPt).

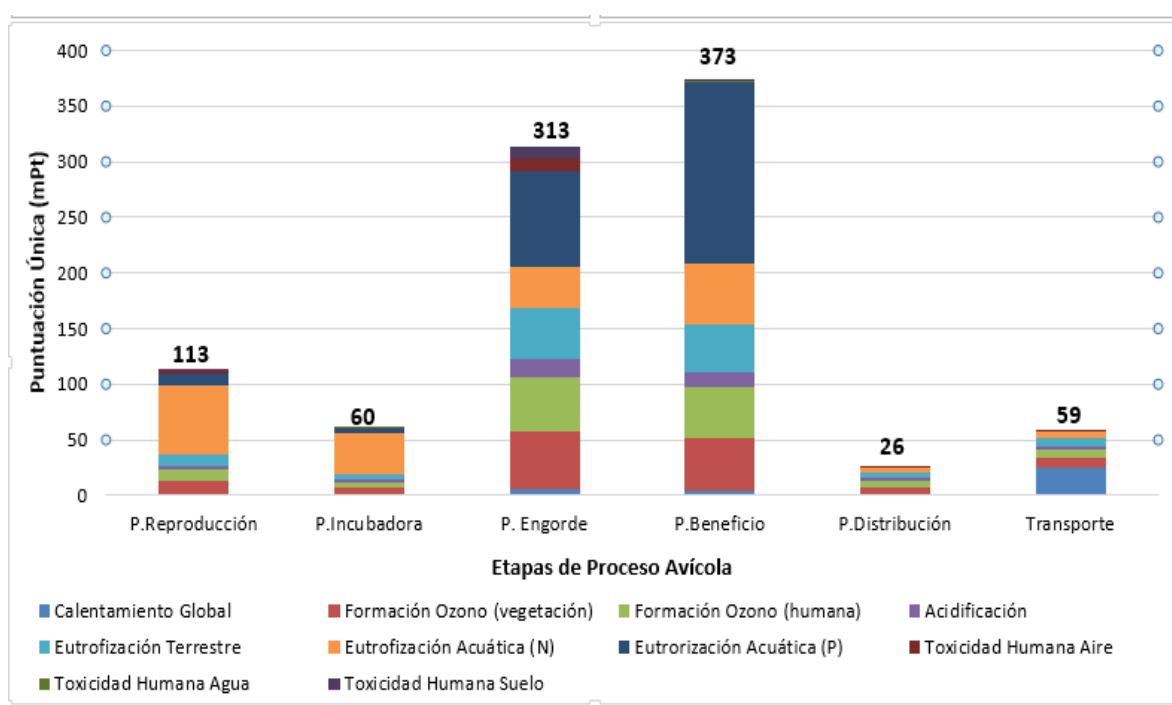


Figura 48. Puntuación única media – Proceso Avícola Ideal.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En la figura anterior, se presentaron los valores obtenidos de cada Impacto Potencial generados por el consumo de energía en la generación de 1 tonelada de carne de pollo en los diferentes subproceso en estudio, demostrando que el proceso de la planta de beneficio contribuyó con 373

mPt, seguido del proceso de Granja de Engorde con una contribución de 313 mPt, luego la granja de Producción con 113 mPt, en menor presencia la Planta de incubación, transporte por consumo de ACPM y finalizando el proceso de Distribución con valores de 60 mPt, 59mPt y 26 mPt respectivamente.

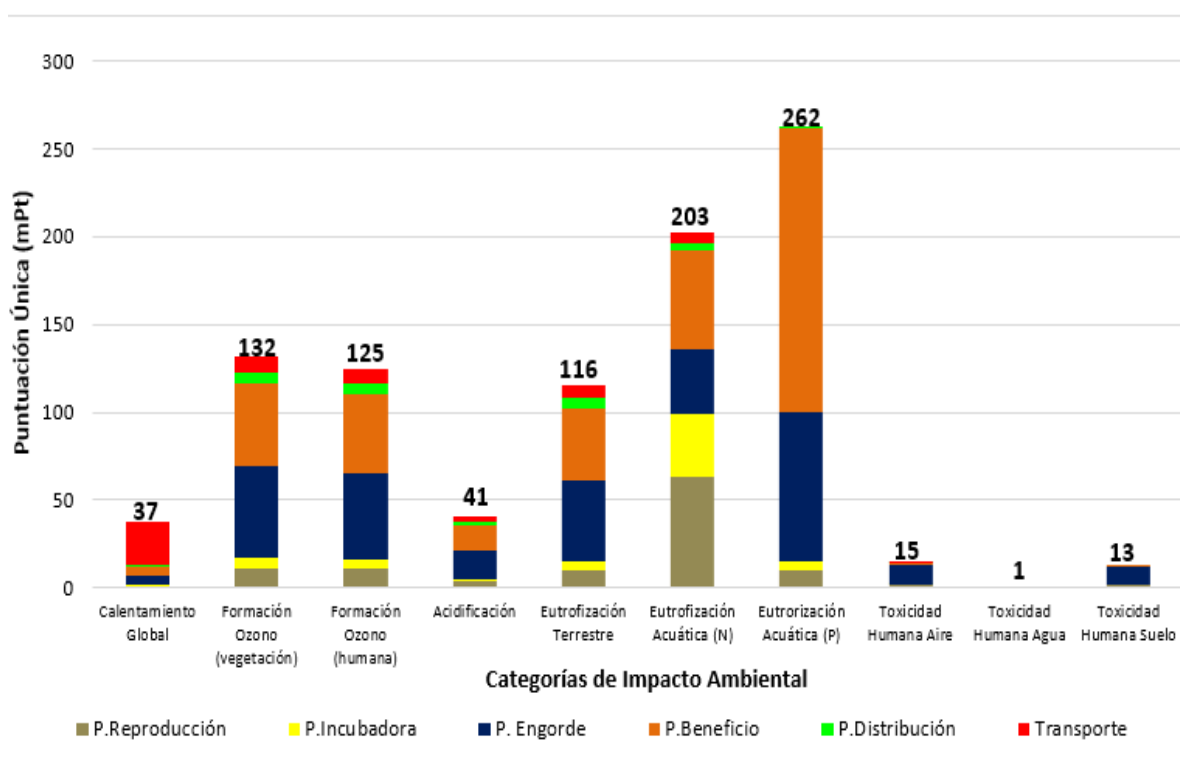


Figura 49. Puntuación única por categorías de Impacto – Proceso Avícola Ideal.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

De la figura 49, se analizó la contribución en categorías por impacto ambiental utilizando como unidades de medida los midpoint (mPt). Los resultados obtenidos fueron: la Planta de Beneficio aporta con un valor de 262 mPt contribuyendo en: eutrofización Acuática (P), también se manifiesta aportando eutrofización Acuática (N) con 203 mPt; 132 mPt con formación de Ozono (vegetación) y 125 mPt en formación de ozono (humano), finalmente en la acidificación con 41 mPt. Las demás fueron contribuciones mínimas en otras categorías. Es importante resaltar que el Proceso de transporte contribuye en gran escala al calentamiento global con un valor de 37 mPt.

Finalmente, en la figura 50 se presentó el análisis de la categoría de Daño Final, el cual se logró observar que la puntuación final expresada en (mPt), versus categoría de daño final, demostró que la granja de engorde y la planta de beneficio fueron las que más afectan la salud de las personas en un valor de 123,75 (mPt); igualmente, el transporte afecta directamente las siguientes categorías el cambio climático con un valor de 23,64 (mPt), a su vez también afecta la calidad del sistema en 3,66 (mPt) y los recursos se vieron afectados en un 1,83 (mPt).

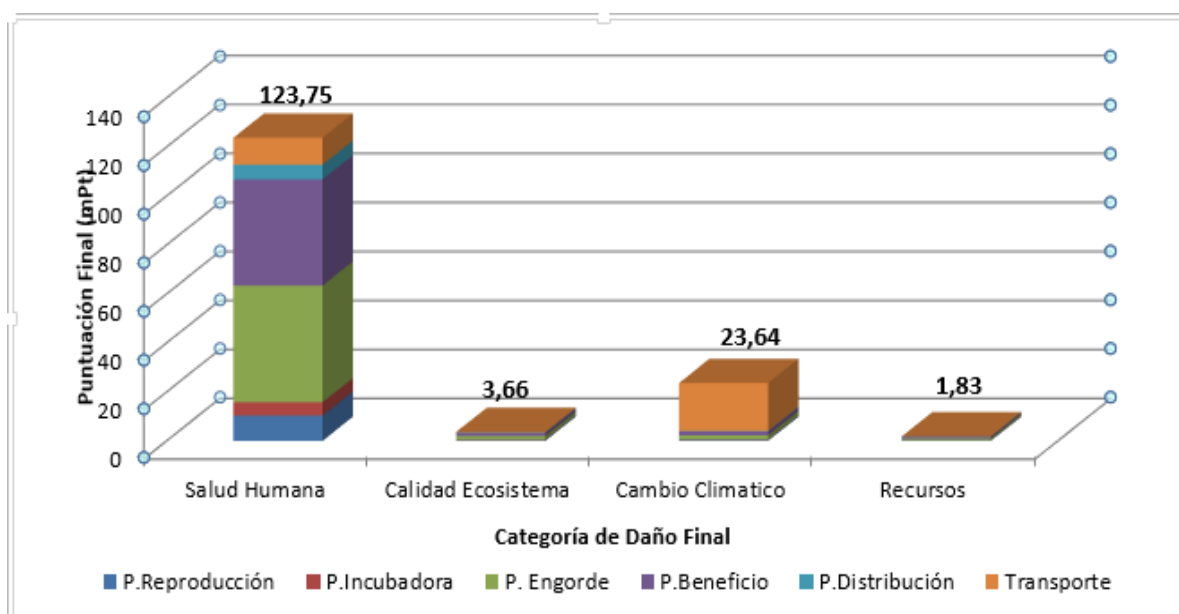


Figura 50. Puntuación única de daño final – Proceso Avícola Ideal.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

Otra forma de verificar estos hechos fue mediante valores porcentuales, es decir, la granja de engorde de manera negativa afecta la salud humana manifestándose en un 33,76%, igualmente y acercándose al valor anterior se encuentra la planta de beneficio con valor 30,65%, mientras que el transporte afecta directamente el cambio climático en 20,15%; seguida mientras que la granja reproductora con un valor 7,32%; la calidad del ecosistema y los recursos son afectadas en valores respectivos de 4,25% y de 3,85% por parte de la planta de incubación.

7.5 Oportunidades de Mejora

Es así, como en este trabajo se pretende mejorar el desempeño ambiental de los procesos avícolas a través de oportunidades de mejoramiento, partiendo de un diagnóstico ambiental para conocer la situación actual y donde se identifiquen oportunidades de mejoramiento. En este sentido se aplicará el Análisis del Ciclo de Vida, herramienta de Producción Más Limpia, la cual se usa para determinar y evaluar los impactos generados durante sus diferentes etapas, incluyendo desde la fabricación y selección de materias primas hasta la fabricación del producto, uso y disposición. Con dicho diagnóstico se podrán formular estrategias que permitan alcanzar prácticas industriales sostenibles, mediante el desarrollo de técnicas que reduzcan los impactos negativos de los diferentes procesos y a su vez generar ahorros, optimizar los recursos, cumplir con la legislación y mejorar la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, autoridades ambientales y otras partes interesadas.

La bioseguridad en la industria avícola nacional se considera como un “sistema que reduce los riesgos de introducir o difundir agentes infecciosos en los planteles avícolas”. Un buen sistema de Bioseguridad debe buscar reducir al máximo la exposición a los agentes endémicos o exóticos, mantener las aves libres de patógenos específicos y brindar un ambiente sanitario adecuado en el cual las aves puedan desarrollar todo su potencial genético y zootécnico. Los avicultores en Colombia tienen una visión positiva de la bioseguridad, pero por lo general son escépticos en invertir en medidas de bioseguridad, debido a los altos costos inmediatos que lleva implementar un sistema como este, pero sin tener en cuenta los beneficios futuros que se obtendrán. Los principios básicos y prácticas generales de bioseguridad deben ser aplicados dentro de toda la cadena de producción aviar como un sistema en granjas (abuelas, reproductoras y comerciales), plantas de incubación y plantas de procesamiento de aves (plantas de beneficio).

La gestión de residuos peligrosos y especiales en unidades avícolas, es una herramienta para mitigar posibles impactos ambientales. Una adecuada gestión, permite el aprovechamiento, transformación, comercialización.



Figura 51. Gestión de residuos peligrosos

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®

En Colombia se hace imprescindible el continuo mejoramiento de los sistemas de Bioseguridad, dadas la expansión y la importancia que ha tomado la avicultura en las últimas décadas, con el fin de evitar brotes de enfermedades exóticas, donde se tengan que tomar medidas drásticas de emergencia, sin una buena planificación y con resultados desastrosos e impredecibles.

7.5.1 ¿Qué residuos peligrosos se generan en las granjas avícolas? Principalmente: Bombillos ahorradores, Recipientes de insecticidas o plaguicidas, Aparatos eléctricos y electrónicos, pilas o baterías, Aceites usados, Frascos de vacunas, Medicamentos.

7.5.2 ¿Implementación del sistema séptico? Para el tratamiento de aguas residuales domésticas es pertinente tener en cuenta los criterios establecidos en la Resolución 1096 de 2000, o RAS 2000 – Título E- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, el cual establece los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al saneamiento básico.

7.6 Divulgación de Resultados y Prácticas Ambientales

Con el fin de dar a conocer los resultados obtenidos en la Evaluación de Impactos Ambientales mediante el Análisis de Ciclo de Vida en los procesos de la industria avícola, se realizó el diseño y elaboración de una cartilla didáctica en donde se presentó la síntesis de resultados relevantes y las recomendaciones sobre las mejores prácticas ambientales, a impartirse en algunos subprocesos que integran el ciclo de vida de la carne de pollo. Adicionalmente se entregara un artículo relacionado con el tema en estudio.



Figura 52. Guía Práctica del Sector Avícola
Fuente: Autora

8. Conclusiones

Una vez finalizado el estudio y de interpretar los resultados obtenidos se procedió a establecer las siguientes conclusiones:

- El calentamiento global, Formación de Ozono (Vegetación), Formación de Ozono (Humanidad), Acidificación, Eutrofización Terrestre, Eutrofización Acuática (N), presentan un comportamiento alto debido a que los subprocesos como Reproducción e incubación aportan en grandes cantidades a cada una de estas categorías de impacto. Lo anterior puede modificarse adecuando las buenas prácticas de manejo en las empresas avícolas. Una de nuestras contribuciones del presente trabajo, se basa en la elaboración una cartilla donde se recopila las adecuadas prácticas avícolas.
- El alcance del estudio contemplo los Impactos de la producción de pollos de engorde en la granja y la producción de carne de pollo en la planta de beneficio; cuya unidad funcional fue una tonelada de carne de pollo, sin tener en cuenta las temporadas de verano e invierno. Según los resultados, el potencial de calentamiento global, la acidificación y la eutrofización para la producción de 1 tonelada de carne se estimaron así: la Eutrofización Acuática (P), seguido de la Eutrofización Acuática (N), Formación Ozono (Vegetación), Formación de Ozono (Humano) y Eutrofización Terrestre. Las evaluaciones revelaron que la etapa de producción de pollos fue la principal fuente de impactos ambientales, debido a la producción y transporte asociada a las emisiones atmosféricas durante el ciclo de vida de la producción de carne de pollo.
- Los subprocesos que más contribuyeron a la generación de impactos ambientales fueron el 50,84%, en la granja Reproducción por el consumo de energía e insumos químicos, como se mencionó anteriormente, seguido de los subprocesos planta de Incubación en un 27,16%, seguida del subproceso de distribución con un 10,63%, el subproceso de la planta de beneficio

en un 8,93%, luego de la granja de engorde con un 1,71% y finalmente el transporte con un 0,73%, ocasionados principalmente por los altos consumos de energía eléctrica, agua potable, generación de aguas residuales industriales y aguas residuales industriales tratadas.

- El presente estudio realizado en la industria de carne de pollo en el departamento de Santander utilizando ACV como herramienta que se utiliza en todo el mundo para determinar estos impactos para un producto de interés, evaluando; el impacto medioambiental desde la "puerta a la puerta" mostró que la producción de carne de pollo santandereana generó altos niveles de GEI como altos niveles de energía y agua. Se encontró que la producción genera emisiones 20% más altas ($2,86 \pm 0,48 \text{ CO}_2\text{-e / kg CW}$) que QLD de la producción convencional.
- Análisis estableció igual comportamiento entre los periodos de evaluación (20, 100 y 500 años). A diferencia de que en el transcurso del tiempo los gases generados por el proceso de combustión incrementan relativamente, pasando del 26% a 20 años al 42% en 100 años y luego al 55% para 500 años. El efecto anterior obedece a la permanencia y alta concentración de los gases contaminantes en la atmosfera como del potencial de calentamiento global que cada uno ellos aportan al medio. De lo anterior, se infiere la importancia de utilizar energías alternativas (eólica, solar, etc.) como del tipo de combustible de origen fósil por biocombustibles.
- La etapa que más emisiones Hídricas generó fue la P. Beneficio con un 63,56% del total de sustancias emitidas, seguido por la granja de engorde con un 23%. En lo que corresponde a las características químicas que más se emitieron fueron Demanda Química de Oxígeno (COD, Chemical Oxygen Demand) con un 31,85%, seguido de la Demanda Biológica de Oxígeno (BOD5, Biological Oxygen Demand) 18,34%, y el Ion Sodio (Sodium, ion) en un 14,44%. Es necesario que la empresa en estudio modifique los insumos de entrada de cada uno de las áreas

que conforman la planta de beneficio, de esta forma sus emisiones se reducirán en su aporte ambientalmente.

- Tomando en cuenta el Análisis del Ciclo de Vida del proceso del avícola en la compañía AVIDESA MAC POLLO S.A., los aspectos más significativos son el alto consumo de energía eléctrica y agua potable, de todos sus subprocesos estudiados, en especial de la planta de beneficio, que para nuestro análisis es la que mayor aporta en la generación de emisiones efecto invernadero (GEI); por esta razón la empresa debe reajustar este proceso controlando de manera más eficiente, controlada y adecuada el manejo de consumo energía y naturalmente el consumo de agua bajo un proceso de recirculación.
- El éxito de cualquier Análisis de Ciclo de Vida (ACV) está relacionado con la calidad de los datos recopilados y/o proporcionados por la compañía, ya que de ello depende la veracidad de los resultados arrojados por el software (SIMA-PRO), para así identificar lo mejor posible, los impactos potenciales ocasionados por el proceso de Industria avícola. Cabe resalta que la variación del aporte por categoría de impacto está relacionada con el crecimiento o reducción de la productividad de la compañía, el uso de nuevos insumos químicos, materia prima, agua potable, energía y la optimización del Proceso de Reproducción en materia ambiental.
- Algunas empresas comienzan a interesarse por el análisis de ciclo de vida, especialmente en realizar estudios comparativos para determinar las ventajas y desventajas medioambientales relativas de productos que pueden desarrollar la misma función. Esto les permite identificar hacia dónde deberían dirigir prioritariamente los esfuerzos para minimizar dichos impactos, al tiempo que ofrecen una imagen de preocupación por el medio ambiente al consumidor. Si continuaran y apoyaran este tipo de iniciativas se podría lograr que cada fabricante se hiciera

responsable de saber de dónde vienen sus materias primas, su energía y sus insumos, y cuál será el destino final de sus productos.

- El objetivo del análisis de ciclo de vida es proporcionar información que permita a los empresarios tomar decisiones dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de sus productos y/o servicios. Además suministrará ventajas comparativas y competitivas al proporcionar todos los elementos de análisis, a las empresas que deseen certificar sus productos bajo el esquema de etiquetas ambientales. El ACV no sólo es un instrumento para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino un instrumento empresarial para reducir costos y mejorar posiciones en el mercado.
- Se realizó un análisis a partir de una modificación del proceso global, que consistió en suprimir el subproceso de vivienda que aportó una contribución ambiental 47,1% (88% del 53,4%), a raíz del consumo energético en la Planta de Reproductora; obteniéndose los siguientes resultados; el orden de consumo máximo de energía fue obtenido por la planta de beneficio, con un porcentaje de participación de 39,5%, evidenciándose por el tratamiento del agua residual generada por los procesos en un 20% y por el consumo de energía. De lo anterior, se infiere la importancia de utilizar energías alternativas, como también controlar el consumo de energía en los diferentes procesos que conforman la industria avícola.

9. Recomendaciones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la Evaluación de Impactos Ambientales en el proceso de beneficio avícola en la compañía AVIDESA MAC POLLO S.A., se proponen algunas recomendaciones a tener en cuenta para reducir los impactos ambientales potenciales durante el proceso.

- Se recomienda a la compañía AVIDESA MAC POLLO S.A., realizar una revisión de los resultados obtenidos en la Evaluación de Impactos Ambientales del proceso de la granja de Producción Avícola mediante el ACV, priorizando los aspectos significativos que aportan mayor afectación al medio ambiental.
- Durante el análisis de todo el proceso avícola, el mayor aporte a la Eutrofización acuática (P) se debe a la PTAR y los Vertimientos de Aguas Industriales Tratadas (ARIT), por lo que se recomienda a la compañía implementar y adecuar u optimizar el sistema de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir las características contaminantes emitidas a las fuentes hídricas y a su vez realizar un mejoramiento de las ARIT con alternativas de reúso tomando en cuenta la Resolución 1207 de 2014 (Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de Aguas Residuales Tratadas). Disminuyendo de esta forma el consumo de agua potable en actividades como lavado de muelles, baños y áreas en donde las características finales de las ARIT se les permita ser utilizada.
- Optimizar el uso de insumos químicos en la PTAR, con la finalidad de utilizar la dosis óptima de los mismos durante el proceso de tratamiento de aguas residuales, ya que el inadecuado manejo de estas sustancias puede ocasionar una reducción en la calidad de las ARIT. Adicionalmente se pueden examinar otras alternativas de sustancias químicas que permitan un adecuado proceso de tratamiento y generen un menor impacto a las fuentes hídricas.
- Implementar estrategias de monitoreo, disminuir de forma controlada el consumo de sustancias químicas en todas las plantas, ya que un mal manejo de estas sustancias puede provocar una alteración en las características de las aguas residuales que llegan a la PTAR, además de identificar y controlar que tipo de ingrediente activo constituye cada sustancia para reducir el

riesgo ambiental y de los trabajadores. Optar por sustancias que impacten en lo menor posible al medio ambiente.

- Realizar una revisión a los planes de uso eficiente de la energía eléctrica, agua potable y gas natural, con la finalidad de mejorar la eficiencia y eficacia de los mismos, paralelo a ello realizar capacitaciones periódicas entre los colaboradores de la compañía con el fin de concientizarlos en cuanto a uso y manejo adecuado de los recursos naturales y buenas prácticas ambientales dentro de la compañía.
- Los Subprocesos de Enfriamiento Chiller y Eviscerado son los que aportan en mayor proporción a la Toxicidad Humana Aire, por lo que es importante llevar un control periódico de los consumos de Agua potable y Energía eléctrica, ya que esta categoría de impacto está ligada a ellos. Como también monitorear y revisar el estado actual del plan de contingencia de olores ofensivos, dada la oportunidad, actualizarlo, ya que dependiendo de su estado de aplicación puede aportar o reducir los impactos potenciales emitidos al recurso aire.
- Se hace necesario efectuar un control de consumo de energía en todos los procesos que conforman la obtención de carne de pollo, debido a la afectación que repercute en la salud humana y en los mismos costos de su producción.

Referencias bibliográficas

- A. BOGGIA¹, L. P. (2010). Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 66, March 2010, 20.
- Abín Rueda, R. (2016). Impactos Ambientales de la Producción de Huevos: Análisis de Ciclo de vida y Huella de Carbono. (*Tesis de Maestría*). Oviedo, España: Universidad de Oviedo. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10651/38994>
- Aguilera Díaz, M. M. (2014). Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología. *Revista del Banco de la República*, 89(1070), 21-54. Obtenido de <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/banrep/article/view/8405>
- al, A. M. (2007). *Manejo de Residuos Sólidos*. Bogotá: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.
- Alex, C. N. (2008). *Elaboración de un Plan de Manejo Ambiental Proyectado para la Construcción Programada como Granja Avícola de Gallinas Reproductoras Abuelas para carne - Granja el Recuerdo*. Bucaramanga - Santander : Universidad Industrial de Santander.
- Andrés, M. C. (2016). *Pautas de Manejo para el Huevo incubable de aves reproductoras Ross en la Granja Avícola Viriginia de la Empresa Avidesa Mac Pollo s.a.* Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Annika Carlsson-Kanyama, M. P. (2003). Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. *www.elsevier.com- Ecological Economics*, 293 - 307.

- Antón Vallejo, M. (2004). *Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Projectes d'Enginyeria, Barcelona. Recuperado el 17 de junio de 2015, de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf?sequence=4>
- Augusto, Z. M. (2012). *Plan Empresa de Producción para Optimizar Rentabilidad*. Santiago de Cali: Universidad ICESI.
- Avidesa Mac Pollo S.A. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Planta de Beneficio*. Floridablanca, Santander, Colombia: Avidesa Mac Pollo S.A.
- Ávila Rojas, O. A. (2015). Evaluación de Impacto Ambiental para la producción de Polietileno de Baja Densidad. (*Tesis inédita de Maestría*). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- BENGTSSON A, J., & SEDDON B, J. (2012). Cradle to retailer or quick service restaurant gate life cycle assessment of chicken. *Journal of Cleaner Production*, 291 -300.
- BIZKAI LAB. (2012). *Metodología para el Análisis de Ciclo de Vida de Depuradoras de aguas residuales*. Bilbo, España: Universidad de Deusto.
- Bogotá, A. d. (19 de Diciembre de 1973). www.alcaldiabogota.gov.co/normas. Recuperado el 11 de Abril de 2017, de www.alcaldiabogota.gov.co/normas.
- Bohórquez Arévalo, V. D. (2014). *Perspectiva de la producción avícola en Colombia*. Obtenido de Repositorio Institucional UMNG: <http://hdl.handle.net/10654/12149>
- Castillo Guzmán, M. (2017). *Análisis del ciclo de vida y su impacto ambiental*. Retrieved Abril 1, 2017, from Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-ciclo-vida-impacto-ambiental/>

Congreso de Colombia. (19 de diciembre de 1973). Ley 23. *Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9018>

Congreso de Colombia. (24 de enero de 1979). Ley 9. *Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>

Constitución Política. (1991). Artículo 79. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-79>

da Silva, V. P., van der Werf, H. M., Soares, S. R., & Corson, M. S. (2014). Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. *Journal of Environmental Management*, 133, 222 - 231. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.011>

(2012). DANE. *Factores de Producción Sector Agropecuario*.

de Vries, M., & de Boer, I. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128(1-3), 1 - 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007>

Durk Nijdam, T. R. (2013). The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodpol*, 760 - 770.

Emmanuelle Roque d'Orbcastel a, J.-P. B. (2009). Towards environmentally sustainable aquaculture: Comparison between two trout farming systems using Life Cycle Assessment. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/aqua-online*, 113 - 119.

En Buenas Manos. (s.f.). Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de En Buenas Manos.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. (2005). IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA. *Contenido didáctico del curso Nutrición y Alimentación Animal*, 4.

(Octubre, 2013). *Estudios Económicos Sectoriales sobre Fertilizantes en Colombia*. Superintendencia de Industria y Comercio.

Fernando, A. (2015). Balance Avícola 2015 y Expectativas 2016. *Especial Perspectivas 2016*, 17.

Franklin, E. B. (1998). *Organización de Empresas. Análisis, diseño y estructura*. Mexico: MacGRAW-HILL.

García, Y., Ortiz, A., & Lon Wo, E. (s.f). *Efecto de los residuales avícolas en el ambiente*. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de Fertilizando.com: <http://www.fertilizando.com/articulos/efecto%20residuales%20avicolas%20ambiente.asp>

Gómez Daza, E. (2012). Estudio de gestión ambiental para la empresa avícola agrícola mercantil del Cauca - AGRICCA S.A. (*Tesis de Maestría*). Manizales, Colombia: Universidad de Manizales. Retrieved from <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/563>

González-García, S., Gomez-Fernández, Z., Dias, A. C., Feijoo, G., Moreira, M. T., & Arroja, L. (2014). Life Cycle Assessment of broiler chicken production: a Portuguese case study. *Journal of Cleaner Production*, 74, 125-134. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.067>

- I. Leinonen, A. G. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems. *Poultry Science* 91, 8 - 25.
- ICONTEC. (01 de 12 de 2004). *NTC-ISO 14001*. Bogota. Recuperado el 02 de 01 de 20017
- ICONTEC. (2007). *NTC-ISO 14040*. Obtenido de Control ambiental: http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007%20Analisis_CicloVida.pdf
- (s.f.). *IDEM*.
- Ihobe S.A. (2009). *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono: dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*. Recuperado el 22 de julio de 2015, de IHOBE: <http://www.ihobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod={BC53A7DB-3EDB-4B96-AC9A-1F163ED0D76B}&Idioma=es-ES>
- IPCH. (s.f.). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Obtenido de IPCH: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html
- Jonas Bengtsson, J. S. (2013). Cradle to retailer or quick service restaurant gate life cycle assessment of chicken products in Australia. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro*, 291 - 300.
- Kalhor, T., Rajabipour, A., Akram, A., & Sharifi, M. (2016). Environmental impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. *Information Processing in Agriculture*, 3(4), 266-271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.10.002>

- KELLI G. ROBERTS, B. A. (2007). Life cycle assessment of biochar systems: Estimating the energetic, economic and climate change potential”. *Department of Crop and Soil Sciences, Cornell University, Ithaca,, 32.*
- Klees, D. R.-C. (2005). *Ciclo de vida sostenible de los Materiales de Construcción*. Argentina: Comunicaciones Cientificas y Tecnologicas .
- L Milà i Canals, J. C. (2008). Assessing freshwater use impacts in LCA. *6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector,, 1.*
- L Milà i Canals, J. C. (Noviembre, 2008). Assessing freshwater use impacts in LCA. *6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector,, 1.*
- La Planificación Estratégica en Fe y Alegría. Orientaciones Metodológicas.* (17 de 04 de 2016). Recuperado el 17 de 04 de 2016, de Fundación Fe y Alegría de Colombia: <http://feyalegria.or.co>
- Lindenlauf, M. M. (Septiembre 4 - 8 de 2011). Environmental Implications of egg and meat production. *ifeau - Institute of Energy and Environmental Research Heidelberg, 25.*
- Ling Cao, J. S. (2011). Life Cycle Assessment of Chinese Shrimp Farming Systems Targeted for Export and Domestic Sales. *Environmental Science and Technology, 8.*
- MacPollo. (2017). *MacPollo*. Recuperado el 31 de 01 de 2017, de MacPollo: <http://www.macpollo.com>
- MANTILLA, D. C. (2010). *ACTUALIZACION E IMPLEMENTACION DE PROCEDIMIENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE GESTION DE LA EMPRESA AVIDESA MAC POLLO S.A.* Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Martínez-González, A., Casas-Leuro, O. M., Acero-Reyes, J. R., & Castillo-Monroy, E. F. (2011). Comparison of potential environmental impacts on the production and use of high and low

- sulfur regular diesel by life cycle assessment. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 4(4), 123-136. Retrieved from <http://ref.scielo.org/bc2cgk>
- MILÀ, L., CANALS, I., CHENOWETH, J., CHAPAGAIN, A., ORR, S., ANTÓN, A., & CLIFT, R. (2008). Assessing freshwater use impacts in LCA. *6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector*, 1.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (18 de abril de 2015). Resolución 631. *Por el cual se establecen los parametros y los valores limites maximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado publico y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2005). *Politica Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (4 de abril de 2006). Resolución 601. *Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/59-Resoluci%C3%B3n%20601%20de%202006%20-%20calidad%20del%20aire.pdf>
- Nemecek Thomas and Kâgi Tomas. (2007). Life Cycle Inventories of Agricultural Production System. *ART* , 360.
- O.P.S, C. (2003). *Impacto del Manejo Integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. FAO.

Página Institucional Ferticol S.A/Nuestra empresa. (10 de 04 de 2016). Recuperado el 10 de 04 de 2016, de Ferticol S.A: <http://www.ferticol.com>

Página Institucional Ferticol S.A/Productos y servicios. (14 de 04 de 2016). Recuperado el 14 de 04 de 2016, de Ferticol S.A: <http://www.ferticol.com>

Pedro, G. P. (2005, Marzo 18). Avicultura Ecologica de Carne. Esperiencias en manejo de aves y comercialización de sus productos. *Banco de a Republica*, 22.

Pelletier, N. (2008). Environmental performance in the US broiler poultry sector: Life cycle energy use and greenhouse gas, ozone depleting, acidifying and eutrophying emissions. *Agricultural Systems*, 67 - 73.

(2014). *PLAN DE ACCIÓN 2014-2024*. Barrancabermeja: Ferticol S.A.

Ramírez Mantilla, D. C. (2010). Documentación, actualización e implementación de procedimientos en el departamento de gestión humana de la empresa Avidesa Mac Pollo S.A. (*Tesis de pregrado*). Floridablanca, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/992>

Rodríguez Pazmiño, G. A. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Expost "Granja Avicola Pollos El Placer"*. Obtenido de MAEtungurahua: <https://maetungurahua.files.wordpress.com/2015/05/eia-de-avicola-del-pillaro.pdf>

Rodríguez, C. (Julio 13 de 2013). *Historia de Avidesa Mac Pollo*. Floridablanca.

Rodríguez, D. (05 de Enero de 2016). *Construyen Ladrillo Ecologico con Residuos de construcción*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de Centrourbano .

Romero Rodríguez, B. I. (2003). El análisis de Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. *Boletín IIE*, 27(3), 91-97. Obtenido de <https://www.ineel.mx//boletin032003/tend.pdf>

- S. Pfister, F. S. (Noviembre, 2008). Regionalised LCIA of vegetable and fruit production: Quantifying the environmental impacts of freshwater use. *6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector*, 1.
- S.A, A. M. (2 Noviembre 2016). *Tratamiento de Agua Residual de la Planta de Beneficio - Avidesa Mac Pollo*. Floridablanca: Siana Ltda.
- S.A., A. M. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Planta de Beneficio*. Floridablanca.
- Socorro, H. C. (2009). *Plan de Negocios Proyecto Granja Avícola*. Chía - Cundinamarca: Universidad de la Sabana.
- Sonesson, J. D. (2008). Life cycle assessment of integrated food chains—a Swedish case study of two chicken meals. *Int J Life Cycle Assess (2008)* , 13:574–584.
- Universidad Nacional. (2011). Recuperado el 24 de Agosto de 2016, de Universidad Nacional abierta y distancia.
- Urrego, A. S. (2012). *El Análisis de Ciclo de Vida en el Desarrollo Sostenible: propuesta Metodologica para la Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Productivos*. Bogotá - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Vanegas Gallego, D. A. (2014). Proceso de incubación de pollito Ross 308 en planta de incubación. Barbosa-Antioquia (OPAV). *(Tesis de pregrado)*. Medellín, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10567/1507>
- Vasco, E. J.-G. (2009). *Análisis de Ciclo de Vida - Huella de Carbono*. Bilbao: IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- WHEELEN, T. L., & HUNGER, J. D. (2007). *Administación estratégica y política de negocios. Conceptos y casos*. Mexico: Pearson Prentice Hall.

- Wiedemann, S. G., & McGahan, E. J. (2011). *Environmental Assessment of an Egg Production Supply Chain using Life Cycle Assessment*. Retrieved from FCRN: <http://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/Carbon%20footprint%20of%20egg%20production.pdf>
- Wiedemann, S., McGahan, E., & Poad, G. (2012). *Using Life Cycle Assessment to Quantify the Environmental Impact of Chicken Meat Production*. Barton, Australia: RIRDC. Retrieved from <http://www.agrifutures.com.au/publications/using-life-cycle-assessment-to-quantify-the-environmental-impact-of-chicken-meat-production/>
- Zuani, E. R. (s.f.). *Introducción a la Administración de las Organizaciones*.

Apéndices

Apéndice A. Vocabulario ACV

En este Apéndice se encuentra el vocabulario relacionado con la Evaluación de Impactos Ambientales y ACV.

Análisis del ciclo de vida: recopilación y evaluación de las entradas, resultados y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto durante su ciclo de vida.

Análisis del inventario del ciclo de vida: fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y resultados de un sistema del producto durante su ciclo de vida.

Cambio Climático: Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático en una escala global o regional. Tales cambios se producen en muy diversas escalas de tiempo y sobre todos para los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales como antropogénicas.

Calidad de los datos: característica de los datos que se relaciona con su capacidad para satisfacer los requisitos establecidos.

Categoría de impacto: clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida.

Ciclo de vida: etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.

Co-producto: cualquier producto de entre dos o más productos provenientes del mismo proceso unitario o sistema del producto.

Declaración Ambiental de Producto, EPD: Método estandarizado (ISO 14025) para comunicar el rendimiento con el medio ambiente, de un producto o servicio basado en datos de ACV.

Dióxido de Carbono - CO₂: El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 380 ppm. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

Eco Indicador: Los valores estándar del eco-indicador se pueden considerar como cifra sin dimensión, como base se utiliza el “Eco Punto Pt”. En las listas de eco indicadores se utiliza la unidad de milipuntos (mPt), es decir: 700mPt=0,7Pt. El valor absoluto de los puntos no es demasiado relevante ya que el objetivo principal es el de comparar las diferencias relativas entre productos o componentes. La escala se elige de tal forma que el valor de un Pt represente una centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano Europeo, cuyo valor se ha establecido, dividiendo la carga total en Europa entre el número de habitantes y multiplicado por 100 (factor de escala).

Emisión: Descarga de elementos químicos o físicos (sustancias, calor, ruido, etc.) de un sistema de producción al medio ambiente.

Emisión de Gases Efecto Invernadero: Masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado período de tiempo.

Energía de proceso: entrada de energía requerida en un proceso unitario, para llevar a cabo el proceso o hacer funcionar el equipo, excluyendo las entradas de energía para la producción y suministro de esta energía.

Evaluación del ciclo de vida, LCA: Una gestión normalizada herramienta (ISO 14040-44) para evaluar y cuantificar el total de impacto ambiental de los productos o actividades a lo largo de su en- ciclo de vida del neumático de determinados materiales, procesos, productos, tecnologías, servicios o actividades.

Factor de Caracterización: Factor derivado de un modelo que se aplica para convertir los resultados asignados de un ICV en unidades equivalentes de una sustancia con potencial capacidad de promover el impacto al medio ambiente.

Factor de Emisión de Gases Efecto Invernadero: Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones de GEI.

Flujo elemental: materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación posterior por el ser humano

Flujo de energía: entrada o resultado de un proceso unitario o sistema del producto, expresada en unidades de energía.

Flujo de referencia: medida de las salidas de los procesos, en un sistema del producto determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional.

Fuente de Emisión de GEI: Unidad o proceso físico que libera un Gas Efecto Invernadero hacia la atmósfera.

Indicador de categoría de impacto: representación cuantificable de una categoría de impacto.

Interpretación del ciclo de vida: fase del análisis del ciclo de vida en la que los hallazgos del análisis del inventario o de la evaluación del impacto, o de ambos, se evalúan en relación con el objetivo y el alcance definidos para llegar a conclusiones y recomendaciones.

Gas Efecto Invernadero – GEI: Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Algunos de los GEI son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonados (HFC), Perfluorocarbonados (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6).

Impacto Medioambiental: Consecuencia atribuida al flujo de entrada o salida de un sistema de producción al medio ambiente.

Indicador de Impacto: Atributo o aspecto natural del medio ambiente, salud humana o recursos, que se identifica como una preocupación o problema ambiental.

Indicador Medioambiental: Parámetro representativo del daño de un producto al medio ambiente, obtenido por el análisis de ciclo de vida.

Límites del Sistema: Interfaces entre un sistema de producción y el medio ambiente u otros sistemas de producción.

Metano - CH_4 : El metano es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH_4 . Cada uno de los átomos de hidrógeno está unido al carbono por medio de un enlace covalente. Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro e inodoro y apenas soluble en agua en su fase líquida. En la naturaleza se produce como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas. Este proceso natural se puede aprovechar para producir biogás. Muchos microorganismos anaeróbicos lo generan utilizando el CO_2 como aceptor final de electrones.

Óxido Nitroso - N_2O : El óxido de nitrógeno (I), óxido de dinitrógeno, protóxido de nitrógeno, anhídrido nitroso, óxido nitroso, gas hilarante, o también gas de la risa (N_2O) es un gas incoloro con un olor dulce y ligeramente tóxico. Provoca alucinaciones, un estado eufórico y en algunos

casos puede provocar pérdida de parte de la memoria humana. No es inflamable ni explosivo, pero soporta la combustión tan activamente como el oxígeno cuando está presente en concentraciones apropiadas con anestésicos o material inflamable.

Recursos Renovables: Los materiales elaborados con materias primas y energías renovables o muy abundantes, son preferibles ante, que otros que utilizan fuentes convencionales o escasas (combustibles fósiles, minerales escasos, etc.) debido al carácter preservante y al efecto o biodegradabilidad de sus fuentes.

Reglas de categoría de producto, PCR: Un conjunto de reglas para la preparación de ACV y DAP dentro de una clase funcionalmente definido de productos. Un documento de la PCR es un componente necesario de cualquier Tipo III Programa de la Declaración Ambiental (ISO 14025).

Unidad Funcional: Especificación física o funcional de un producto o sistema productivo para su uso como unidad de referencia en un estudio de análisis del ciclo de vida.

Unidad del Proceso: La porción más pequeña de un sistema de análisis que reúne los datos necesarios para realizar el análisis del ciclo de vida.

Apéndice B. Categorías de Impacto Ambiental Potencial

Acidificación: Una categoría de impacto ambiental (lluvia ácida). Las emisiones (por ejemplo, óxidos de azufre, óxidos nitrógeno, amoníaco) del transporte, la energía generación, los procesos de combustión, y la agricultura causa acidez del agua de lluvia y por lo tanto el daño a los bosques, lagos y edificios. Sustancia de referencia: el dióxido de azufre. Esta categoría proviene del efecto de la deposición de sustancias inorgánicas como sulfatos, nitratos y fosfatos en el suelo (Los factores de caracterización se dan únicamente por las emisiones al aire; la acidificación y nitrificación terrestre se toma directamente del Eco-indicador 99; las categorías de punto medio (kg eq SO_2 al aire/kg emitido) se obtienen por la división del factor de la sustancia considerada por el factor de daño de la sustancia de referencia (SO_2 al aire)). (BIZKAI LAB, 2012).

Calentamiento Global (Global Warming Potential): Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una actividad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un período determinado. El calentamiento global está asociado a un cambio climático que puede tener causa antropogénica o no. El principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción, por ciertos gases atmosféricos.

Eutrofización Acuática: Sustancias acuáticas que contienen nitrógeno y fósforo pueden promover la eutrofización en el agua. Para el impacto en la vida acuática, el aumento de nutrientes en el área contribuye a la generación de fitoplancton. La generación de una gran cantidad de fitoplancton en un tiempo corto puede aumentar el riesgo del surgimiento de una marea roja y causar también un aumento en el consumo de oxígeno por descomposición de cuerpo de fitoplancton (sustancias orgánicas).

Nitrificación: Una categoría de impacto ambiental ("sobre-fertilización"). Emisiones tales como fosfatos, nitratos, óxidos de nitrógeno y amoníaco del transporte, la energía generación, la agricultura (fertilizantes) y las aguas residuales aumento el crecimiento de las plantas acuáticas y puede producir la proliferación de algas que consumen el oxígeno del agua y por lo tanto Smother otra la vida acuática.

Toxicidad: En esta categoría se contemplan los efectos sobre el ser humano y los ecosistemas acuáticos y terrestres de las sustancias toxicas existentes en el ambiente. Afecta a las áreas de protección salud humano, entorno natural y recursos naturales. Estas categorías son aquellas para las cuales el factor destino y especialmente el transporte a través de diferentes medios, “intermedia transport” tiene más importancia

Apéndice C. Inventario Ambiental Global

No	Sustancia	Aspecto	Unidad	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total (mPt)
1	Coal, 29.3 MJ per kg, in ground	Crudo	kg	2,75E+00	7,25E-02	6,34E-01	5,77E-01	8,00E-02	0,00E+00	4,12E+00
2	Energy, from hydro power	Crudo	MJ	1,04E+03	2,75E+01	2,40E+02	2,18E+02	3,03E+01	0,00E+00	1,56E+03
3	Energy, kinetic (in wind), converted	Crudo	MJ	1,56E+00	4,10E-02	3,58E-01	3,26E-01	4,52E-02	0,00E+00	2,33E+00
4	Gas, natural, 30.3 MJ per kg, in ground	Crudo	kg	1,42E+01	3,73E-01	3,26E+00	2,97E+00	4,11E-01	0,00E+00	2,12E+01
5	Occupation, water bodies, artificial	Crudo	m2a	9,76E+00	2,57E-01	2,25E+00	2,04E+00	2,83E-01	0,00E+00	1,46E+01
6	Transformation, to unknown	Crudo	cm2	6,38E+02	1,68E+01	1,47E+02	1,34E+02	1,85E+01	0,00E+00	9,54E+02
7	Transformation, to water bodies, artificial	Crudo	cm2	6,38E+02	1,68E+01	1,47E+02	1,34E+02	1,85E+01	0,00E+00	9,54E+02
8	Water, river	Crudo	m3	2,87E+01	4,17E+00	8,93E+01	1,63E+01	6,90E-05	0,00E+00	1,38E+02
9	Ammonia	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,58E+01	1,18E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,76E+01
10	Carbon dioxide	Aire	kg	4,39E+01	1,15E+00	1,01E+01	9,18E+00	1,27E+00	1,93E+02	2,59E+02
11	Carbon dioxide, land transformation	Aire	kg	2,90E+01	7,64E-01	6,68E+00	6,08E+00	8,42E-01	0,00E+00	4,34E+01
12	Carbon monoxide	Aire	g	1,81E+02	4,75E+00	4,16E+01	3,78E+01	5,24E+00	0,00E+00	2,70E+02
13	Carbon monoxide, fossil	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+02	2,23E+02
14	Dinitrogen monoxide	Aire	g	2,15E+00	5,65E-02	4,94E-01	4,50E-01	6,24E-02	0,00E+00	3,21E+00
15	Heat, waste	Aire	MJ	6,38E-01	1,68E-02	1,47E-01	1,34E-01	1,85E-02	2,09E+02	2,10E+02
16	Hydrocarbons, unspecified	Aire	g	4,73E+01	1,25E+00	1,09E+01	9,91E+00	1,37E+00	0,00E+00	7,07E+01
17	Methane	Aire	mg	0,00E+00	0,00E+00	6,90E-01	3,17E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,01E+00
18	Methane, biogenic	Aire	kg	4,75E+00	1,25E-01	1,09E+00	9,94E-01	1,38E-01	0,00E+00	7,10E+00
19	Methane, fossil	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,85E+01	7,85E+01
20	Nitrogen oxides	Aire	kg	1,37E+01	3,60E-01	3,15E+00	2,87E+00	3,97E-01	5,30E-01	2,10E+01
21	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+01	1,02E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,25E+01
22	Particulates, < 2.5 µm	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,18E+01	4,18E+01
23	Particulates, SPM	Aire	kg	3,47E+00	9,14E-02	7,99E-01	7,27E-01	1,01E-01	0,00E+00	5,19E+00
24	Particulates, unspecified	Aire	µg	0,00E+00	0,00E+00	2,09E+01	9,61E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,05E+01
25	Soot	Aire	g	2,42E+01	6,38E-01	5,58E+00	5,08E+00	7,04E-01	0,00E+00	3,62E+01
26	Sulfur dioxide	Aire	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,79E+01	2,79E+01
27	Sulfur oxides	Aire	kg	4,54E+00	1,19E-01	1,04E+00	9,50E-01	1,32E-01	0,00E+00	6,78E+00
28	Acetic acid	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02
29	Acids, unspecified	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01
30	Alcohol ethoxylate	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01
31	Aldehydes (unspecified)	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01
32	Aluminum	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E+01
33	Aluminum oxide, fibrous forms	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+00
34	Ammonia, as N	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	6,00E+01	2,22E+02	1,01E+02	0,00E+00	3,83E+02
35	BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	kg	2,27E+00	9,12E-01	8,65E+00	2,07E+01	3,28E-06	0,00E+00	3,25E+01
36	Carbonate	Agua	kg	5,02E+00	1,30E+00	6,37E+00	5,05E+00	1,88E-05	0,00E+00	1,77E+01
37	Chloride	Agua	kg	8,88E-01	1,64E-01	7,38E-01	1,88E+00	8,59E-06	0,00E+00	3,67E+00
38	Chlorine	Agua	g	7,83E+00	0,00E+00	5,21E+01	3,24E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,31E+01
39	Chloro-1,1-biphenyl, PCB-1254	Agua	mg	0,00E+00	2,01E+02	2,68E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,01E+02

40	COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	kg	5,84E+00	1,96E+00	1,40E+01	3,47E+01	7,69E-06	0,00E+00	5,65E+01
41	Dimethylcarbamy chloride	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,50E+01	1,27E-10	0,00E+00	5,50E+01
42	Fatty acids as C	Agua	g	9,87E+01	1,56E+02	0,00E+00	0,00E+00	4,35E-04	0,00E+00	2,55E+02
43	Fluoride	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	9,36E+00	3,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+01
44	Hypochlorite	Agua	kg	0,00E+00	6,54E-02	3,58E-03	1,44E+00	2,00E-09	0,00E+00	1,51E+00
45	Iodide	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00
46	Iron	Agua	g	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E+01
47	Lactofen	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00
48	Nitrate	Agua	g	2,10E+01	1,58E+00	1,23E+02	3,92E+01	7,56E-06	0,00E+00	1,85E+02
49	Nitric acid	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+00
50	Nitrite	Agua	g	1,36E+00	2,50E-01	1,99E+00	1,20E+00	6,78E-06	0,00E+00	4,80E+00
51	Nitrogen	Agua	kg	7,97E-01	4,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,83E-06	0,00E+00	1,27E+00
52	Nitrogen, total	Agua	kg	0,00E+00	0,00E+00	3,49E-01	1,27E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,62E+00
53	Oils, unspecified	Agua	kg	0,00E+00	9,00E-05	2,38E+00	5,17E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,55E+00
54	Organic carbon	Agua	g	1,04E+01	0,00E+00	6,94E+01	4,31E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,42E+01
55	Phosphate	Agua	g	5,22E+00	0,00E+00	1,21E+02	2,28E+02	1,42E-04	0,00E+00	3,54E+02
56	Phosphorus	Agua	g	3,13E+00	2,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,06E-04	0,00E+00	5,16E+00
57	Phosphorus, total	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	1,48E+02	4,20E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,69E+02
58	Propylene glycol	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+01
59	Salts, unspecified	Agua	g	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02
60	Sodium hypochlorite	Agua	g	1,25E+02	1,19E+02	2,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,64E+02
61	Sodium, ion	Agua	kg	0,00E+00	4,00E-01	2,19E-02	2,52E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,56E+01
62	Sulfate	Agua	kg	4,18E-01	8,20E-02	1,03E+00	2,47E-01	7,70E-06	0,00E+00	1,78E+00
63	Sulfosate	Agua	kg	4,23E-03	9,80E-01	5,35E-02	0,00E+00	1,86E-08	0,00E+00	1,04E+00
64	Suspended solids, inorganic	Agua	kg	1,91E-01	0,00E+00	6,58E+00	1,18E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,85E+01

Apéndice D. Inventario de Categorías de Impacto

Calentamiento Global

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Carbon dioxide	4,4E+01	1,2E+00	9,2E+00	1,3E+00	1,0E+01	1,9E+02	2,6E+02
Carbon dioxide, land transformation	2,9E+01	7,6E-01	6,1E+00	8,4E-01	6,7E+00	0,0E+00	4,3E+01
Carbon monoxide	3,6E-01	9,5E-03	7,6E-02	1,0E-02	8,3E-02	0,0E+00	5,4E-01
Carbon monoxide, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,5E-01	4,5E-01
Dinitrogen monoxide	6,4E-01	1,7E-02	1,3E-01	1,8E-02	1,5E-01	0,0E+00	9,5E-01
Hydrocarbons, unspecified	1,4E-01	3,7E-03	3,0E-02	4,1E-03	3,3E-02	0,0E+00	2,1E-01
Methane	0,0E+00	0,0E+00	7,3E-06	0,0E+00	1,6E-05	0,0E+00	2,3E-05
Methane, biogenic	1,1E+02	2,9E+00	2,3E+01	3,2E+00	2,5E+01	0,0E+00	1,6E+02
Methane, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,8E+00	1,8E+00
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	0,0E+00	0,0E+00	3,1E-08	0,0E+00	6,7E-08	0,0E+00	9,8E-08

Ozono Humano

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Carbon monoxide	8,0E-04	2,1E-05	1,7E-04	2,3E-05	1,8E-04	0,0E+00	1,2E-03
Carbon monoxide, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,9E-04	9,9E-04
Methane	0,0E+00	0,0E+00	9,2E-09	0,0E+00	2,0E-08	0,0E+00	2,9E-08
Methane, biogenic	1,4E-01	3,6E-03	2,9E-02	4,0E-03	3,2E-02	0,0E+00	2,1E-01
Methane, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,3E-03	2,3E-03
Nitrogen oxides	1,6E+00	4,3E-02	3,4E-01	4,8E-02	3,8E-01	6,4E-02	2,5E+00
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	0,0E+00	0,0E+00	6,0E-10	0,0E+00	1,3E-09	0,0E+00	1,9E-09

Ozono Vegetal

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Carbon monoxide	9,9E+00	2,6E-01	2,1E+00	2,9E-01	2,3E+00	0,0E+00	1,5E+01
Carbon monoxide, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,2E+01	1,2E+01
Methane	0,0E+00	0,0E+00	1,1E-04	0,0E+00	2,5E-04	0,0E+00	3,6E-04
Methane, biogenic	1,7E+03	4,5E+01	3,6E+02	5,0E+01	3,9E+02	0,0E+00	2,6E+03
Methane, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,8E+01	2,8E+01
Nitrogen oxides	2,5E+04	6,5E+02	5,2E+03	7,2E+02	5,7E+03	9,5E+02	3,8E+04
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	0,0E+00	0,0E+00	7,5E-06	0,0E+00	1,6E-05	0,0E+00	2,4E-05

Acidificación

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Ammonia	0,0E+00	0,0E+00	2,7E-07	0,0E+00	6,0E-07	0,0E+00	8,7E-07
Nitrogen oxides	1,2E+02	3,1E+00	2,5E+01	3,4E+00	2,7E+01	4,6E+00	1,8E+02
Sulfur dioxide	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,9E-01	4,9E-01

Aquatic eutrophication EP(N)

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Ammonia	0,0E+00	0,0E+00	2,2E-09	0,0E+00	4,9E-09	0,0E+00	7,1E-09
Nitrogen oxides	1,3E+00	3,5E-02	2,8E-01	3,8E-02	3,0E-01	5,1E-02	2,0E+00
Nitrate	2,9E-03	2,1E-04	5,3E-03	1,0E-09	1,7E-02	0,0E+00	2,5E-02
Nitric acid	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-01
Nitrite	2,4E-04	4,4E-05	2,1E-04	1,2E-09	3,5E-04	0,0E+00	8,5E-04
Nitrogen	4,7E-01	2,8E-01	0,0E+00	1,1E-06	0,0E+00	0,0E+00	7,5E-01

Aquatic eutrophication EP(P)

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Ammonia	0,0E+00	0,0E+00	2,2E-09	0,0E+00	4,9E-09	0,0E+00	7,1E-09
Nitrogen oxides	1,3E+00	3,5E-02	2,8E-01	3,8E-02	3,0E-01	5,1E-02	2,0E+00
Nitrate	2,9E-03	2,1E-04	5,3E-03	1,0E-09	1,7E-02	0,0E+00	2,5E-02
Nitric acid	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-01	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-01
Nitrite	2,4E-04	4,4E-05	2,1E-04	1,2E-09	3,5E-04	0,0E+00	8,5E-04
Nitrogen	4,7E-01	2,8E-01	0,0E+00	1,1E-06	0,0E+00	0,0E+00	7,5E-01

Terrestrial eutrophication

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Ammonia	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-06	0,0E+00	2,6E-06	0,0E+00	3,8E-06
Nitrogen oxides	3,5E+02	9,2E+00	7,3E+01	1,0E+01	8,0E+01	1,3E+01	5,3E+02

Human toxicity air

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Carbon monoxide	8,6E+03	2,3E+02	2,0E+03	1,8E+03	2,5E+02	0,0E+00	1,3E+04
Carbon monoxide, fossil	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,9E+05	1,9E+05

Dinitrogen monoxide	2,4E+02	6,4E+00	5,6E+01	5,1E+01	7,1E+00	0,0E+00	3,7E+02
Particulates, unspecified	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-03	6,4E-04	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-03
Sulfur dioxide	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	2,2E+02	2,2E+02
Chlorine	2,7E+05	0,0E+00	1,8E+06	1,1E+05	0,0E+00	0,0E+00	2,2E+06

Human toxicity water

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Acetic acid	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,7E-03	0,0E+00	0,0E+00	3,7E-03
Alcohol ethoxylate	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	4,7E+01	0,0E+00	0,0E+00	4,7E+01
Aluminum	2,5E-03	0,0E+00	1,7E-02	1,1E-03	0,0E+00	0,0E+00	2,1E-02
Chlorine	1,0E-03	0,0E+00	6,8E-03	4,2E-04	0,0E+00	0,0E+00	8,3E-03
Fluoride	1,6E-02	0,0E+00	1,2E-01	4,3E-02	0,0E+00	0,0E+00	1,8E-01
Iron	6,3E-02	0,0E+00	4,2E-01	2,6E-02	0,0E+00	0,0E+00	5,1E-01
Propylene glycol	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	3,0E-04	0,0E+00	0,0E+00	3,0E-04
Sodium hypochlorite	3,2E-02	3,1E-02	5,2E-03	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,8E-02

Human toxicity soil

Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Chlorine	4,1E-01	0,0E+00	2,7E+00	1,7E-01	0,0E+00	0,0E+00	3,3E+00

Apéndice E. Inventario de Emisiones Hídricas

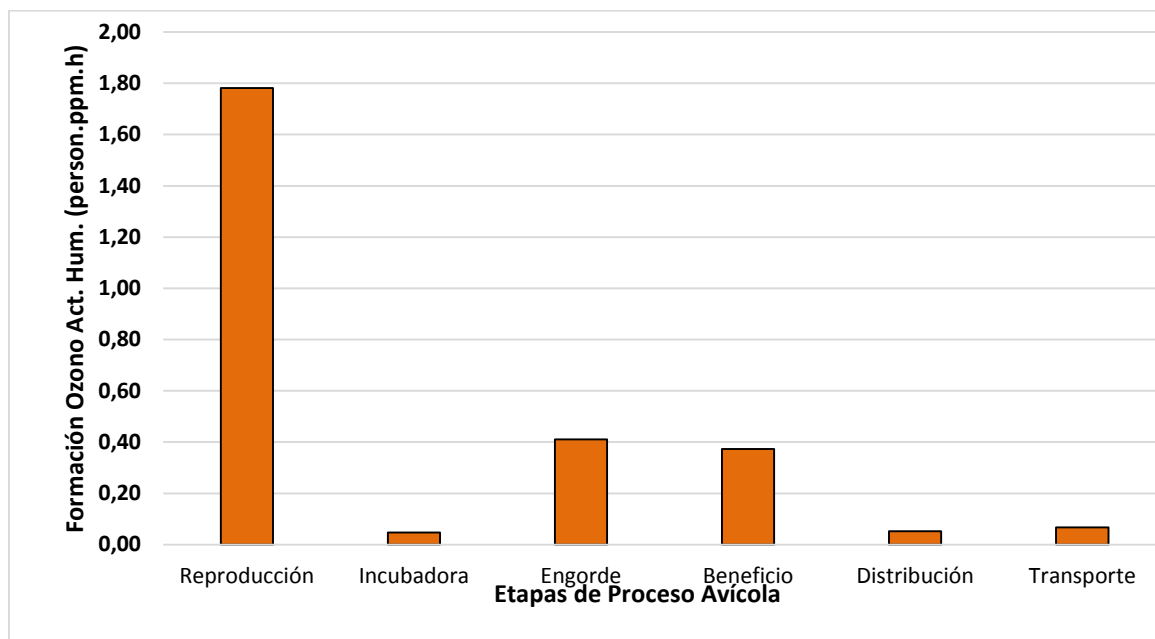
Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Acetic acid	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02	0,00E+00	0,00E+00	2,25E+02
Acids, unspecified	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,30E+01
Alcohol ethoxylate	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,80E+01
Aldehydes (unspecified)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,20E+01
Aluminum	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E+01
Aluminum oxide, fibrous forms	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,12E+03
Ammonia, as N	0,00E+00	0,00E+00	6,00E+01	2,22E+02	1,01E+02	0,00E+00	3,83E+02
BOD5, Biological Oxygen Demand	2,27E+03	9,12E+02	8,65E+03	2,07E+04	3,28E-03	0,00E+00	3,25E+04
Carbonate	5,02E+03	1,30E+03	6,37E+03	5,05E+03	1,88E-02	0,00E+00	1,77E+04
Chloride	8,88E+02	1,64E+02	7,38E+02	1,88E+03	8,59E-03	0,00E+00	3,67E+03
Chlorine	7,83E+00	0,00E+00	5,21E+01	3,24E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,31E+01
Chloro-1,1-biphenyl, PCB-1254	0,00E+00	2,01E-01	2,68E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,01E-01
COD, Chemical Oxygen Demand	5,84E+03	1,96E+03	1,40E+04	3,47E+04	7,69E-03	0,00E+00	5,65E+04
Dimethylcarbamyl chloride	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,50E+01	1,27E-10	0,00E+00	5,50E+01
Fatty acids as C	9,87E+01	1,56E+02	0,00E+00	0,00E+00	4,35E-04	0,00E+00	2,55E+02
Fluoride	1,31E+00	0,00E+00	9,36E+00	3,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,42E+01
Hypochlorite	0,00E+00	6,54E+01	3,58E+00	1,44E+03	2,00E-06	0,00E+00	1,51E+03
Iodide	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00
Iron	1,31E+00	0,00E+00	8,68E+00	5,39E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,05E+01
Lactofen	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E+00
Nitrate	2,10E+01	1,58E+00	1,23E+02	3,92E+01	7,56E-06	0,00E+00	1,85E+02
Nitric acid	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+03
Nitrite	1,36E+00	2,50E-01	1,99E+00	1,20E+00	6,78E-06	0,00E+00	4,80E+00
Nitrogen	7,97E+02	4,68E+02	0,00E+00	0,00E+00	1,83E-03	0,00E+00	1,27E+03
Nitrogen, total	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02	1,27E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,62E+03
Oils, unspecified	0,00E+00	9,00E-02	2,38E+03	5,17E+03	0,00E+00	0,00E+00	7,55E+03
Organic carbon	1,04E+01	0,00E+00	6,94E+01	4,31E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,42E+01
Phosphate	5,22E+00	0,00E+00	1,21E+02	2,28E+02	1,42E-04	0,00E+00	3,54E+02
Phosphorus	3,13E+00	2,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,06E-04	0,00E+00	5,16E+00
Phosphorus, total	0,00E+00	0,00E+00	1,48E+02	4,20E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,69E+02
Propylene glycol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,20E+01
Salts, unspecified	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,49E+02

Sodium hypochlorite	1,25E+02	1,19E+02	2,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,64E+02
Sodium, ion	0,00E+00	4,00E+02	2,19E+01	2,52E+04	0,00E+00	0,00E+00	2,56E+04
Sulfate	4,18E+02	8,20E+01	1,03E+03	2,47E+02	7,70E-03	0,00E+00	1,78E+03
Sulfosate	4,23E+00	9,80E+02	5,35E+01	0,00E+00	1,86E-05	0,00E+00	1,04E+03
Suspended solids, inorganic	1,91E+02	0,00E+00	6,58E+03	1,18E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,85E+04
Suspended solids, unspecified	6,66E+02	7,58E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,75E-03	0,00E+00	1,42E+03

Apéndice F. Inventario de Emisiones Atmosféricas

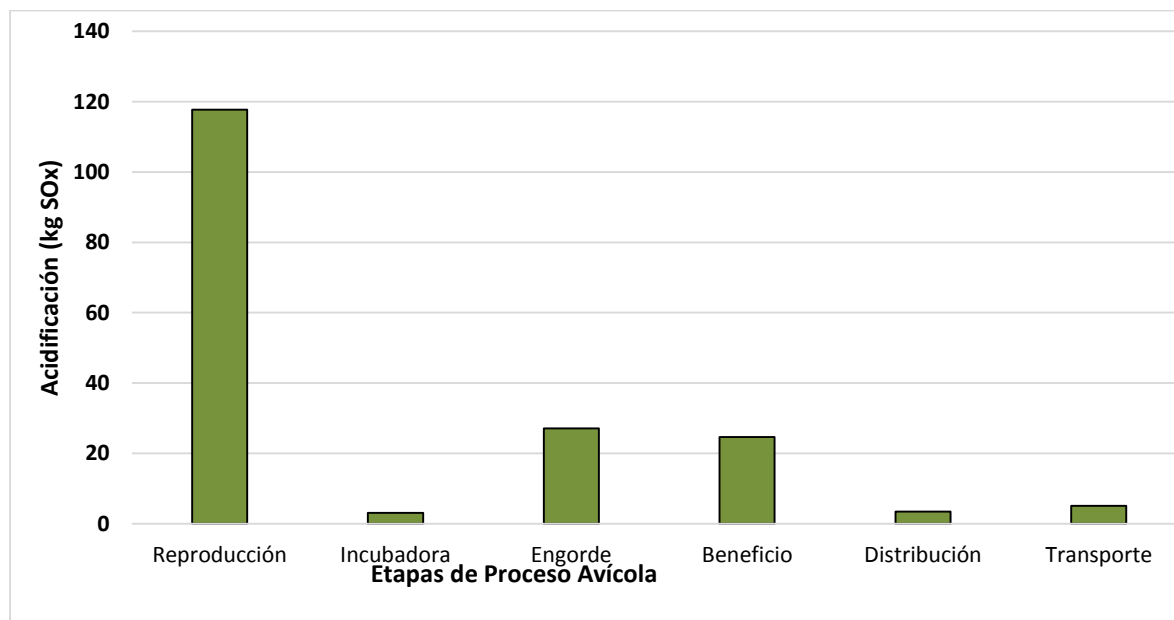
Sustancia	P.Reproducción	P.Incubadora	P. Engorde	P.Beneficio	P.Distribución	Transporte	Total
Ammonia	0,00E+00	0,00E+00	2,58E-05	1,18E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-05
Carbon dioxide	4,39E+04	1,15E+03	1,01E+04	9,18E+03	1,27E+03	1,93E+05	2,59E+05
Carbon dioxide, land transformation	2,90E+04	7,64E+02	6,68E+03	6,08E+03	8,42E+02	0,00E+00	4,34E+04
Carbon monoxide	1,81E+02	4,75E+00	4,16E+01	3,78E+01	5,24E+00	0,00E+00	2,70E+02
Carbon monoxide, fossil	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,23E+02	2,23E+02
Dinitrogen monoxide	2,15E+00	5,65E-02	4,94E-01	4,50E-01	6,24E-02	0,00E+00	3,21E+00
Hydrocarbons, unspecified	4,73E+01	1,25E+00	1,09E+01	9,91E+00	1,37E+00	0,00E+00	7,07E+01
Methane	0,00E+00	0,00E+00	6,90E-04	3,17E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,01E-03
Methane, biogenic	4,75E+03	1,25E+02	1,09E+03	9,94E+02	1,38E+02	0,00E+00	7,10E+03
Methane, fossil	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,85E+01	7,85E+01
Nitrogen oxides	1,37E+04	3,60E+02	3,15E+03	2,87E+03	3,97E+02	5,30E+02	2,10E+04
NMVOC, non-methane volatile organic	0,00E+00	0,00E+00	2,23E-05	1,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,25E-05
Particulates, < 2.5 um	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,18E+01	4,18E+01
Particulates, SPM	3,47E+03	9,14E+01	7,99E+02	7,27E+02	1,01E+02	0,00E+00	5,19E+03
Particulates, unspecified	0,00E+00	0,00E+00	2,09E-05	9,61E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,05E-05
Soot	2,42E+01	6,38E-01	5,58E+00	5,08E+00	7,04E-01	0,00E+00	3,62E+01
Sulfur dioxide	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,79E+01	2,79E+01
Sulfur oxides	4,54E+03	1,19E+02	1,04E+03	9,50E+02	1,32E+02	0,00E+00	6,78E+03

Apéndice G. Perfiles Medioambientales



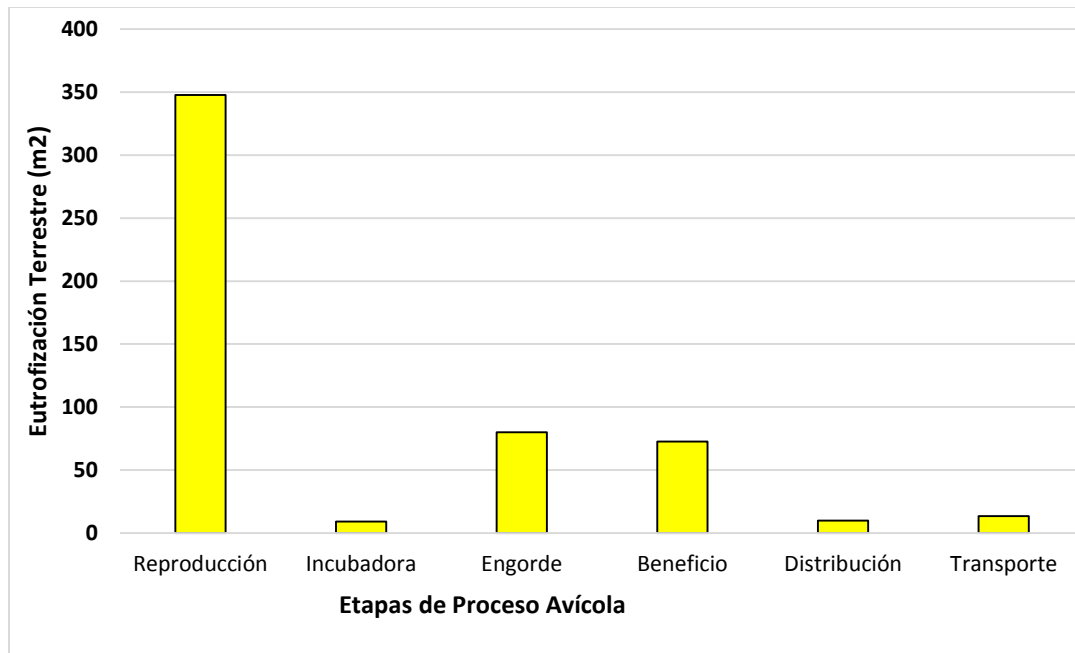
Perfil Medioambiental de la Formación Ozono (humana)

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



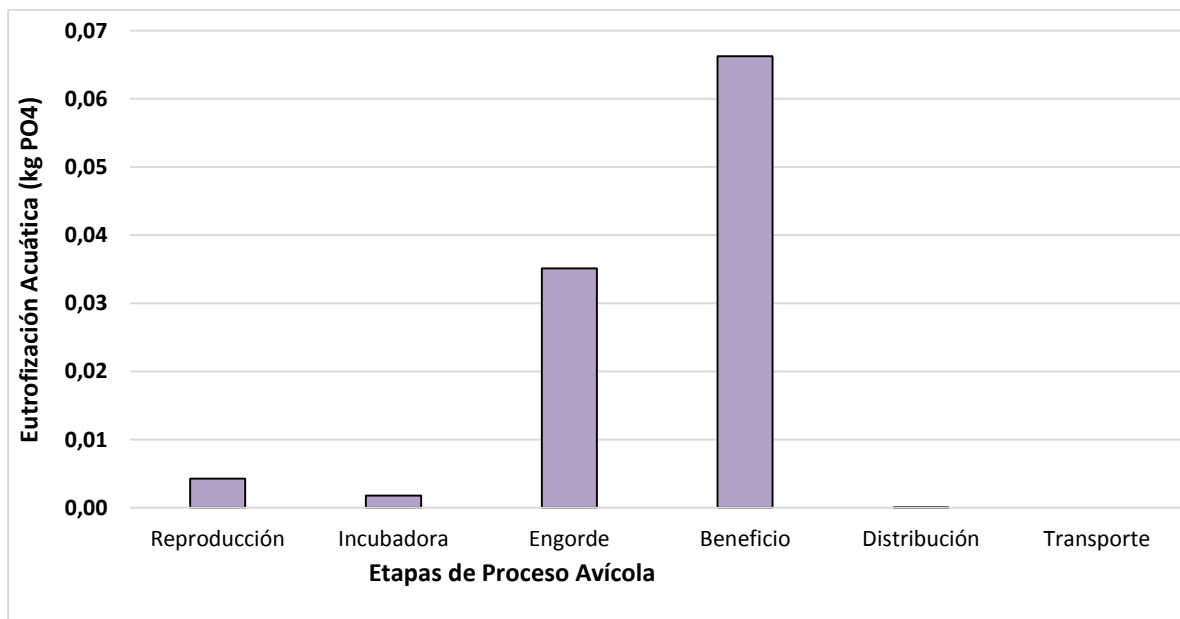
Perfil Medioambiental de la Acidificación

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



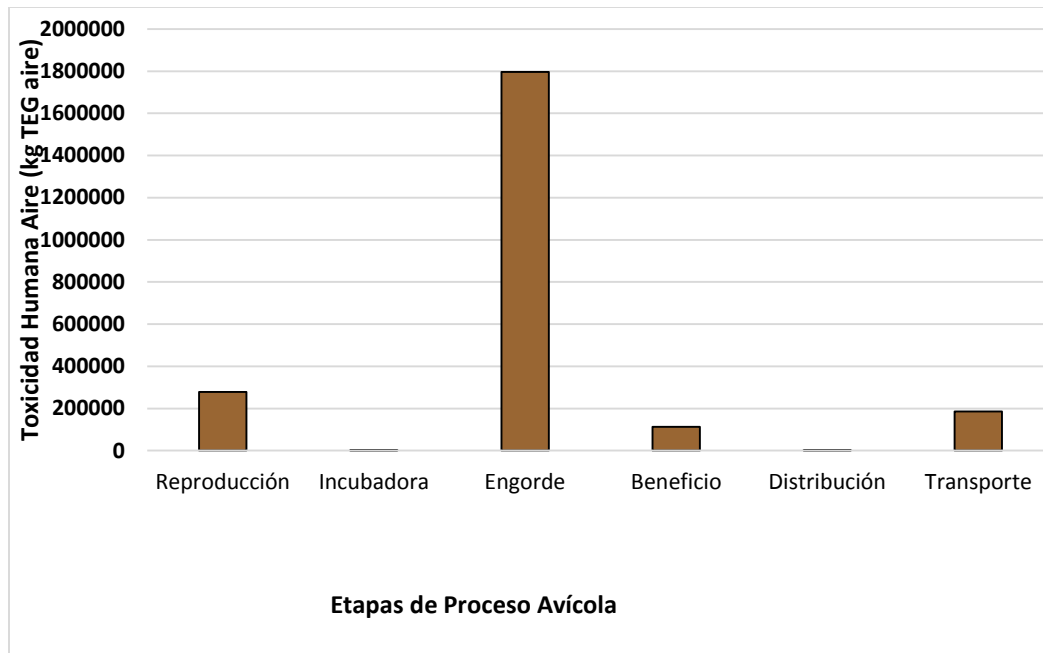
Perfil Medioambiental de la Eutrofización Terrestre.

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



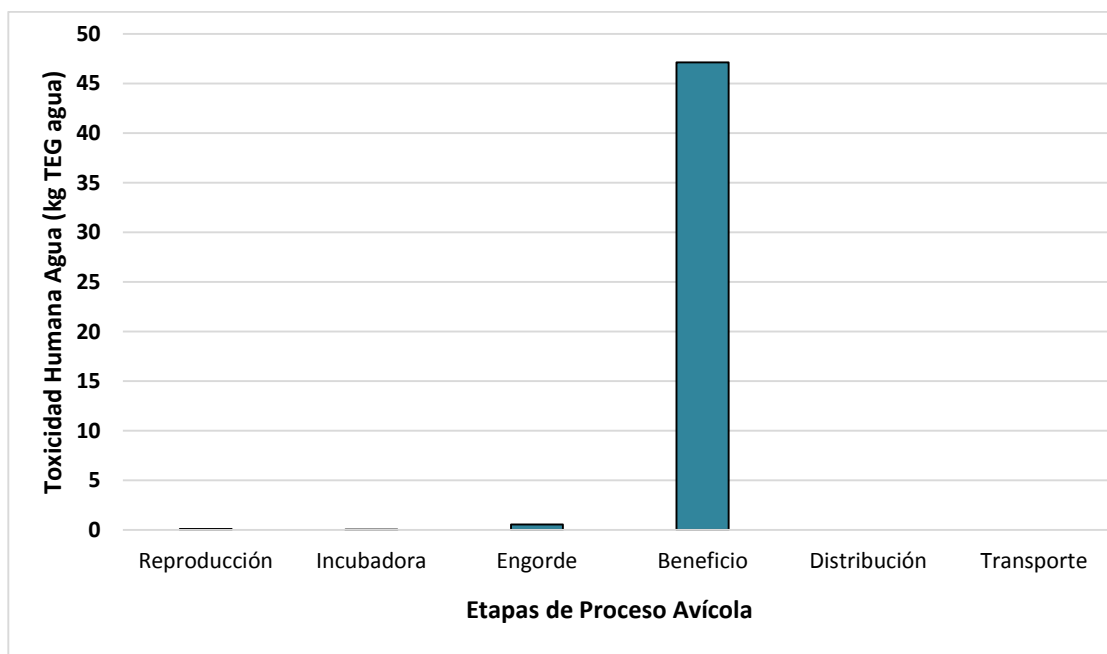
Perfil Medioambiental de la Eutrofización Acuática

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



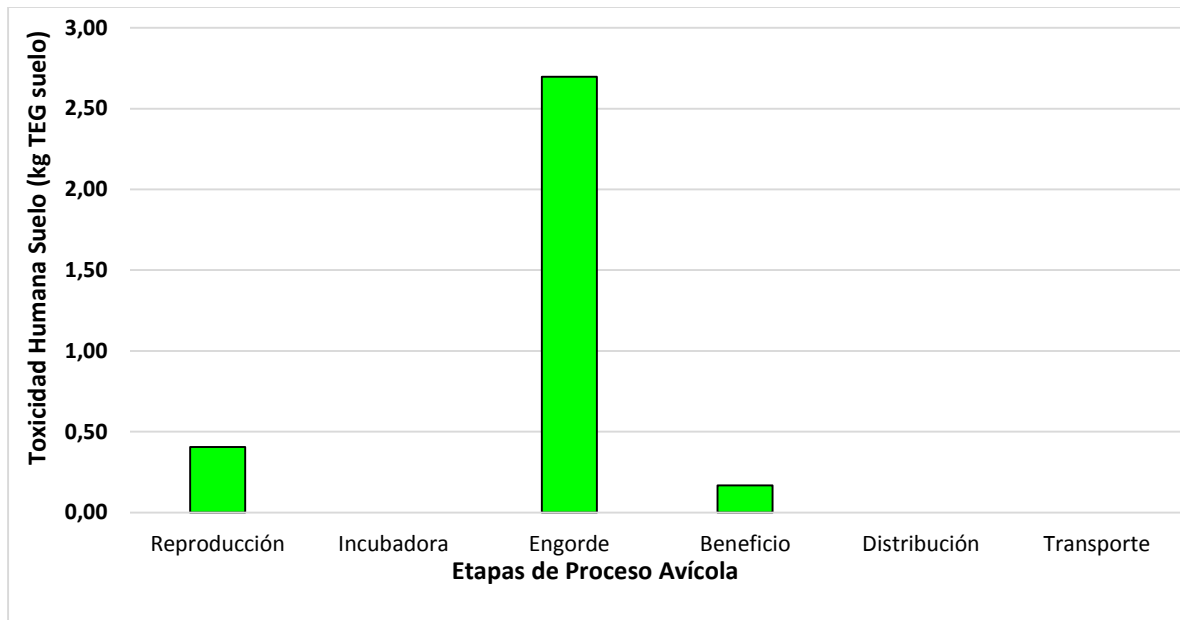
Perfil Medioambiental de la Toxicidad humana aire

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



Perfil Medioambiental de la Toxicidad humana agua

Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®



Perfil Medioambiental de la Toxicidad humana suelo
Fuente: Método EDIP 2003. Software SIMAPRO 7.1®