

Integración del diseño para la sostenibilidad en el manejo de logística de distribución de
cosmecéticos desde un enfoque de ciclo de vida

Leydy Paola Barrera Lemus

Tesis para optar por el título de Magíster en Innovación y Diseño

Director

José Miguel Higuera Marín
Doctor en Diseño

Codirector

José Gabriel López Ortíz
Magister en Ingeniería Química

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Diseño Industrial
Maestría en Innovación y Diseño
Bucaramanga
2023

Dedicatoria

Con profunda emoción en mi ser, doy gracias a Dios y a mi familia por ser mi fuente de inspiración y apoyo inquebrantable a lo largo de este viaje académico.

Agradecimientos

La Universidad Industrial de Santander, por brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación, así como por su constante respaldo académico.

La empresa Zumotecnología Zumotec S.A, por abrir sus puertas y permitirme llevar a cabo mi estudio en su organización. Su colaboración y apoyo fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

El profesor José Miguel, quien desempeñó un papel crucial en mi formación. Agradezco sus enseñanzas, su orientación, sus valiosas palabras de aliento y su constante apoyo a lo largo de esta travesía académica.

José Gabriel López, a quien reconozco como la inspiración que me motivó a la realización de esta investigación. Su influencia fue fundamental en el inicio de este camino.

Contenido

Introducción	15
1. Definición del problema	17
2. Objetivos.....	19
2.1 Objetivo General.....	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3. Cuerpo del trabajo.....	20
3.1 Marco teórico	20
3.1.1 Diseño Para la Sostenibilidad	20
3.1.2 Análisis de Ciclo de vida del producto.....	21
3.1.3 Software Utilizado en la Evaluación de Impactos de Ciclo de Vida	27
3.1.4 Métodos de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida	29
3.1.5 Requisitos Legales.....	29
3.1.6 Ecodiseño	30
3.1.7 Logística.	31
3.1.8 Cosmecética.....	32
3.1.9 Impactos ambientales.....	32
3.1.10 Product Life Cycle Of Management (PLM)	34
3.1.11 Flujo de Trabajo (WF).....	35
3.2 Marco referencial	36
4. Diseño Metodológico	41
5. Resultados	54
5.1 Información de la empresa.....	54

5.1.1 Ubicación.....	54
5.1.2 Reseña Histórica	54
5.1.3 Visión	54
5.1.4 Misión	55
5.1.5 Valores	55
5.1.6 Productos o servicios	55
5.1.7 Clientes.....	56
5.1.8 Actividad Económica de Zumotecnología Zumotec S.A	56
5.1.9 Gestión Ambiental en Zumotecnología Zumotec S.A	56
5.2 Flujo de procesos.....	58
5.2.1 Etapa Imaginación y Definición	58
5.2.2 Etapa de Realización	59
5.2.3 Etapa de comercialización.....	60
5.2.4 Uso y Soporte Técnico	61
5.2.5 Disposición Final	62
5.3 Análisis de PQRS	62
5.4 Datos relevantes para el análisis de ciclo de vida.....	65
5.4.1 Gastos energéticos.....	65
5.4.2 Análisis de agua.....	68
5.5 Límites del sistema	70
5.5.1. Límites del sistema y procesos excluidos.....	70
5.5.2 Suposiciones y limitaciones	71
5.6 Análisis general del ciclo de vida.....	73
5.6.1 LCA Enjuague de clorhexidina	73

5.6.2 LCA solución acuosa de clorhexidina	76
5.6.3 LCA solución etanólica de clorhexidina	80
5.6.4 LCA Jabón de clorhexidina.....	82
5.7 Flujo de trabajo	84
5.8 Planificación de producción	90
5.8.1 Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor)	91
5.8.2 kanban	101
5.8.2 Análisis Financiero	102
5.9 Diseño de Empaque.....	106
5.10 Planificación de distribución	110
5.10.1 Scope de la cadena de suministro.....	110
5.10.2 Nivel 3 SCOR Configuración de los procesos en Zumotec S.A.....	114
5.11 Planta de tratamiento de agua	117
5.12 Evaluación del nuevo modelo.....	120
5.12.1 Comparación de escenarios: escenario base y escenario aplicando el modelo propuesto.	126
6. Conclusiones.....	132
Referencias	136
Apéndices	142

Lista de Tablas

Tabla 1	Descripción Software ACV	28
Tabla 2	Resumen de Objetivos, Fases y Actividades	42
Tabla 3	Datos PQRS	63
Tabla 4	Gatos energéticos por cada etapa y cada presentación	65
Tabla 5	Gasto energético en proceso de devolución por producto neto	66
Tabla 6	Gasto energético en proceso de devolución por daño en etiqueta.....	67
Tabla 7	Gasto energético en proceso de devolución por derrame de producto.....	68
Tabla 8	Promedio de pH en el proceso de producción.....	69
Tabla 9	Procesos asociados al ciclo de vida y los principales equipos e insumos	72
Tabla 10	Descripción de Rol y Actividades	87
Tabla 11	Tack Time Producción cosmecéuticos.....	93
Tabla 12	Ahorro Devolución por Producto Neto	103
Tabla 13	Ahorro de Devolución por derrame	104
Tabla 14	Ahorro de devolución por etiqueta	105
Tabla 15	Ahorro total.....	105
Tabla 16	Descripción diagrama de hilos	112
Tabla 17	Descripción del proceso de lecho móvil, costos y materiales.....	119

Lista de Figuras

Figura 1	Etapas Análisis de Ciclo de Vida.....	23
Figura 2	Flujo de trabajo de los diagramas de actividades	36
Figura 3	Ubicación Zumotecnología Zumotec S.A.....	54
Figura 4	Flujo de procesos etapa de imaginación	59
Figura 5	Flujo de procesos etapa de definición	59
Figura 6	Flujo de procesos etapa de realización.....	60
Figura 7	Flujo de procesos etapa de comercialización	61
Figura 8	Flujo de procesos etapa de uso y soporte	62
Figura 9	Análisis de Pareto	64
Figura 10	Red de Contribución al Impacto Ambiental de Enjuague Bucal de Clorhexidina	74
Figura 11	Categorías de Impactos Ambientales de Enjuague Bucal de Clorhexidina.....	76
Figura 12	Red de Contribución al Impacto Ambiental de Solución Acuosa de Clorhexidina	78
Figura 13	Categorías de Impactos Ambientales de Solución Acuosa de Clorhexidina	79
Figura 14	Red de Contribución al Impacto Ambiental de Solución Etanólica de Clorhexidina	80
Figura 15	Categorías de Impactos Ambientales de Solución Etanólica de Clorhexidina	81
Figura 16	Red de Contribución al Impacto Ambiental de Jabón de Clorhexidina	82
Figura 17	Categorías de Impactos Ambientales de Jabón de Clorhexidina.....	83
Figura 18	Diagrama de desarrollo de nuevos productos.....	85
Figura 19	Flujo de procesos.....	86
Figura 20	Flujo de procesos de producción.....	92
Figura 21	Actual VSM Producción	96
Figura 22	VSM de producción nuevo	99
Figura 23	Características del diseño de los envases.....	107

Figura 24	Scope de la cadena de suministro de Zumotec S.A.....	111
Figura 25	Diagrama de hilos	111
Figura 26	Diagrama de hilos Zumotec S.A.....	112
Figura 27	Entradas y Salidas de procesos en desconexión.....	116
Figura 28	Red Clorhexidina Enjuague Bucal aplicando modelo	121
Figura 29	Clorhexidina Solución Etanólica de Clorhexidina aplicando modelo.....	123
Figura 30	Clorhexidina Solución Acuosa de Clorhexidina aplicando modelo.....	124
Figura 31	Clorhexidina Jabón de Clorhexidina aplicando modelo	125
Figura 32	Comparación Enjuague bucal de Clorhexidina	127
Figura 33	Comparación de Solución Etanólica de Clorhexidina	128
Figura 34	Comparación de Solución Acuosa de Clorhexidina	129
Figura 35	Comparación Jabón de Clorhexidina	131

Lista de Apéndices

Apéndice A procedencia de los datos que fueron ingresados al software para garantizar la precisión de los resultados obtenidos en el análisis de ciclo de vida.	142
Apéndice B Legislación Colombiana Usada en el Trabajo	144
Apéndice C Interfaz Jira Software.....	146
Apéndice D Dimensiones de empaque de 60 mL actual de la empresa	147
Apéndice E Compatibilidad de materiales	148
Apéndice F nuevo diseño de empaque	149
Apéndice G Capturas de pantalla de datos SimaPro	150

Resumen

Título: integración del diseño para la sostenibilidad en el manejo de logística de distribución de cosmecéuticos desde un enfoque de ciclo de vida *

Autor: Leydy Paola Barrera Lemus **

Palabras clave: ACV, DfS, cosmecéuticos, logística, SimaPro.

Descripción: Este trabajo se enfoca en la implementación de un modelo de Diseño para la Sostenibilidad en la logística de distribución de cosmecéuticos, con atención específica en el ciclo de vida del producto. El estudio se basa en el análisis de caso de estudio en la empresa ZUMOTEC S.A. En esta investigación se buscó comparar los resultados obtenidos en dos escenarios: (i) el escenario de línea base, que refleja la operación actual de la empresa, y (ii) el escenario en el cual se aplicó el modelo propuesto de Diseño para la Sostenibilidad. Los hallazgos del primer escenario señalaron que el transporte constituye el principal generador de impacto ambiental, seguido por el empaque primario, lo cual se atribuye a la falta de optimización en el sistema de distribución y al uso inadecuado de la disposición final. En contraste, el segundo escenario integra el modelo de Diseño para la Sostenibilidad, incorporando estrategias *de Lean Manufacturing*.

La metodología adoptada abarca enfoques tanto cuantitativos como cualitativos en un diseño experimental, abordando la recopilación y análisis de datos provenientes de encuestas, documentos técnicos y mediciones específicas. Los resultados comparativos de ambos escenarios revelan que la aplicación del modelo propuesto puede reducir en hasta un 39.1% la contribución negativa asociada al transporte. Adicionalmente, se evidencia una disminución de alrededor del 20% con relación a los impactos vinculados al uso de minerales, uso de tierra, acidificación y ecotoxicidad.

La integración de un modelo de Diseño para la Sostenibilidad, considerando estrategias *de Lean Manufacturing*, resulta en mejoras notables en eficiencia, calidad, aspectos ambientales y económicos a lo largo de las distintas fases evaluadas. Este estudio brinda una comprensión más clara en el ámbito del

diseño y la gestión logística de productos cosmecéuticos, subrayando la relevancia de la sostenibilidad en el contexto empresarial.

Abstract

Title: integration of design for sustainability in the management of distribution logistics of cosmeceuticals from a life cycle approach *

Author: Leydy Paola Barrera Lemus **

Key words: LCA, DfS, cosmecéuticos, logistics, SimaPro.

Description: His work focuses on the implementation of a Design for Sustainability model in the distribution logistics of cosmeceuticals, with specific attention to the product life cycle. The study is based on a case analysis of ZUMOTEC S.A. The research aimed to compare the results obtained in two scenarios: (i) the baseline scenario, reflecting the company's current operation, and (ii) the scenario in which the proposed Design for Sustainability model was applied. Findings from the first scenario indicated that transportation is the primary generator of environmental impact, followed by primary packaging, attributed to a lack of optimization in the distribution system and inappropriate end-of-life disposal. In contrast, the second scenario integrates the Design for Sustainability model, incorporating Lean Manufacturing strategies.

The methodology adopted involves both quantitative and qualitative approaches in an experimental design, encompassing data collection and analysis from surveys, technical documents, and specific measurements. Comparative results from both scenarios reveal that applying the proposed model can reduce negative contributions associated with transportation by up to 39.1%. Additionally, a decrease of around 20% is observed in relation to impacts linked to mineral use, land use, acidification, and ecotoxicity.

Integrating a Design for Sustainability model, considering Lean Manufacturing strategies, leads to notable improvements in efficiency, quality, environmental aspects, and economics across various evaluated phases. This study provides a clearer understanding in the field of design and logistics management of cosmeceutical products, emphasizing the relevance of sustainability in the business context.

Introducción

La industria farmacéutica en Colombia ha experimentado un crecimiento en los últimos años, superando el 7% de crecimiento anual compuesto en el período comprendido entre 2014 y 2018. Con un valor estimado en 14.5 billones de pesos, el mercado farmacéutico colombiano se ha posicionado como uno de los más pequeños a nivel mundial, pero con un potencial prometedor (Colombia productiva., 2018). Dentro de este sector, la industria de cosmeceúticos ha ganado relevancia, sin embargo, aún se enfrenta a problemáticas ambientales cuyo conocimiento científico es limitado, lo que dificulta la implementación de soluciones efectivas y contextualizadas.

Uno de los desafíos ambientales identificados en la industria cosmeceútica se relaciona con los impactos generados durante el proceso de logística de distribución. El diseño actual de este proceso presenta algunas deficiencias, como el subaprovechamiento del espacio en los vehículos de transporte, inadecuados materiales de empaque y embalaje, y la pérdida de energía debido al transporte del peso y volumen del material de empaque, sin aprovechar su potencial en el producto en sí (Sahota, 2014).

En este contexto, el uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se presenta como una herramienta recomendada para una gestión ambiental adecuada. El ACV permite identificar los impactos ambientales potenciales a lo largo de todas las etapas de desarrollo y disposición final de un producto, con el objetivo de optimizar su comportamiento ambiental desde las primeras etapas del proceso. Al considerar todas las etapas del ciclo de vida, el ACV permite comprender en qué momentos se generan los puntos críticos ambientales y su magnitud. Esto facilita la identificación de oportunidades de mejora específicas y descarta mejoras aparentes que no contribuyen positivamente a abordar el problema ambiental. Además, el ACV proporciona información de calidad para la toma de decisiones, tanto en términos de patrones de producción y consumo, como en la definición de políticas y estrategias de gestión ambiental.

En esta tesis, se propone desarrollar un modelo metodológico que integre las estrategias del Diseño para la Sostenibilidad (DfS) con el proceso de logística de distribución de cosmecéuticos en Zumotecnología Zumotec S.A. El objetivo es minimizar los impactos ambientales en esta fase, teniendo en cuenta las etapas del ciclo de vida y los elementos asociados al diseño industrial. Mediante la aplicación del ACV y la identificación de los puntos críticos ambientales, se buscará proponer mejoras específicas en el diseño y ejecución de los procesos logísticos, con el fin de optimizar la eficiencia y reducir el impacto ambiental de la empresa. Los resultados obtenidos contribuirán al conocimiento científico en el campo de la gestión ambiental en la industria cosmecéutica y ofrecerán recomendaciones prácticas para mejorar la sostenibilidad de los procesos logísticos en este sector.

1. Definición del problema

Las tendencias medioambientales presentan amenazas y vulnerabilidades, pero también ofrecen nuevas oportunidades de negocio en el ámbito de la economía verde, preservación del medio ambiente y desarrollo sostenible. Sin duda, las empresas que enfrenten y asimilen más pronto esta realidad será las que se mantengan competitivas en un mundo donde cambia constantemente, en donde factores como el cambio climático y la disminución de los recursos naturales, tales como el agua, darán forma a futuras pérdidas y ganancias y orientarán nuevos mercados (UNEP, 2013).

En los últimos años la gestión ambiental en las empresas se ha orientado al establecimiento de la optimización de prácticas productivas para lograr procesos eficientes que minimicen impactos ambientales (Uribe et al., 2001), la cual se realiza aplicando la norma Internacional NTC- ISO 14001. No obstante, la ONU recomienda desde 1994 que, “para discutir y valorar la gestión ambiental, se aplique el enfoque de gestión de ciclo de vida”. Desde entonces se tiene el enfoque que ofrece la denominada metodología Análisis de Ciclo de Vida (ACV), que se considera la única perspectiva que salvaguarda, en sentido estricto, la noción de sostenibilidad (Maciá, 2001)

En el caso específico de la empresa Zumotecnología Zumotec S.A, se observa la falta de cuantificación de los impactos ambientales en cada una de las etapas de los procesos, especialmente en la logística de productos de los cosmecéuticos.

Para la evaluación de los impactos ambientales potenciales se desarrollará, a partir del enfoque de ciclo de vida centrado en la atención de los aspectos de comercialización y distribución de la empresa enfocada principalmente en los productos cosmecéuticos, con el fin de orientar la toma de decisiones y proponer alternativas de mejoras en la gestión ambiental de la empresa Zumotec S. A.

En síntesis, el presente estudio se justifica en la medida en que el ciclo de vida y diseño para la sostenibilidad nos ayuda, como punto de partida, a establecer las bases para la gestión ambiental de la

empresa Zumotec S.A, con una visión orientada a la prevención de los efectos de contaminación, minimización de residuos, energía en transporte, rediseño de la logística de distribución e incluso rediseño de empaques.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar un modelo de Diseño Para la Sostenibilidad en la logística de distribución de cosmeceúticos desde un enfoque de ciclo de vida del producto, orientado a minimizar los impactos ambientales potenciales identificados en esta fase. Caso de estudio empresa cosmeceútica ZUMOTEC S.A

2.2 Objetivos Específicos

OB.1 Determinar los impactos ambientales que se generan durante la fase de logística de distribución de cosmeceúticos y cuáles están asociados al proceso de diseño.

OB.2 Determinar, a partir de la integración de las estrategias del Diseño Para la Sostenibilidad (DfS) con el proceso de logística de distribución, un modelo metodológico con el fin minimizar el impacto ambiental en esta fase, desde las etapas del ciclo de vida con elementos asociados al diseño industrial

OB.3 Validar el modelo de integración del DfS a través del software simapro del caso de estudio Zumotec S.A, con el propósito de intervenir oportunamente en el proceso de logística de distribución de cosmeceúticos.

3. Cuerpo del trabajo

3.1 Marco teórico

Para el siguiente marco teórico, será importante desarrollar la conceptualización de cada uno de los términos en relación con la temática principal de la investigación.

3.1.1 Diseño Para la Sostenibilidad.

El Diseño para la Sostenibilidad (DfS), tiene el potencial de mejorar el desempeño, la calidad del producto y las oportunidades de mercado (local y de exportación), al mismo tiempo que mejora el desempeño ambiental. En muchos países desarrollados, gracias al alto nivel de conciencia, los esfuerzos de DfS están vinculados a conceptos más amplios de relaciones entre productos y servicios, innovación de sistemas y otros esfuerzos basados en el ciclo de vida. Dada la conciencia limitada en las economías en desarrollo, se necesita asistencia técnica lo antes posible para introducir el concepto de DfS. (Clark, 2018).

El DfS aborda siete estrategias generales que cubren una amplia variedad de direcciones de mejora y en forma paralela las fases del ciclo de vida de productos, estas son:

- Selección de materiales de bajo impacto.
- Reducción de uso de materiales.
- Optimización de las técnicas de producción.
- Optimización del sistema de distribución
- Reducción de impacto durante el uso.
- Optimización de la vida útil inicial; y
- Optimización del sistema al final de la vida útil.

3.1.2 Análisis de Ciclo de vida del producto.

Un análisis del ciclo de vida del producto es un procedimiento que busca identificar, cuantificar y caracterizar los diversos efectos ambientales potenciales asociados con cada etapa del ciclo de vida de un producto (CNMP, 2001). Básicamente, se enfoca en rediseñar productos con la premisa de que los recursos energéticos y las materias primas no son inagotables y que en general su uso es más rápido y efectivo, a su vez, se busca reemplazar y crear nuevas alternativas sostenibles (Sauvé et al., 2016)

El ACV, es una herramienta fundamental en el contexto de la economía circular que busca evaluar de manera integral los impactos ambientales de un producto o sistema a lo largo de todas sus etapas, desde la extracción de materias primas hasta su disposición fina (Ellen Macarthur Foundation)

Algunos aspectos clave del Análisis de Ciclo de Vida según la Fundación Ellen MacArthur incluyen:

Visión holística: El ACV mira más allá de la etapa de producción de un producto e incluye aspectos como el transporte, el uso por parte del consumidor y la gestión de residuos. Esto proporciona una comprensión completa de los impactos ambientales.

Evaluación de impactos: El ACV no solo cuantifica el consumo de recursos, sino que también evalúa los impactos ambientales, como la emisión de gases de efecto invernadero, la acidificación, la eutrofización, entre otros.

Comparación de alternativas: Permite comparar diferentes opciones de diseño, materiales y sistemas para identificar cuál es más sostenible desde una perspectiva ambiental.

Identificación de puntos críticos: El ACV ayuda a identificar las etapas del ciclo de vida que contribuyen de manera significativa a los impactos ambientales, lo que guía a las empresas y diseñadores hacia áreas de mejora.

Toma de decisiones informada: Basado en la información del ACV, las organizaciones pueden tomar decisiones informadas para reducir los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de los productos.

Por otro lado, el ACV, es una herramienta que sirve para calcular de manera cuantitativa los impactos ambientales de un producto, proceso o sistema, a lo largo de un ciclo de vida delimitado previamente.

Esta herramienta ha sido utilizada en empresas como Coca-Cola desde 1969 para determinar cuál estrategia de envasado supone un menor consumo de recursos y una menor cantidad de emisiones. A partir de ahí, la herramienta cuenta con una metodología claramente definida dentro de una norma ISO, desarrollada en el año 1993. La norma ISO 14040: 2006 “Análisis del Ciclo de Vida, Principios y marco de referencia”, define un LCA como: “...una técnica para evaluar los aspectos y los impactos ambientales potenciales asociados con un producto, mediante: la recopilación en un inventario de las entradas y salidas pertinentes de un sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con esas entradas y salidas y la interpretación de los resultados de las fases de análisis del inventario y de evaluación del impacto con relación a los objetivos del estudio” .(ISO,2006)

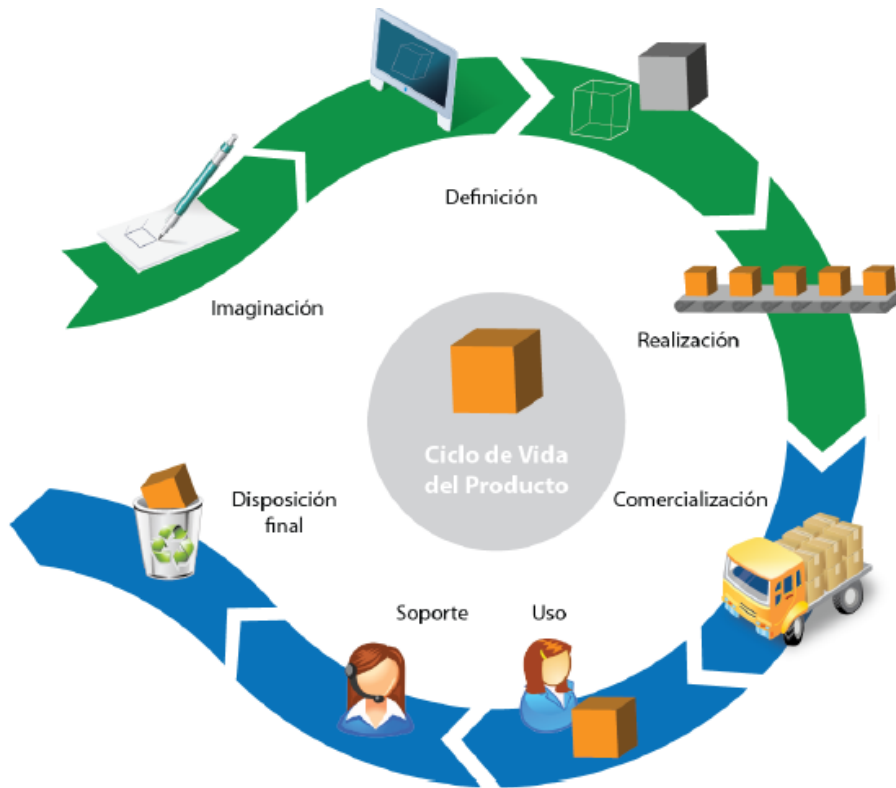
El ACV resulta clave en los procesos de ecodiseño ya que nos ayuda a conocer cuáles van a ser los aspectos ambientales y en qué etapas se evidencian. Esta información detallada muestra los aspectos más críticos y las debilidades ambientales del producto a lo largo de toda su historia, “de la cuna a la tumba”. El ACV tiene el fin de evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua), y emisiones ambientales ("salidas" al aire, agua y suelo), asociados con el sistema que se está evaluando.

De acuerdo con Stark (2005), este ciclo está dividido en 5 etapas (figura 1): la imaginación o Ideación, definición, realización, apoyo y disposición; y este ciclo se amplía con la etapa de comercialización

y disposición final, tal como es propuesto en Visualization Model for PLM (Modelo de Visualización de PLM), por Chiaber, Martínez y Bedolla (2012) las cuales se describen a continuación:

Figura 1

Etapas Análisis de Ciclo de Vida



Nota: Reproducida Análisis de Ciclo de Vida, de (Martínez, 2014)

3.1.2.1 Etapa uno: Imaginación Esta fase es crucial en el ciclo de vida de un producto, ya que en esta etapa se establecen los fundamentos y requerimientos esenciales para su desarrollo. Es importante considerar diversas fuentes de información, como clientes, usuarios y distribuidores, para comprender las necesidades y expectativas del mercado. Además, la gestión adecuada del proyecto, la obtención de *feedback* de todos los interesados y el diseño del producto de acuerdo con los requerimientos son aspectos fundamentales para el éxito del proceso. Al iniciar con una sólida conceptualización y la definición clara de

las propiedades preliminares del producto, se sientan las bases para avanzar con confianza hacia las siguientes etapas del ciclo de vida del producto. La identificación de oportunidades y la viabilidad de soluciones son factores clave que permiten desarrollar productos que realmente satisfagan las necesidades del mercado y, al mismo tiempo, contribuyan a la competitividad y el éxito de la empresa.

3.1.2.2 Etapa dos: Definición En esta fase del proceso, se da paso a la estructuración del producto, llevando los bocetos iniciales a modelos más detallados. Se realiza el diseño del producto con precisión, definiendo aspectos como geometría, dimensiones, especificaciones técnicas, materiales, procesos productivos, entre otros. Además, se crean prototipos para realizar pruebas de validación. En esta etapa se encuentra el diseño del producto, la gestión de la configuración y *Testing* (Higuera,2014).

Diseño de Producto: Se define con precisión la forma y se realiza el diseño del producto a detalle, en el cual se determina: geometría y dimensiones, especificaciones técnicas, modo de ensamble, materiales, tolerancias, procesos productivos, herramientas requeridas, restricciones ergonómicas y ambientales, piezas a fabricar y piezas a comprar, tecnología, acabados, entre otros; para obtener un listado de todas las especificaciones del producto. Se realizan los prototipos y maquetas necesarias para testing (Higuera,2014).

La gestión de la configuración: juega un papel importante, ya que se encarga de mantener la integridad del producto y controlar los cambios de acuerdo con los requerimientos. Esto permite desarrollar el producto de acuerdo con los deseos de los interesados (Higuera,2014).

El testing o validación: se realiza utilizando los prototipos y modelos para asegurarse de que el diseño cumpla con todos los requerimientos establecidos. Se llevan a cabo pruebas en condiciones cercanas a la realidad y se analizan los resultados obtenidos (Higuera,2014).

En esta etapa, también se realizan valoraciones de calidad y usabilidad del producto. Cabe destacar que el testing se ha llevado a cabo desde las primeras etapas del ciclo de vida, enfocándose principalmente

en la interacción con el usuario. En esta fase, se orienta de manera más rigurosa tanto al usuario como al producto.

3.1.2.3 Etapa tres: Realización En la etapa de realización del proceso, se busca alcanzar diversos objetivos clave para el éxito del proyecto. En primer lugar, se enfoca en la reducción de costos de fabricación a través de la optimización de recursos y la eliminación de desperdicios y retrabajos innecesarios. Asimismo, se busca lograr una calidad adecuada de manera rápida y eficiente, obteniendo versiones funcionales del producto en el menor tiempo posible. Es fundamental garantizar un ambiente de trabajo adecuado para el equipo, teniendo en cuenta aspectos como el diseño de estaciones de trabajo, la ergonomía del proceso y condiciones ambientales.

La etapa de realización también implica completar el análisis, diseño, desarrollo y pruebas de toda la funcionalidad requerida del producto, asegurándose de que esté listo para su transición a los usuarios finales, incluyendo el desarrollo del sistema de empaque y protección para su transporte. Se busca lograr un flujo de trabajo paralelo y coordinado entre los equipos de diseño e ingeniería, lo que acelera las actividades de producción y requiere una gestión efectiva de recursos y flujos de trabajo.

En esta fase, se implementan sistemas de gestión de recursos y control de procesos para garantizar la eficiencia y calidad en la producción. Se lleva a cabo el desarrollo, fabricación y prueba del componente completo, evaluándolo en función de los criterios de aceptación de los requisitos. La calidad del producto es fundamental, tanto en términos de cumplir con los requisitos establecidos (verificación) como de satisfacer las expectativas de los usuarios durante su uso en el contexto previsto (validación).

3.1.2.4 Etapa cuatro: En la etapa de comercialización, se abordan estrategias de distribución y medios de transporte para llevar el producto terminado desde la fábrica hasta el cliente. Es esencial considerar todas las variables involucradas, ya que existen diversas opciones de transporte y su elección depende del enfoque de distribución adoptado por la organización.

Para garantizar el éxito en la comercialización, se deben implementar medios logísticos que aseguren la entrega óptima del producto a los usuarios finales, cumpliendo con los objetivos de diseño establecidos.

El proceso de comercialización se destaca por la evaluación de múltiples ideas para seleccionar las más sostenibles a largo plazo. Es una etapa con metas e hitos claves propios dentro del ciclo de vida del producto. La participación de los principales interesados, incluyendo a los clientes, es fundamental para el éxito de esta fase.

3.1.2.5 Etapa cinco: Soporte / uso. Esta fase abarca dos perspectivas importantes: la del usuario y la de la empresa fabricante. Desde la perspectiva del usuario, esta fase se inicia con el uso del producto y se extiende hasta el final de su vida útil. Por otro lado, desde el punto de vista de la empresa, esta etapa marca el inicio de los servicios de soporte y mantenimiento del producto.

El uso del producto por parte del usuario abarca desde el momento en que comienza a utilizarlo hasta que decide dejar de hacerlo, ya sea porque lo desecha o porque ha alcanzado el final de su vida útil. Durante este período, los usuarios experimentan directamente el producto y pueden proporcionar valiosos comentarios e información sobre su rendimiento y satisfacción. El avance de las tecnologías, como la telefonía móvil, la identificación por radiofrecuencia (RFID) y la Web, ha permitido a las empresas interactuar directamente con los clientes mientras utilizan el producto. Esto facilita la obtención de retroalimentación en tiempo real, que es mucho más valiosa que completar un formulario de encuesta cuando el producto ya no está en uso.

Desde la perspectiva de la empresa fabricante, la fase de uso y soporte implica llevar a cabo una serie de actividades para mantener el valor del producto. Estas actividades incluyen instalación, reparación, entrenamiento, soporte técnico, revisión y control, sustitución de piezas, suministro de recambios y ajustes necesarios. La complejidad de los esfuerzos de soporte puede variar según el tipo de producto, desde servicios sencillos hasta soluciones extremadamente complejas.

3.1.2.5 Etapa seis: Disposición Final La fase de Uso/Soporte marca el final del ciclo de vida del producto y presenta tres escenarios distintos: reciclaje, desecho o reutilización. Los impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida del producto deben ser considerados de manera integrada. Los factores clave incluyen el consumo de recursos (como agua y recursos no renovables) y energía en cada fase del ciclo de vida, así como la generación de subproductos (como aguas residuales, calor, emisiones y residuos). Además, se deben tener en cuenta factores como el ruido, la vibración, la radiación y los campos electromagnéticos. En esta etapa, se puede evaluar el impacto ambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida y estimar su impacto en la salud humana (Martínez, 2014)

Es importante realizar evaluaciones de la interacción entre el usuario y el producto para mejorar continuamente los productos, afinar su funcionalidad y usabilidad. Los objetivos principales de la fase de Uso/Soporte son proporcionar a los usuarios las herramientas necesarias para el buen funcionamiento del producto, evaluar la interacción entre el usuario y el producto para realizar ajustes en las nuevas versiones del producto y monitorear el crecimiento del producto en el mercado para asegurar que satisfaga las necesidades y deseos de los usuarios finales. (Martínez, 2014)

3.1.3 Software Utilizado en la Evaluación de Impactos de Ciclo de Vida

SimaPro (PRé consultants), con más de mil usuarios en 8º países, es el software de ACV más exitoso en el mundo (fanta), pero existe una amplia variedad de software entre los que se incluyen GaBi (IPK), LCAiT (Chalmrtd), Umberto (IFEU), TEAM (ecobilan group), entre otros.

En la tabla 1, se presentan las principales herramientas utilizadas en el análisis de ACV

Tabla 1
Descripción Software ACV

Software	Compañía	País	Observación	URL
Gabi	<i>Stuttgart University</i>	Alemania	Ofrece una amplia base de datos de inventarios y diferentes metodologías de impacto ambiental para realizar análisis detallados.	www.gabu-software.com
Simapro	<i>Pré-consultants</i>	Holanda	Herramienta líder en el análisis de ciclo de vida con una interfaz gráfica de usuario amigable. Cuenta con una base de datos de inventarios completa y permite evaluar todo el ciclo de vida de un producto o sistema	www.pre.nl
Boustead	<i>Boustead Consulting</i>	Reino Unido	Software especializado en el análisis de ciclo de vida aplicado a la industria química y de procesos. Ofrece herramientas específicas para la evaluación de procesos químicos y sus impactos ambientales.	www.boustead-consulting.co.uk
LCAit	<i>Chalmers Industriteink</i>	Suecia	Software de análisis de ciclo de vida basado en la nube, lo que permite un acceso fácil y remoto a la herramienta. Ofrece una interfaz simple y funcionalidades básicas para realizar evaluaciones de sostenibilidad.	www.ekplogik.cit.chalmers.se
Euklid	<i>Fraunhofer-Institut</i>	Alemania	Software enfocado en la evaluación del ciclo de vida de sistemas de energía y tecnologías renovables. Proporciona herramientas específicas para analizar la	www.ivv.fhg.de

				sostenibilidad de proyectos energéticos	
KCL ECO	<i>Finish Pulp and Paper Research Institute</i>	Filandia		Software desarrollado por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Kaiserslautern en Alemania. Se centra en la evaluación de la sostenibilidad de procesos industriales y productos químicos	www.kel/fi/eco/
WISARD	<i>Price Waterhouse Coopers</i>	Francia		Es una herramienta utilizada principalmente para el análisis de la eficiencia energética y la huella de carbono de edificios y sistemas de construcción.	www.pwcglobal.com
Umberto	<i>Ifeu – institut</i>	Alemania		Software de análisis de ciclo de vida que se utiliza para evaluar la sostenibilidad y la eficiencia de procesos industriales y sistemas complejos.	www.ifeu.de/umberto.htm
TEAM	<i>Ecobilan</i>	Francia		Incluye más de 500 módulos de diferentes sectores	www.pwcglobal.com

3.1.4 Métodos de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida

En el ACV se utilizan varios métodos de evaluación de ICV; cada evaluación incluye diferentes categorías de impacto y metodologías para su evaluación. Dentro de los principales métodos que se utilizan son: CML 1992, eco- indicador 99, IMPACT 2002+, etc.

3.1.5 Requisitos Legales

En este trabajo se ha tenido en consideración la legislación colombiana, como se muestra en el Apéndice B, donde se detallan los requisitos legales pertinentes para el estudio presentado.

3.1.6 Ecodiseño

El ecodiseño es una metodología que orienta sus propósitos hacia la minimización de los impactos ambientales asociados al desarrollo de un producto a lo largo del ciclo de vida (Rizo y Navarro,2003).

Según la Fundación Ellen MacArthur promueve el concepto de ecodiseño como parte integral de su enfoque en la economía circular. El ecodiseño se basa en la idea de crear productos y sistemas teniendo en cuenta consideraciones ambientales durante todas las etapas de su ciclo de vida. Además, la fundación enfatiza la importancia de este enfoque, ya que el diseño de productos puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad y en la transición hacia una economía circular.

Los problemas ambientales generados por el desarrollo empresarial, las practicas productivas, asociadas a los patrones de consumo, y la rápida globalización, obligaron a tomar conciencia con respecto al deterioro ambiental generalizado en el planeta. En términos generales, las grandes, medianas y pequeñas empresas hacen esfuerzos por desarrollar productos de la mano del ecodiseño o DfS, basado en la innovación de productos y la sostenibilidad de los mismo. (Rizo y Navarro,2003).

Innovación y sostenibilidad están estrechamente vinculadas; la sostenibilidad se basa en el bienestar futuro, y la innovación en el desarrollo de nuevos productos y servicios, que se articulan con ese futuro solo si generan valor.

El modelo de sostenibilidad se basa en tres elementos relacionados, personas, planeta y ganancia, para ser sostenible la innovación del producto debe cumplir con una serie de retos vinculados con los tres elementos anteriores desde lo ambiental, social y económico, articulando las expectativas sociales y la distribución equitativa de valor en la cadena global de valor intra e intergeneracional mente, y la innovación, que debe trabajar dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas (Crul y Diehl, 2008).

En el año 1998 el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD), acordó una agenda con siete planes de acción, reformas tendientes para conseguir el Desarrollo Sostenible, dentro de estos planes

resalta el siguiente: Desarrollar productos y servicios ecoeficientes, dado que no se refiere a una política en particular (como los otros planes), sino a una acción orientada específicamente al campo del ecodiseño y del direccionamiento hacia el ciclo de vida de los productos.

El termino ecoeficiente, se puede definir como el valor del producto o servicio sobre el impacto ambiental producido a lo largo del ciclo de vida, claramente podemos observar la estrecha relación entre los conceptos de ecodiseño y ecoeficiencia.

Braungart y McDonough, 2005, afirman que la medida de reducir el impacto sobre el medio ambiente provoca una ralentización de este, pero más rápido o más despacio se llega al mismo final, la propuesta de estos autores es que estos impactos se aborden desde el principio. es decir que, desde el diseño y concepción del producto, se tenga presente el balance de gastos energéticos, de tal forma que dependiendo del abordaje del problema este balance pueda tener incluso valores positivos.

El resultado de la implementación del ecodiseño depende de la forma como se siga, al igual que cualquier proceso, depende de la definición de las actividades a realizar, y la asignación de tiempo y recursos para garantizar la efectividad de esta.

El ecodiseño en sí no difiere en gran medida del modelo sistémico de productos, sino que se complementa y adapta en aspectos ambientales (Rizo y Navarro, 2003), pero sí requiere de cambios en la dirección y compromiso de las empresas, desde la oferta de servicios, hasta la logística, proveeduría de materias primas y acompañamiento de socios con mejores alternativas medioambientales.

3.1.7 Logística.

Este concepto básicamente hace referencia a un proceso y un marco que requiere crear un plan único para el flujo de productos e información a través de una idea de negocio. Christopher (1992), en su libro sobre *logistics & supply chain management* enmarca que la definición más acertada para definir a la logística se encuentra de la siguiente forma: “La logística es aquella gestión de las relaciones ascendentes

y descendentes con proveedores y clientes para ofrecer un valor superior al cliente a un menor costo para la cadena de suministro en su conjunto” (Christopher, 1992).

3.1.8 Cosmecética.

Según Kligman (2000), un cosmecético es un producto cosmético cuyos ingredientes activos están destinados a tener un efecto fisiológico beneficioso, lo que resulta en un mejor proceso farmacológico que un cosmético inactivo. Por lo tanto, los cosmecéticos han sido un complemento útil para los medicamentos recetados y los procedimientos de oficina.

3.1.9 Impactos ambientales.

Una cadena de distribución sostenible es aquella que proporciona productos y servicios que satisfacen a los clientes mientras se esfuerza por tener el menor impacto posible en el medio ambiente e implementa prácticas socialmente responsables. El cambio climático es una de las mayores amenazas del siglo XXI y, como tal, preocupa a las empresas y al público. Es por ello por lo que las empresas buscan soluciones que minimicen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera en todas sus operaciones (por ejemplo, fomentando la logística verde) (Remacha, 2017).

Según Pineda, Guerrero y Romero, (2007), las principales normativas de gestión ambiental que son fundamentales para garantizar una adecuada protección y conservación del medio ambiente son:

La resolución 1561 de 2019 donde se establecen los términos de referencia para que las empresas e instituciones establezcan estudios para determinar su impacto ambiental, así mismo, es importante la transmisión de licencias ambientales necesarias para generar proyectos de explotación para los materiales de construcción y explotación ambiental.

La resolución 2210 de 2018, en donde se reglamenta el uso necesario del sello minero ambiental para generar una naturaleza voluntaria en Colombia. La resolución de 1447 de 2018, en el cual se

reglamenta la importancia de crear un monitoreo, reporte y verificación de las acciones que derivan de las mitigaciones y reducciones a nivel nacional de las emisiones de gases invernadero.

La ley 1931 de 2018, la cual define las directrices necesarias para conocer la gestión del cambio climático. La ley de 1844 de 2017, la cual se adapta al acuerdo de Paris del convenio del marco de las Naciones unidas, frente al cambio climático.

Es importante señalar la norma ISO 14001 versión 2015 la cual contribuye a la sostenibilidad, y la ISO 9001 y el ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA). Principalmente la norma ISO 14001 compone los estándares necesarios para que las industrias se adapten a un sistema de Gestión ambiental de forma eficiente generando un cambio ecológico dentro de sus procesos. Además, desde su nueva versión (2015), se precisa en la importancia de que la empresa planifique, revise y mejore sus actividades en pro del valor agregado en la cadena logística. (ISO,2015)

Por otro lado, la ISO 9001 y el ciclo PHVA, componen un desafío para la competitividad, en donde enmarca la importancia de que las organizaciones desarrollen sus actividades enfocadas. (ISO, 2015)

Además, esta se esfuerza por minimizar los impactos ambientales y sociales negativos en todas las etapas, desde la fabricación de un producto, pasando por el almacenamiento, hasta la entrega al cliente. Esto requiere la articulación de todos los actores que intervienen en la cadena de suministro, desde los proveedores de materias primas, embalajes y envases hasta los transportistas encargados de la distribución de los pedidos. Todos deben sincronizar sus esfuerzos, impulsando acciones concretas como el uso de materias primas de origen sostenible y la racionalización de los recursos utilizados.

A continuación, será importante hablar de aquellas normativas Sanitarias y Sostenibles existentes en Colombia, incluyendo las normas ISO como principal referente de la sostenibilidad empresarial en las industrias.

Colombia en la actualidad mantiene diferentes normativas encaminadas a la gestión ambiental. Las principales entidades y organismos ambientales que emiten y regulan cada una de estas normativas ambientales son: el Congreso de la República, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, incluyendo las secretarías de cada ciudad y municipio, y la en el mejoramiento del ciclo de vida del producto. Para (Salazar et., al, 2020), esta norma, junto con el ciclo de vida, crean una herramienta que además de ser relativamente fácil en su aplicación, mejoran los procesos básicos de un sistema industrial mediante el ciclo PHVA.

3.1.10 Economía circular

La economía circular, es un concepto económico y ambiental que se basa en la idea de eliminar el concepto de "fin de vida" de los productos y materiales. En lugar de desecharlos, la economía circular promueve la regeneración, la reutilización, la reparación y el reciclaje de los recursos y productos.

Según la fundación Ellen MacArthur La economía circular se basa en tres principios clave:

Diseño regenerativo: Esto implica la creación de productos y sistemas que permiten la regeneración de los recursos naturales. El diseño busca reducir al mínimo el desperdicio y maximizar la vida útil de los productos y materiales.

Cierre de ciclos: La economía circular busca cerrar los ciclos de materiales, lo que significa que los productos y materiales al final de su vida útil se convierten en recursos para la producción de nuevos productos, en lugar de convertirse en residuos.

Colaboración: Fomenta la colaboración entre diferentes partes interesadas, como empresas, gobiernos y la sociedad civil, para rediseñar sistemas y procesos con un enfoque sostenible

3.1.11 *Product Life Cycle Of Management (PLM)*

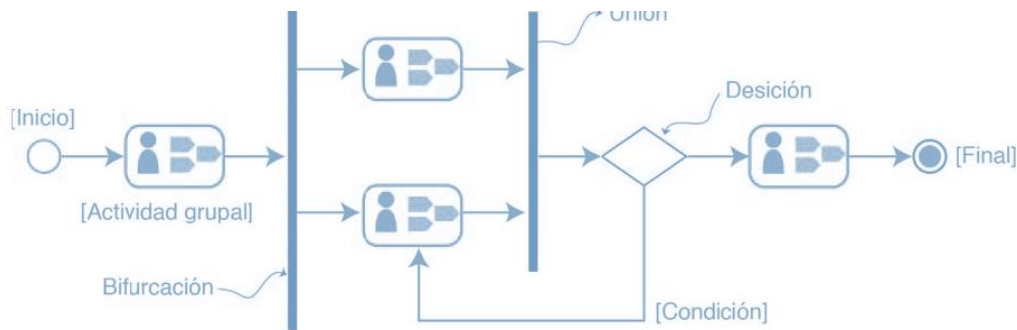
El PLM es la una actividad de administrar eficazmente los productos de una compañía a lo largo de su ciclo de vida desde la cuna hasta la tumba (Stark, 2006), del mismo modo Pro dintec describe a PLM como las soluciones informáticas de ayuda a la gestión del producto, desde su fase inicial de definición estratégica de producto, pasando por el diseño de concepto, el diseño de detalle, la ingeniería de producto, y la producción hasta su comercialización y posterior mantenimiento (Stark, 2006)

Para implementar PLM dentro de una organización, es imprescindible comunicar y desarrollar una visión clara hacia donde se quiere llegar para luego definir una estrategia de cómo volverla realidad, de ahí que, quienes participan dentro de la organización, deben entender muy bien cómo funciona el ciclo de vida del producto, sus actividades y procesos y así poder utilizar un sistema de información efectivo durante el entero ciclo de vida del producto.

3.1.12 *Flujo de Trabajo (WF)*

Un *workflow* (WF), se define como “El estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas” (Stark, 2006)

El diagrama de actividades *Unified Modeling Language* (UML), sirve para representar el flujo de trabajo y expresarlo como un diagrama de secuencia. Para detallar cada conjunto de actividades del flujo de trabajo se realizan Diagramas de Descomposición. (Ver figura 2)

Figura 2*Flujo de trabajo de los diagramas de actividades*

Nota: Reproducida de Flujo de Trabajo, de (Martínez, 2014)

3.2 Marco referencial

En los procesos actuales de consumo y producción empresarial diferentes autores han considerado la era de la globalización como un momento de la historia que es insostenible en su máxima expresión (CEPAL, 2002). El rápido proceso de globalización y liberalización comercial, con la ayuda de los avances en la tecnología de la comunicación, ha cambiado la cara del sector privado en casi todos los países, como consecuencia, se ha generado una nueva tendencia por la sostenibilidad empresarial en cada uno de los procesos industriales, en especial de las fábricas de manufactura y farmacéutica.

Esta tendencia de despertar sostenible que comenzó a principios del siglo XXI ha ido en aumento en los últimos años, en todo el mundo, debido a los efectos directos del cambio climático (Azapagic, 2004). Por ende, encontramos la tendencia donde los consumidores, hoy, buscan productos y servicios sostenibles. A esto se agrega el hecho de que la mayoría de los países del mundo se vieron afectados por la pandemia del Covid-19. La crisis actual provocada por esta enfermedad viral podría ser un punto de inflexión para la inversión verde, lo que podría ser una gran oportunidad para muchas empresas.

Teniendo en cuenta el consumo masivo y la adopción de prácticas ambientales en industrias manufactureras, se ha implementado la norma ISO 14040 que hace referencia al análisis de ciclo de vida, principios y marco de referencia. (ISO,2006)

Los primeros estudios enfocados sobre algunas etapas del ciclo de vida de ciertos productos se remontan hacia fines de la década de los años 60 y principios de los 70. Esos estudios pusieron el énfasis en el análisis de la eficiencia, en el consumo de la energía y sus fuentes, el consumo de materias primas y, en menor medida, en la disposición final de los residuos generados. (Valverde, 2012)

En 1969 la Coca Cola estadounidense financió un estudio destinado a relacionar y comparar el consumo de recursos para fabricar los envases para sus bebidas con las emisiones asociadas a los procesos productivos correspondientes. Esta evaluación concluyó que los envases plásticos eran una excelente solución, debido a que una botella de plástico consumía menos materias primas que una botella de vidrio. A este trabajo se le denominó “Análisis del Perfil Ambiental y de Recursos” (en inglés, *Resources and Environmental Profile Analysis*, REPA). Desde entonces se empezó a denominar REPA a la metodología para cuantificar los recursos y las descargas ambientales de los productos de un proceso (Valverde, 2012).

Isaac Gatt y Pablo Refalo, realizan un estudio ACV de los impactos ambientales resultantes del reciclaje y reutilización de envases cosméticos de plástico, se tuvo en cuenta tres categorías de impacto ambiental: consumo energético, emisión de gases de efecto invernadero y desechos sólidos. Para la evaluación implementaron el software SimaPro. Los resultados del caso fueron que el proceso de reutilización tiene menor impacto ambiental, incluso los beneficios serían mínimos si se decide realizar cualquier mejora de los envases reciclables.

Otro caso de estudio de ACV en la industria farmacéutica, muestra que los mayores impactos ambientales en el proceso de producción se encuentran en tres aspectos consumo energético, residuos sólidos y ecotoxicidad del agua dulce. (Güneş & Şengül, 2022).

En el año 2019 la empresa L'Oréal desarrolla una investigación basada en el ACV teniendo en cuenta cuestiones relacionadas con la calidad ambiental, la salud humana y el agotamiento de recursos, alineados con los indicadores ambientales sugeridos por la huella ambiental del producto europeo (PEF). Los resultados muestran una clara dispersión, con varias categorías de impacto, como el Cambio Climático y el Material Particulado, que resultan significativamente más críticas que otras, lo que demuestra la utilidad de los valores sugeridos. (Vargas, et al., 2019).

En 2021 se realizó un ACV relativo a los procesos de fabricación de productos farmacéuticos, en donde se evaluó el impacto ambiental de los procesos industriales destinados a la fabricación de ingredientes activos de tabletas. El ACV se realizó en cada paso de la producción de las tabletas (es decir, la granulación, humedad, secado y compactación). Los resultados mostraron que independientemente de la formulación del excipiente, los impactos ambientales estaban regidos por el consumo de energía, especialmente en el proceso de secado. (Wang, et al., 2021).

En el artículo “Mejora de la cadena productiva con ACV y ecodiseño: aplicación a cosméticos” realizan una comparación de materiales para el empaque de productos cosméticos utilizando la metodología de ACV de la cuna a la puerta. El reemplazo de productos petroquímicos vírgenes por rellenos minerales ayudó a reducir los impactos ambientales en un promedio del 12 % y el uso de plástico reciclado posconsumo redujo aún más las emisiones hasta en un 29 % para 6 de las 9 categorías de impacto evaluadas. La opción con mejor desempeño ambiental fue también la de menores costos económicos. Según las empresas involucradas, el ACV combinado con el ecodiseño ayudó a lograr ahorros ambientales y económicos eficientes. Los hallazgos son importantes para el sector de los envases de plástico porque abordan preocupaciones primordiales, como los desechos plásticos, el cambio climático y el agotamiento de los recursos. (Civancik, et al., 2019).

Según la Fundación Ellen Macarthur, en el año 2021, dos de cada tres empresas firmantes del sector cosmético tomaron medidas para reducir el uso de envases de plástico virgen, incrementando la proporción de plástico reciclado posconsumo (PCR) en comparación con el año 2018. En ese período, la cantidad de envases de plástico virgen disminuyó en un 10%. No obstante, es importante señalar que esta reducción no se mantuvo constante en el tiempo. Entre los años 2020 y 2021, el sector experimentó un aumento del 1.9% en el uso de plástico virgen, lo cual fue impulsado en parte por un signatario cuyo crecimiento en la utilización de envases de plástico superó el progreso en la implementación de contenido reciclado posconsumo.

A pesar de los esfuerzos de empresas como Natura, L'Oréal y L'Occitane Group, que han tomado medidas para mejorar la reciclabilidad de los envases y reducir el uso de materiales químicos, el panorama general revela que el 62% de los envases de plástico utilizados por las empresas firmantes del sector cosmético aún no son reciclables.

Por otro lado, es evidente que durante años la función de la logística ha sido considerada como una actividad de rutina meramente operativa y necesaria para lograr que cada una de las fases de producción y distribución sean contempladas en los procesos empresariales (Frances, 2010). Es en el año 1960 cuando la Gestión logística empresarial se posiciona como uno de los principales postulados del marketing, adquiere de ese modo una orientación que se materializa como un servicio que se ajusta a las necesidades y requisitos del cliente. Por lo tanto, los primeros autores administrativos empiezan a hablar de la logística de distribución como un proceso que genera valor y estrategia para promover la competitividad. (Soysal, et al., 2012).

Autores tales como Kent y Flint (1997) y Ballou (2007), Fugate (2007) y Ballou (2007) citados por francés (2010), durante los primeros años del siglo XXI promovieron diferentes estándares en función de la logística como un término que evoluciona en pro de la naturaleza. En consideración, a que cada uno de

estos autores determinaron la parte de la calidad de la logística que se ve determinada en función de su valor agregado para ayudar a la mitigación de los riesgos climáticos que se podrían llegar a presentar en un futuro.

En el informe *Future Supply Chain 2016: Serving Consumers in a Sustainable Way*, publicado por la *Global Commerce Initiative* en 2008, concluye que los futuros modelos de logística y gestión de la cadena de suministro, especialmente en productos de consumo, deben integrar parámetros de sostenibilidad, tales como, reducción de emisiones de CO₂, consumo de energía reducido, mejor trazabilidad y menor congestión de tráfico, así como medidas tradicionales, tales como, disponibilidad de existencias, reducción de costes y rendimiento financiero.

Empresas como Peldar han rediseñado sus procesos para reutilizar envases reciclados no retornables, permitiendo generar ahorros de cerca del 50% del agua, más de 2400 Kw de energía y gastar menos recursos por concepto de la reutilización de los materiales. (Meza,2016).

La Empresa Alpina, productora de variados productos derivados de los lácteos, ha implementado estrategias como la aplicación de mejores prácticas en la planeación de la producción, la implementación de nuevas tecnologías que generan mayores rendimientos y sistemas de lavado más eficientes. Acciones como estas conducen no solo a un ahorro del 84% en el consumo de agua, sino que sus aguas residuales contienen un 98.5% menos de materia orgánica contaminante. Uno de sus proyectos más interesantes es la generación de Biogás a partir del tratamiento biológico de las aguas residuales el cual consiste en agregar microorganismos al agua los cuales fruto de su metabolismo producen biogás que tiene un alto contenido de gas natural; con este proyecto, Alpina ahorró 230.000 galones de ACPM en el año 2015. (Meza,2016).

Otro ejemplo interesante y muy práctico de las organizaciones analizadas es el caso de la empresa Bavaria. Su programa de eficiencia energética se enfoca en implementar buenas prácticas de mantenimiento con el objetivo de mejorar los sistemas de refrigeración, evitar las fugas de aire

comprimido, reposición de motores eléctricos por nuevos equipos de mayor eficiencia, control de combustión en calderas y en general un programa de mantenimiento enfocado a lograr una mejor utilización de los recursos. Bavaria también ha implementado el control del consumo de combustible y emisiones de la flota de distribución a través de cuatro controles básicos: Optimización de la capacidad de carga, seguimiento online del consumo de combustible, inflado de llantas con nitrógeno y calibración frecuente de las mismas. (Meza,2016).

En la revisión de la base de datos disponible en la UIS y en otros sitios de internet, no se encontró información específica de ACV de los cosmecéuticos, ni la relación con la fase de logística de distribución, por lo tanto, fue necesario dirigir la búsqueda hacia las industrias cosméticas y farmacéuticas y hacia el proceso de logística individual.

4. Diseño Metodológico

El presente proyecto de investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, el cual se basa en la recolección de datos con el objetivo de probar hipótesis mediante la medición numérica y el análisis estadístico. (Fernández y Baptista, 2014) Su propósito principal es establecer pautas de comportamiento y verificar teorías. En este estudio, se busca medir variables específicas relacionadas con impactos ambientales, consumo de energía, sistema de distribución y diseño de empaque primario y secundario en la fase de distribución de productos cosmecéuticos. Para lograrlo, se emplearán métodos estadísticos fundamentados en las hipótesis planteadas en la investigación.

Asimismo, el alcance de esta investigación se considera correlacional, ya que su objetivo principal es determinar la relación o grado de asociación entre diferentes conceptos, categorías o variables en un contexto o muestra particular (Fernández y Baptista, 2014). Se evaluará el nivel de asociación entre las variables mencionadas anteriormente, así como aquellas identificadas en el Inventario de Ciclo de Vida,

que se consideran variables categóricas ordinales que influyen directamente en la fase de logística de distribución.

Por otra parte, se analizarán los resultados obtenidos en las etapas de inventario y evaluación de impactos, siguiendo las estrategias recomendadas por la metodología, como el análisis de caracterización, normalización, ponderación, sensibilidad y análisis consecucional.

En la tabla 2 se ve el resumen, donde se indican los objetivos, las fases y actividades; posteriormente se realiza la aclaración concisa de cada una de las series de fases y actividades desarrolladas en el estudio, siguiendo la metodología.

Tabla 2
Resumen de Objetivos, Fases y Actividades

OBJETIVOS	FASES	ACTIVIDADES
OB.1 Determinar los impactos ambientales que se generan durante la fase de logística de distribución de cosmecéuticos y cuáles están asociados al proceso de diseño	Fase 1 Definición y revisión inicial	Actividad 1 Se revisó la bibliográfica de ACV
	Fase 2 Análisis de procesos y organización	Actividad 1 Se realizó la recopilación de información sobre Zumotecnología Zumotec S. A
		Actividad 2 Se realizó el flujo de procesos de Zumotecnología Zumotec S.A.
	Fase 3 Ejecución del trabajo de campo	Actividad 3 Se realizó la evaluación de PQRS relacionados con procesos de logística.
		Actividad 1 Se realizó la recopilación de datos relevantes para el análisis de ciclo de vida y evaluación de impacto ambiental.
		Actividad 2 Se analizaron y se convirtieron en datos

	Fase 4 Clasificación de los resultados del inventario en las categorías de impacto en que influye	Actividad 1 Se seleccionaron de los métodos y categorías de impacto
		Actividad 2 Se ingresaron de los datos al software Simapro
	Fase 5 Interpretación de resultados	Actividad 1 Se generaron de gráficos emitidos por Simapro, usando la metodología Ecoindicador 99.
	OB.2 Determinar, a partir de la integración de las estrategias del DfS con el proceso de logística de distribución, un modelo metodológico con el fin minimizar el impacto ambiental en esta fase, desde las etapas del ciclo de vida con elementos asociados al diseño industrial	Fase 1 Diseño del nuevo flujo de procesos y diagrama de descomposición
		Actividad 1 Se diseñó un nuevo flujo de procesos que se adapte adecuadamente a cada fase del ciclo de vida, considerando los roles, actividades, herramientas y participantes involucrados, con el propósito de cumplir los objetivos de sostenibilidad y eficiencia.
	Fase 2 Planificación de producción	Actividad 1 Se evaluó la demanda actual de los productos.
		Actividad 2 Se definieron las metas específicas relacionadas con la sostenibilidad, como la reducción de residuos, la eficiencia energética y contaminación del agua.
		Actividad 3 Se determinó la capacidad de producción de la empresa, considerando los recursos disponibles, la tecnología utilizada y los tiempos de producción

		Actividad 4 Se utilizaron herramientas como de lean manufacturing para mejorar la eficiencia en la producción y reducir los tiempos de espera, los inventarios y los movimientos innecesarios.
	Fase 3 Diseño empaque y embalaje	Actividad 1 Se realizó un análisis de los materiales de empaque y embalaje utilizados en el proceso de logística de distribución Actividad 2 Se desarrolló un prototipo de empaque y embalaje más sostenibles, considerando aspectos como la reducción de materiales, el uso de materiales compatibles y la protección efectiva del producto
	Fase 4 Planificación de distribución	Actividad 1 Se buscaron herramientas de optimización de rutas y carga. Actividad 2 Se utilizó el modelo SCOR como base para rediseñar los procesos de distribución, aplicando las mejores prácticas y los estándares propuestos.
OB.3 Validar el modelo de integración del DfS a través de la implementación del caso de estudio Zumotec S.A, con el propósito de intervenir oportunamente en el proceso de logística de distribución de cosmeceúticos.	Fase 1 Ejecución del modelo metodológico	Actividad 1 Se modificaron las entradas al software de acuerdo con el modelo propuesto.
	Fase 2 Análisis del modelo planteado	Actividad 1 Se evaluó el nuevo modelo, a través de gráficas y datos estadísticos Actividad 3 Se realizó un análisis comparativo de la situación actual (escenario base) contra el modelo propuesto Actividad 4 Se ejecutó la fase informativa

Objetivo 1. Determinar los impactos ambientales que se generan durante la fase de logística de distribución de cosmeceúticos y cuáles están asociados al proceso de diseño

Fase 1 Definición y revisión inicial

La revisión bibliográfica se realizó a través de la recopilación y análisis de la información primaria y secundaria con la norma NTC -ISO 14040-2006 y el análisis de ciclo de vida del producto estudio. Esto incluyó visitas a la empresa Zumotecnología Zumotec S.A, para revisar la fabricación de cosmeceúticos, con el fin de revisar los procesos unitarios, materias primas e insumos utilizados, para así lograr la definición del objetivo y el alcance. Herramientas técnicas o métodos: Revisión bibliográfica, diario de campo.

Actividad 1. Se realizó la revisión bibliográfica de ACV. En esta actividad, se revisaron estudios de análisis de ciclo de vida de productos similares al estudio. Como resumen de esta actividad, se evidencia en el estado del arte en el capítulo 4.

Fase 2 Análisis de procesos y organización

En esta fase, se llevaron a cabo visitas en campo con el objetivo de obtener un conocimiento profundo de la empresa, incluyendo sus políticas, estructura y operaciones. Estas visitas permitieron observar de primera mano los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa, abarcando todas las fases necesarias para la elaboración de los cosmeceúticos. Durante las visitas en campo, se realizó un análisis de las actividades y etapas involucradas en la producción de los cosmeceúticos. Se diseñó un diagrama general del proceso global, representando las diferentes etapas y subprocesos que componen la cadena de suministro de los productos.

Herramientas, técnicas o métodos: entrevistas y encuestas a todo el personal, visita a la planta para observación, recolección, verificación de procesos, pH-metro, conductímetro y diagrama de Ishikawa.

Actividad 1 Se realizó la recopilación de información sobre Zumotecnología Zumotec S.A En esta fase de la investigación, se llevó a cabo la recopilación de información sobre Zumotecnología Zumotec S.A. Esta actividad tuvo como objetivo principal obtener datos relevantes sobre los antecedentes de la empresa, ubicación, visión, misión y valores, con el fin de evaluar si la empresa efectivamente implementa en sus operaciones diarias lo que declara. Se buscó identificar la alineación entre las prácticas reales de la empresa y los principios y propósitos declarados.

Se utilizó información documental interna proporcionada por la empresa, sin necesidad de llevar a cabo cuestionarios o entrevistas, ya que todos los datos requeridos se obtuvieron a través de informes internos. Durante una visita a las instalaciones de la empresa, se recopilaron documentos internos adicionales que enriquecieron la base de datos para la investigación. Cabe destacar que se obtuvo el consentimiento informado de Zumotec y la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Industrial de Santander para garantizar la integridad y la ética de las entrevistas con el personal de la empresa

Actividad 2 Se realizó el flujo de procesos de Zumotecnología Zumotec S.A. Se utilizaron diversas fuentes de información, incluyendo entrevistas con los trabajadores involucrados en los procesos, así como documentos base de la empresa, tales como procedimientos de calidad, *batch records* y manuales. Esta información fue crucial para comprender en detalle cómo se llevan a cabo los procesos en la empresa.

Además, se accedió a los documentos base de la empresa con el objetivo de comprender y analizar los procedimientos y las prácticas establecidas. Estos documentos proporcionaron información adicional sobre los estándares de calidad, las pautas operativas y los requisitos específicos de cada proceso.

Actividad 3 Se realizó la evaluación de PQRS relacionados con procesos de logística. Se recopilaron y analizaron las peticiones, quejas, reclamos y sugerencias (PQRS), presentadas por los clientes a lo largo del tiempo, centrándose en aquellas relacionadas específicamente con los procesos de logística. Estas

PQRS proporcionaron información valiosa sobre los aspectos que generan insatisfacción, los problemas recurrentes y las áreas de mejora identificadas por los clientes.

La evaluación de las PQRS permitió identificar patrones y tendencias en las quejas y reclamos relacionados con la logística de distribución. Se analizaron las causas subyacentes de las PQRS, incluyendo retrasos en la entrega, errores de embalaje, falta de información o seguimiento inadecuado del pedido, entre otros aspectos relevantes.

Fase 3 Ejecución del trabajo de campo

Actividad 1 Se realizó la recopilación de datos relevantes para el análisis de ciclo de vida y evaluación de impacto ambiental. La recopilación de datos se obtuvo a través de fuentes primarias, mediante el seguimiento a las tareas, medición en campo, como, por ejemplo: la medición de las emisiones de partículas suspendidas en el aire y la toma de muestras para la caracterización de las aguas residuales industriales de áreas de lavado y calidad de muestras, este proceso se realizó con herramientas suministradas por la empresa como pH-metro HI 991001 y conductímetro HI 99301 Medidor de EC/TDS/Temperatura Rango Alto, por otro lado para la toma de datos del gasto energético se realizó con pinza amperométrica autorango baw s02, la cual nos suministra la potencia activa en **W**.

Al mismo tiempo, se realizaron entrevistas con el personal operativo, supervisores operativos y de calidad, etc. Como complemento a las entrevistas se efectuaron observaciones en las diferentes áreas, además de realizar el registro de inventarios de los insumos químicos y materias primas para el desarrollo del análisis de inventario. También se tuvieron en cuenta los documentos de calidad de la empresa que recopila toda la información de cada uno de los procesos.

Actividad 2 Se analizaron y se convirtieron en datos Los datos fueron validados con la relación a los procesos unitarios y la unidad funcional, ajustes de los límites del sistema y se convirtieron en información que describe la metodología análisis de ciclo de vida. Para evitar sesgo en los resultados, se

consideran todos los datos pertinentes y fiables que se recopilaron. El análisis de datos incluye consideraciones sobre la calidad de los datos, validez y adecuaciones.

Fase 4 Clasificación de los resultados del inventario en las categorías de impacto en que influye

En contexto de los resultados que se obtengan del análisis del inventario, se definen los efectos ambientales que puedan generar, de acuerdo con las diferentes categorías de impacto, para lograr el perfil de Evaluación Impacto Ciclo de Vida para el proceso de comercialización de productos cosmecéuticos.

Herramientas, técnicas o métodos: Software Simapro, computadores.

Actividad 1 Se seleccionaron los métodos y categorías de impacto. En esta actividad, se llevó a cabo un proceso de selección de las categorías de impacto. La decisión de elegir las categorías de impacto adecuadas se basó en una evaluación exhaustiva de los aspectos ambientales identificados en cada una de las fases del Análisis de Ciclo de Vida. Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta la clasificación de los resultados obtenidos en el inventario, así como la revisión de los indicadores específicos de cada categoría y los modelos de caracterización disponibles.

La importancia de esta selección radica en que Simapro, la herramienta utilizada, ofrece diversas metodologías y enfoques para evaluar los impactos ambientales. Cada una de estas metodologías se ajusta a diferentes necesidades y objetivos de investigación, abordando aspectos como la toxicidad, la radiación, los efectos en el ecosistema, las implicaciones en la salud humana, entre otros.

Actividad 2 Se ingresaron los datos al software Simapro. Se creó un escenario base, elaboración de cosmecéuticos, - teniendo en cuenta la elección de la empresa, los productos que más representan ventas dentro de la categoría de cosmecéuticos, son: enjuague bucal, solución de clorhexidina, solución etanólica de clorhexidina y jabón de clorhexidina, en el cual se realizó la introducción de los datos obtenidos al software Simapro; este escenario está compuesto por los procesos de producción, envasado

y encajado y distribución; además se crearon para cada uno de los elementos e insumos, como por ejemplo Gluconato de Clorhexidina. Tal como se observa en las capturas de pantalla en el Apéndice G.

Fase 5 Interpretación de resultados

En esta fase se verifica la documentación de la calidad de los datos de los resultados del ICV Herramientas, técnicas o métodos: Software para análisis de sensibilidad y computadores

Actividad 1 Se generaron gráficos emitidos por Simapro, usando la metodología Ecoindicador 99. Se revisaron los datos y se tomaron acciones para realizar la formulación de las alternativas de mejora y su evaluación a través de software Simapro y el uso de gráficas donde se evidencia y se evalúan las oportunidades de mejora del desempeño ambiental y reducción de los impactos ambientales de los productos estudiados.

Objetivo 2 Determinar, a partir de la integración de las estrategias del DfS con el proceso de logística de distribución, un modelo metodológico con el fin minimizar el impacto ambiental en esta fase, desde las etapas del ciclo de vida con elementos asociados al diseño industrial

Fase 1 Diseño del nuevo flujo de procesos.

En esta fase, se enfoca en el rediseño de los procesos existentes y en la creación de un diagrama de descomposición detallado.

Actividad 1 Se diseñó un nuevo flujo de procesos que se adapte adecuadamente a cada fase del ciclo de vida, considerando los roles, actividades, herramientas y participantes involucrados, con el propósito de cumplir los objetivos de sostenibilidad y eficiencia. Se alineó el flujo de procesos con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia establecidos previamente. Se consideran cuidadosamente las características y requerimientos de cada fase del ciclo de vida, desde la planificación de la producción hasta la entrega final, y se busca optimizar el desempeño de cada etapa.

Para diseñar el nuevo flujo de procesos, se analizan en detalle las tareas y actividades necesarias en cada fase, teniendo en cuenta los recursos disponibles, los tiempos requeridos y los posibles impactos ambientales asociados. Se identifican las interacciones entre las diferentes etapas y se busca establecer una secuencia lógica y eficiente de actividades.

Fase 2 Planificación de producción

Actividad 1 Se evaluó la demanda actual de los productos. En esta actividad, se realiza un análisis de la demanda actual de los productos de la empresa. Este proceso de análisis incluyó la evaluación de las cifras de ventas y la identificación de patrones de consumo por parte de los clientes, esta información fue recopilada por medio de las bases de datos de la empresa, además de una serie de entrevista al personal encargado del área comercial. Se consideraron las tendencias y proyecciones del mercado. Además, se tuvieron en cuenta factores clave como los cambios estacionales en la demanda. El objetivo es comprender la demanda existente y determinar la cantidad de productos requeridos para satisfacerla-

Actividad Se establecen metas específicas relacionadas con la sostenibilidad. Estas metas pueden incluir la reducción de residuos, la mejora de la eficiencia energética, la disminución de la contaminación del agua y otros aspectos ambientales. Estas metas son fundamentales para guiar las acciones y decisiones en el proceso de producción y distribución, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental.

Actividad 3 Se determinó la capacidad de producción de la empresa, considerando los recursos disponibles, la tecnología utilizada y los tiempos de producción. Se evalúa la capacidad de producción de la empresa. Se consideran los recursos disponibles, la tecnología utilizada y los tiempos de producción para determinar la cantidad de productos que la empresa puede producir en un período determinado. Esta evaluación es crucial para asegurar que la capacidad de producción sea acorde a la demanda y para evitar ineficiencias o cuellos de botella en el proceso.

Actividad 4 Se utilizaron herramientas como de lean manufacturing para mejorar la eficiencia en la producción y reducir los tiempos de espera, los inventarios y los movimientos innecesarios. Se aplican herramientas de lean manufacturing con el objetivo de mejorar la eficiencia en la producción. Estas herramientas, como el *Just-in-Time (JIT)*, el *Kanban* y el *Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor)*, se utilizan para reducir los tiempos de espera, los inventarios y los movimientos innecesarios. El enfoque principal es eliminar actividades que no agregan valor y optimizar los procesos para maximizar la eficiencia y minimizar los desperdicios.

Fase 3 Diseño empaque y embalaje

Actividad 1 Se realizó un análisis de los materiales de empaque y embalaje utilizados en el proceso de logística de distribución. Se lleva a cabo un análisis detallado de los materiales de empaque y embalaje que se utilizan en el proceso de logística de distribución. Se examinan los materiales utilizados, sus propiedades, su impacto ambiental y su eficiencia en la protección del producto durante el transporte y almacenamiento.

Actividad 2 Se desarrolló un prototipo de empaque y embalaje más sostenibles, considerando aspectos como la reducción de materiales, el uso de materiales compatibles y la protección efectiva del producto. Se realiza el diseño y desarrollo de un prototipo de empaque y embalaje que sea más sostenible. Se tienen en cuenta aspectos como la reducción de materiales utilizados, la selección de materiales compatibles con el medio ambiente, la facilidad de reciclaje y la protección efectiva del producto.

Fase 4 Planificación de distribución

Actividad 1 Se buscaron herramientas de optimización de rutas y carga. Se realiza búsqueda bibliográfica en la base de datos de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de encontrar un modelo para minimizar la distancia recorrida, reducir los tiempos de viaje y maximizar la utilización de los vehículos de transporte

Actividad 2 Se utilizó el modelo *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) como base para rediseñar los procesos de distribución, aplicando las mejores prácticas y los estándares propuestos. Se utiliza el modelo SCOR como base para el rediseño de los procesos de distribución. El modelo SCOR es un marco de referencia que proporciona las mejores prácticas y estándares para la gestión de la cadena de suministro.

Para llevar a cabo este proceso, se realizaron las siguientes etapas con el fin de asegurar una transformación efectiva y alineada con los objetivos del proyecto:

Selección y Adaptación del Modelo: Se adaptó el modelo SCOR para que se ajustara a las necesidades y características específicas de la empresa Zumotecnología Zumotec S.A.

Identificación de Mejores Prácticas: Se realizaron análisis para identificar las mejores prácticas dentro del modelo SCOR que eran aplicables a la situación de distribución de la empresa. Estas mejores prácticas abarcaron aspectos como la gestión de inventario, la planificación de la demanda, la optimización de rutas, la gestión de almacenes y otros aspectos clave de la cadena de suministro.

Estándares y Normativas: Se tuvieron en cuenta los estándares y normativas propuestos por el modelo SCOR, lo que garantizó que el rediseño de los procesos se llevara a cabo cumpliendo con criterios ampliamente aceptados en la industria.

Objetivo 3 Validar el modelo de integración del DfS a través de la implementación del caso de estudio Zumotec S.A, con el propósito de intervenir oportunamente en el proceso de logística de distribución de cosmeceúticos.

Fase 1 Ejecución del modelo metodológico Se lleva a cabo la implementación práctica de todas las estrategias y actividades diseñadas para minimizar el impacto ambiental en el proceso de logística de

distribución. Durante esta fase, se ponen en marcha todas las acciones planificadas y se ejecutan los cambios y mejoras propuestos.

Herramientas, técnicas o métodos Simapro, computador.

Actividad 1 Se modificaron las entradas al software de acuerdo con el modelo propuesto. Se realizaron los ajustes necesarios en SimaPro. Estos ajustes se basan en el diseño y los requisitos establecidos por el modelo metodológico desarrollado para integrar las estrategias de diseño para la sostenibilidad.

Fase 2 Análisis del modelo planteado

En esta fase se analizaron los resultados logrados, en función de los objetivos definidos y los efectos ambientales obtenidos, con base en la identificación de los puntos críticos y el modelo propuesto.

Herramientas, técnicas o métodos Software Simapro, análisis estadístico.

Actividad 1 Se evaluó el nuevo modelo, a través de gráficas y datos estadísticos La información que se derivó de los datos analizados y expresada en términos de indicadores de análisis de ciclo de vida, se debe comparar con los criterios de normatividad ambiental específica en el tema. Esta comparación puede indicar el progreso o deficiencia en el desempeño ambiental.

Actividad 2 Se realizó un análisis comparativo de la situación actual (escenario base) contra el modelo propuesto En este punto se ejecutó el análisis comparativo entre el escenario base y el modelo propuesto a través de software SimaPro, además del análisis estadístico de las variables en el programa Minitab.

Actividad 3 Se ejecutó la fase informativa En esta fase informativa, hace parte la elaboración del informe y sustentación del estudio que supone la culminación de la investigación y es resultado de las fases anteriores

5. Resultados

5.1 Información de la empresa

5.1.1 Ubicación

La empresa Zumotecnología Zumotec S.A se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, Santander, en la calle 6 # 13- 13, barrio Galán (Ver figura 3). La estructura administrativa y operativa se compone de 24 puestos de trabajo en los que se desarrollan operaciones en diversos sitios de la empresa.

Figura 3

Ubicación Zumotecnología Zumotec S.A



Nota: Reproducida por Google maps

5.1.2 Reseña Histórica

Zumotecnología Zumotec S.A (Ver Figura 2) es una sociedad privada, de tipo Sociedad Anónima, que se creó en 2000, se encuentra certificada en Responsabilidad Social Ambiental (RSA) desde el año 2021 y se encuentra en proceso de implementación las normas NTC- ISO 9001.

5.1.3 Visión

Brindar soluciones innovadoras basadas en la química avanzada, biotecnología y nanotecnología, preservando el medio ambiente y cuidando la salud humana.

5.1.4 Misión

Ser reconocida para el 2030 como una compañía de base tecnológica en los mercados nacional e internacional en el desarrollo, producción y comercialización de soluciones innovadoras basadas en la química avanzada, nanotecnología y biotecnología para diferentes sectores productivos, comprometidos con la responsabilidad social y ambiental.

5.1.5 Valores

Confianza: las relaciones con nuestros empleados, colaboradores y clientes, se fundamenta en la transparencia, cumpliendo con nuestra propuesta de valor.

Innovación: somos una compañía que cambia y evoluciona, mejorando sus procesos y generando nuevos productos enfocados en las necesidades específicas de nuestros clientes.

Empatía: nos ponemos en la situación de nuestros clientes y colaboradores, lo que nos permite conocer sus preferencias y gustos, generando una oferta adecuada a sus necesidades.

Resiliencia: afrontamos las situaciones adversas, adaptándonos a los cambios constantes, generando nuevas estrategias que permitan garantizar la continuidad de la compañía.

5.1.6 Productos o servicios

Los productos ofrecidos por la empresa Zumotecnología Zumotec S.A son dispositivos médicos, cosmeceúticos y productos de aseo. El 30% de la producción total de la empresa se orienta a la línea de cosmeceúticos o línea Vioxín (marca registrada por la empresa), dentro de los cuales se encuentran el jabón de clorhexidina, enjuague bucal de clorhexidina, solución acuosa de clorhexidina y solución etanólica de clorhexidina, línea y productos con los que se realizará el trabajo en cuestión.

5.1.7 Clientes

La empresa Zumotecnología Zumotec S.A, ofrece servicios a nivel local y nacional y actualmente está incursionando en mercados internacionales como lo son Japón, Panamá y Ecuador. Sus principales clientes están constituidos por empresas dedicadas a la industria de salud y alimentos.

5.1.8 Actividad Económica de Zumotecnología Zumotec S.A

La actividad económica de Zumotecnología Zumotec S.A. proviene de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU V.4), específicamente 2100 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico.

La tendencia de la actividad económica 2100 es de crecimiento, debido a que en Bucaramanga existe un promedio moderado de conformación de nuevas empresas en el sector; de hecho y según los datos proporcionados por Compite 360, hasta el año 2020, el porcentaje de empresas relacionadas con el código CIIU 2100 en Santander alcanza el 13%, por lo cual, las empresas de fabricación de productos cosmeceúticos no cuentan con un mercado altamente competitivo.

5.1.9 Gestión Ambiental en Zumotecnología Zumotec S.A

Zumotecnología Zumotec S.A. ha adoptado una estrategia que promueve el uso de materias primas extraídas de material vegetal. Esta elección demuestra un enfoque hacia la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental asociado con la extracción de recursos no renovables. Además, la empresa cuenta con el certificado emitido por Fenalco Solidario Responsabilidad Social y Ambiental RSA, lo cual indica un compromiso inicial con la responsabilidad ambiental.

La empresa carece de procesos ambientales adecuados en sus operaciones. En relación con las aguas residuales, se ha constatado que, al finalizar los procesos de producción, no se realizan análisis adecuados del agua de lavado de los tanques, lo que resulta en que esta agua sea vertida directamente al alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento. Como consecuencia, contiene trazas de materias primas y

reacciones químicas presentes en el proceso productivo. Al revisar la documentación de la empresa y la información proporcionada por su personal, se ha evidenciado la ausencia de procesos para la eliminación o tratamiento adecuado de las aguas residuales antes de ser vertidas. Estos hallazgos indican que la empresa no cumple con las leyes colombianas que regulan la generación de vertimientos, tales como la Ley 393 emitida el 15 de octubre de 2010, el Decreto 1594 del 1984 emitido por el presidente de la República de Colombia, y la Resolución 75 de enero de 2011 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), se ha verificado que la empresa no realiza análisis al proveedor de transporte y tampoco cumple con las normas colombianas apropiadas para el transporte de productos farmacéuticos y cosméticos. Además, no se llevan a cabo análisis de CO_2 en cada uno de los procesos de la empresa, lo cual implica desconocimiento de la Resolución 935 emitida por la UNAL en junio de 2011. Estos

Por otro lado, teniendo en cuenta la información acerca del consumo de energía en la empresa, se evidencia que esta utiliza equipos híbridos cuya potencia gastada no se conoce con certeza, debido a la falta de análisis adecuados. Además, no se realiza un seguimiento adecuado del consumo de energía en los diferentes procesos y envíos, ya que no se cuenta con un sistema de trazabilidad en la empresa. Estos hallazgos se han corroborado al revisar los manuales de la empresa, donde no se encontró información precisa sobre el manejo eficiente de la energía. Es importante destacar que, al no tener en cuenta estas prácticas, la empresa no cumple con la ley 697 del 2001 emitida por el Congreso de la República, que busca promover el uso racional y eficiente de la energía en Colombia

Finalmente se encuentra que la empresa carece de un proceso definido para el manejo de los residuos sólidos generados, tanto dentro como fuera de la empresa. Al respecto, se ha verificado que cuando hay devolución de productos, estos no son analizados, ni se realiza un adecuado deshecho. Los

trabajadores del área han expresado desconocimiento sobre el manejo adecuado de estos desechos, y al revisar los manuales de la empresa, tampoco se encontró información clara sobre el tratamiento de los residuos sólidos. Esta situación refleja la falta de cumplimiento de los decretos 1541, 1140 y 1712 emitidos por el presidente de la República de Colombia en 1978, 2003 y 2002 respectivamente, los cuales establecen las normas y regulaciones para el manejo adecuado de los residuos sólidos en el país

5.2 Flujo de procesos

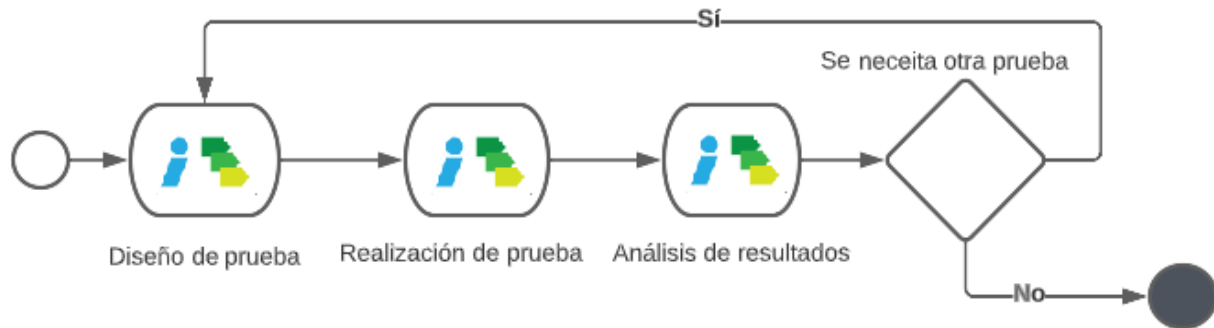
5.2.1 Etapa Imaginación y Definición

Durante el análisis del flujo de procesos de Zumotec S.A., se pudo observar que no existe una definición clara del flujo de procesos para las áreas de imaginación y definición. En estas áreas, no se han establecido actividades específicas, lo que genera incertidumbre y falta de claridad en cuanto a las tareas y responsabilidades asignadas en dichas etapas.

A pesar de la falta de definición del flujo de procesos en las áreas de imaginación y definición de Zumotec S.A., se llevó a cabo la elaboración de un diagrama de flujo (ver figura 4 y 5) con la información recopilada. Aunque esta información puede ser limitada, se hizo el esfuerzo por representar visualmente los pasos y las interacciones identificadas en las etapas correspondientes.

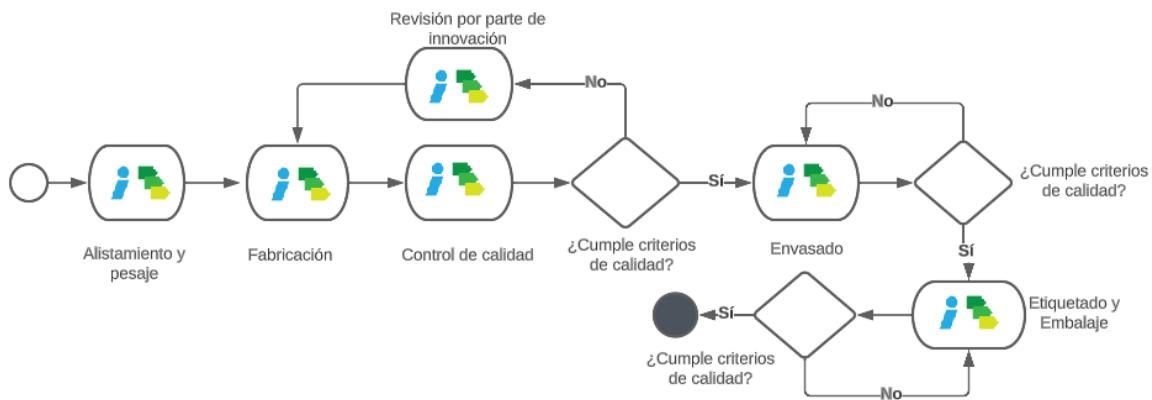
Además, se evidenció que no se tienen en cuenta los requerimientos por parte de los clientes durante el proceso de imaginación y definición. La falta de una retroalimentación efectiva con los clientes genera en productos que no cumplen plenamente con sus necesidades y expectativas. Esto lleva a una disminución en la satisfacción del cliente y afecta la competitividad de la empresa en el mercado.

Figura 4
Flujo de procesos etapa de imaginación

Figura 5
Flujo de procesos etapa de definición


5.2.2 Etapa de Realización

Durante la fase de realización, se recopiló información relevante del *batch record* y los manuales de procedimientos. Al examinar el flujo de procesos en la figura 6, se puede observar que no se evidencian prácticas ambientales en los procesos. Además, se encontró que, en la etapa de Pre-series, no se lleva a cabo la realización a escala real, lo que limita el análisis para la reducción de costos de fabricación y la prevención de desperdicios y reprocesos. Esto también impide obtener versiones de utilidad de los productos y garantizar un entorno de trabajo adecuado para los empleados. Asimismo, no se realiza un análisis adecuado de los factores ambientales en cada uno de los procesos durante la fabricación en tiempo real. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar medidas y prácticas que promuevan la sostenibilidad y minimicen el impacto ambiental en la fase de realización del ciclo de vida del producto.

Figura 6
Flujo de procesos etapa de realización


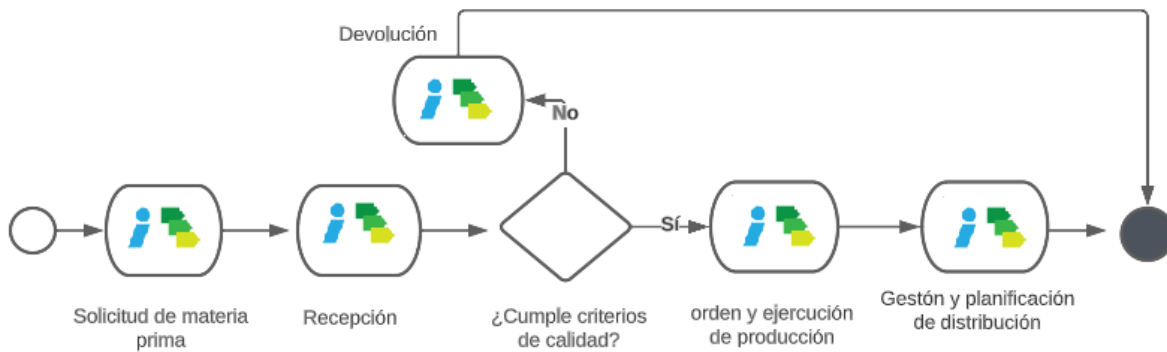
5.2.3 Etapa de comercialización

Durante la etapa de comercialización, se ha identificado una falta de consideración del impacto ambiental generado por el producto, así como la ausencia de un enfoque adecuado en la gestión de residuos sólidos. Esta situación refleja una brecha importante en las prácticas ambientales de la empresa, ya que no se están tomando medidas para minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Además, se ha encontrado que no se cuenta con una gestión de distribución efectiva. No se están implementando estrategias que permitan optimizar los procesos de distribución, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la minimización de desechos durante el transporte y el uso de rutas eficientes. En la figura 7 se puede evidenciar el flujo de procesos de esta etapa.

Figura 7

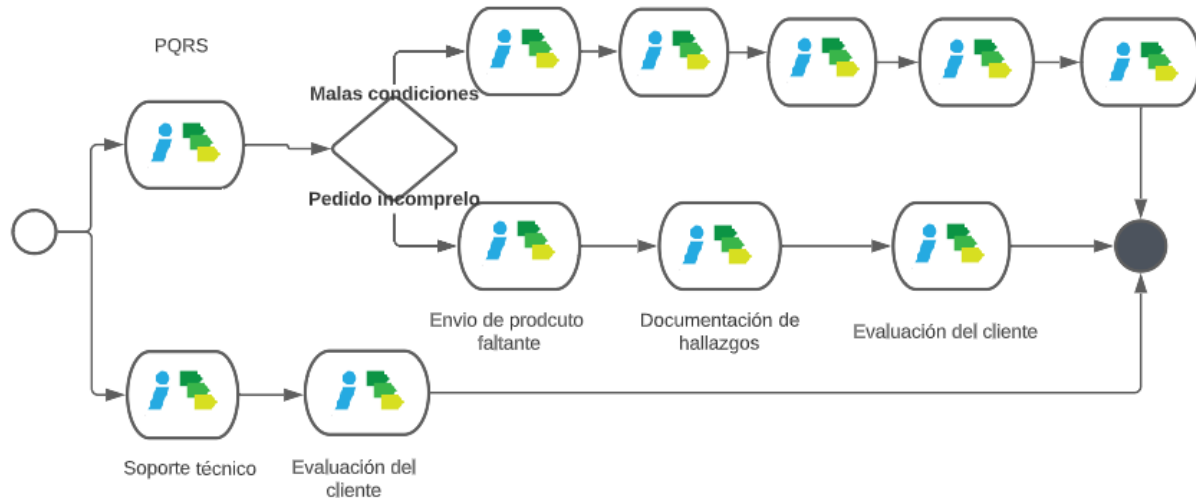
Flujo de procesos etapa de comercialización



5.2.4 Uso y Soporte Técnico

En la fase de uso y soporte técnico, se contemplan dos perspectivas fundamentales: la del usuario y la de la empresa. Desde la perspectiva del usuario, se considera el uso del producto desde el momento en que el usuario comienza su experiencia hasta que deja de utilizarlo, ya sea por desecho o por alcanzar su vida útil. Es importante tener en cuenta todas las etapas de uso, incluyendo el manejo, la interacción y el eventual descarte del producto.

Por otro lado, desde la perspectiva de la empresa, se llevan a cabo actividades relacionadas con el soporte y la prestación de servicios destinados a mantener el valor del producto. Estas actividades incluyen reparación, entrenamiento, soporte técnico, revisión y control de calidad, suministro de repuestos y ajustes necesarios al producto. En la figura 8 se puede evidenciar el diagrama de flujo.

Figura 8
Flujo de procesos etapa de uso y soporte


5.2.5 Disposición Final

Durante la etapa de disposición final, se ha identificado una falta de consideración por parte de la empresa en cuanto al manejo adecuado de los productos al final de su vida útil. No se están implementando prácticas de gestión responsable de residuos ni se están tomando medidas para fomentar la reutilización, el reciclaje o la correcta eliminación de los productos.

Como se puede evidenciar, en todas las etapas del ciclo de vida analizadas, desde la imaginación y definición hasta la disposición final, se observa una ausencia de procesos ambientales y de consideraciones relacionadas con el diseño industrial en la empresa. Esto indica una falta de enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en todas las fases del producto.

5.3 Análisis de PQRS

A partir de los datos de PQRS recopilados de la empresa Zumotecnología, se revela que las principales causas que generan insatisfacción y reclamos por parte de los clientes, están relacionados con productos en mal estado, aportando el 28% de los PQRS, seguido por derrames y filtraciones con un 16%, documentación incorrecta con un 13%, envíos incompletos con un 12%, daño de etiqueta con un 10%,

facturación errónea con un 10%, envíos incorrectos con un 6%, fechas erróneas con un 4% y finalmente, productos en mal estado en transporte con un 1%.

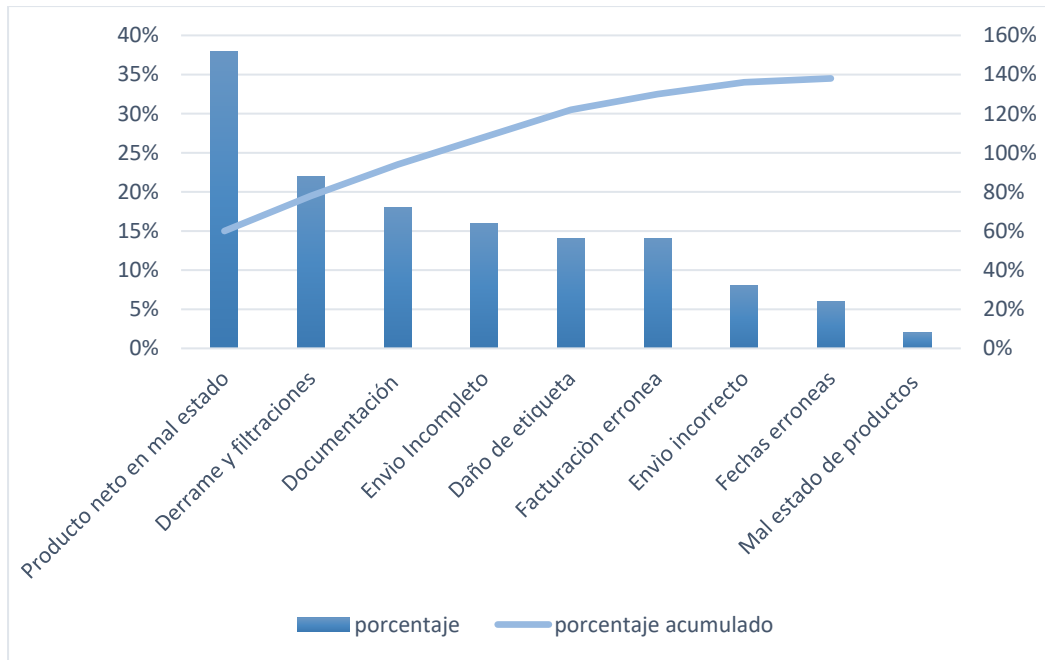
Tabla 3*Datos PQRS*

CAUSA / PROBLEMA / FENÓMENO	DATOS RECOLECTADOS	PORCENTAJE
Producto neto en mal estado	19	28%
Derrame y filtraciones	11	16%
Documentación	9	13%
envío Incompleto	8	12%
Daño de etiqueta	7	10%
Facturación errónea	7	10%
Envío incorrecto	4	6%
Fechas erróneas	3	4%
Mal estado de productos en transporte	1	1%

Nota: Esta tabla muestra el número y porcentaje de las causas o problemas de los PQRS.

Al realizar un análisis de Pareto (ver figura 9) se permite visualizar claramente las causas prioritarias que requieren atención por parte de la empresa. Es evidente que la mayor preocupación se encuentra en los productos en mal estado, los derrames, filtraciones, documentación y envío incompleto, ya que juntas representan más del 78% de los reclamos recibidos.

Figura 9
Análisis de Pareto



Al analizar los PQRS identificados, se observa que el 80% de las causas mencionadas implican la existencia del doble proceso logístico. Estos problemas generan impactos económicos significativos y aumentan la contaminación ambiental.

La doble logística se presenta debido a errores en la transcripción de pedidos, falta de unificación en los nombres de los productos y la inadecuación de equipos y maquinaria para los envases utilizados. Estos problemas resultan en la necesidad de transporte adicional, aumento de gastos de transporte y almacenamiento, y posibles daños en los productos durante los procesos de manipulación y transporte.

Además, la falta de una logística inversa, la cual facilita la gestión de devoluciones de los clientes, lo que influye en la calidad del servicio, la recuperación del valor del producto, una disposición final adecuada y el desarrollo de prácticas respetuosas con el medio ambiente, (Montoya,2012), genera la

inadecuada gestión de devoluciones y reenvíos de productos lo cual genera mayores costos económicos y un aumento en la generación de residuos sólidos y emisiones de CO₂.

5.4 Datos relevantes para el análisis de ciclo de vida

Se llevó a cabo un análisis de los gastos energéticos, las partículas suspendidas y los niveles de alcalinidad o acidez (pH) y partes por millón (ppm) de sólidos en el agua como parte del proceso de producción de la empresa. Los resultados de este análisis se presentan a continuación

5.4.1 Gastos energéticos

En la tabla 4, se presentan los gastos energéticos de los cuatro productos evaluados, en cada una de las etapas de ciclo de vida.

Tabla 4

Gatos energéticos por etapa y presentación

ETAPA /FASE	POTENCIA REACTIVA TOTAL (W)			
	Enjuague Bucal	Clorhexidina con alcohol	Clorhexidina solución acuosa	Jabón de clorhexidina
Ideación	22.770	22.770	22.770	22.770
Definición	159.953	159.953	159.953	159.953
Realización 60 mL	14.753,48	14.753,48	14.753,48	14.757,03
Realización 120 mL	15.087,44	15.087,44	15.087,44	15.090,99
Realización 500 mL	12.155,17	12.155,17	12.155,17	12.458,72
Realización 1000 mL	12.186,80	12.186,80	12.186,80	12.190,34
Comercialización 60 mL	142.735,48	142.735,48	142.735,48	142.735,48
Comercialización 120 mL	215.993,16	215.9993,16	215.9993,16	215.9993,16
Comercialización 500 mL	539.982,9	539.982,9	539.982,9	539.982,9
Comercialización 1000 mL	719.977,2	719.977,2	719.977,2	719.977,2
Uso y soporte	8.941	8.941	8.941	8.941

A partir del análisis de los datos recopilados, se puede observar que la etapa de definición es la que presenta un mayor consumo energético, sin embargo, se debe aclarar que este proceso se realiza una sola vez al desarrollar el nuevo producto, por lo tanto, la etapa de comercialización es la que presenta un mayor consumo energético en cada uno de los productos analizados, seguida por la etapa de realización. Sin embargo, es importante destacar que la tabla número 3 no muestra el gasto energético asociado a las devoluciones de productos. Para obtener información más precisa sobre este aspecto, se debe hacer referencia a la tabla número 4,5 y 6, en la cual se evidencia un aumento significativo en el gasto energético durante las etapas de comercialización y realización, en las tablas mencionadas anteriormente se hace referencia a las devoluciones que representan el 80%, según el análisis de Pareto realizado. El aumento en la etapa de comercialización se debe a la implementación de una doble logística que implica la devolución del producto a la empresa y su posterior reenvío por parte de Zumotec, mientras que el aumento en la etapa de realización se debe a la doble producción y análisis del producto.

Devolución por producto neto

Tabla 5

Gasto energético en proceso de devolución por producto neto

ETAPA /FASE	POTENCIA REACTIVA TOTAL (W)			
	Enjuague Bucal	Clorhexidina con alcohol	Clorhexidina solución acuosa	Jabón de clorhexidina
Ideación	22.770	22.770	22.770	22.770
Definición	159.953	159.953	159.953	159.953
Realización 60 ml	29.506,96	29.506,96	29.506,96	29.514,06
Realización 120 mL	30.174,88	30.174,88	30.174,88	30.181,98
Realización 500 mL	24.310,34	24.310,34	24.310,34	24.917,44
Realización 1000 mL	24.373,6	24.373,6	24.373,6	24.380,68
Comercialización 60 mL	285.470.96	285.470.96	285.470.96	285.470.96
Comercialización 120 mL	431.486,32	431.486,32	431.486,32	431.486,32

Comercialización 500 mL	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8
Comercialización 1000 mL	1.439.954	1.439.954	1.439.954	1.439.954
Uso y soporte	8.941	8.941	8.941	8.941

Devolución por etiqueta

Tabla 6

Gasto energético en proceso de devolución por daño en etiqueta

ETAPA /FASE	POTENCIA REACTIVA TOTAL (W)			
	Enjuague Bucal	Clorhexidina con alcohol	Clorhexidina solución acuosa	Jabón de clorhexidina
Realización 60 mL	15.187,38	15.187,38	15.187,38	15.190,93
Realización 120 mL	15.995,71	15.995,71	15.995,71	15.999,26
Realización 500 mL	12.844,60	12.844,60	12.844,60	13.148,15
Realización 1000 mL	12.806,65	13.426,50	12.806,65	12.806,65
Comercialización 60 mL	285.470.96	285.470.96	285.470.96	285.470.96
Comercialización 120 mL	431.486,32	431.486,32	431.486,32	431.486,32
Comercialización 500 mL	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8
Comercialización 1000 mL	1.439.954	1.439.954	1.439.954	1.439.954
Uso y soporte	8.941	8.941	8.941	8.941

Devolución por derrame

Tabla 7

Gasto energético en proceso de devolución por derrame de producto

ETAPA /FASE	POTENCIA REACTIVA TOTAL (W)			
	Enjuague Bucal	Clorhexidina con alcohol	Clorhexidina solución acuosa	Jabón de clorhexidina
Realización				
60 mL	26.636,89	26.636,89	26.636,89	26.640,44
Realización 120 mL	27.304,81	27.304,81	27.304,81	27.308,36
Realización 500 mL	24.372,54	24.372,54	24.372,54	24.676,09
Realización 1000 mL	21.503,53	21.503,53	21.503,53	21.507,07
Comercialización 60 mL	285.470.96	285.470.96	285.470.96	285.470.96
Comercialización 120 mL	431.486,32	431.486,32	431.486,32	431.486,32
Comercialización 500 mL	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8	1.079.965,8
Comercialización 1000 mL	1.439.954	1.439.954	1.439.954	1.439.954
Uso y soporte	8.941	8.941	8.941	8.941

Además de los impactos ambientales, estos reprocesos generan un aumento en los costos económicos asociados. Estos gastos económicos adicionales se encuentran detallados en la tabla número 5, proporcionando una visión más completa de los efectos tanto ambientales como económicos relacionados con la gestión de devoluciones de productos en Zumotec. Tabla 7 Gatos energéticos por cada etapa

5.4.2 Análisis de agua

De acuerdo con el Decreto 1594 de 1984, que establece los parámetros de calidad del agua de vertimiento, se especifica que el pH debe estar comprendido entre 5 y 9, y se exige la ausencia de

coliformes y mesófilos en el agua. En el análisis realizado en el proceso de producción de la empresa, se encontró que el pH del agua se encuentra dentro del rango establecido por la legislación vigente, así como el rango de mesófilos y coliformes. Esto indica que la calidad del agua -hablando en términos de pH y recuento de bacteria- utilizada en el proceso de producción cumple con los estándares establecidos por la normativa, garantizando así la adecuada gestión y control de los vertimientos de agua de la empresa.

Tabla 8

Promedio de pH en el proceso de producción

Proceso	Promedio pH de agua después
Pesaje de materias primas	6,81
Fabricación	6,09
Calidad	6,26
Envasado	6,67

A pesar de que se realizó el análisis de pH del agua utilizado en los procesos de la empresa, se evidencia que no se lleva a cabo una adecuada gestión de los vertimientos resultantes del lavado de tanques. Es importante destacar que, según la literatura, los vertimientos de empresas del sector de aseo y limpieza, así como de la industria farmacéutica, pueden generar residuos contaminantes emergentes. El agua utilizada en la limpieza de equipos, recipientes y envases primarios se convierte en agua residual, que contiene residuos de productos químicos como sobrantes de fármacos y detergentes utilizados en la limpieza. Aunque la cantidad de residuos farmacéuticos vertidos puede ser baja, su entrada continua al agua puede aumentar la concentración de contaminantes en los cuerpos de agua, representando un riesgo a largo plazo para los organismos acuáticos y terrestres. Por tanto, es fundamental implementar medidas adecuadas de tratamiento y disposición de los vertimientos para mitigar los posibles impactos ambientales y proteger la calidad de los ecosistemas.

5.5 Límites del sistema

5.5.1. Límites del sistema y procesos excluidos

El límite del sistema considerado en el LCA es desde la cuna hasta la tumba, incluida la extracción y el transporte de materias primas, la fabricación y el ensamblaje, el transporte de la fábrica al minorista y del minorista al consumidor, el uso y las etapas del final de la vida. Es de tener en cuenta que se realiza una evaluación de la cuna hasta la tumba ya que la empresa actualmente realiza este tipo de ciclo de vida en sus productos.

Para el tema de investigación y limitar el alcance a un rango apropiado, los siguientes procesos no se incluyen en el límite del sistema debido a que su impacto no es directamente relevante para la investigación, o es un evento accidental:

- Transporte de materia prima: se excluye debido a la dificultad para rastrear y recopilar datos específicos de cada proveedor
- Producción, mantenimiento y eliminación de infraestructura y bienes de capital, como edificios, carreteras, etc: están fuera del alcance del ACV del producto específico, ya que pueden tener una vida útil mucho más larga y no están directamente relacionados con la producción de un solo producto.
- Materiales auxiliares como espuma flexible dentro de la tapa, porque el consumo es relativamente bajo.
- Pérdidas de productos debido a daños inusuales, como desastres naturales o incendios accidentales: las pérdidas debidas a desastres naturales o incendios accidentales son eventos poco comunes y difíciles de predecir.
- Procesos de manejo en el centro de distribución y tienda minorista: estos procesos pueden variar ampliamente según la ubicación y el enfoque de la empresa, lo que hace que su inclusión sea complicada en un análisis específico de un producto.

- Las huellas de emisión específicas de la fabricación de los principales insumos químicos, pero no el de ciclo de vida conexas a los insumos como, por ejemplo, las cargas ambientales asociadas con la fase de extracción de materia prima.
- La disposición final de los desechos sólidos generados en la producción: puede variar según las políticas locales y la infraestructura de gestión de residuos. Se deja fuera del alcance del ACV de producto debido a estas variaciones.

5.5.2 Suposiciones y limitaciones

Las suposiciones y limitaciones clave se enumeran a continuación:

- Se supone que el transporte del fabricante al minorista es de Bucaramanga a Bogotá. La distancia se calcula en 511.1 km, transportados por camioneta con combustible fósil, con un peso de viaje de 1035 Kg.
- Se incluyen devoluciones del 3% de los productos desde el minorista hasta la fábrica, esto basado en los datos evidenciados en la empresa, lo que aumenta el transporte en regreso y devolución de 1022,2 Km y escenario de residuos de empaque primario.
- Se supone que el transporte del minorista a consumidor final es un viaje de ida 5 km, transportado por un automóvil con un peso de 10 Kg.
- No se dispone de datos de daños en la etapa de uso. La investigación asume que el consumidor no daña el embalaje por accidente.
- El 100% de los consumidores no siguen las normas municipales de eliminación de residuos en la etapa de fin de vida.

Después de definir los límites del estudio, también se consideran los siguientes aspectos: materia prima y principales insumos utilizados en los procesos de transformación, los cuales se muestra un resumen en la tabla 9.

Tabla 9

Procesos asociados al ciclo de vida y los principales equipos e insumos

Proceso	Subproceso	Equipos	Insumos y materias primas
Producción	Pesaje de materias primas	Balanzas Montacarga	
	Fabricación	Agitador, compresor, tanque de fabricación, ozonificador de agua, pH, conductímetro, licuadora industrial	Agua, glicerina, polisorbato 80, alcohol industrial 96%, gluconato de clorhexidina 20%, mentol, oxido de lauramina, propilenglicol acetato de Zinc, sucralosa, color Cl 42090, espesantes.
	Calidad	Viscosímetro, cabina de flujo laminar, balanzas, incubadora, pH-metro, espectrofotómetro, horno, centrifuga.	Reactivos ácido-base, buffer, medios de cultivo.
	Envasado	Envasadora, compresor.	Envase de polipropileno
	Etiquetado	Etiquetadora, compresor	Etiqueta polietileno tereftalato
Comercialización		Transporte de Bucaramanga – Bogotá	
Disposición final		-	

Nota: En esta tabla se presenta los insumos, materias primas y equipos asociados a los procesos dentro de la empresa.

Para llevar a cabo el análisis de ciclo de vida, se requirió recopilar datos precisos y confiables sobre las materias primas utilizadas en el producto. Sin embargo, durante el proceso de recopilación, se encontró que algunas de estas materias primas no estaban disponibles en las bases de datos predeterminadas de Simapro. Por lo tanto, fue necesario crear y agregar manualmente los datos correspondientes en el

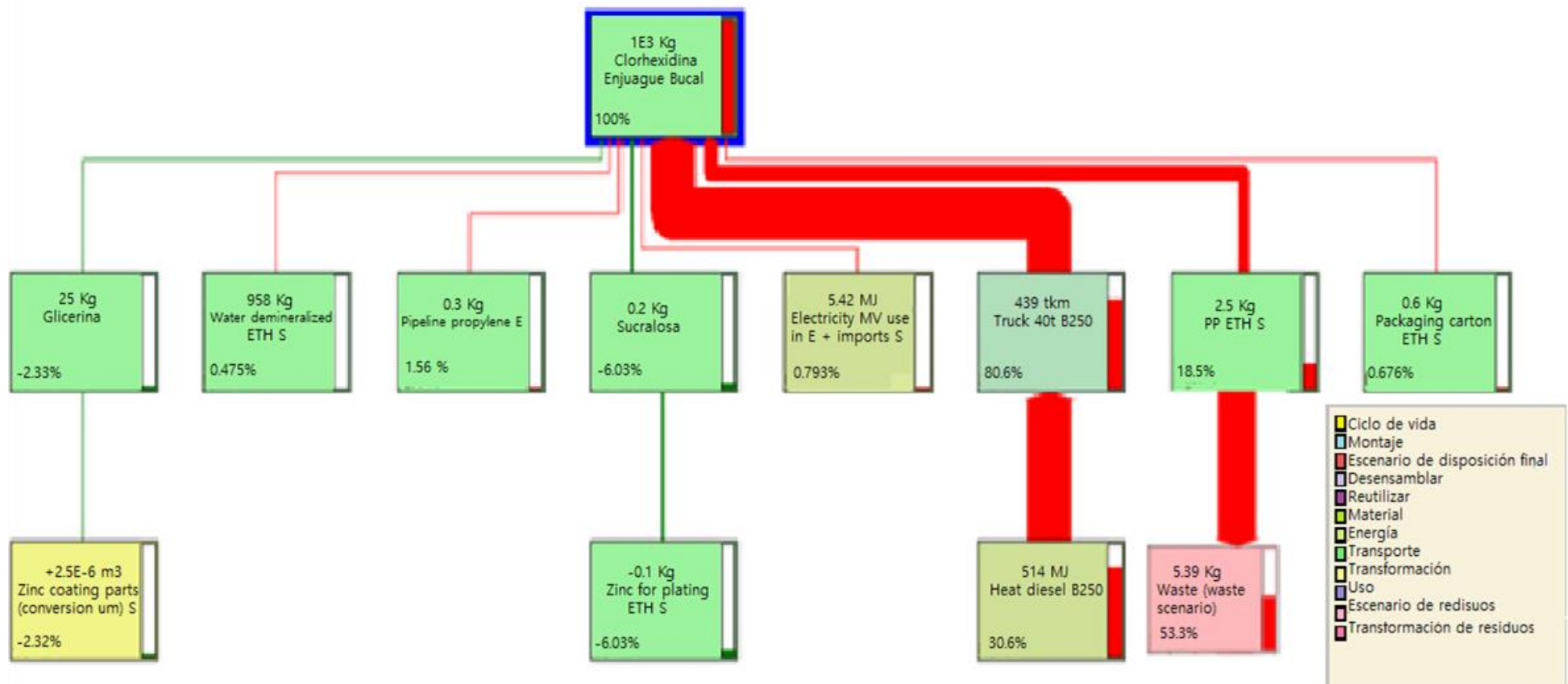
software. En el Apéndice A, se presenta la procedencia de los datos que fueron ingresados al software para garantizar la precisión de los resultados obtenidos en el análisis de ciclo de vida.

5.6 Análisis general del ciclo de vida

Para el estudio, el sistema proceso fue recreado como árbol de proceso. El modelado se realizó con el método ecoindicador 99, utilizando la propiedad de puntuación única, generando líneas de SANKEY que demarcan rutas o procesos que concentran el mayor impacto ambiental en el sistema. Este resultado se muestra en las figuras 10,11,12 y 13 con un corte en la visualización para los procesos, con un aporte ambiental superior a 0,004%.

5.6.1 LCA Enjuague de clorhexidina

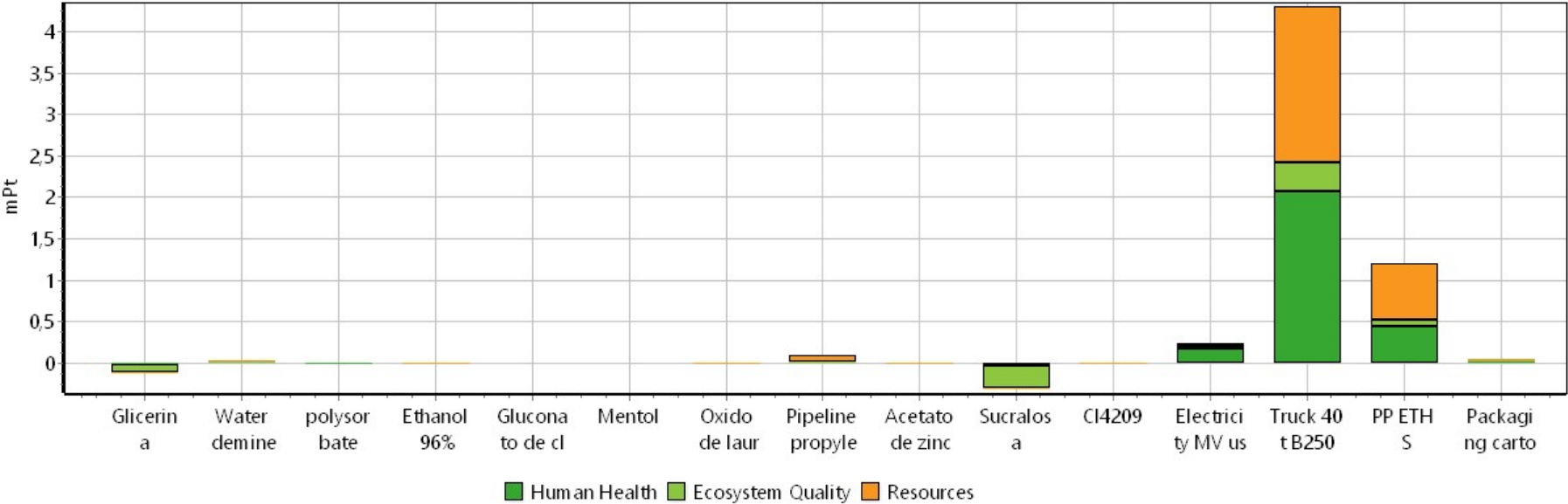
En la figura 10 se muestra la red de contribución al impacto ambiental del producto, cada bloque representa una materia prima o proceso involucrado en el ciclo de vida. El nombre y la cantidad se muestran en cada bloque. La proporción de contribución esta etiquetada en la esquina inferior izquierda del bloque. En consecuencia, un gráfico de barras muestra el porcentaje de la contribución en el lado derecho de cada bloque, y el ancho de la línea de flujo representa el grado de contribución.

Figura 10
Red de Contribución al Impacto Ambiental de Enjuague Bucal de Clorhexidina


Se evidencia que la mayor contribución negativa de impactos ambientales se debe al transporte, e cual aporta un 80,6% del total, seguido del material de empaque con un 22,4% en el que su mayor aporte viene por parte del escenario de residuo, propilenglicol con un 1,56% y embalaje con un 0,676%, mientras que el uso del resto de materias primas no representa un efecto negativo en ninguna de las categorías, por el contrario hay algunas que representan un impacto positivo, como lo es la sucralosa y glicerina que contribuyen en un -6,03% y -2,33% respectivamente.

En la figura 11 se pueden observar las tres categorías de impactos ambientales junto con sus respectivas contribuciones con relación al transporte y al empaque primario. En términos de impacto en la salud humana, se registran valores de 1.88 mPt para el transporte y 0.433 mPt para el empaque primario. La calidad del ecosistema, por su parte, muestra contribuciones de 0.348 mPt en el transporte y 0.0865 mPt en el empaque primario. En cuanto a la utilización de recursos, se reflejan cifras de 1.88 mPt en el transporte y 0.677 mPt en el empaque primario.

Figura 11
Categorías de Impactos Ambientales de Enjuague Bucal de Clorhexidina



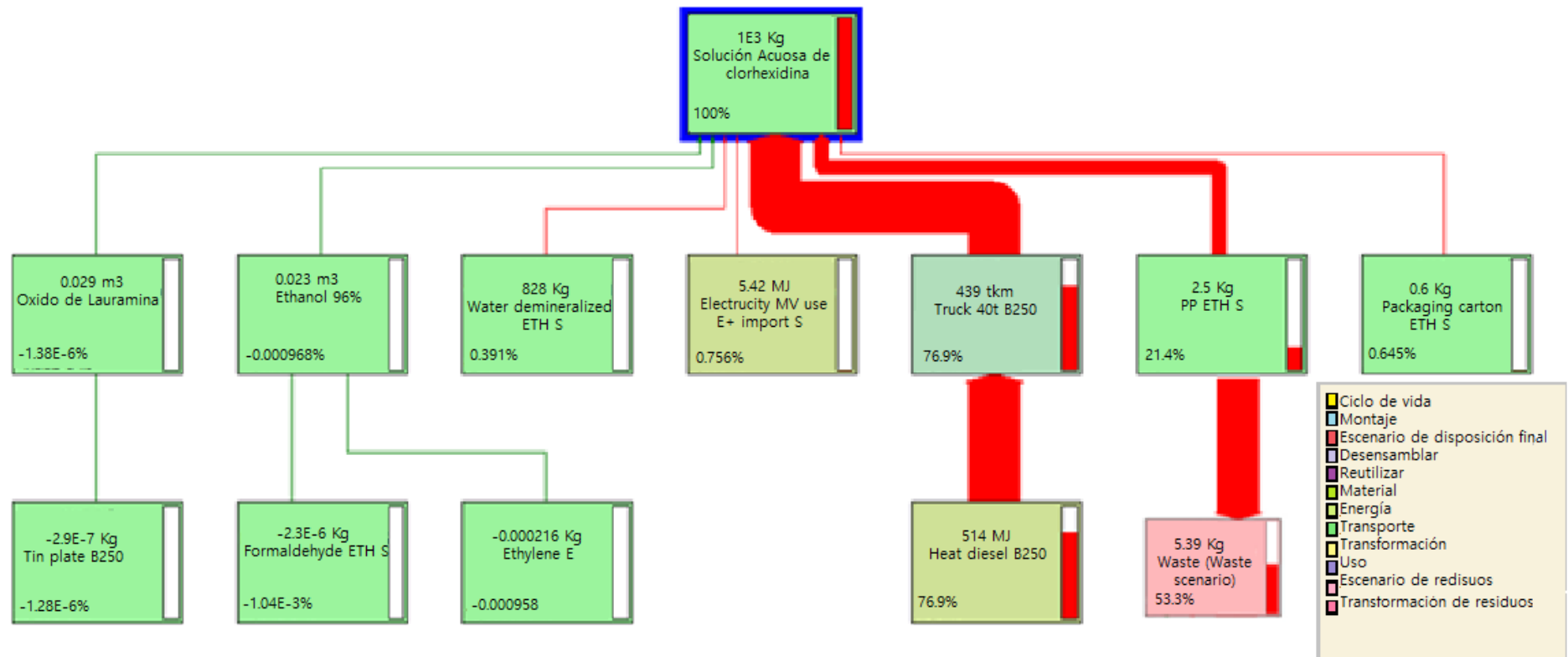
Analizando 1 kg 'Clorhexidina Enjuague bucal'; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.06 / Europe EI 99 H/A / Puntuación única

5.6.2 LCA solución acuosa de clorhexidina

Como se muestra en la figura 12, los impactos provienen de dos líneas, del transporte y el material de empaque, lo que viene derivado del uso y el escenario de su residuo. El primero aporta 76,9%, mientras que el segundo aporta el 21,4%, en este caso, las materias primas no tienen impactos negativos, por el contrario, existen aportes positivos por parte del óxido de lauramina y etanol 96%.

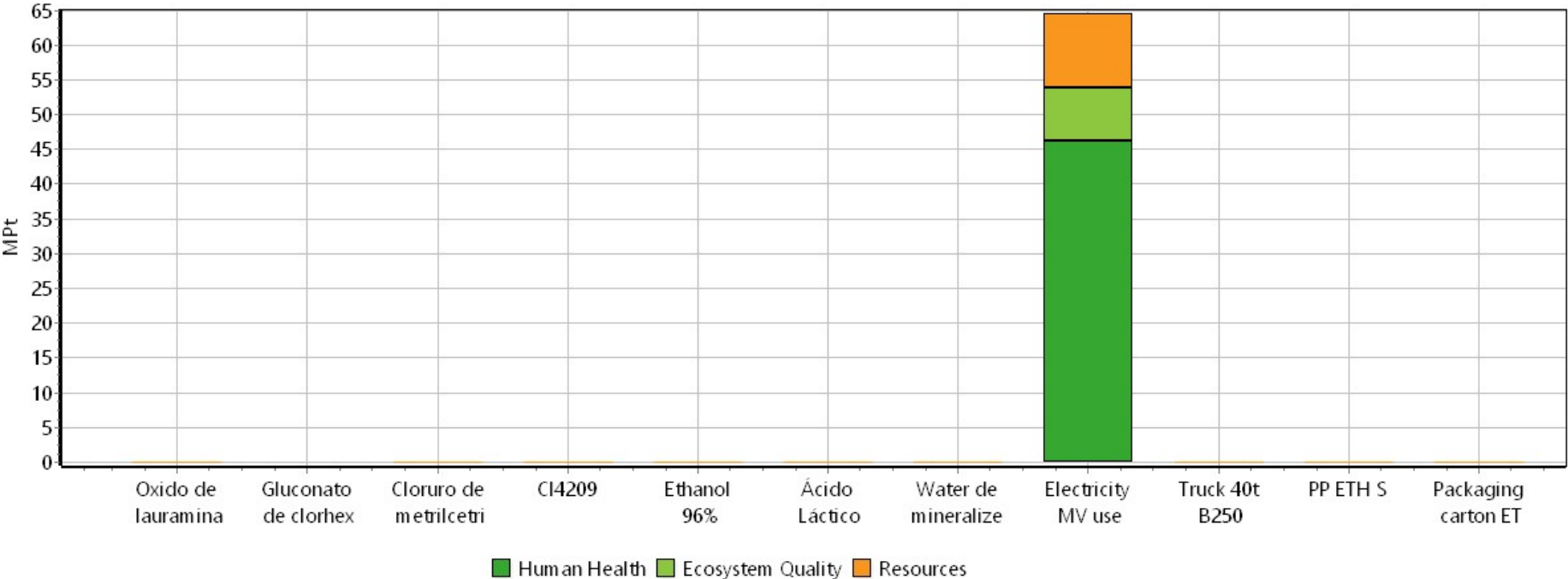
Figura 12

Red de Contribución al Impacto Ambiental de Solución Acuosa de Clorhexidina



Respecto a las tres categorías, se evidencia que el transporte es el que realmente afecta cada una de estas, representado el 45.5 mPt, 9 mPt y 12 mPt, para salud humana, calidad del ecosistema y recursos respectivamente (ver figura 13).

Figura 13
Categorías de Impactos Ambientales de Solución Acuosa de Clorhexidina



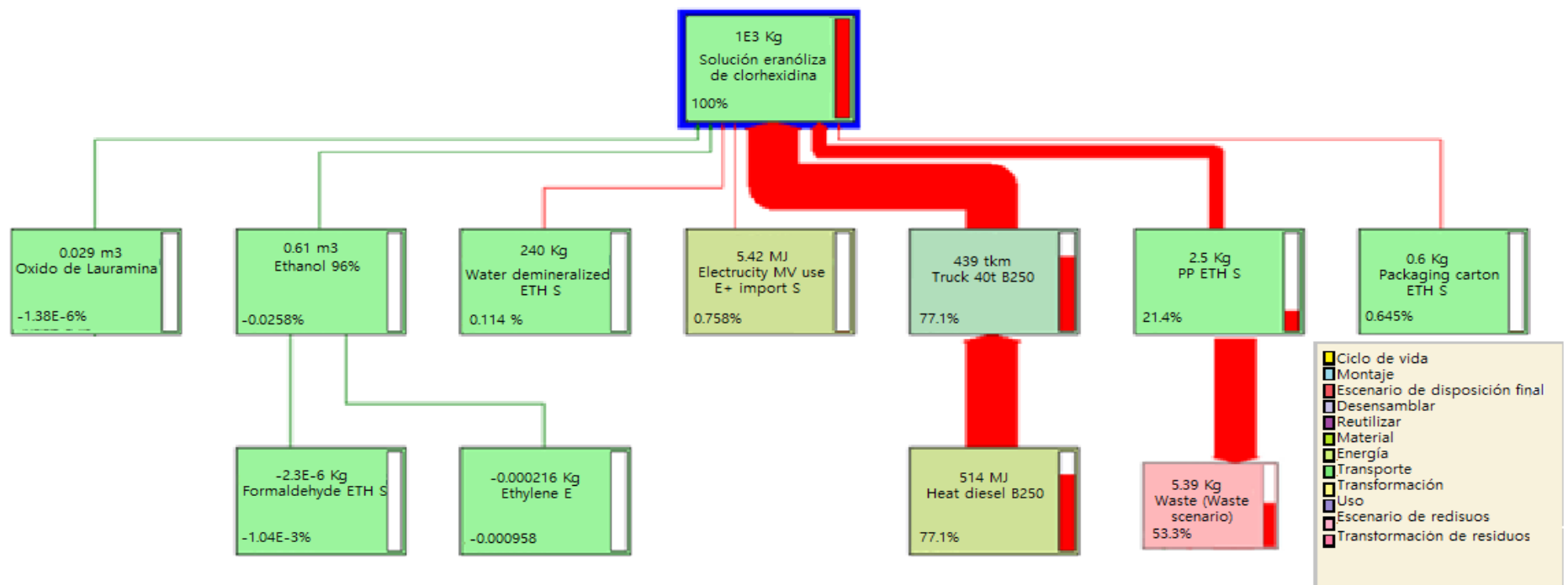
Analizando 1 m3 'Solución de Clorhexidina 2,3% – Vioxin Acuoso'; Método: Eco-indicator 99 (H) V2.06 / Europe EI 99 H/A / Puntuación única

5.6.3 LCA solución etanólica de clorhexidina

Para el producto de solución etanólica de clorhexidina se puede observar que son el transporte, el empaque primario y el escenario de residuos (que está implícito en el uso de empaque primario), los que aportan los impactos ambientales negativos, impactando en un 77,1%; 21,4% y 53,4% respectivamente.

Figura 14

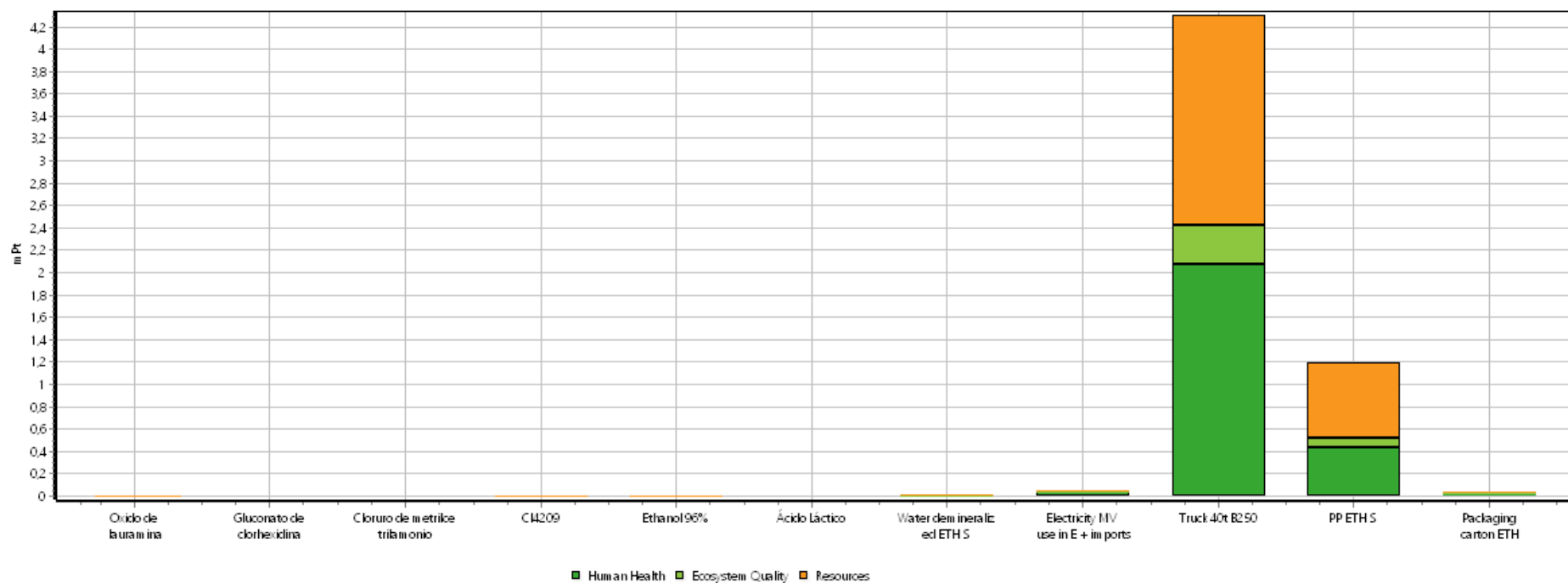
Red de Contribución al Impacto Ambiental de Solución Etanólica de Clorhexidina



En lo que respecta a la salud humana, la solución acuosa de clorhexidina conlleva un impacto ambiental de 2.1 mPt, mientras que para la calidad del ecosistema este valor se reduce a 0.6 mPt, y con relación a los recursos, alcanza los 1.7 mPt. Todos estos datos reflejan el impacto ambiental relacionado con el transporte de este producto. En el caso del empaque primario, los valores son de 0.5 mPt para la salud humana, 0.038 mPt para la calidad del ecosistema y 0.6 mPt para los recursos (Ver figura 15).

Figura 15

Categorías de Impactos Ambientales de Solución Etanólica de Clorhexidina

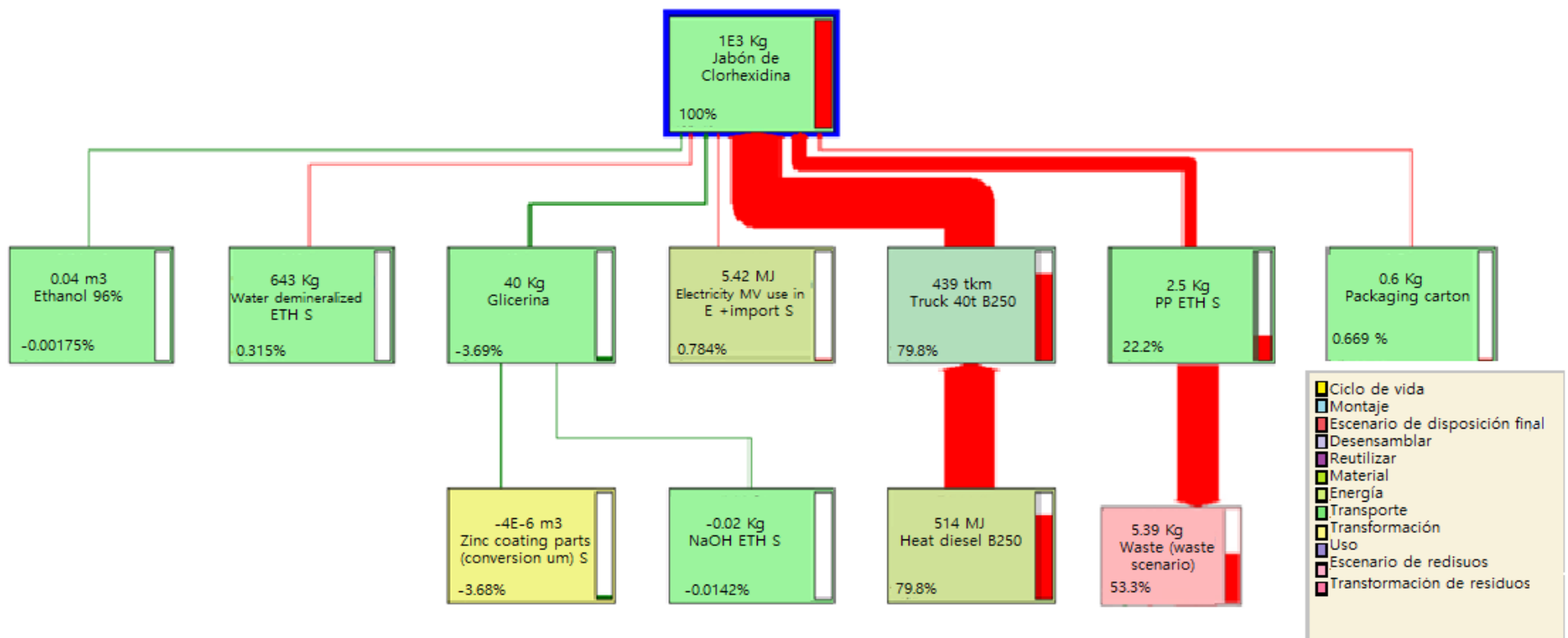


5.6.4 LCA Jabón de clorhexidina

En el caso de jabón de clorhexidina el proceso que mayor impacto ambiental negativo se encuentra en el transporte aportando un 79,9%, seguido del empaque primario el cual representa un 22,2% del total de los impactos, el uso de este empaque tiene un impacto implícito que es el escenario de residuo el cual pertenece al uso por parte del usuario final el cual representa un 53,3%.

Figura 16

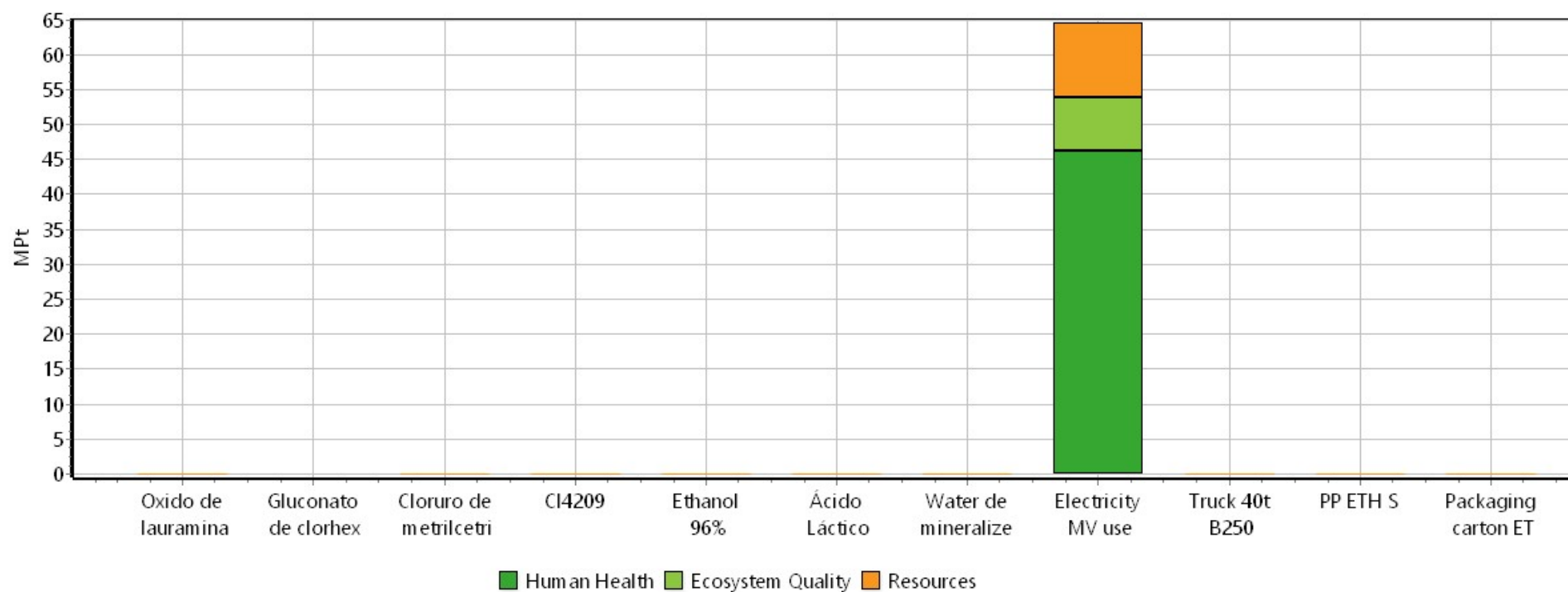
Red de Contribución al Impacto Ambiental de Jabón de Clorhexidina



Con relación a la puntuación individual asignada al jabón de clorhexidina, es claro que el transporte emerge como el factor principal que genera un impacto ambiental significativo. La suma de este impacto en las categorías de salud humana, calidad del ecosistema y recursos alcanza los 65 mPt.

Figura 17

Categorías de Impactos Ambientales de Jabón de Clorhexidina



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos al realizar el Análisis de Ciclo de Vida de las etapas de fabricación de cosmeceúticos, se identificó que, en los cuatro productos evaluados, los procesos que más contribuyen en el total de los impactos ambientales son el transporte, el material de empaque primario y el residuo de este.

Como conclusión de este primer objetivo, el análisis del flujo de procesos y el estudio de ciclo de vida de Zumotec S.A. revelan una falta de enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de sus productos. Desde la etapa de imaginación hasta la disposición final, se identifican deficiencias en la definición de procesos, la consideración de requisitos de los clientes, la implementación de prácticas ambientales, la gestión de residuos y la optimización logística. Estos hallazgos revelan la necesidad de adoptar medidas que aborden estos desafíos, mejorando tanto la competitividad de la empresa como su impacto ambiental.

5.7 Flujo de trabajo

Teniendo en cuenta los resultados anteriormente obtenidos es fundamental considerar aspectos como tratamientos de emisiones dentro del enfoque de desarrollo de productos, que incluye la redefinición del concepto del producto y la revaluación de la necesidad desde la perspectiva del diseño industrial. Estos aspectos se plantean como acciones con mayor injerencia en términos ambientales, sociales y económicos a lo largo del ciclo de vida del producto.

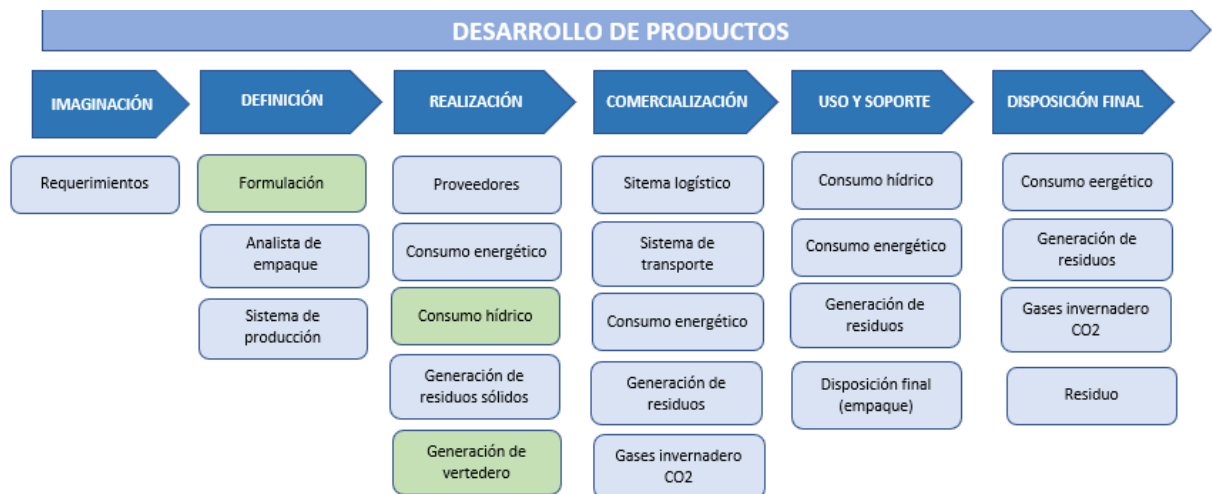
Para lograr esto, se requiere un modelo que permita tener un control efectivo de la información, las acciones y los recursos durante todas las etapas críticas del desarrollo de productos. Este modelo establece perfiles, procesos, equipos, responsabilidades, resultados y recursos necesarios, como habilidades, herramientas y equipos, para implementar una intervención del diseño industrial en el ciclo de vida del producto.

Con base en estas consideraciones, se ha desarrollado un modelo específico que se fundamenta en las diferentes etapas o fases del ciclo de vida del producto. Este modelo identifica las actuaciones y decisiones relacionadas con el impacto ambiental en cada una de estas etapas.

El desarrollo de nuevos productos (NPD), en el ciclo de vida se ve reflejado en el diagrama de secuencia presentado en la Figura 18 se enfoca específicamente en los aspectos ambientales. Es importante destacar que estos aspectos no se manejan de manera lineal, sino que se agrupan para identificar y relacionar situaciones similares que pueden ser abordadas desde un mismo rol o perspectiva.

Figura 18

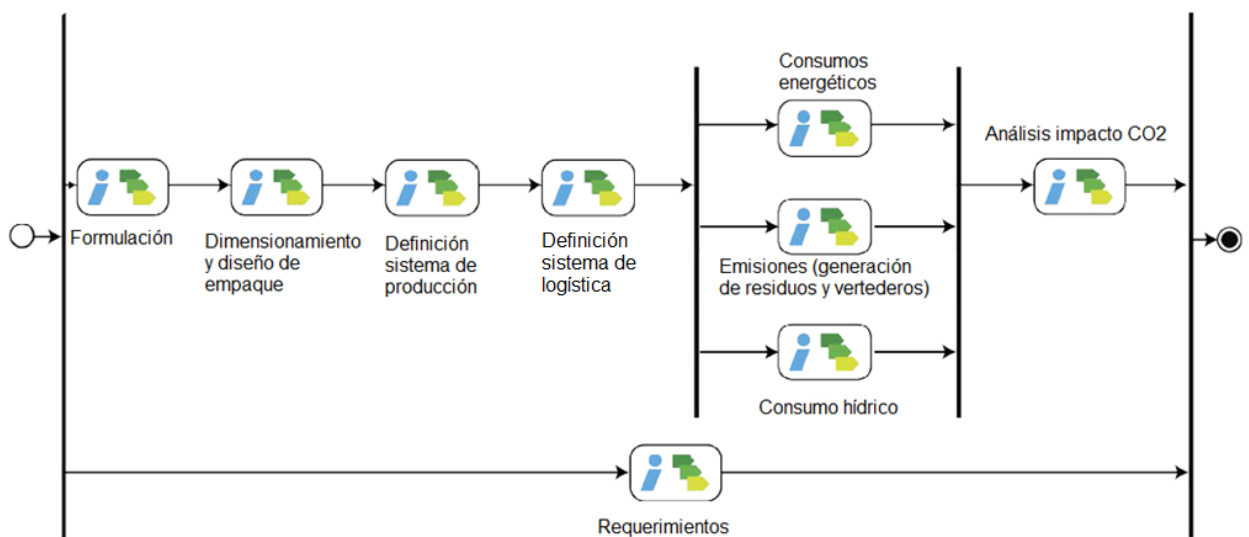
Diagrama de desarrollo de nuevos productos



En este sentido, el flujo de trabajo de esta área se centra en aspectos clave como los materiales utilizados, formulación, sistemas de producción y distribución, el consumo energético e hídrico, las emisiones y el análisis del impacto ambiental, todo ello bajo la perspectiva de la huella de carbono. El objetivo es comprender y gestionar de manera efectiva los impactos medioambientales generados a lo largo del ciclo de vida de los productos.

Al adoptar este enfoque, se busca identificar oportunidades para mejorar la sostenibilidad y reducir los impactos negativos en el medio ambiente. Al agrupar los aspectos ambientales relevantes, se facilita la visualización y el abordaje de situaciones similares, lo que permite una gestión más eficiente y coordinada de las acciones destinadas a mitigar los impactos ambientales en el desarrollo de nuevos productos.

Figura 19
Flujo de procesos



Dentro de este flujo de trabajo (figura 19) se establece un área de requerimientos que abarca todo el modelo, ya que estos deben ser gestionados a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Dentro de esta área se hace la referencia al rol de coordinador de investigación, desarrollo e innovación o analista de producto, analista de formulación empaque y etiqueta, analista de sistema de producción y logística y finalmente el analista de la huella de carbono. En la tabla 10 se puede evidenciar la descripción de cada rol y sus respectivas actividades.

Tabla 10
Descripción de Rol y Actividades

ROL	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
Coordiandor de Investigación, Desarrollo e Innovación	El coordinador de innovación necesita conocer los antecedentes y las razones por la cuales se tiene la iniciativa de abordar el nuevo proyecto o producto; además de tener conciencia de los soportes con los que cuenta el proyecto; los recursos asignados al proyecto, las actividades a las que se compromete para lograr sus objetivos, los resultados esperados a corto, mediano y largo plazo, los objetivos o resultados del proyecto; es decir, debe tener conciencia de todo aquello que pudiere afectar el proyecto. Impactos esperados (Ambientales, sostenibles, sociales, financieros, propiedad intelectual)	Analizar el problema y comprender la necesidad de los interesados Análisis de factores internos y externos Unidad de análisis Definición de requerimientos de sostenibilidad

Analista de formulación, empaque y etiqueta	El analista de formulación es el profesional o equipo de trabajo que se encarga de materializar los requerimientos de los stakeholders, teniendo en cuenta todos los requerimientos de aspecto sostenible que se han especificado con anterioridad, además de tener en cuenta todo lo relacionado con la normatividad necesaria y de evaluar desde diferentes propuestas, el cumplimiento, replanteamiento y ajustes del mismo, a este rol le compete la elección de las materias primas, el diseño de la formulación desde escala piloto a escala real.	Definición de materia prima y materiales Comparación de listado de materiales
Analista de sistema de producción	El analista de los sistemas de producción es el encargado de hacer una revisión minuciosa de los puestos, de los equipos, y en general de todos los sistemas productivos de la organización,	Análisis ergonómico de los puestos de trabajo Análisis de las estaciones de producción Análisis de los sistemas de producción

	en aras de establecer los	Consumos energéticos
	procesos idóneos para el	
	desarrollo del producto y el	Consumos Hídricos
	cumplimiento de las metas de	
	sostenibilidad, así como de	
	establecer escalas para la	
	producción o la tercerización.	
	El objetivo es definir la logística	Planificación de la demanda
	de almacenaje y distribución a	Seguimiento y trazabilidad
	los distribuidores, teniendo en	Análisis de los sistemas de
	cuenta que el transporte debe	Logística
	cumplir los requerimientos de	Análisis de consumos
	calidad exigidos por gestión de	energéticos
	calidad, la definición del flujo del	Análisis de consumos Hídricos
	producto físico y el control de los	Análisis de Generación de
	recursos (personal, bienes de	residuos
	consumo, equipos, sistemas,	Análisis de las estaciones de
	almacenes, infraestructura, etc.).	Logística
Analista sistema logístico		Control de transporte
	El rol del analista de huella de	Análisis de la huella de carbono
	carbono es el encargado dentro	
Analista de impactos ambientales	de la organización de realizar los	
	análisis de inventarios de	

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a lo largo de su ciclo de vida, desde la etapa de ideación hasta su retiro, para poder hacer un balance de lo positivo y de lo negativo, tanto a nivel interno como externo del proyecto.

5.8 Planificación de producción

Para mejorar la eficiencia del proceso de producción y reducir los problemas relacionados con la fase de distribución, se llevó a cabo un estudio de diferentes metodologías aplicables en la industria cosmeceútica. Entre estas metodologías se destaca el Lean Manufacturing, un sistema de organización del trabajo que se centra en mejorar el sistema de producción al eliminar actividades que no agregan valor al proceso ni al cliente. Esta metodología tiene en cuenta los siguientes principios:

1. Hacerlo bien a la primera: Lo que implica conseguir cero defectos. Para ello hay que detectar el problema y solucionarlo desde el origen.
2. Excluir actividades que no añaden valor: Se excluye todo lo que suponga un despilfarro o desperdicio y que no agrega valor añadido a la experiencia de cliente.
3. Mejora continua: Se mantiene la calidad del producto o servicio tratando de reducir costes y aumentar la productividad.
4. Procesos pull: Se produce según demanda puesto que la clave es evitar stocks.
5. Flexibilidad: Es necesario ser capaz de producir diferentes tipos de productos y ajustarse con exactitud a las cantidades.

6. Colaborar con los proveedores: Construir relaciones con los proveedores basándose en el largo plazo, con acuerdos donde compartir riesgo y costes
7. Cambio de enfoque de venta: Desde el punto de vista Lean Manufacturing, al cliente se le aporta una solución y no un producto o servicio. Esta filosofía tiene que ser única para toda la organización.

Dentro de la metodología Lean Manufacturing se utilizan diversas herramientas, como *Total Quality Management (TQM)*, *Just inTime (JIT)*, *Kaizen*, Teoría de las Restricciones (TOC), Andon, *Single-Minute Exchange of Die (SMED)*, *Value Stream Mapping* (Mapeo de Flujo de Valor), *Heijunka*, KPI, Kanban y Reingeniería de Procesos.

Teniendo en cuenta los problemas específicos relacionados con los procesos de producción en la empresa Zumotec S.A, se realizó una planificación de la producción que incorpora dos de las herramientas mencionadas anteriormente. A continuación, se presentan en detalle estas herramientas y cómo se aplicaron en el contexto de la empresa Zumotec S.A.

5.8.1 Value Stream Mapping (Mapeo de Flujo de Valor)

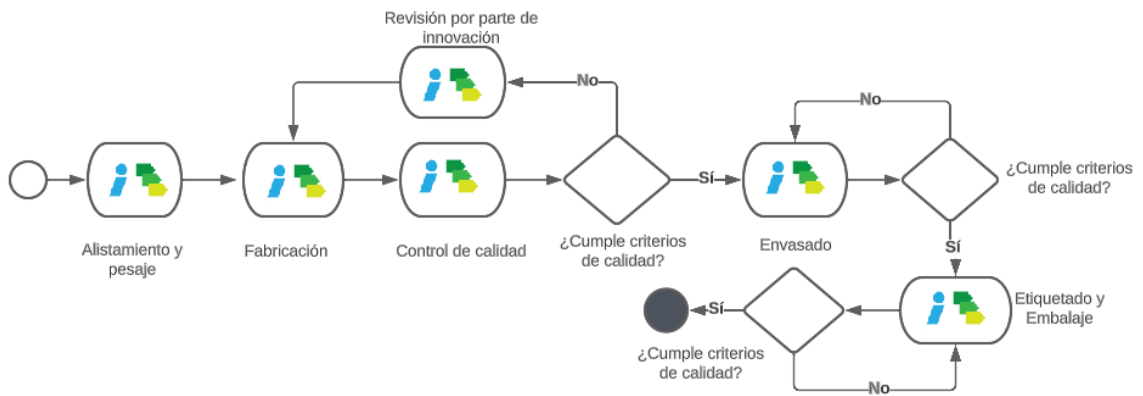
Esta herramienta se basa en un diagrama que permite visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción y de la información, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente. Para desarrollar esta herramienta se tienen en cuenta los siguientes pasos:

5.8.1.1 Identificación del flujo de proceso productivo de la empresa

En la identificación del flujo de procesos de la empresa Zumotec S.A., se consideraron diversos documentos internos, como los manuales de producción y calidad, los registros de lotes (*batch record*) y el diario de campo. En la Figura 20 se presenta el flujo de proceso de producción de la empresa, el cual fue elaborado tomando en cuenta la información recopilada de dichos documentos.

Figura 20

Flujo de procesos de producción



5.8.1.2 Identificación de la familia de productos

En el análisis realizado, se utilizó la línea de productos cosmecéuticos denominada visoft. Esta línea incluye los siguientes productos:

- **Enjuague Bucal de Clorhexidina:** es un colutorio que se utiliza después del cepillado de dientes, con el objetivo de mantener una correcta higiene bucal. Se usa para la prevenir, reducir y/o eliminar el crecimiento de placa y bacterias dañinas de la cavidad bucodental. Debido a su forma líquida, es especialmente eficaz en las zonas de difícil acceso a las que no llega el cepillado normal.
- **Solución Acuosa de Clorhexidina:** es una solución líquida a base de Clorhexidina que tiene como objetivo eliminar la flora normal y remover la flora transitoria para disminuir la diseminación de microorganismos infecciosos.
- **Solución Etanólica de clorhexidina:** es una solución líquida a base de Gluconato de Clorhexidina que tiene como objetivo eliminar la flora normal y remover la flora transitoria para disminuir la diseminación de microorganismos infecciosos.

- Jabón tópico de clorhexidina: es un producto lavable con acción detergente que limpia y permite un alto grado de desinfección eliminando rápidamente la flora bacteriana, además genera una alta humectación y genera una suavidad a su piel, dejando en ella un agradable aroma y PH neutro.

5.8.1.3 Cálculo Takt Time

El cálculo del *takt time* para la empresa Zumotec se basa en la frecuencia de compra del cliente. La frecuencia de compra de los clientes es un factor clave para determinar el *takt time*, ya que representa la demanda real que la empresa debe satisfacer.

El cálculo del *takt time* con base en la frecuencia de compra del cliente permite a Zumotec establecer el ritmo de producción adecuado para garantizar que los productos estén disponibles de manera constante y oportuna. Esta información ayuda a la empresa a planificar y organizar sus operaciones de manera eficiente, evitando exceso o escasez de inventario y optimizando los recursos disponibles.

Al considerar la frecuencia de compra del cliente en el cálculo del *takt time*, Zumotec puede ajustar su producción de acuerdo con la demanda real del mercado, lo que contribuye a una mejor gestión de la cadena de suministro y a la satisfacción de los clientes al contar con productos disponibles en el momento en que los necesitan. En la tabla 22 se puede observar que cada 23,4 segundos se debería producir un litro de producto requerido y para cumplir con esta demanda se debe tener en materia prima 11.507 litros en stock.

Tabla 11

Tack Time Producción cosmecéuticos

VARIABLE	OPERACIÓN	RESULTADOS	MEDIDA
Jornada laboral		10	Horas
Tiempo de almuerzo		1	Horas
Tiempo de descanso		0,5	Horas
Número de turnos		1	diario
Días hora por mes		22	días

Demanda mensual		28767	Litros
Materia prima requerida (sin agua)		11507	Litros
cantidad por lote		800	Litros
Tiempo disponible	Jornada laboral- almuerzo- descanso	8,5	Horas
Tiempo disponible		510	Minutos
Tiempo disponible		30600	
Demanda diaria	Demanda/días	1307,590909	Litros/día
Tiempo tack time		23,4	Seg/L

Nota: Se muestra el tiempo y volumen empleado para la producción de un lote de producto dentro

de la empresa.

5.8.1.4 Realización de VSM

En la Figura 21 se muestra el flujo de producción del proceso de fabricación de cosmeceúticos, desde la entrada de los materiales en la fábrica hasta la entrega final a los clientes o locales. Se puede observar que las etapas descritas se llevan a cabo de manera secuencial. Además, la figura ilustra los flujos de información, los cuales son centralizados por el departamento de control de producción, ya que es en este punto donde se reciben todas las órdenes de los clientes.

Con base en estas órdenes, se realizan los pedidos a los proveedores y se distribuyen las materias primas necesarias para la producción. En la situación actual de la empresa, se han identificado los siguientes desperdicios:

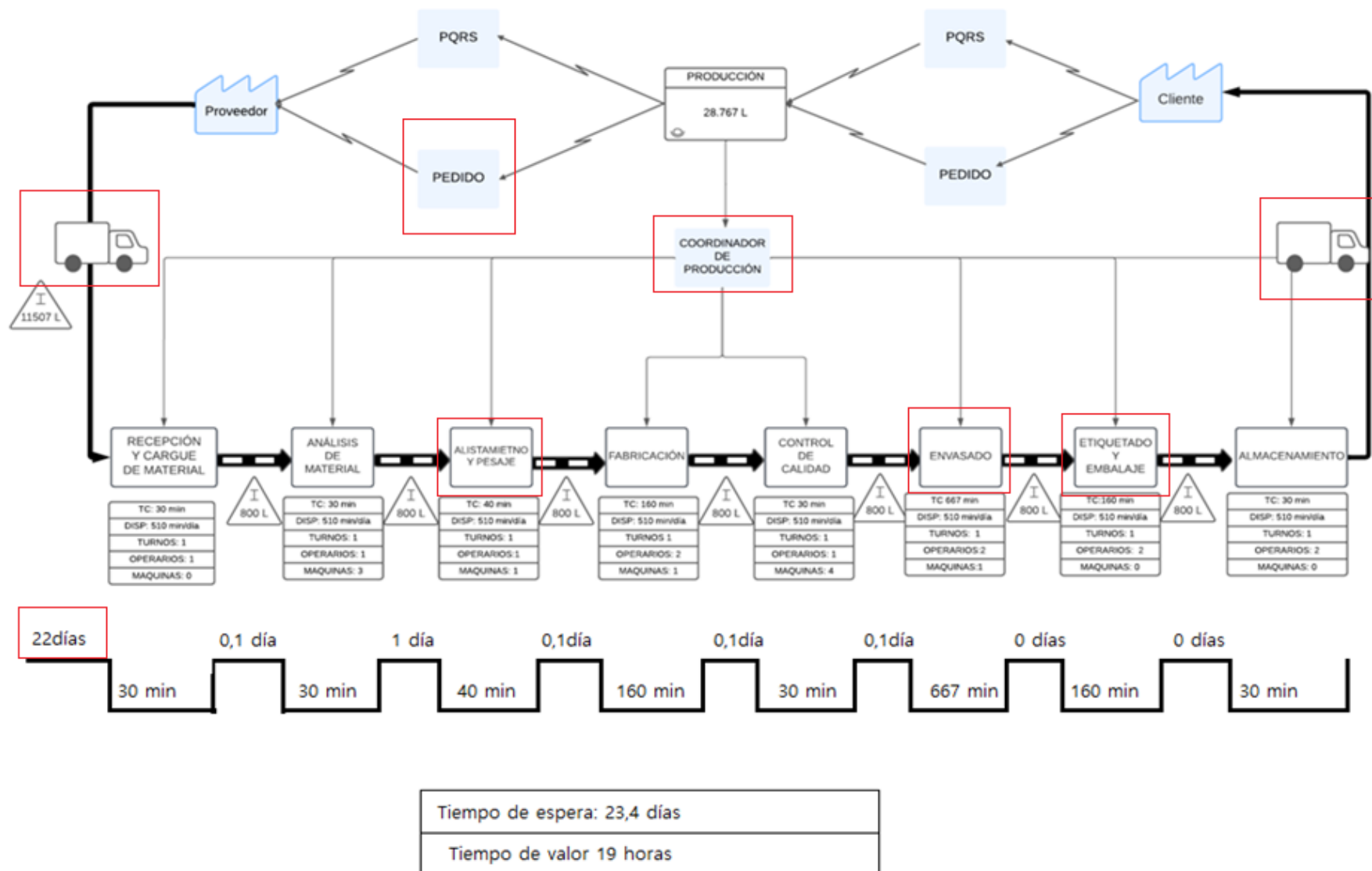
- Inventarios: Se observa una espera innecesaria debido a la falta de materias primas y materiales, causada por una planificación inadecuada de los inventarios.
- Espera innecesaria: Existe una acumulación de la lista de solicitud de materiales en el departamento de bodega, lo que genera tiempos de espera innecesarios.
- Sobreproducción: Se produce en cantidades superiores a las necesarias previstas, sin tener en cuenta los pedidos reales de los clientes.

- Sobre-procesamiento: Se realizan actividades que no añaden valor al producto o se realizan procesos separados que podrían ser combinados debido a que tienen el mismo tiempo de ciclo.
- Defectos en el envío: Se han identificado fallos en el momento del envío, como fechas de etiquetado incorrectas, lotes erróneos o etiquetas incorrectas, lo que genera problemas y reclamaciones por parte de los clientes.

Estos desperdicios representan áreas de mejora para la empresa, en las cuales se pueden implementar medidas para reducirlos y optimizar el proceso de producción de cosmeceúticos en Zumotec.

En la figura 21 se puede apreciar el VSM que actualmente se utiliza en la empresa. Los cuadros resaltados en rojo en la figura indican los puntos específicos donde se llevarán a cabo las modificaciones necesarias para la incorporación del diseño para la sostenibilidad.

Figura 21
Actual VSM Producción



Para posibles mejoras aplicando el modelo VSM la empresa debe:

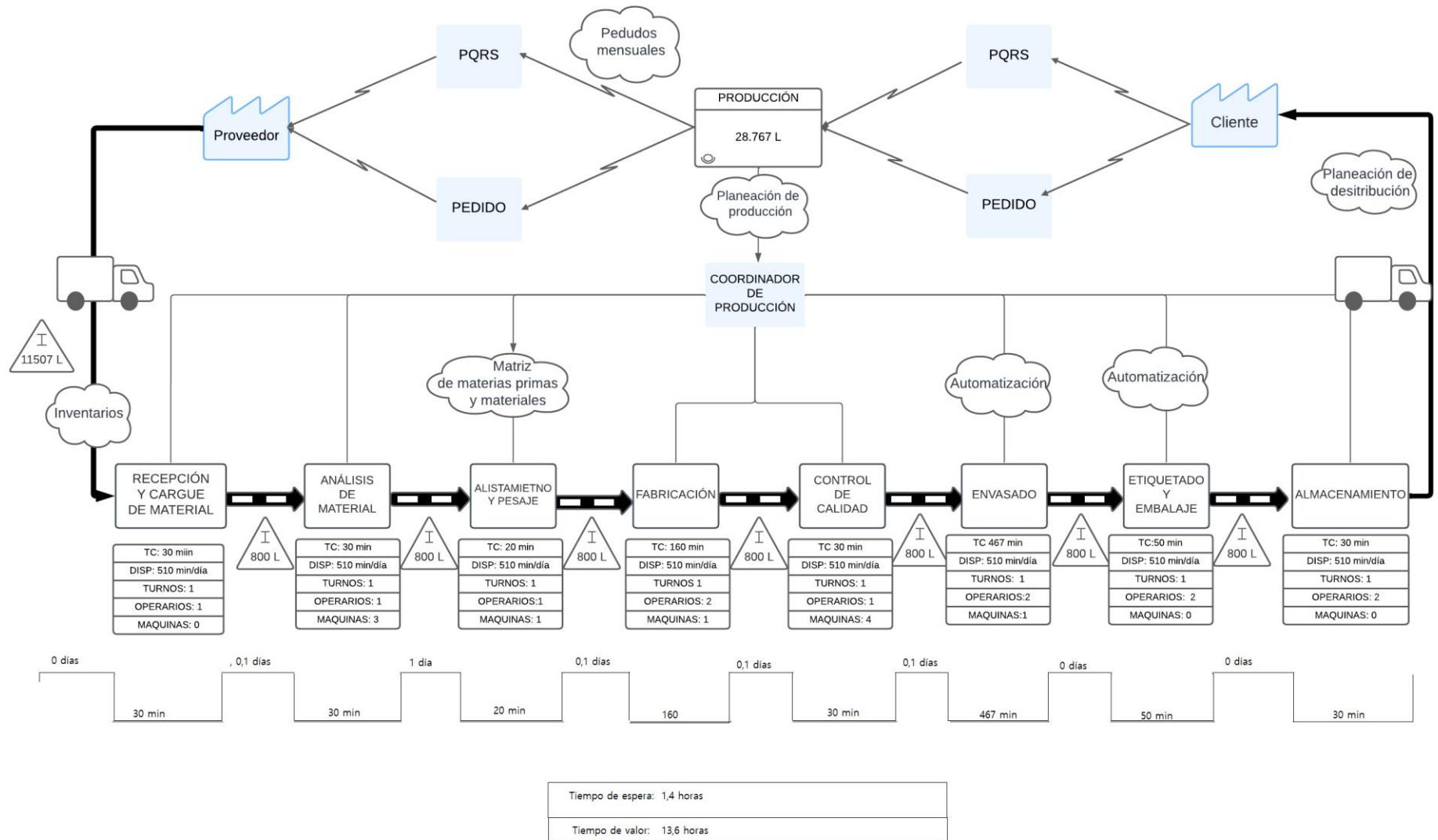
- Producir a la frecuencia de consumo de cada producto, basándose en la tendencia de sus ventas.
- Desarrollar una base de datos con la cantidad de materia prima que requiere cada producto para ser elaborado.
- Integrar parte de sus actividades o procesos para que existan flujos continuos.

Basándonos en estas directrices, se han propuesto las siguientes mejoras para el sistema productivo:

- Implementar una base de datos o listado detallado de las materias primas y materiales necesarios para la elaboración de cada producto en el área de la bodega. Esto permitirá tener un control más preciso y actualizado de los recursos disponibles, evitando retrasos en el proceso de pesaje de materia prima y materiales.
- Crear una matriz de estandarización de materias primas, de manera que cada operario pueda acceder en tiempo real a la ubicación de cada materia prima y material. Esto eliminará tiempos innecesarios y garantizará una gestión eficiente de los recursos, evitando la pérdida de tiempo en la búsqueda de materiales.
- Automatizar las máquinas utilizadas en el envasado y etiquetado. En la actualidad, los operarios realizan procesos duplicados debido a que las máquinas existentes no desempeñan adecuadamente las operaciones. Esta automatización permitirá una mayor precisión en las medidas y una correcta colocación de etiquetas, optimizando el tiempo y reduciendo errores.

- Mejorar la planificación de la distribución de los productos. En la actualidad, los pedidos se entregan según la producción y no según los acuerdos establecidos con los clientes. Esto genera excedentes de productos y mala reputación para la empresa. Implementar una planificación adecuada de la distribución garantizará una entrega oportuna y organizada, cumpliendo con las expectativas de los clientes.
- Establecer una planificación de producción basada en la demanda mensual. Actualmente, la producción se realiza sin una adecuada planificación, lo que puede resultar en un exceso de producción o una falta de productos según la demanda del mercado. Generar un plan de ventas acorde a la demanda mes a mes permitirá una producción más eficiente y ajustada a las necesidades del mercado.
- Generar una adecuada comunicación entre las áreas implícitas en la producción.

En la figura 22 se observa el nuevo VSM con las modificaciones realizadas y los nuevos tiempos de espera y de valor para la empresa.

Figura 22
VSM de producción nuevo


Se puede observar que se ha logrado una notable reducción en el tiempo de espera, el cual ha disminuido a 1,4 horas. Esto se debe a la eliminación del tiempo de espera en la entrega de materia prima y a la implementación de un sistema de inventarios actualizados.

Además, se han identificado y abordado los cuellos de botella existentes en el proceso, como el pesaje de materia prima, envasado y etiquetado. Gracias a las mejoras implementadas en estos puntos, se ha logrado disminuir significativamente el tiempo de valor, el cual se sitúa ahora en 13,6 horas.

La automatización del proceso de envasado ha generado ahorros significativos en términos de tiempo. A continuación, se presenta un análisis de los ahorros obtenidos para cada presentación de envasado:

Presentación de 60 ml: Con la automatización del envasado, se ha logrado ahorrar un total de 120 minutos por lote de 800 litros. Esto se traduce en un ahorro económico de \$80.550,00.

Presentación de 120 ml: Se ha obtenido un ahorro de 500 minutos por lote de 800 litros, lo que equivale a un ahorro económico de \$64.440,00.

Presentación de 500 ml: La automatización del envasado ha permitido ahorrar 1000 minutos por lote de 800 litros, generando un ahorro económico de \$20.620,80.

Presentación de 1000 ml: Con la implementación de la automatización, se ha logrado ahorrar 3800 minutos por lote de 800 litros, lo que representa un ahorro económico de \$10.310,40.

Presentación de 3800 ml: En esta presentación, se ha obtenido el mayor ahorro en términos de tiempo, con un total de 3800 minutos ahorrados por lote de 800 litros. Esto se traduce en un ahorro económico de \$2.738,70.

5.8.2 *kanban*

Para Zumotec, la implementación del sistema Kanban sería altamente beneficioso para optimizar su proceso de fabricación de cosmecéuticos. Kanban es un sistema de información que permite un control armonioso y fluido de la producción, centrándose en indicadores de calidad y tiempo. Este sistema se utiliza ampliamente en entornos industriales y comerciales para mejorar la eficiencia y la gestión de inventarios.

Al implementar Kanban en Zumotec, se establecería un sistema visual que permite el seguimiento en tiempo real de los materiales y productos en cada etapa del proceso de fabricación. Esto se lograría mediante la utilización de tarjetas Kanban, las cuales representan las unidades de producción y se mueven a lo largo del flujo de trabajo.

El sistema Kanban en Zumotec permitiría controlar de manera precisa la cantidad de materias primas necesarias en cada etapa de producción, evitando tanto el exceso como la escasez de inventario. Además, proporcionaría una clara visibilidad de las demandas de los clientes y los tiempos de entrega, lo que facilitaría la planificación y programación de la producción.

Otro aspecto importante de Kanban es su enfoque en la mejora continua. El sistema Kanban permite identificar y resolver de manera proactiva los cuellos de botella, los problemas de calidad y los retrasos en el proceso de fabricación. Al hacerlo, Zumotec podría lograr una mayor eficiencia, reducir los tiempos de espera y aumentar la satisfacción del cliente.

Para la implementación de Kanban en Zumotec, se utilizará Jira Software, una herramienta de gestión de proyectos y seguimiento de problemas desarrollada por Atlassian. Jira Software permite planificar, rastrear y administrar el trabajo de un equipo en un solo lugar, lo que facilita la coordinación y comunicación entre las diferentes áreas involucradas en el proceso de producción.

Al utilizar Jira Software, se podrán reducir los problemas de comunicación que a menudo surgen en los procesos de producción. La herramienta proporciona un espacio centralizado donde los equipos

pueden colaborar, compartir información y dar seguimiento al progreso de las tareas. Esto ayuda a mantener a todos los miembros del equipo informados sobre el estado de los proyectos y las necesidades de cada etapa del proceso.

Una de las ventajas de Jira Software es que ofrece elementos de verificación, como editores y fechas de nuevas tareas. Esto permite una mayor claridad y transparencia en la asignación de responsabilidades y plazos de entrega, lo que ayuda a optimizar los procesos de producción. Además, la herramienta permite realizar un seguimiento detallado de las tareas, lo que facilita la identificación de posibles cuellos de botella y la toma de decisiones informadas para su resolución. En el Apéndice C se puede observar el interfaz del software implementado para la empresa.

Como resultado de la optimización del sistema de producción, se han logrado mejoras significativas en diversos aspectos del proceso. En primer lugar, se puede lograr una eliminación del 16% de los PQRS (Peticiónes, Quejas, Reclamos y Sugerencias) de la empresa.

5.8.2 *Análisis Financiero*

5.8.2.1 *Ahorro de devolución causadas por producto neto*

Al analizar los ahorros por devolución por producto neto, podemos observar que se han obtenido resultados significativos en términos de reducción de costos y mejora en la calidad de los productos (ver tabla 12).

En el caso del jabón de clorhexidina, se evidencia un ahorro considerable en todas las presentaciones, siendo la presentación en 3,8 litros la que genera el mayor ahorro de \$2.959.692,14. Esto indica que se logra optimizar el proceso de producción de jabón de clorhexidina, reduciendo los defectos o problemas que se llevan a la devolución del producto. Para el enjuague bucal, se observa que solo se han registrado devoluciones en las presentaciones de 0,12 litros y 1 litro, con ahorros de \$129.511,84 y \$59.882,37 respectivamente. Sin embargo, es importante destacar que no se han registrado devoluciones

en la presentación de 3,8 litros. En el caso de la solución de clorhexidina, se evidencia ahorros en todas las presentaciones, siendo la presentación en 0,06 litros la que genera el mayor ahorro de \$259.560,54. Por último, en la solución alcohólica de clorhexidina se observa un ahorro en todas las presentaciones, siendo la presentación en 3,8 litros la que genera el mayor ahorro de \$72.789,31.

Tabla 12*Ahorro Devolución por Producto Neto*

Presentación en litro	0,06	0,12	0,5	1	3,8
Jabón de Clorhexidina	\$ 980.722,87	\$ 832.777,12	\$ 380.663,70	\$ 414.007,53	\$ 2.959.962,14
Enjuague Bucal	-	\$ 129.511,84	-	\$ 59.882,37	\$ 73.257,22
Solución Acuosa de Clorhexidina	\$ 259.650,54	\$ 111.854,14	\$70.073,35	\$ 59.469,85	\$ 211.965,91
Solución Etanólica de Clorhexidina	\$ 59.816,29	-	-	\$ 36.169,75	\$ 72.789,31

5.8.2.2 Ahorro de devolución causadas por producto neto

Al analizar los ahorros por derrame, se puede observar que se han logrado reducir significativamente los costos asociados a los derrames de producto durante el proceso de producción. A continuación, se presenta un análisis de los ahorros por cada tipo de producto y su presentación (Ver tabla 13).

Jabón de Clorhexidina: En todas las presentaciones, se ha obtenido un ahorro considerable. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$2.025.844,44, seguida de cerca por la presentación en 1 litro con un ahorro de \$248.748,93.

Enjuague Bucal de clorhexidina: En la presentación de 0,12 litros y 3,8 litros, se han registrado ahorros de \$1.252,02 y \$45.258,56 respectivamente. Sin embargo, es importante destacar que no se han registrado derrames en las otras presentaciones.

Solución de Clorhexidina: En todas las presentaciones, se han obtenido ahorros significativos. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$137.781,69, seguida por la presentación en 0,5 litros con un ahorro de \$38.954,69.

Solución Etanólica de Clorhexidina: En todas las presentaciones, se han registrado ahorros. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$47.314,37, seguida de la presentación en 1 litro con un ahorro de \$35.481,83. Estos resultados demuestran que se han implementado medidas eficientes para prevenir derrames de solución alcohólica de clorhexidina durante su producción, lo que se traduce en ahorros para la empresa.

Tabla 13

Ahorro de Devolución por derrame

Presentación en litro	0,06	0,12	0,5	1	3,8
Jabón de Clorhexidina	\$ 565.508,53	\$ 475.668,40	\$ 223.107,74	\$ 248.748,93	\$ 2.025.844,44
Enjuague Bucal	-	\$ 1.252,02	-	\$ 23.398,36	\$ 45.258,56
Solución Acuosa de Clorhexidina	\$ 142.909,30	\$ 60.898,55	\$38.954,09	\$ 33.765,31	\$ 137.781,69
Solución Etanólica de Clorhexidina	\$ 32.933,76	-	-	\$ 35.481,83	\$ 47.314,37

5.8.2.3 Ahorro de devolución causadas por producto neto

Al analizar los ahorros por etiqueta, se puede observar que se han logrado reducir significativamente los costos asociados a la producción de etiquetas en los diferentes productos. A continuación, se presenta un análisis de los ahorros por cada tipo de producto y su presentación (Ver tabla 14).

En el Jabón de Clorhexidina, en todas las presentaciones, se ha obtenido un ahorro considerable. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$2.026.063,20, seguida de cerca por la presentación en 1 litro con un ahorro de \$242.793,55. Enjuague Bucal, en las presentaciones de 0,12 litros

y 3,8 litros, se han registrado ahorros de \$65.919,20 y \$55.533,70 respectivamente. Sin embargo, no se han registrado ahorros en las otras presentaciones. Solución de Clorhexidina, en todas las presentaciones, se han obtenido ahorros significativos. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$137.799,06, seguida por la presentación en 0,5 litros con un ahorro de \$36.704,57. En la Solución Etanólica de Clorhexidina, en todas las presentaciones, se han registrado ahorros. La presentación en 3,8 litros genera el mayor ahorro de \$47.320,34, seguida de la presentación en 1 litro con un ahorro de \$34.508,43. Estos resultados demuestran que se han implementado medidas eficientes para optimizar el uso de etiquetas en la producción de la solución alcohólica de clorhexidina, generando ahorros para la empresa.

Tabla 14*Ahorro de devolución por etiqueta*

Presentación en litro	0,06	0,12	0,5	1	3,8
Jabón de Clorhexidina	\$ 524.190,17	\$ 443.370,35	\$ 211.715,23	\$ 242.793,55	\$ 2.026.063,20
Enjuague Bucal	-	\$ 65.919,20	-	\$ 29.612,16	\$ 55.533,70
Solución Acuosa de Clorhexidina	\$ 131.301,23	\$ 56.289,97	\$ 36.704,57	\$ 32.839,01	\$ 137.799,06
Solución Etanólica de Clorhexidina	\$ 30.258,66	-	-	\$ 34.508,43	\$ 47.320,34

Tabla 15*Ahorro total*

Ahorro Total	\$ 14.957.259,25
Ahorro de devolución por producto neto	\$ 6.712.213,93
Ahorro de devolución por derrame	\$ 4.138.826,48
Ahorro de devolución por etiqueta	\$ 4.106.218,84

En la tabla 15 se ve reflejado un ahorro total de \$14.957.259,25. Esto representa la suma de los ahorros obtenidos en diferentes áreas y procesos de la empresa, lo que demuestra el impacto positivo de las mejoras implementadas.

Por producto neto, se ha logrado un ahorro de \$6.712.213,93. Esto indica una mayor eficiencia en la producción de cada unidad de producto, lo que se traduce en una reducción de costos y una mejora en la rentabilidad.

En cuanto al ahorro por derrame, se ha logrado reducir los costos asociados a los derrames de materiales o productos durante el proceso de producción. Este ahorro asciende a \$4.138.826,48, lo que refleja la implementación de medidas y controles para prevenir y mitigar este tipo de incidentes.

Asimismo, se ha logrado un ahorro significativo en el área de etiquetas, alcanzando un total de \$4.106.218,84. Esto se debe a la optimización del diseño y uso de etiquetas, asegurando una mejor eficiencia en su producción y reduciendo los costos asociados.

Estos ahorros económicos demuestran el impacto positivo de la optimización del sistema de producción en la rentabilidad y sostenibilidad financiera de Zumotec S.A. Además de las mejoras en la eficiencia operativa y la calidad del producto.

5.9 Diseño de Empaque

Para la realización y análisis del empaque en Zumotec S.A., nos basamos en la guía de declaración de envases de perfumería y cosméticos elaborada por la Asociación Nacional de Perfumería y Cosméticos. Esta guía establece las principales características que deben tener los envases para ser considerados eco amigables. Entre estas características se encuentran. En la figura 23 se presentan las principales características de diseño de los envases que se deben analizar al momento de diseñar un eco empaque.

Figura 23
Características del diseño de los envases


Fuente: guía de declaración de envases de perfumería y cosméticos

Para llevar a cabo el análisis de empaque y etiqueta del producto, se realizó un análisis a los que actualmente se encuentran en la empresa, seguido a ello se realiza el análisis de materiales, su compatibilidad y diseño de este para que este sea un empaque amigable y sostenible.

Material de empaque: De acuerdo con las regulaciones del INVIMA, se permiten varios materiales para los envases de la industria farmacéutica y cosmética en Colombia, entre ellos se encuentran el vidrio, el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno tereftalato (PET) y el polipropileno (PP). En Zumotec S.A., se utiliza actualmente Polipropileno PP y HDPE (Polipropileno de alta densidad) para el empaque de sus productos.

Material de etiqueta: En Colombia, no existe una lista específica de materiales permitidos para etiquetado. Sin embargo, los materiales de etiquetado deben ser seguros para su uso previsto y no deben afectar la calidad del producto. En Zumotec S.A., se utiliza actualmente PET (polietileno tereftalato) para las etiquetas de sus productos.

Dimensiones de empaque: Según las regulaciones del INVIMA, el tamaño del empaque debe ser proporcional al tamaño del producto y permitir la inclusión de la información obligatoria en la etiqueta.

Además, el empaque debe ser resistente y seguro para proteger el producto durante el transporte y almacenamiento. En el Apéndice D del análisis se puede encontrar el diseño y las dimensiones actuales del empaque genérico utilizado en Zumotec S.A. para volúmenes de 60 mL.

Dimensiones de etiqueta: Según las regulaciones del INVIMA, el tamaño de las etiquetas debe ser proporcional al tamaño del envase del producto y debe contener información obligatoria como el nombre del producto, el nombre del fabricante, la fecha de vencimiento, las instrucciones de uso, entre otros. También existen restricciones en cuanto al tamaño mínimo de la letra utilizada en la etiqueta para garantizar su legibilidad. En Zumotec S.A., se utilizan dimensiones de 6 cm * 12 cm para las etiquetas, ocupando el 82,6% del área disponible en el envase.

Teniendo en cuenta la información recopilada se realizaron las modificaciones adecuadas para generar un empaque y etiqueta adecuadas para que estas sean amigable con el medio ambiente. Además del análisis se debe tener en cuenta los siguientes aspectos.

Etiquetas: En las plantas automatizadas, los equipos utilizados para la clasificación de envases no metálicos funcionan mediante tecnología NIR (infrarrojo cercano). Para que los sensores de dichos dispositivos puedan detectar el material mayoritario de los envases, es necesario que éste sea visible como mínimo un 33% del total del envase.

Separación por densidades de los plásticos: Proceso realizado en las plantas de reciclado para separar los distintos tipos de plásticos que forman los envases. Una vez se han clasificado los envases por el plástico mayoritario que los forman, los envases son transportados a las plantas de reciclado donde son sometidos a procesos de triturado y lavado. Estos lavados tienen una doble finalidad, lavar el material eliminando sustancias no deseadas y, además, realizar una separación de los posibles restos de plásticos mediante decantación/flotación por densidades.

Tabla de compatibilidades entre materiales: Si alguna combinación de los materiales utilizados en tu envase está marcada en rojo, no significa que el envase no se vaya a reciclar, sino que podría generar alguna interferencia en los procesos de reciclado. Dado un envase, se debe tomar como elemento principal aquel cuyo peso sea el mayoritario y como secundarios, todos los demás componentes del envase. Por ejemplo: dada una botella de PET, con tapón y etiqueta del PP, el elemento principal sería la botella de PET y los elementos secundarios el tapón y etiqueta del PP. La incompatibilidad entre materiales varía en mayor o menor grado dependiendo de diversos factores. Para más detalle o para combinaciones de otros materiales que no se encuentren. En el Apéndice E, se puede observar la matriz de compatibilidad de los materiales.

De acuerdo con lo anterior, el nuevo material de empaque y etiqueta propuesto tiene las siguientes características.

Material de empaque: Se ha unificado el material de empaque utilizando PP (polipropileno) como material principal. Esta decisión se ha tomado para mejorar la compatibilidad entre los diferentes materiales y facilitar el reciclaje de los envases por parte de los usuarios finales

Material de etiqueta: Después de revisar la tabla de compatibilidad, se ha determinado que el material de etiqueta existente, PET (polietileno tereftalato), es compatible con el polipropileno. Por lo tanto, no se requiere ningún cambio en el material de etiqueta.

Dimensiones de empaque: Se ha realizado una modificación en la boquilla del envase para lograr un mejor acople entre el envase, la tapa y la máquina de envasado. Estas modificaciones se basan en las dimensiones de la máquina y los procesos de diseño de soplascol. Se recomienda consultar el Apéndice F para obtener información detallada sobre las dimensiones modificadas del empaque.

Dimensiones de etiqueta: Con el objetivo de facilitar el proceso de reciclaje, se ha reducido el tamaño de la etiqueta. Ahora, se recomienda que la etiqueta deje visible al menos el 33% del área total del envase. Las dimensiones mínimas recomendadas para la etiqueta son de 5 cm * 10 cm.

5.10 Planificación de distribución

En la planificación de la distribución, se llevó a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de encontrar una metodología que permitiera optimizar los procesos en el sistema de distribución. Entre las diversas metodologías encontradas, se destacó el modelo SCORE.

El modelo SCORE es una herramienta de gestión que busca mejorar el rendimiento de las cadenas de suministro y sus diferentes categorías o niveles de procesos empresariales. Este modelo estandarizado analiza la información, evalúa y optimiza los procesos en todos los sectores del negocio, utilizando mejores prácticas y estrategias de eficiencia previamente aprobadas. No se basa en descripciones matemáticas o métodos heurísticos, sino que estandariza la terminología y los procesos de una cadena de suministro para modelar y comparar diferentes alternativas y estrategias utilizando indicadores clave de rendimiento (KPIs).

A continuación, se presentará en detalle cómo se implementó este modelo en la empresa Zumotec S.A., brindando una descripción completa de su aplicación y los beneficios obtenidos.

5.10.1 Scope de la cadena de suministro

Dentro del scope de la cadena de suministro de Zumotec S.A., se incluyen los proveedores de materias primas y componentes, los procesos de fabricación en las instalaciones de la empresa, los centros de almacenamiento y distribución de Zumotec, así como los clientes minoristas y usuarios finales que adquieren los productos cosmeceúticos.

Esto implica que se considerarán todas las actividades relacionadas con la adquisición de materias primas y componentes por parte de los proveedores, los procesos de fabricación en las instalaciones de

Zumotec, la gestión y control de inventarios en los centros de almacenamiento, así como la planificación y coordinación de la distribución de los productos hacia los clientes minoristas y usuarios finales.

Figura 24

Scope de la cadena de suministro de Zumotec S.A

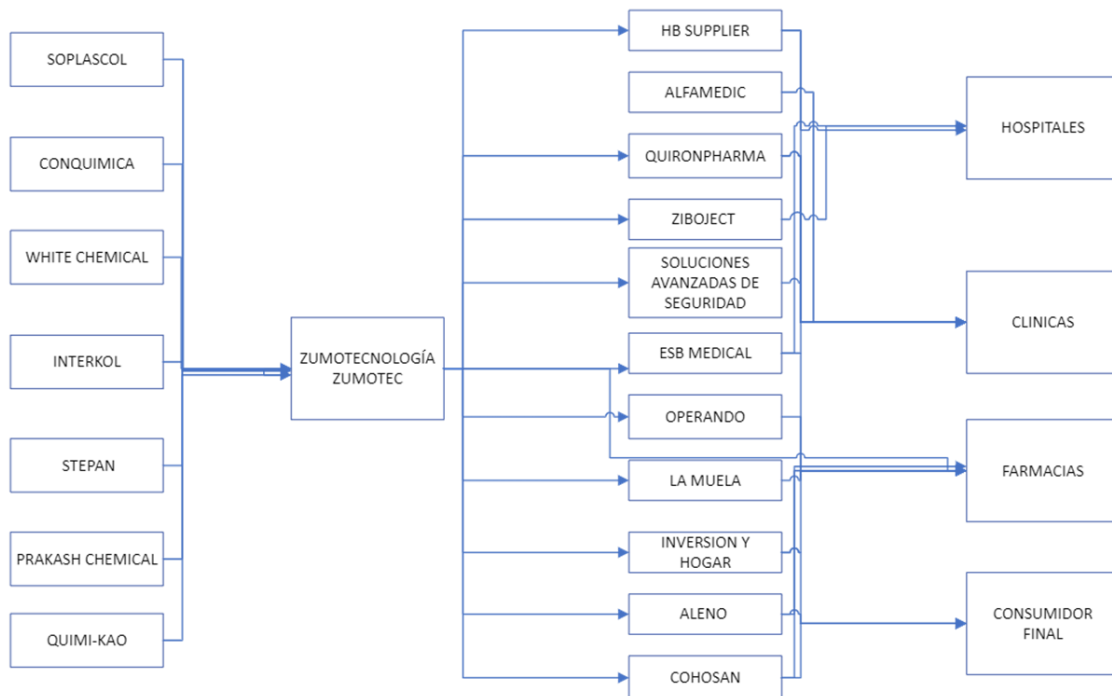


Figura 25 Diagrama de hilos

Figura 26

Diagrama de hilos Zumotec S.A

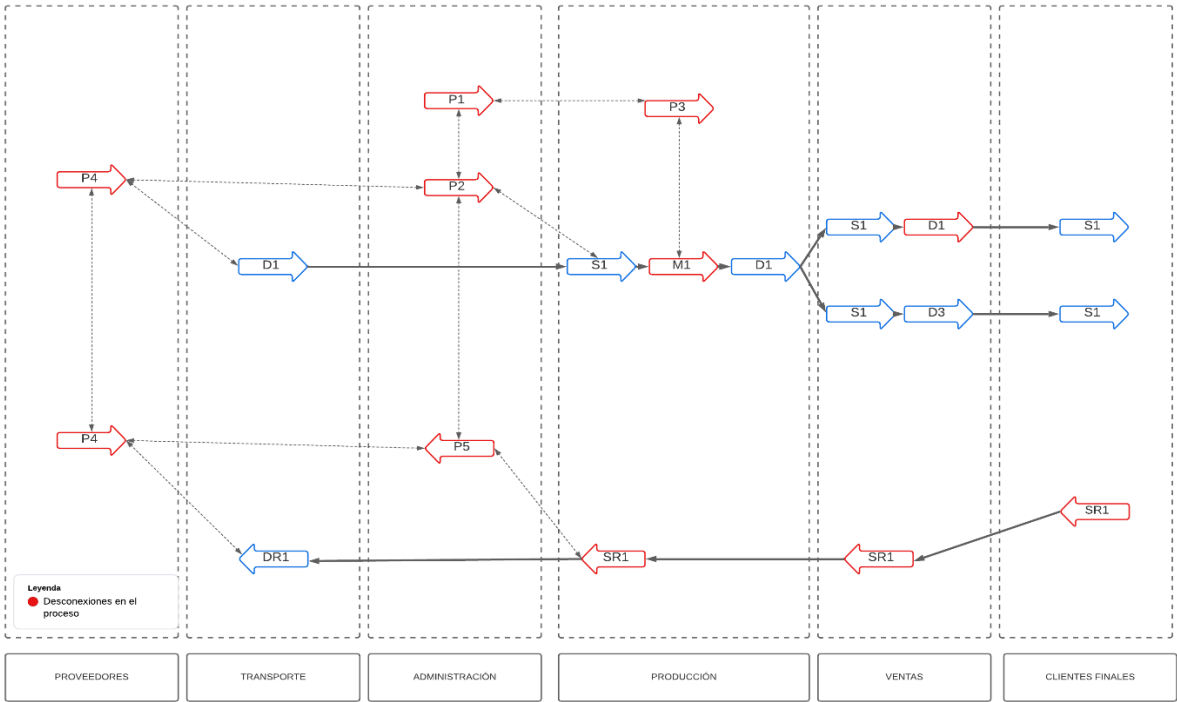


Tabla 16

Descripción diagrama de hilos

PLAN	p1	Planeación cadena de suministro
	P2	planeación de recursos
	P3	planes de manufactura
	P4	planeación de entregas
	P5	planeación de devoluciones
DELIVER	D1	Entrega de producto almacenado
	D2	Entrega de producción bajo pedido
	D3	Entrega producto al por menor
SOURCE	S1	Recurso producto almacenamiento
	S2	recurso producto hecho por pedido
MAKE	M1	Producir para almacenamiento
	M2	bajo pedido

RETURN	SR1	Retorno de recurso de producto defectuoso
	DR1	Retorno de entrega de producto defectuoso

En el diagrama de flujo de la cadena de suministro de Zumotec S.A., se han identificado diversas discontinuidades que requieren atención y mejora. A continuación, se detallan las desconexiones encontradas:

- Planeación de recursos: La empresa no cuenta con sistemas de información que les brinden datos precisos y oportunos para la toma de decisiones. La falta de apoyo de un Sistema de Información dificulta la disponibilidad de información exacta sobre los recursos disponibles, lo que puede afectar la capacidad de planificación eficiente.
- Planes de manufactura: No se aplican técnicas o metodologías que permitan una mejor planificación de la producción. Esta falta de planificación puede generar una sobreutilización de los recursos en momentos específicos, especialmente al realizar entregas a los clientes.
- Ausencia de división del trabajo: Los empleados realizan tareas de acuerdo con las necesidades inmediatas generadas por la demanda de los productos y las indicaciones del personal encargado. Esta falta de especialización y división del trabajo puede llevar a una menor eficiencia y calidad en los procesos.
- Gestión y control deficientes de inventarios: La empresa no cuenta con un modelo adecuado para el control de inventarios ni se apoya en un sistema de información para gestionarlos. Esto puede resultar en un manejo ineficiente de los inventarios, dependiendo de observaciones puntuales en el almacén y la bodega, lo que podría generar problemas de stock y falta de disponibilidad de productos.
- Falta de planificación en las entregas: No se cuenta con una organización adecuada al momento de realizar las entregas de los productos. La planificación de las entregas se

realiza de manera empírica, lo que puede generar demoras, errores y una experiencia insatisfactoria para los clientes.

- Ausencia de planificación de devoluciones: No se ha establecido un proceso claro y definido para manejar las devoluciones de productos por parte de los clientes. Esta falta de planificación puede generar confusiones, pérdida de tiempo y recursos innecesarios.
- Entrega de productos almacenados: No se realiza una gestión adecuada de los productos almacenados. La entrega de productos se lleva a cabo sin una planificación previa, lo que puede generar desorden y dificultades en la distribución.
- Producción bajo almacenamiento: La producción se realiza sin tener en cuenta el estado y disponibilidad de los productos almacenados. Esto puede llevar a una falta de coordinación entre la producción y la gestión del inventario, generando problemas de exceso o escasez de productos.

Estas desconexiones identificadas en la cadena de suministro de Zumotec S.A. son áreas clave que requieren atención y mejoras. Al abordar estos problemas y establecer procesos eficientes y efectivos, la empresa podrá mejorar su rendimiento en la gestión de la cadena de suministro y brindar un mejor servicio a sus clientes.

5.10.2 Nivel 3 SCOR Configuración de los procesos en Zumotec S.A.

De acuerdo con la metodología planteada por el modelo SCOR, el primer paso para optimizar la cadena de suministro es identificar los elementos de proceso que se llevan a cabo y aquellos que no, tomando en cuenta las desconexiones encontradas en la empresa objeto de estudio. Para este fin, se propone la elaboración de diagramas de actividades de entradas y salidas, los cuales se presentan en la figura 27.

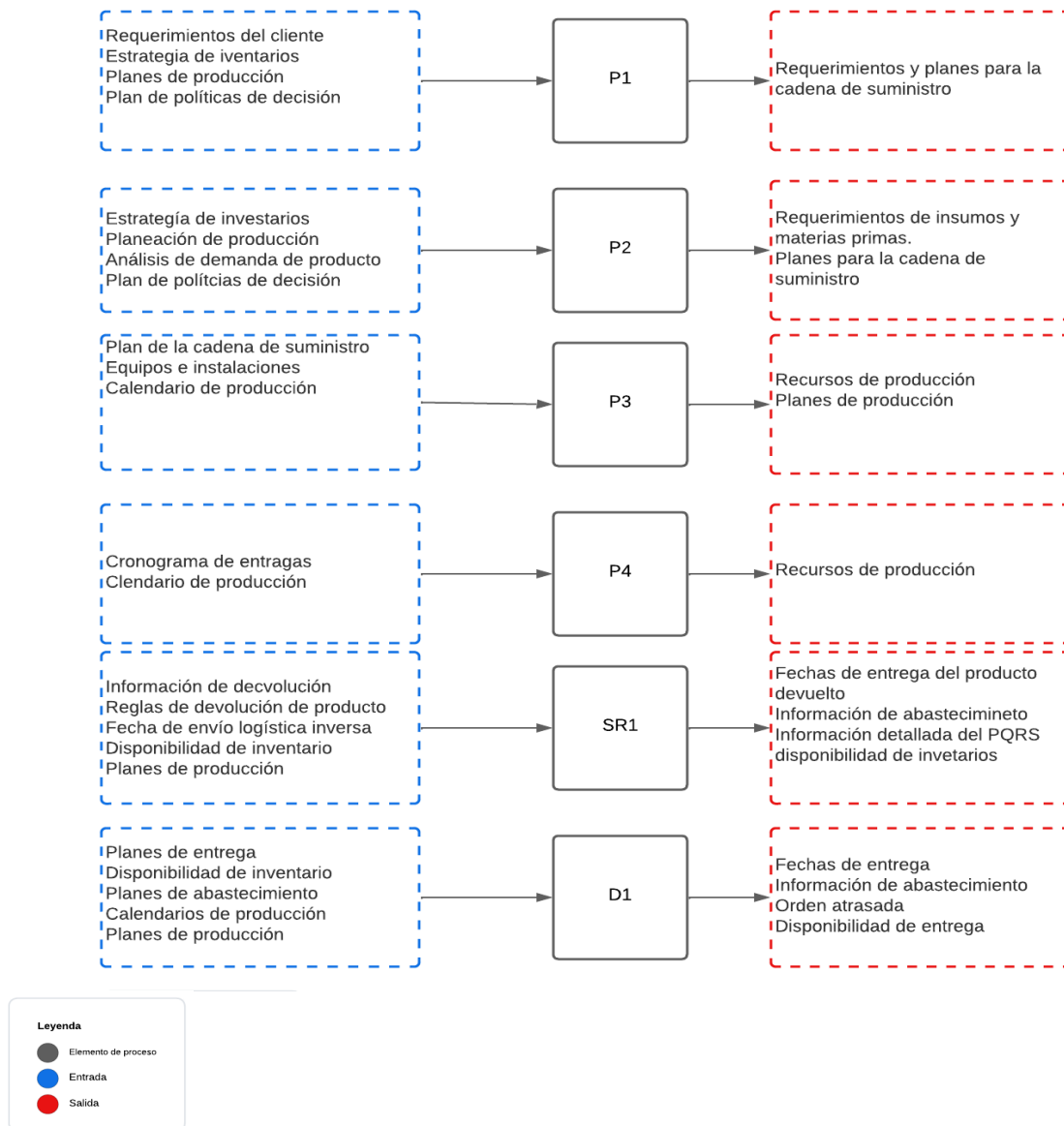
El diagrama de entradas y salidas muestra de manera visual cómo deben ejecutarse los diferentes procesos con el objetivo de lograr una conexión efectiva en todas las áreas de la cadena de suministro y mejorar la eficiencia de cada uno de ellos.

En primer lugar, se propone que todos los procesos relacionados con la planificación (P1, P2, P3, P4) deben identificar, agregar y priorizar todas las fuentes de demanda de la cadena de suministro para el producto, considerando el nivel adecuado de planificación. Esto implica dejar de lado la forma empírica de realización actual y adoptar medidas adecuadas para asegurar un funcionamiento óptimo.

En cuanto al proceso de devoluciones de productos, se sugiere generar planes de inventario que permitan atender adecuadamente las solicitudes y quejas de los clientes (PQRS). Además, es importante establecer rutas definidas para el seguimiento y la recogida de productos defectuosos, con el objetivo de gestionar estas situaciones de forma eficiente y minimizar los tiempos de respuesta.

Por último, en lo que respecta a la entrega de productos almacenados, se destaca la importancia de contar con información actualizada sobre estos recursos y tener un calendario de producción claro. Esto permitirá satisfacer las necesidades del cliente y mejorar los procesos de distribución de los pedidos, garantizando una entrega oportuna y eficiente.

La optimización del sistema de distribución en Zumotec S.A. demuestra mejoras significativas en varios aspectos clave del proceso. En primer lugar, al implementar el modelo se eliminaría del 26% de las PQRS (Petitionen, Quejas, Reclamos y Sugerencias) de la empresa las cuales se ven implícitas en el proceso de distribución (ver PQRS en el capítulo 5.3). Esto indica una mayor eficiencia en la gestión de la calidad y la satisfacción del cliente, lo cual es crucial para el éxito y la reputación de la compañía.

Figura 27
Entradas y Salidas de procesos en desconexión


Además, se ha logrado el cumplimiento de las normas y regulaciones relacionadas con la distribución de fármacos. Esto implica que la empresa está operando dentro de los estándares establecidos por las autoridades competentes, lo que garantiza la seguridad y la legalidad en la distribución de sus productos.

Otro aspecto destacado es la disminución de la contaminación y los impactos en la salud humana, los recursos y el ecosistema.

Adicionalmente, la optimización del sistema de distribución ha permitido un aumento en la capacidad de producción. Esto indica que la empresa ha logrado mejorar la eficiencia en la entrega de sus productos, lo que se traduce en una mayor capacidad para satisfacer la demanda del mercado y expandir su alcance comercial.

Finalmente, como resultado de la optimización del sistema de distribución, se ha logrado un significativo ahorro del 67% en los envíos realizados dentro de Bucaramanga, Piedecuesta y Floridablanca. Este ahorro se atribuye a una mejor planificación de la distribución, lo que ha permitido generar envíos más eficientes y reducir al mínimo los traslados innecesarios.

5.11 Planta de tratamiento de agua

Como mencionamos anteriormente, el pH y la ppm del agua que se desecha al vertedero cumplen adecuadamente la legislación colombiana, sin embargo, se debe tener en cuenta que La manufactura de medicamentos y la limpieza de equipos, generan un agua residual con contaminantes emergentes de difícil eliminación con tratamientos tradicionales, provocando impactos ambientales sobre los ecosistemas. (Urbina & Solano, 2020)

El agua es utilizada en los procesos de saneamiento de los equipos, los recipientes y los envases primarios, como consecuencia, se obtiene agua residual, caracterizada por contener residuos de productos químicos, como sobrantes de fármacos y/o detergentes utilizados en la limpieza, Se intuye entonces, que la cantidad de residuos farmacéuticos vertidos puede ser baja, ecosistema, puede aumentar la concentración de contaminantes en los cuerpos de pero su entrada continua al agua, lo que genera a largo plazo un riesgo para los organismos acuáticos y terrestres. (Urbina & Solano, 2020)

En Zumotec S.A., se ha realizado un estudio de tratamientos de agua residual para eliminar los residuos de forma efectiva. Después de analizar diferentes procesos, se ha determinado que la biodegradación es la opción más adecuada para la empresa. A continuación, se detallan las razones de esta elección:

Oxidación avanzada: Si bien la oxidación avanzada es un proceso muy efectivo para el tratamiento de agua residual, se ha descartado en Zumotec S.A. debido a su alto costo y la necesidad de un espacio adicional para su implementación. Estos factores no son viables para la empresa en términos económicos y logísticos.

Adsorción y cloración: Aunque la adsorción es una opción común para el tratamiento de agua residual, se ha encontrado que este proceso no es capaz de romper las cadenas químicas de los contaminantes emergentes presentes en el agua residual de industrias farmacéuticas (Pedreros., et. al, 2021). Por lo tanto, se considera que no es la mejor solución para abordar las necesidades específicas de la empresa.

Biodegradación: Después de evaluar las opciones restantes, se ha determinado que la biodegradación es el proceso más adecuado para la eliminación de los residuos en el agua residual de Zumotec S.A. La biodegradación utiliza microorganismos para descomponer los contaminantes orgánicos presentes en el agua, convirtiéndolos en productos más simples y menos perjudiciales (Zalakain y Mantelora, 2020). Este proceso es más económico y requiere menos espacio en comparación con la oxidación avanzada.

La elección del proceso de biodegradación como solución para el tratamiento de agua residual en Zumotec S.A. se basa en su eficacia, viabilidad económica y capacidad para abordar los contaminantes presentes en el agua residual de la empresa.

En la tabla 24 se describe el proceso biodegradación por lecho móvil, además de las ventajas que este tiene, costos y materias del que este fabricado.

Tabla 17

Descripción del proceso de lecho móvil, costos y materiales

Descripción del proceso de lecho móvil	
El principio básico del proceso de lecho móvil es el crecimiento de la biomasa en soportes plásticos que se mueven en el reactor biológico mediante la agitación generada por sistemas de aireación (reactores aerobios) o por sistemas mecánicos (en reactores anóxicos o anaerobios).	
Ventajas	
Reducción de volumen del reactor biológico por empleo de un soporte que proporciona una superficie específica elevada.	
No requiere recirculación de biomasa al reactor. Esto da lugar a que la biomasa no dependa de la separación final del fango y en consecuencia de problemas habituales encontrados en procesos convencionales de fangos activos relacionados con la sedimentabilidad del fango	
La operación y control de este tipo de procesos son sencillos. Por una parte, el proceso evita los problemas de atascamiento y consecuentemente periodos de limpieza continuados, además, no es necesario un control de la purga de fangos ya que el sistema mantiene la biomasa en el reactor hasta que es desprendida del soporte.	
La tecnología de lecho móvil permite instalar procesos de configuraciones muy diversas y, consecuentemente, facilita el diseño de procesos hechos a medida para dar respuesta a las necesidades particulares de cada caso.	
Este tipo de procesos también permite mejorar la eliminación tanto de sustancias fácilmente degradables como los compuestos más persistentes ya que se puede dividir fácilmente el proceso en diferentes pasos.	
Costos	
Costos de compra e instalación	\$ 35.000.000
Costos de Transporte	\$3.000.000
Costos de Mantenimiento	\$1.900.000
Área usada	
Diámetro	1,5 m
Longitud	2 m
Caudal máximo	3000 L/día
Uso	
Operadores necesarios	1
Materiales	
Fibra de vidrio	
Acero Inoxidable 304	

5.11.1 Ubicación de la planta de tratamiento

Para determinar la ubicación de la planta de tratamiento de agua, es necesario considerar diversos aspectos, como la demanda del agua, los requisitos regulatorios de la industria y la infraestructura disponible. En el caso de Zumotec S.A., se ha decidido ubicar la planta de tratamiento en la zona de lavado de tanques en la primera planta de la empresa. Esta ubicación se ha seleccionado debido a que es el lugar donde se concentra la mayor descarga de agua de la empresa y no genera ningún tipo de contaminación cruzada con los productos o materias primas.

5.11.2 Caudal de agua residual

El caudal de agua residual en los productos cosmeceúticos de la empresa es de 1600 litros por día, lo que corresponde a la producción de 4 tanques por día, con un caudal de 400 litros por tanque.

La implementación de la planta de tratamiento de agua en Zumotec S.A. ha permitido cumplir con las normas gubernamentales en cuanto al tratamiento de agua residual. Además, se destaca que el 100% del agua tratada es reutilizada, lo cual es un logro significativo en términos de sostenibilidad ambiental.

Gracias a este proceso de tratamiento y reutilización del agua, se ha logrado un ahorro de 35,200 litros de agua por mes en el servicio de agua de la empresa. Este ahorro se traduce en un beneficio económico estimado de 290,000 pesos colombianos mensuales.

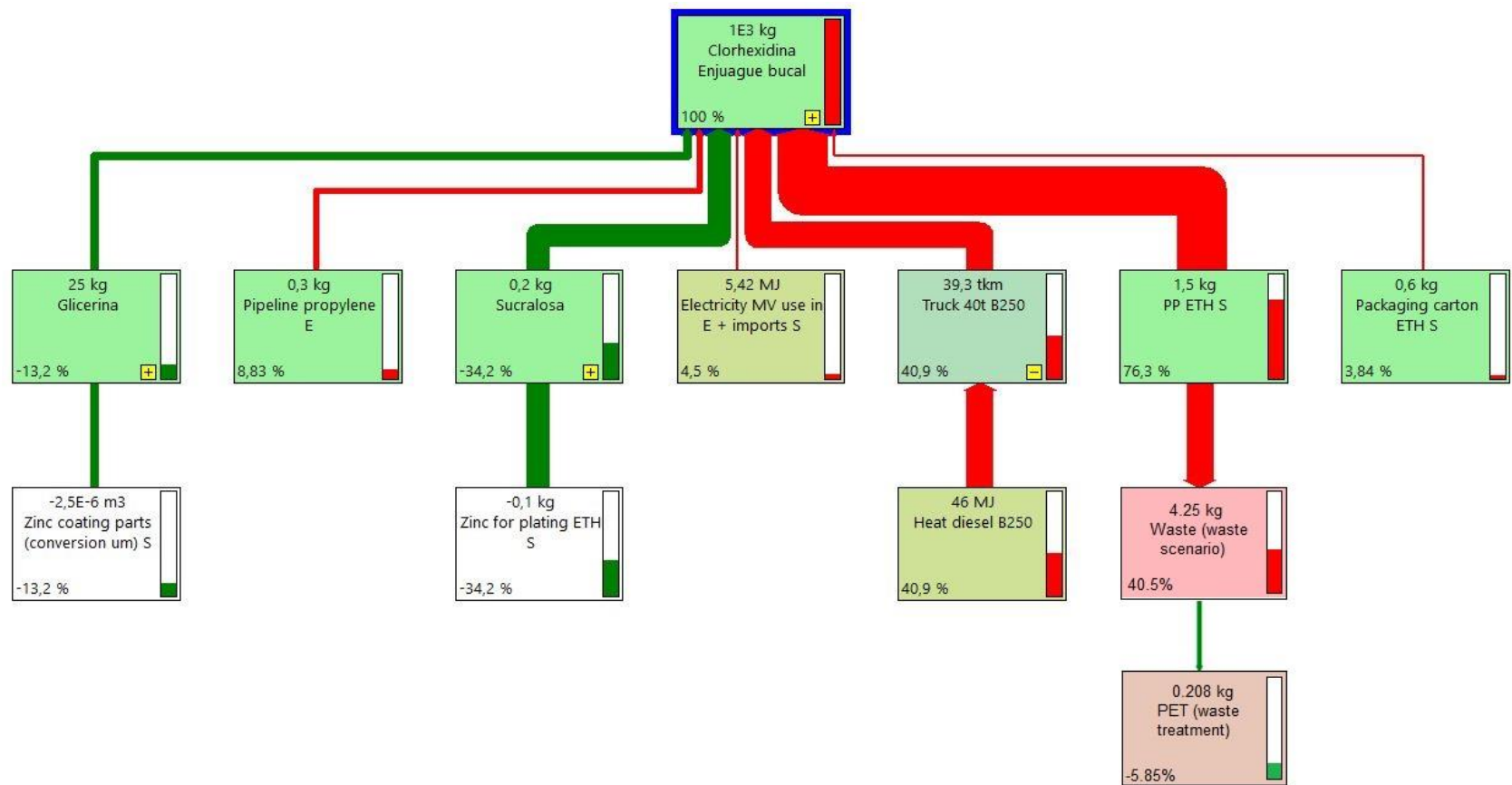
5.12 Evaluación del nuevo modelo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los anteriores apartados y las modificaciones realizadas en los procesos, como la optimización del proceso de producción y distribución, clasificación adecuada de los residuos sólidos, disminución de PQRS, planificaciones, adecuado uso del puesto de trabajo, tratamiento de agua residual, se realiza el proceso en el software Simapro con la metodología ecoindicador 99, con el fin de analizar los resultados y realizar una adecuada comparación con el proceso

base de la empresa Zumotec S.A. las figuras 28, 29, 30, 31 muestran la red de caracterización de los productos cosmecéuticos.

Figura 28

Red Clorhexidina Enjuague Bucal aplicando modelo



Se puede observar claramente una reducción significativa en el porcentaje de contribución del transporte al proceso, pasando de un 80% en el modelo base a tan solo un 40,9% en el modelo propuesto. Esta disminución se ve reflejada gracias a que se han implementado el modelo SCORE, lo cual ha resultado en una reducción considerable en el impacto ambiental asociado a esta actividad.

Además, se puede apreciar una disminución en el tratamiento del polímero utilizado en el producto. Esto se debe a la implementación adecuada de la compatibilidad entre el envase y la etiqueta, lo que ha permitido reducir la cantidad de plástico necesario para el empaque. Es importante destacar que esta disminución no implica un aumento en la contaminación del envase o la etiqueta, sino que refleja una optimización en el uso de estos materiales sin comprometer la calidad del producto.

Por otro lado, se evidencia un aumento en el porcentaje de polímero utilizado. Es importante aclarar que este aumento se debe únicamente a la disminución en el porcentaje del transporte, y no implica un incremento en la contaminación asociada al mismo. Es decir, aunque el porcentaje respecto al material de empaque sea mayor en el modelo propuesto, se debe a la reducción en el porcentaje de transporte, lo cual no implica un aumento en la contaminación del envase o la etiqueta.

Figura 29

Clorhexidina Solución Etanólica de Clorhexidina aplicando modelo

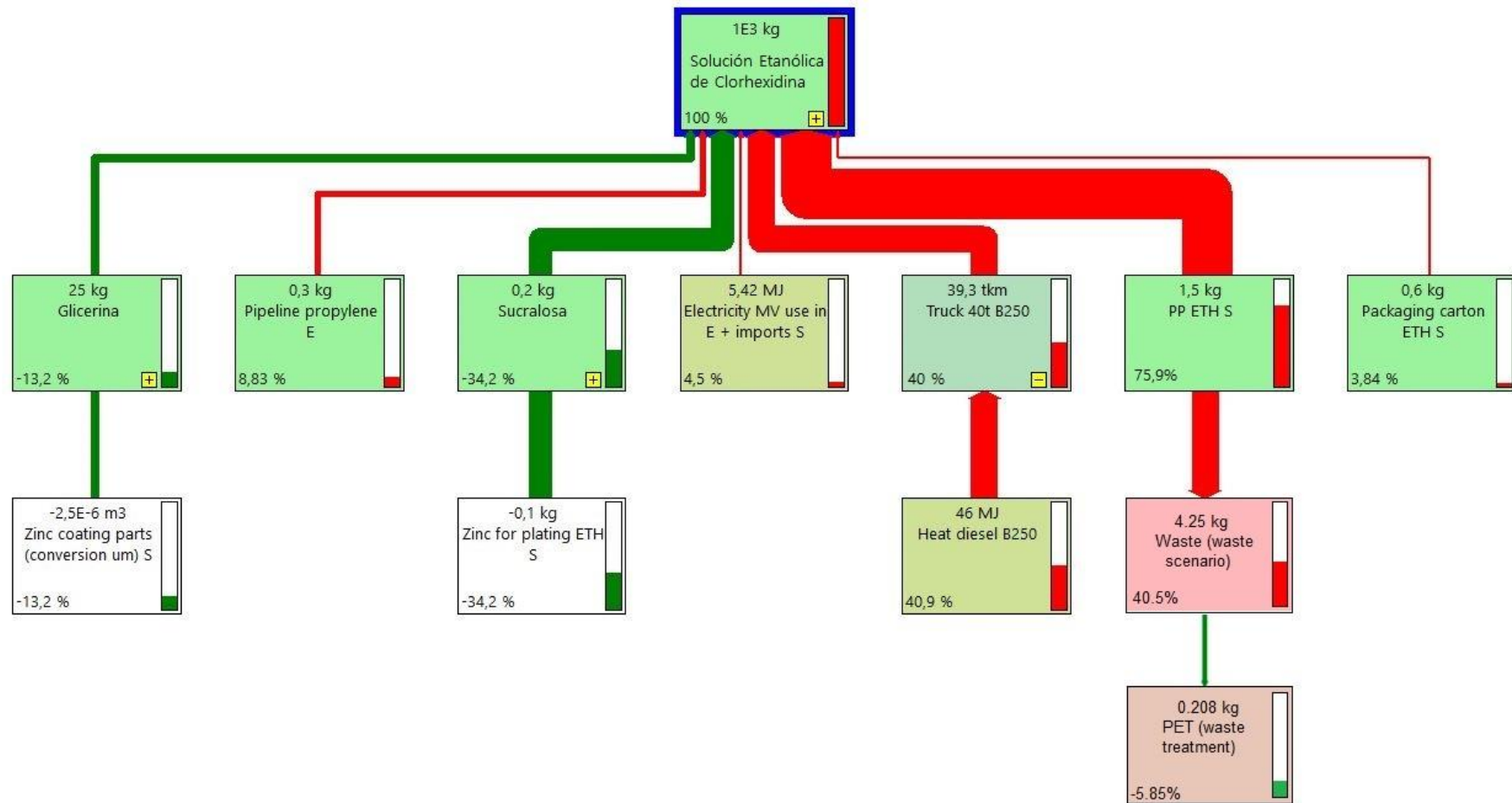


Figura 30

Clorhexidina Solución Acuosa de Clorhexidina aplicando modelo

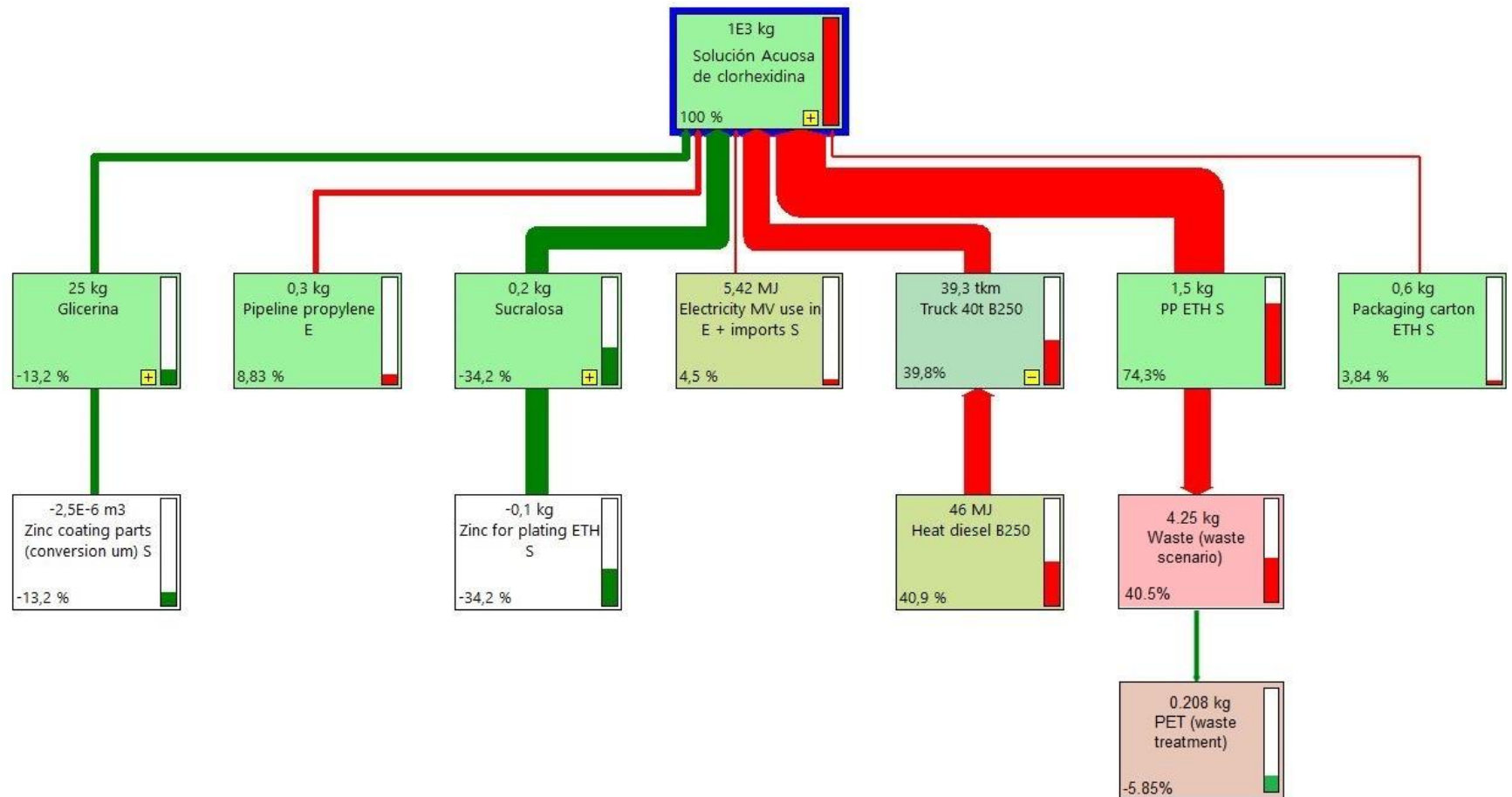
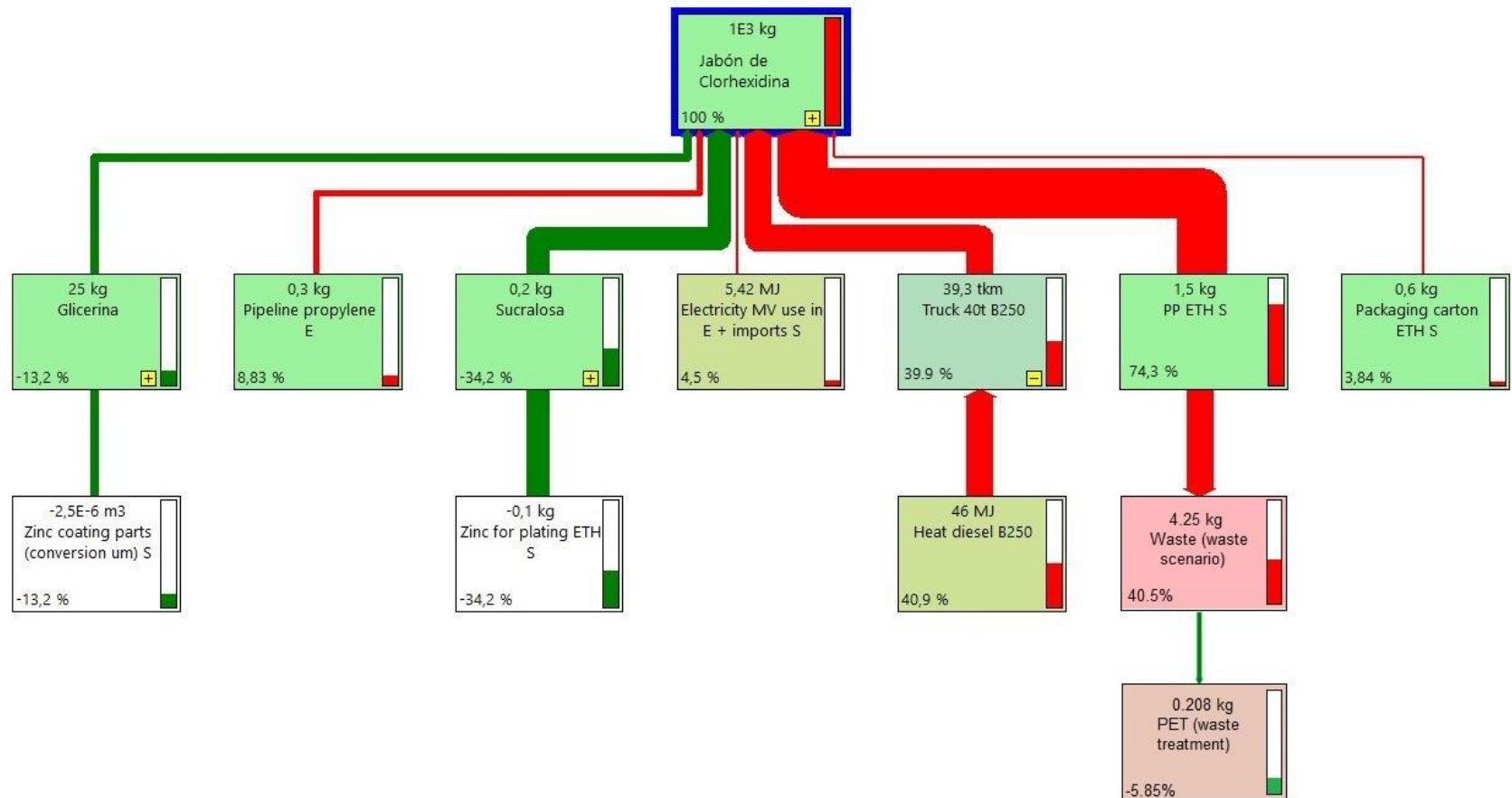


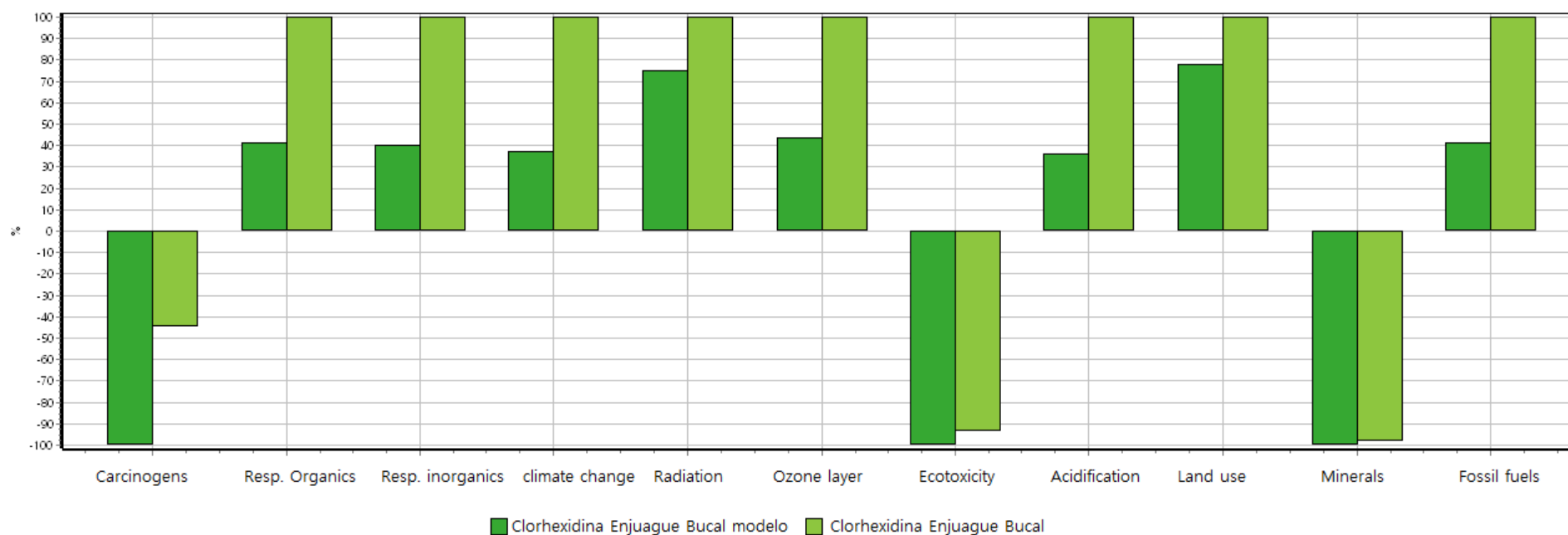
Figura 31
Clorhexidina Jabón de Clorhexidina aplicando modelo


Estos resultados demuestran que las medidas implementadas en el modelo propuesto han logrado reducir significativamente el impacto ambiental del transporte y optimizar el uso de plástico en el producto. Esto indica que, al implementar la metodología propuesta, se genera un enfoque sostenible y responsable en la cadena de suministro de Zumotec S.A., donde se ha priorizado la eficiencia y la reducción de impactos negativos en el medio ambiente.

5.12.1 Comparación de escenarios: escenario base y escenario aplicando el modelo propuesto.

En la figura 32 se observan los resultados de la comparación de impactos en diferentes categorías, los resultados reflejan una mejora significativa en la mayoría de las categorías de impacto evaluadas en el modelo propuesto en comparación con el modelo base de la empresa. Por ejemplo, en la categoría de fossil fuels, se observa una reducción del 46,2% en el daño ocasionado en el modelo propuesto en comparación con el modelo base.

Asimismo, se evidencia que la mayoría en los impactos negativos relacionados con el uso de minerales, el uso de la tierra, la acidificación y la ecotoxicidad en el modelo propuesto en comparación con el modelo base.

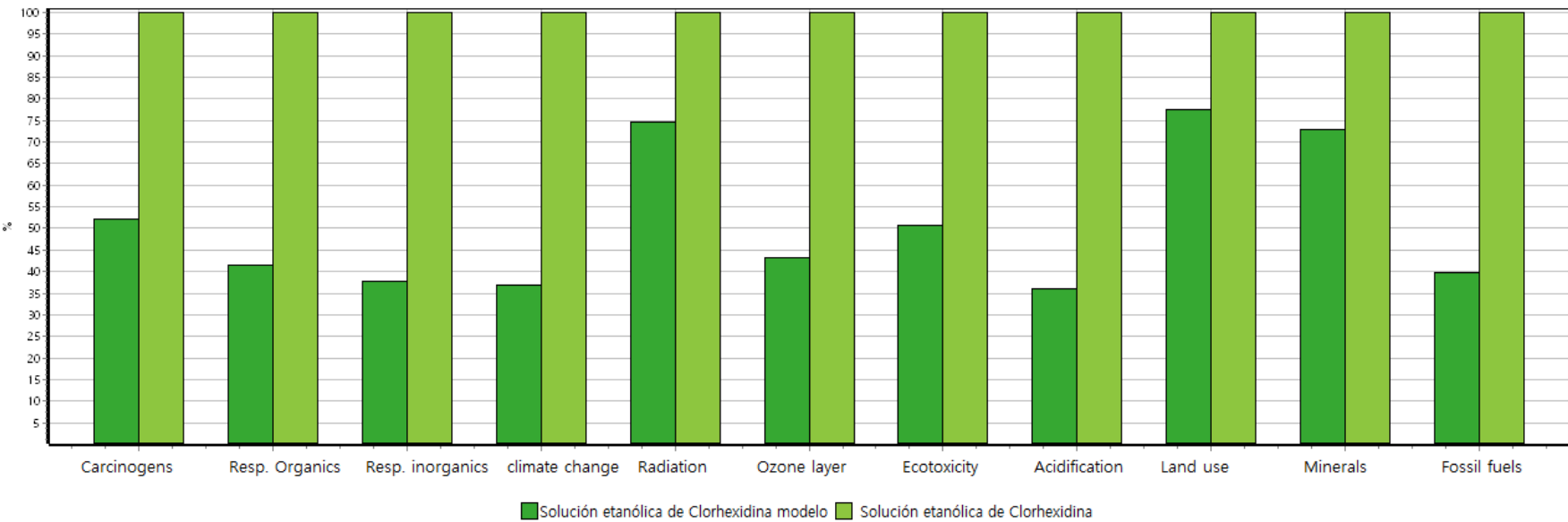
Figura 32
Comparación Enjuague bucal de Clorhexidina


Comparando 1E2 Kg Clorhexidina Enjuague Bucal aplicando modelo con 1E3 Kg Clorhexidina Enjuague Bucal; Método Eco-indicador 99 (H) v206/ Europe EI 99H/A/ caracterizacion

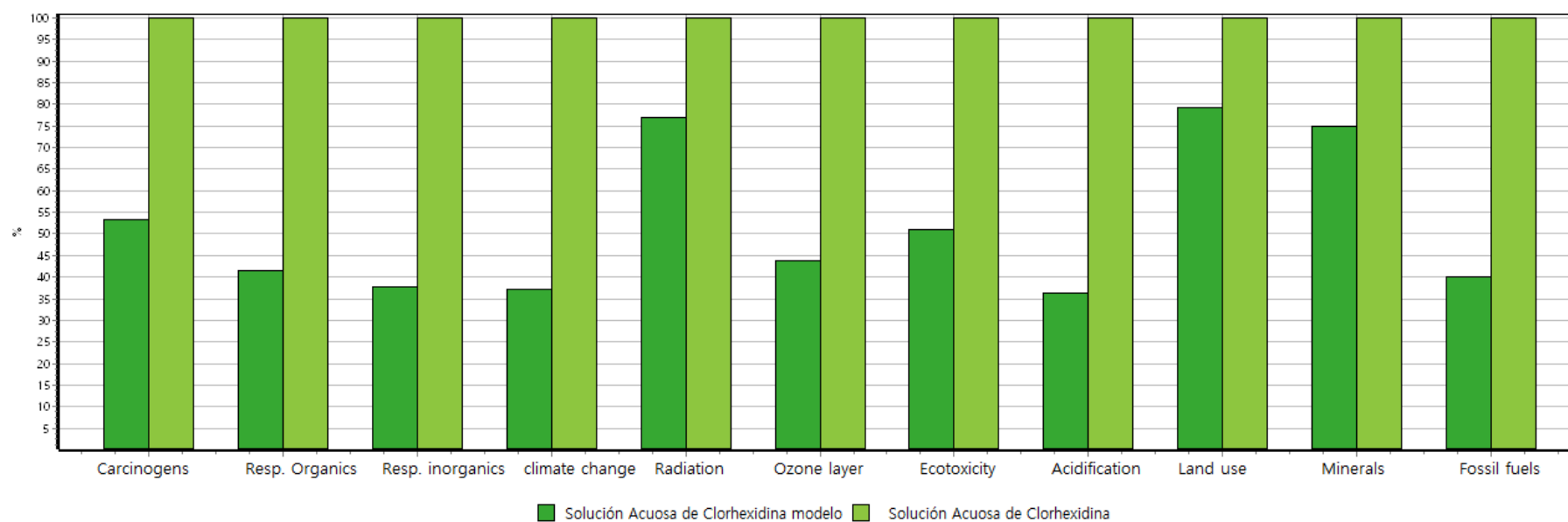
Al realizar la comparación entre la solución etanólica de clorhexidina (figura 33) y la solución acuosa de clorhexidina (figura 34), se puede constatar una disminución significativa en todas las categorías evaluadas. Las mayores reducciones se observan en las siguientes categorías: uso de minerales, combustibles fósiles, acidificación y cambio climático

Estos resultados reflejan que el modelo propuesto presenta un desempeño ambiental superior en comparación el modelo base en todas las categorías analizadas.

Figura 33
Comparación de Solución Etanólica de Clorhexidina



Comparando 1E3 Kg Solución etanólica de Clorhexidina aplicando modelo con 1E3 Kg Solución etanólica de Clorhexidina Método: Eco-indicador 99 (H) V2 06 /Europe EI 99 H/A/ Caracterizacion

Figura 34
Comparación de Solución Acuosa de Clorhexidina


Comparando 1E3 Kg solución Acuosa de Clorhexidina aplicando modelo con 1E3 Kg solución Acuosa de clorhexidina; Método: Eco-indicador 99 (H) V2 06 /Europe EI 99 H/A/ Caracterizacion

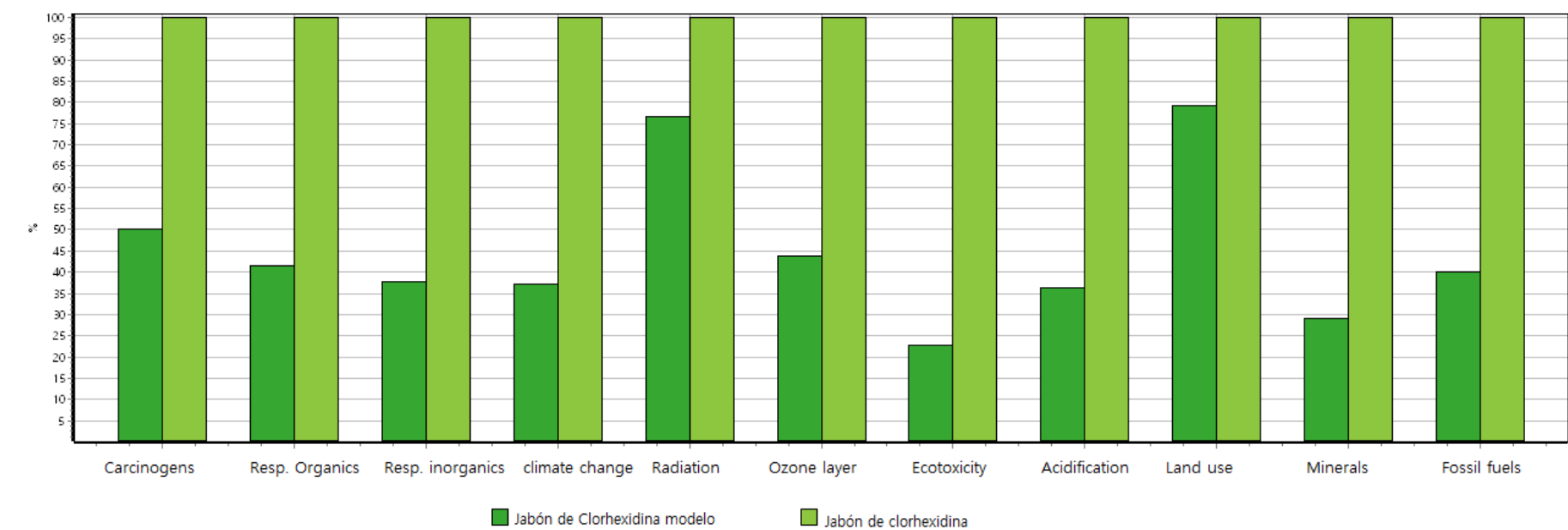
Respecto al jabón de clorhexidina se puede observar gran disminución en la mayoría de las categorías, las que menos tuvieron un cambio fueron radiación y uso del suelo que disminuyeron 23,3% y 20,8%

Al analizar los resultados de comparación del jabón de clorhexidina (ver figura 42), se destaca una significativa disminución en la mayoría de las categorías evaluadas. Sin embargo, es importante mencionar que las categorías de radiación y uso del suelo presentaron una reducción menor en comparación con las demás.

En el caso de la radiación, se observa una disminución del 23,3% en el impacto ambiental del jabón de clorhexidina en comparación con el modelo base de la empresa y en cuanto al uso del suelo, se evidencia una disminución del 20,8% en el impacto generado por el jabón de clorhexidina.

Es importante destacar que, a pesar de que las reducciones en radiación y uso del suelo son menores en comparación con otras categorías, el análisis general muestra una disminución considerable en los impactos ambientales asociados al uso del jabón de clorhexidina. Esto indica que la adopción de este modelo representa una mejora significativa desde una perspectiva ambiental en la empresa Zumotec S.A.

Figura 35
Comparación Jabón de Clorhexidina



Comparando 1E2 Kg Jabón de clorhexidina aplicando modelo con 1E3 Kg Jabón de clorhexidina Método Eco-indicador 99 (H) v206/ Europe EI 99H/A/ caracterizacion

En la sección 5.12 se examinan los resultados obtenidos tras la implementación de las modificaciones en los procesos de Zumotec S.A. Esto incluye la optimización del proceso de producción y distribución, una clasificación adecuada de los residuos sólidos, la reducción de PQRS, la planificación mejorada, el uso adecuado de los puestos de trabajo y el tratamiento de aguas residuales. La evaluación se realizó utilizando el software Simapro con la metodología Ecoindicador 99, y su objetivo era analizar y comparar los resultados con el proceso base.

El análisis revela una disminución significativa en la contribución del transporte al proceso, pasando del 80% en el modelo base a solo un 40.9% en el modelo propuesto. Esto se debe a la implementación del modelo SCOR, que ha reducido considerablemente el impacto ambiental asociado al transporte.

También se observa una disminución en el uso de polímeros en el producto debido a una mejor compatibilidad entre el envase y la etiqueta, lo que reduce la cantidad de plástico necesario para el empaque sin comprometer la calidad del producto.

Por otro lado, se ve un aumento en el porcentaje de polímeros utilizados. Sin embargo, este aumento se debe únicamente a la disminución en el porcentaje de transporte y no implica un aumento en la contaminación.

Estos resultados indican que las medidas implementadas en el modelo propuesto han reducido significativamente el impacto ambiental del transporte y han optimizado el uso de plástico en el producto, promoviendo un enfoque sostenible y responsable en la cadena de suministro de Zumotec S.A.

Finalmente se muestran los resultados de la comparación entre el modelo base de la empresa y el modelo propuesto en diferentes categorías de impacto. Se evidencia una mejora significativa en la mayoría

de las categorías de impacto evaluadas en el modelo propuesto, como la reducción del 46.2% en el daño ocasionado en la categoría de "Fossil fuels".

Asimismo, se observa una disminución significativa en todas las categorías al comparar la solución etanólica de clorhexidina con la solución acuosa de clorhexidina, especialmente en las categorías de uso de minerales, combustibles fósiles, acidificación y cambio climático.

En cuanto al jabón de clorhexidina, se registra una disminución significativa en la mayoría de las categorías, aunque las categorías de radiación y uso del suelo experimentan una reducción menor. A pesar de esto, el análisis general muestra una disminución considerable en los impactos ambientales relacionados con el uso del jabón de clorhexidina, lo que refleja una mejora significativa desde una perspectiva ambiental en Zumotec S.A.

6. Conclusiones

1. Al realizar el Análisis de Ciclo de Vida de las etapas de fabricación de cosmeceúticos de una empresa santandereana, se identificó que en los cuatro productos evaluados, el proceso que más contribuye en el total de los impactos ambientales es el transporte, el material de empaque primario y el residuo del mismo, para el enjuague bucal de clorhexidina el transporte tiene un impacto de 80,6% y el empaque primario y residuo aportan un 21,4% y 53,4% respectivamente, en el producto solución acuosa de clorhexidina se encontró un impacto de 76,9% ; 21,4% y 53,3% para el transporte, empaque primario y residuos sólidos respectivamente. El tercer producto evaluado fue la solución etanólica de clorhexidina el cual aporta un 77,1%; 21,4% y 53,4% % para el transporte, empaque primario y residuos sólidos respectiva y finalmente el jabón de clorhexidina que tiene un comportamiento similar en los tres productos anteriores, en este el transporte tiene un impacto de 79,9% y el empaque primario y residuo que hace parte de la etapa de uso por el usuario final tienen un aporte de 22,2% y 53,3% respectivamente. La mala disposición del empaque por parte del usuario final, los cuales terminan en el relleno sanitario, sin ningún tratamiento, hace que la etapa de disposición final referente al residuo del envase sea una de las más impactantes en el proceso, por otro lado y teniendo en cuenta los datos suministrados por la empresa, la devolución de productos hace de la etapa de transporte la más impactante en el proceso.
2. Los resultados obtenidos en el estudio, demuestra que la etapa de fabricación de los productos, en la que más se ha enfatizado a la hora de realizar procesos verdes, no es la más contaminante. En cambio, la etapa de logística es la que más impactos negativos genera, esto se debe al transporte y empaque primario de los diferentes productos.

3. En el ámbito de la producción, la implementación exitosa de herramientas de Lean Manufacturing como el Mapeo de Flujo de Valor y el sistema Kanban ha demostrado un impacto significativo en la eficiencia y calidad del proceso de producción de Zumotec S.A. Estas mejoras han repercutido en ahorros económicos considerables, destacando la importancia de la planificación precisa y la mejora continua en la industria cosmecéutica.
4. La adopción del modelo SCORE ha reducido drásticamente la contribución del transporte al impacto ambiental total, disminuyendo del 80% al 40.9%. Esta reducción se atribuye a una planificación más efectiva en la cadena de suministro. Además, la optimización del empaque y la etiqueta ha resultado en una disminución del uso de plástico sin comprometer la calidad del producto, evidenciando una eficiencia en el uso de materiales.
5. La metodología propuesta mejora el desempeño ambiental en una variedad de categorías. Comparado con el modelo base, se observa una disminución considerable en impactos negativos como el uso de minerales, combustibles fósiles, acidificación y ecotoxicidad. A pesar de algunas reducciones ligeramente menores en categorías como radiación y uso del suelo, el análisis general demuestra una mejora significativa en los impactos ambientales asociados al proceso de Zumotec S.A.

Referencias

Anastas, P. T.; Warner, J. C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York, EUA.

Azapagic, A. (2004). Develop a framework of sustainable development indicators for the mining and minerals industry 12(6), 639-662: Cleaner Production Magazine.

Braungart, M y McDonough, W. (2005). Cradle to cradle rediseñando la forma en que hacemos las cosas. España: McGraw-Hill.

CEPAL. (2002). Globalización y Desarrollo. Brailia, Brasil: CEPAL.

Christopher, M. (1992). Logistics & Supply chain management. Pearson: Forth edition- pretice hall.

Chiavert, P., Martinez, J., & Bedolla, P. (2012). Visualization Model for PLM, in International Scientific Conference Mostp

Ciavamcik, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., & Fullana, P. (2019). Improving the production chain with LCA and ecodesign: application to cosmetic packaging. Resources, Conservation and Recycling, 151,104475. DOI: 10.1016/J.RESCONREC.2019.104475.

Clark, G. (2018). Diseño para la sostenibilidad ¿qué es el D4S y por qué hacerlo? Costa Rica: UNEP.

Crul y Diel, C. (2008). Desing for sustainability a practical approach for developing economies. Paris, France: Delf University of Technology.

CNMP. (2001). "Análisis de ciclo de vida" (ACV). Medellín, Colombia.: Centro Nacional de Producción Más Limpia.

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 26 de junio de 1984.

Decreto 1140 de 2003. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones. 7 de mayo de 2003.

Decreto 0017 de 2002. Por la cual se establecen los mecanismos de verificación de la disponibilidad declarada

diariamente durante la estación de verano, por los agentes generadores, al Centro Nacional de Despacho, para todos sus efectos en el Mercado de Energía Mayorista. 20 de marzo de 2002. D.O. No. 44748.

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II

del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 26 de junio de 1984.

Ellen macarthur foundation. Introducción a la economía circular.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>.

Euphorianet. (s.f). Colombia Productiva. [https://www.colombiaproductiva.com/ptp-](https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/manufactura/farmaceuticos)

[sectores/manufactura/farmaceuticos](https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/manufactura/farmaceuticos).

Eva, A. (2011). El ecodiseño en los envases de plástico. Obtenido de Canales sectoriales Interempresas:

<https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/54425-Elecodiseno-en-los-envases-de-plastico.html>

Fonseca, L. (2015). ISO 14001:2015: an improved tool for sustainability. 8(1), 37 -50: Journal of Industrial Engineering and management.

Francés, D. S. (2010). Concepto y evolución de la función logística. Valencia, España.: Universidad Católica de Valencia.

Ferrel O.C., Hirt G., Ramos L., Adrianséns M., & Flores M (2004). Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante. 282. Mc Graw Hill.

Gatt, I., & Refalo, P. (2022). Reusability and recyclability of plastic cosmetic packaging: A life cycle assessment.

Resources, Conservation & Recycling Advances, 15, 200098. doi: 10.1016/j.rcradv.2022.200098

Gutiérrez G. & Romero B. (1998). Logística y distribución física. McGraw-Hill Interamericana de España.

Güneş, Ç., & Şengül, H. (2022). Cradle-to-gate life cycle assessment of a liquid pharmaceutical product through

analysis of chemical production pathways. Clean Technologies And Environmental Policy, 24(6), 1741-1755.

doi: 10.1007/s10098-022-02283-4.

Hernández, S. Fernández, C. Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. McGRAW- HILL / Interamericana

Editores, S.A. De C.V. Sexta Edición

Higuera, M. (2014): modelo de intervención del diseño industrial en el ciclo de vida del producto. [tesis de maestría de investigación]. universidad de Manizales.

J.-F. Jenk, F. Agterberg and MJ Droeschler, Green Chem.,2004,6.

Kligman, D. (2000). Cosmeceuticals dermatology clinics. 609-615.: plumx metrics.

Ley 1844 de 2017. Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia. 14 de julio de 2017. D.O. No. 50294.

Ley 343 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua. 6 de junio de 1997.

Ley 697 de 2010. Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. 6 de agosto de 2002.

Martinez, J. (2014). Visualization Model for PLM: Processes, activities, roles and items involved in Product Lifecycle Management. [Ph.D. in Production Systems and Industrial Design Doctoral Thesis]. Politecnico di Torino.

Maciá, j. l. (2007). el ecodiseño en ingeniería. encuentros multidisciplinares, 9(25), 66-73.

Meza, G. (2016). Analisis De La Aplicación De Logistica Verde En Empresas Colombianas. [Tesis Especialización]. Universidad Nueva Granada.

Navarro t., & rizo. c. (2003). ecodiseño ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. mexico d.f., mexico: alfaomega grupo editor s.a.

Ojemaye, C. (2019). Pharmaceuticals in the marine environment: a review. Environ.

Organización Internacional de Normalización. (2006). Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework (ISO 14040). <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en>

Organización Internacional de Normalización. (2015). Environmental management systems — Requirements with guidance for use (ISO 14001). <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>

Organización Internacional de Normalización. (2015). Quality management systems — Requirements (ISO 9001). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Resolución 1561 de 2019. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de explotación de materiales de construcción, amparados en autorizaciones mineras temporales, objetivos al mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de vías terciarias y para el programa Colombia Rural y otras adopciones. 09 de octubre de 2019.

Resolución 2210 de 2018. Por medio de la cual se reglamenta el uso del Sello Minero Ambiental Colombiano. 21 de noviembre de 2018.

Resolución 75 de 2011. Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público. 24 de enero de 2011. D.O. No. 47978.

Resolución 935 de 2011. Por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas. 30 de mayo de 2011. D.O. No. 48085.

Pedrerros Calvo, C., Valderrama Lopez, K. V., Agudelo Valencia, R. N., Pérez Cortés, K., y Campo, C. E.

(2021). Reducción de la concentración de DQO y COT en aguas residuales de la industria farmacéutica empleando ozono catalizado por Fe²⁺. Estudio de caso a escala real. Revista Mutis, 11(2), 56–63. <https://doi.org/10.21789/22561498.1707>

Philippe M (2011). Industrial commitment to green and sustainable chemistry: using renewable materials & developing eco-friendly processes and ingredients in cosmetics.

Remacha, M. (2017). Medioambiente: desafíos y oportunidades para las empresas. IESE: Cátedra CaixaBank de Responsabilidad Social Corporativa.

Sahota, a. (2014). sustainability: how the cosmetics industry is greening up (amarjit sahota, ed.). john wiley & sons.

<https://books.google.at/books?id=w3ggawaaqbaj>.

Salazar, J., Mora, N., Romero, W., & Ollague, J. (2020). Diagnosis of the application of the PHVA cycle according to ISO

9001: 2015 in the company INCARPALM. 5(6), 459-472.: Digital Publisher CEIT.

Saza Pineda, A., Guerrero, O., & Romero, A. (2007). Normas desarrolladas por la legislación colombiana para el

manejo adecuado de los residuos sólidos y el correcto funcionamiento del relleno sanitario Doña Juana.

Bogotá: Universidad Libre.

Sauvé, s., bernard, s., & sloan, p. (2016). environmental sciences, sustainable development and circular economy:

alternative concepts for trans-disciplinary research. environmental development, 17, 48-56.

<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>.

Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Meuwissen, M., & van der Vorst, J. (2012). A review on quantitative models for

sustainable food logistics management. 3(2), 136-155.: International Journal on the Dynamics of Food

Systems.

Stark, J. (2005). Product Lifecycle Management: 21st Century Paradigm for Product Realisation. London: Springer.

Tang SY; Bourne RA; Poliakoff M; Smith RL (2008) Los 24 Principios de la Ingeniería Verde y la Química Verde:

"MEJORAS PRODUCTIVAMENTE".

Urbina, J. A. J., & Solano, J. A. V. (2020). Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmacéutica y su tratamiento por medio de la ozonización. Informador Técnico, 84(2).

<https://doi.org/10.23850/22565035.2305>

United nations environment programme. (2013). geo-5 for business. impacts of a changing environment on the

corporate sector. nairobi: unep.

Uribe, e., cruz, g., coronado, h., garcía, j., panayotou, t. & faris, r. (2001). la gestión ambiental y competitividad de la

industria colombiana. bogotá: corporación andina de fomento.

- Valverde, B. J. B. (2012). Análisis de ciclo de vida para el proceso de producción de nanopartículas de hidróxido de magnesio utilizadas como retardantes de flama. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS.
- Vargas, M., Witte, F., Martz, P., Gilbert, L., Humbert, S., & Joliet, O. et al. (2019). Operational Life Cycle Impact Assessment weighting factors based on Planetary Boundaries: Applied to cosmetic products. *Ecological Indicators*, 107, 105498. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105498.
- Viveros Eulogio, B. (14 de 11 de 2013). Ecodiseño de productos mediante el manejo sustentable de residuos textiles. [Tesis de maestría, Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey]. Atizapán de Zaragoza, México.
- Wang, D., Cheow, W., Amalina, N., Faiezin, M., & Hadinoto, K. (2021). Selecting optimal pharmaceutical excipient formulation from life cycle assessment perspectives: A case study on ibuprofen tablet formulations. *Journal Of Cleaner Production*, 292, 126074. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126074.

Apéndices

Apéndice A procedencia de los datos que fueron ingresados al software para garantizar la precisión de los resultados obtenidos en el análisis de ciclo de vida.

Materia Prima	Fuente	Fuente primaria	Observaciones
Agua	ADPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Se usó Water demineralized ETH S (HCL ETH S, Iron sulfate ETH S, H2SO4 ETH S, Truck 16t ETH S, Truck 40 ETH S)
Glicerina	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación de la glicerina, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos: Zicn coating parts S, Cadmium dree brazing ETH S, copper ETH S, Lead ETH S, NaOH ETH S, Truck 16t ETH S, Truck 40 ETH
Propilenglicol	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del propilenglicol, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Ácido Láctico	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del ácido láctico, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Polisorbato 80	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del polisorbato 80, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Iron pellets ETH S, Tin plate B250
Acetato de Zinc	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del acetato de zinc se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Zinc for plating ETH S,
Oxido de Lauramina	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del oxido de amina, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Sucralosa	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación de la sucralosa, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Lead ETH S, Copper ETH S, Zinc for plating ETH S
Color CL 42090	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del CL42090, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Etanol	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del etanol, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos

Gluconato de clorhexidina	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación del gluconato de clorhexidina, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Trietanolamina	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación de la trietanolamina, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Hidroxietil celulosa	CPA	Se usó hoja de seguridad compuesto químico	Para la creación de la hidroxietilcelulosa, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos
Empaque	BDS	SimaPro	PP ETH S
Embalaje	BDS	SimaPro	Packaging carton ETH S
Distribución	ADPA		ACV uso colombiano Truck 40t B250
Energía	ADPA		ACV uso colombiano Electricity MV use in E + imports S

Nota: CPA: creado por el autor ADPA: adaptado por el autor BDS: base de datos del software

Apéndice B Legislación Colombiana Usada en el Trabajo

TIPO DE ASPECTO	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Consumo de agua	ley 373	congreso de la república	junio 6 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua
Consumo de energía	Decreto 2811	Presidente de la República de Colombia	Diciembre 18 1997	Por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente
Consumo de agua	Decreto 3102	Minsierio de desarrollo económico	Diciembre 30 1997	Por el cual se reglamente el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua
Generación de vertimientos	Decreto 3930	Presidente de la República de Colombia	Octubre 15 2011	Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 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
Generación de vertimientos	Decreto 1594	Presidente de la República de Colombia	Junio 26 1984	Por el cual se reglamente parcialmente el título I de la ley 09 de 1979, así como el capítulo II del título VI parte III libro II y el título III de la parte III libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos
Generación de vertimientos	Resolución 75	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Enero 24 2011	Por el cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público
Gestión ambiental	Ley 9	congreso de la república	Enero 24 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias
Generación de residuos sólidos	Decreto 1541	Presidente de la República de Colombia	Julio 28 1978	Por el cual se reglamenta la parte III del Decreto ley 2811 de 1974 "De las aguas no marítimas" y parcialmente la ley 23 de 1973
Generación de residuos sólidos	Decreto 1140	Presidente de la República de Colombia	Mayo 09 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones
Generación de residuos sólidos	Decreto 1713	Presidente de la República de Colombia	Agosto 6 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 ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Consumo de energía	Ley 697	congreso de la república	Octubre 3 2001	Mediante el cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones
Emisiones atmosféricas	Resolución 935	Rector de la UNAL	Julio 29 2011	Por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas
Generación De residuos peligrosos	Ley 430	congreso de la república	Enero 16 1989	Por la cual se dictan normas prohibidas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Gestión ambiental	Ley 99	congreso de la república	Diciembre 22 1990	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 de los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
Manejo de residuos peligrosos	Resolución 415	ministerio de medio ambiente	Mayo 13 1998	Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma
Generación de residuos peligroso	Decreto 4741	Presidente de la República de Colombia	Diciembre 30 2000	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral
Generación de residuos peligroso	Ley 1252	congreso de la república	Noviembre 27 2002	Por la cual se dictan normas prohibidas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Utilización de productos químicos	Ley 55	Conferencia internacional del trabajo	Julio 2 1993	Por medio de la cual se aprueba el "convenio No 170 y la Recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo" adoptados por la 77a. Reunión de la conferencia de la O.I.T Ginebra 1990
ACV en Colombia	Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	jun-10	La política buscará consolidar y ampliar la experiencia que se ha desarrollado con los sectores de producción y comercialización de productos ecológicos y productos provenientes del aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, que han mostrado ser ejemplares en cuanto a la promoción de la producción y el consumo sostenible
Gestión ambiental	Política producción más limpia	República de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente	ago-96	Esta política hace referencia a una producción ambientalmente más limpia, para generar un producto final respetuoso con el medio ambiente, como resultado de un proceso que incorpora en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos las mejores prácticas ambientales
Generación de residuos contaminantes	Norma técnica 180	Organización Mundial de la Salud- Organización Panamericana de la Salud	ene-13	Por la cual se dictan normas de eliminación de residuos contaminados utilizados en análisis microbiológico, referente a desechos contaminados, desechos peligrosos y otras disposiciones

Todo

Comentarios

Historial

Más recientes primero ↕

barrera ha actualizado: Resumen hace 5 días de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: ClienteMaquilado: Alfamedic	Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: 60mL ClienteMaquilado: Alfamedic
barrera ha actualizado: Resumen hace 5 días de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: Cliente Maquilado: Alfamedic	Fecha de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: 60mL ClienteMaquilado: Alfamedic
barrera ha actualizado: Resumen hace 5 días de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: 60mL	Fecha de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: 60mL Cliente Maquilado: Alfamedic
barrera ha actualizado: Resumen hace 5 días de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 Presentación: 60ml	Fecha de ingreso: 12/04/2023 Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación:

POR HACER ▾

Listo

Acciones ▾

Campos anclados ✕

Haz clic en el , situado junto a la etiqueta de un campo para anclarlo.

Detalles ▲

Responsable	Sin asignar Asignarme a mí
Etiquetas	Ninguno
Informador	leydy barrera

Creado hace 5 días
Actualizado hace 5 días
Resuelto hace 5 días

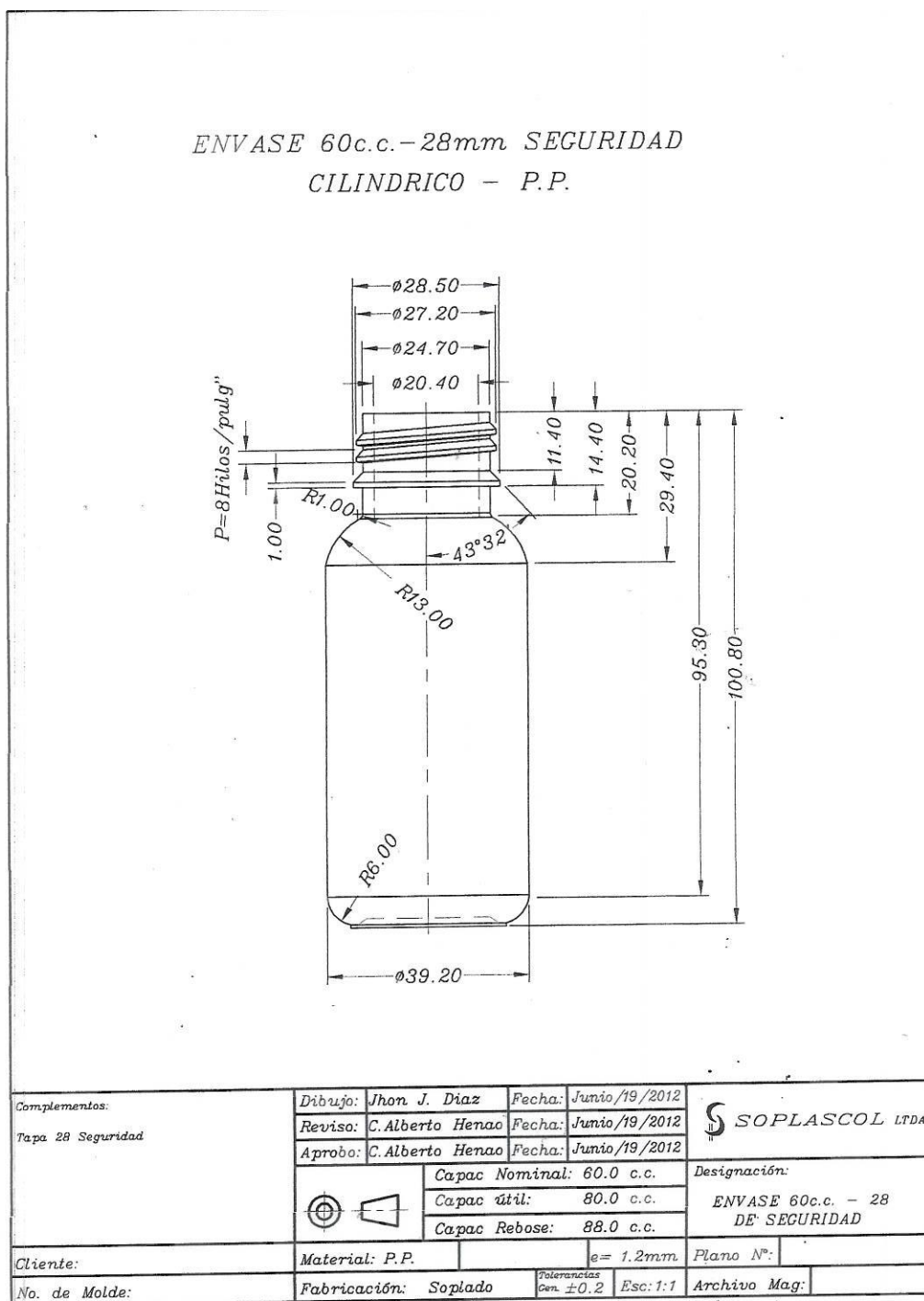
⚙ Configuración

ÁREA PRODUCCIÓN

Epic ▾

AGROUPAR POR Nada ▾
[Insights](#)

POR HACER 2 INCIDENCIAS ✓	FABRICACIÓN 2 INCIDENCIAS	ENVASADO Y ETI... 2 INCIDENCIAS	ENCAJADO 2 INCIDENCIAS	FINALIZADO 3 INCIDENCIAS
Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 1000 unidades Presentación: 60mL ClienteMaquillado: Alfamedic ☒ PDEBPLE3-9 ✓	Producto: Solución de clorhexidina Cantidad: 500 Unidades Presentación: 120mL ☒ PDEBPLE3-10	Producto: Solución alcohólica Cantidad: 700 mL unidades Presentación: 120 mL clientemaquillado: quirumedic ☒ PDEBPLE3-13	Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 900 unidades Presentación: 60mL ☒ PDEBPLE3-14	Producto:Enjuague bucal vioxin Cantidad : 550 unidades Presentació: 120 ml ☒ PDEBPLE3-16
Producto:Sol de clorhexidina Cantidad : 1500 Unidades Presentación: 120mL ☒ PDEBPLE3-11 ✓	Producto:Enjuague bucal vioxin Cantidad : 550 unidades Presentació: 120 ml ☒ PDEBPLE3-12	Producto:Enjuague bucal vioxin Cantidad : 1000 unidades Presentació: 60ml ☒ PDEBPLE3-19	Producto:Enjuague bucal vioxin Cantidad : 600 unidades Presentació: 120 ml ☒ PDEBPLE3-15	Producto: Jabón de clorhexidina Cantidad: 900 unidades Presentación: 60mL ☒ PDEBPLE3-17
+ Crear incidencia				Producto: Solución alcohólica Cantidad: 800 mL unidades Presentación: 120 mL ☒ PDEBPLE3-18

Apéndice D Dimensiones de empaque de 60 mL actual de la empresa


Apéndice E Compatibilidad de materiales

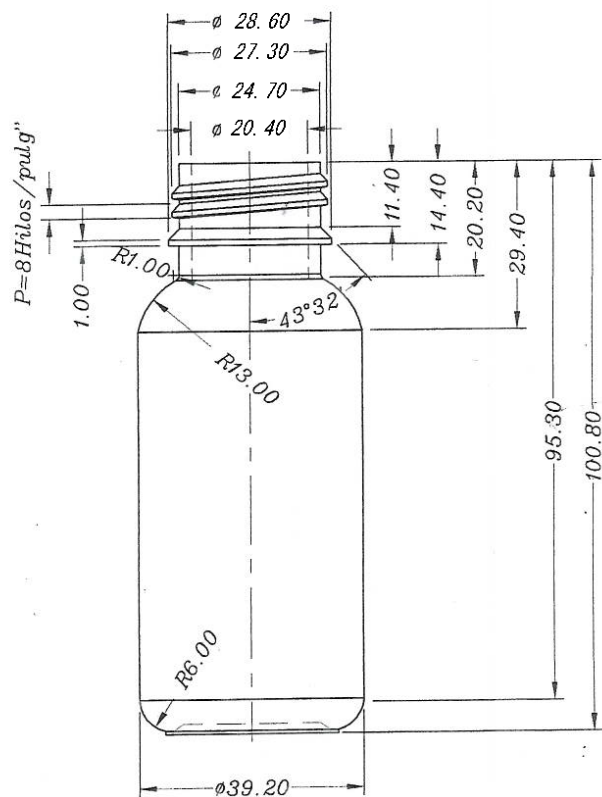
Elemento principal	Elemento secundario								
	HDPE	LDPE	PP	PVC	PS	PET	Papel/ cartón	Acero	Aluminio
HDPE									
LDPE									
PP									
PVC									
PS									
PET									
Papel/cartón									
Aluminio									

Para otras combinaciones, consulta la herramienta "Diseña para Reciclar"

		COMPATIBLE para su reciclado en la mayoría de las aplicaciones	PUEDEN SER APTOS para su reciclado para ciertas aplicaciones	NO APTOS para el reciclaje
CUERPO	Color	Claro/Azul claro/Verde/Tintes claros	Azul oscuro/Verde oscuro/Marrón/Tintes fuertes	Opaco/Colores sólidos/Negro carbón
	Barreras/Recubrimientos	Recubrimiento de plasma claro	Recubrimiento externo/PA – 3 capas	EVOH/Mezcla monocapa de PA
	Aditivos		Estabilizadores de UV/Bloqueadores de AA/Nanocompuestos	
CIERRE	Tapones	PP HDPE LDPE Solo en Europa	HDPE LDPE Solo en EE. UU.	Acero/Aluminio/PS/PVC/Termoestables
	Revestimiento	HDPE/PE+EVA/PP		PVC/EVA con aluminio
	Precintos	PE/PP/OPP/PET espumado	Silicona (densidad < 1 g cm ³)	PVC/Aluminio/Silicona (densidad >= 1 g cm ³)
DECORACIÓN	Impresión directa	Mínima impresión directa, p. ej., lote de producción o fecha de caducidad Impresión láser, mínima		
	Etiquetas	HDPE/MDPE/LDPE PP/OPP Que cubren menos del 60% de la superficie	PET PAPEL Que cubren más del 60% de la superficie	PVC Metalizadas
	Sleeves (Incl. precinto de garantía)	PE/PP/OPP (densidad < 1g/cm ³) PET espumado/PET-G espumado	PET	PVC/Sleeves de cuerpo entero PS (densidad > 1g/cm ³ /PET-G)
	Adhesivo	Soluble en agua en condiciones ambientales	Soluble en agua hasta 80°C	No soluble en agua
	Tinta	Buenas prácticas de fabricación EuPIA		Tintas que se eliminan tiñendo una solución acuosa
OTROS	Pulverizadores	PP / HDPE / LDPE		Componentes de vidrio Muelles de metal / rodamientos de bola

Apéndice F nuevo diseño de empaque

ENVASE 60c.c.-28mm SEGURIDAD CILINDRICO - P.P.



Complementos: Tapa 28 Seguridad	Dibujo:	Jhon J. Diaz	Fecha:	Junio/19/2012	 SOPLASCOL LTDA.
	Reviso:	C. Alberto Henao	Fecha:	Junio/19/2012	
	Aprobo:	C. Alberto Henao	Fecha:	Junio/19/2012	
					
	Capac Nominal:		60.0 c.c.		Designación: ENVASE 60c.c. - 28 DE SEGURIDAD
	Capac útil:		80.0 c.c.		
	Capac Rebose:		88.0 c.c.		
Cliente:	Material: P.P.		e= 1.2mm		Plano N°:
No. de Molde:	Fabricación: Soplado		Tolerancias Gen. ± 0.2	Esc: 1:1	Archivo Mag:

Apéndice G Capturas de pantalla de datos SimaPro

ESCENARIO BASE

Figura 1

Clorhexidina Enjuague Bucal

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Clorhexidina Enjuague bucal		1000	kg	Mass	100 %	Others	_PROCESOA		
(Insertar línea aquí)									
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
(Insertar línea aquí)									
Entradas									
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Glicerina			25	kg	Indefinido				
Water demineralized ETH S			958,4	kg	Indefinido				
polysorbate			6	l	Indefinido				
Ethanol 96%			3	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%			6	l	Indefinido				
Mentol			0,6	kg	Indefinido				
Oxido de lauramina			0,3	l	Indefinido				
Pipeline propylene E			0,3	kg	Indefinido				
Acetato de zinc			0,2	kg	Indefinido				
Sucralosa			0,2	kg	Indefinido				
CI4209			0,002	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Salidas									
Emisiones al aire		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um			0,01	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S			1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250			439309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S			2500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S			600	g	Indefinido				
Emisiones al agua		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acids, unspecified		groundwater, long-term	0,1	g	Indefinido				

Figura 2
Solución Etanólica de Clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Solución Etanólica de Clorhexidina		1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA		
(Insertar línea aquí)									
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
(Insertar línea aquí)									
Entradas									
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina			29	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%			115	l	Indefinido				
Cloruro de metrilcetilamonio			5	l	Indefinido				
CI4209			0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%			610	l	Indefinido				
Ácido Láctico			0,5	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S			240	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Emisiones al aire		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Emisiones al agua		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acids, unspecified		groundwater, long-term	0,1	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S			1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250			439309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S			2500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S			600	g	Indefinido				

Figura 3
Solución Acuosa de Clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Solución Acuosa de Clorhexidina		1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA		
(Insertar línea aquí)									
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
(Insertar línea aquí)									
Entradas									
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina			29	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%			115	l	Indefinido				
Cloruro de metrilcetrilamonio			5	l	Indefinido				
CI4209			0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%			610	l	Indefinido				
Ácido Láctico			0,5	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S			240	kg	Indefinido				
Emisiones al aire		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Emisiones al agua		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acids, unspecified		groundwater, long-term	0,1	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S			1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250			439309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S			2500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S			600	g	Indefinido				

Figura 4
Jabón de clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Jabón de clorhexidina		1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA	
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina		51	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%		200	l	Indefinido				
Cloruro de metilcetilamonio		10	l	Indefinido				
CI4209		0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%		40	l	Indefinido				
Ácido Láctico		3	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S		828	kg	Indefinido				
polyorbate		7	l	Indefinido				
Glicerina		4	kg	Indefinido				
Propilenglicol		6	l	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S		1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250		439309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S		2500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S		600	g	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acids, unspecified	groundwater, long-term	0,1	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

COMPUESTOS QUÍMICOS, ELEMENTOS QUÍMICOS, MATERIALES, COMBUSTIBLE Y ELECTRICIDAD

Figura 5

Agua Desmineralizada

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Water demineralized ETH S	1	kg	Mass	100 %	no definido	Water\Industry water		
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Baryte, in ground	in ground	2,15E-7	kg	Indefinido				
Bauxite, in ground	in ground	3,27E-7	kg	Indefinido				
Clay, bentonite, in ground	in ground	1,62E-7	kg	Indefinido				
Lead, in ground	in ground	2,93E-8	kg	Indefinido				
Chromium, in ground	in ground	1,33E-8	kg	Indefinido				
Iron, in ground	in ground	2,41E-6	kg	Indefinido				
Marl, in ground	in ground	4,51E-6	kg	Indefinido				
Gravel, in ground	in ground	7,17E-5	kg	Indefinido				
Cobalt, in ground	in ground	2,25E-14	kg	Indefinido				
Copper, in ground	in ground	1,16E-7	kg	Indefinido				
Manganese, in ground	in ground	3,9E-9	kg	Indefinido				
Molybdenum, in ground	in ground	1,16E-14	kg	Indefinido				
Nickel, in ground	in ground	8,37E-9	kg	Indefinido				
Palladium, in ground	in ground	1,19E-14	kg	Indefinido				
Platinum, in ground	in ground	1,4E-14	kg	Indefinido				
Rhenium, in ground	in ground	1,12E-14	kg	Indefinido				
Rhodium, in ground	in ground	1,28E-14	kg	Indefinido				
Sand, unspecified, in ground	in ground	8,8E-7	kg	Indefinido				
Silver, in ground	in ground	1,26E-10	kg	Indefinido				
Zinc, in ground	in ground	3,61E-10	kg	Indefinido				
Tin, in ground	in ground	6,98E-11	kg	Indefinido				
Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	in ground	2,74E-6	m3	Indefinido				
Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	in ground	8,51E-7	kg	Indefinido				
Wood, dry matter	biotic	1,59E-9	ton	Indefinido				
Volume occupied, reservoir	in water	1,48E-5	m3y	Indefinido				
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	in water	6,77E-10	TJ	Indefinido				
Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	in ground	0,000153	kg	Indefinido				
Coal, 18 MJ per kg, in ground	in ground	0,000127	kg	Indefinido				
Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	in ground	2,72E-5	m3	Indefinido				
Oil, crude, 42.6 MJ per kg, in ground	in ground	4,01E-8	ton	Indefinido				
Uranium, 560 GJ per kg, in ground	in ground	1,04E-8	kg	Indefinido				
Land use II-III, sea floor	land	3,43E-6	m2a	Indefinido				
Land use II-IV, sea floor	land	3,54E-7	m2a	Indefinido				
Land use II-III	land	3,97E-5	m2a	Indefinido				
Land use II-IV	land	1,66E-6	m2a	Indefinido				
Land use III-IV	land	1,53E-6	m2a	Indefinido				
Land use IV-IV	land	1,08E-8	m2a	Indefinido				

Figura 6
Propylene glycol ETHS

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Propylene glycol ETH S	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Organic		
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario	
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Baryte, in ground	in ground	0,00432	kg	Indefinido				
Bauxite, in ground	in ground	9,56E-5	kg	Indefinido				
Clay, bentonite, in ground	in ground	0,000366	kg	Indefinido				
Lead, in ground	in ground	6,01E-6	kg	Indefinido				
Chromium, in ground	in ground	6,79E-6	kg	Indefinido				
Iron, in ground	in ground	0,0055	kg	Indefinido				
Marl, in ground	in ground	0,837	kg	Indefinido				
Gravel, in ground	in ground	0,0125	kg	Indefinido				
Cobalt, in ground	in ground	5,79E-11	kg	Indefinido				
Copper, in ground	in ground	3,84E-5	kg	Indefinido				
Manganese, in ground	in ground	1,99E-6	kg	Indefinido				
Molybdenum, in ground	in ground	2,23E-9	kg	Indefinido				
Nickel, in ground	in ground	4,24E-6	kg	Indefinido				
Palladium, in ground	in ground	9,56E-9	kg	Indefinido				
Platinum, in ground	in ground	1,08E-8	kg	Indefinido				
Rhenium, in ground	in ground	8,06E-9	kg	Indefinido				
Rhodium, in ground	in ground	1,02E-8	kg	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Acetaldehyde		9,66E-8	kg	Indefinido				
Acetone		9,55E-8	kg	Indefinido				
Acrolein		2,04E-11	kg	Indefinido				
Aluminum		1,3699E-5	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		1,98E-9	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		2,017E-5	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		7,6952E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		6,6752E-8	kg	Indefinido				
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Acenaphthylene		1,93E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		6,358E-6	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		5,874E-7	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		7,6E-5	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		1,967E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		2,923E-5	kg	Indefinido				

Figura 7
Glicerina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Glicerina	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Wa...\Tensides		
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
Cadmium free brazing ETH S	0,002	mg	Indefinido					
Zinc coating parts (conversion um) S	0,1	cm3	Indefinido					
Copper ETH S	0,002	mg	Indefinido					
Iron sulfate ETH S	3,37	mg	Indefinido					
Lead ETH S	0,002	mg	Indefinido					
NaOH ETH S	0,0005	kg	Indefinido					
(Insertar línea aquí)								
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acetaldehyde		1,32E-7	kg	Indefinido				
Acetone		1,32E-7	kg	Indefinido				
Acrolein		3,1E-11	kg	Indefinido				
Aluminum		2,6747E-6	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		2,71E-9	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		3,1049E-5	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		2,5007E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		8,8607E-8	kg	Indefinido				
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acenaphthylene		1,5E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		1,019E-5	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		9,4E-7	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		0,0001217	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		3,15E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		4,684E-5	kg	Indefinido				

Figura 8
Acetato de Zinc

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Acetato de zinc	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals		
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
Zinc for plating ETH S	663,8	µg	Indefinido					
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Zinc	groundwater, long-term	663,8	mg	Indefinido				
COD, Chemical Oxygen Demand	groundwater, long-term	0,6104	kg	Indefinido				
Acetaldehyde		1,05E-6	kg	Indefinido				
Acetone		1,05E-6	kg	Indefinido				
Acrolein		5,91E-11	kg	Indefinido				
Aluminum		0,000236091	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		3,76E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		2,273E-5	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		1,33037E-5	kg	Indefinido				
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acenaphthylene		2,21E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		1,838E-6	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		1,69E-7	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		3,188E-5	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		5,21E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		8,561E-6	kg	Indefinido				
Barite		0,000292	kg	Indefinido				
Benzene		1,851E-6	kg	Indefinido				

Figura 9
Ácido Láctico

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación 9	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Ácido Láctico	1	l	Volume	100 %		Chemicals		
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Baryte, in ground	in ground	0,000514	kg	Indefinido				
Bauxite, in ground	in ground	4,59E-5	kg	Indefinido				
Clay, bentonite, in ground	in ground	6,7E-5	kg	Indefinido				
Lead, in ground	in ground	1,53E-6	kg	Indefinido				
Chromium, in ground	in ground	1,94E-6	kg	Indefinido				
Iron, in ground	in ground	0,00236	kg	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Acetaldehyde		4,35E-8	kg	Indefinido				
Acetone		4,12E-8	kg	Indefinido				
Acrolein		1,71E-12	kg	Indefinido				
Aluminum		6,7474E-7	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		7,06E-10	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		4,82E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		6,6051E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		3,00151E-8	kg	Indefinido				
Arsenic		5,321E-9	kg	Indefinido				
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Acenaphthylene		8,35E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		1,339E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		1,23E-8	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		8,17E-7	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		2,453E-9	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		8,294E-7	kg	Indefinido				
Barite		0,000105	kg	Indefinido				

Figura 10
CL4209

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación 9	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
CL4209	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals	
(Insertar línea aquí)							
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Lead ETH S	2	µg	Indefinido				
Cadmium free brazing ETH S	1	µg	Indefinido				
Copper ETH S	10	µg	Indefinido				
Zinc for plating ETH S	40	µg	Indefinido				
Cardboard chrome S B250	10	µg	Indefinido				

Figura 11
Cloruro de metilcetilmtrimilamonio

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Cloruro de metilcetilmtrimilamonio		0	l	Volume	100 %		Chemicals	
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Baryte, in ground	in ground	0,0012	kg	Indefinido				
Bauxite, in ground	in ground	0,000644	kg	Indefinido				
Clay, bentonite, in ground	in ground	0,000445	kg	Indefinido				
Lead, in ground	in ground	2,12E-5	kg	Indefinido				
Chromium, in ground	in ground	2,39E-5	kg	Indefinido				
Iron, in ground	in ground	0,00462	kg	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Acetaldehyde		5,88E-7	kg	Indefinido				
Acetone		5,86E-7	kg	Indefinido				
Acrolein		7,31E-12	kg	Indefinido				
Aluminum		1,97528E-5	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		2,13E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		9,06E-6	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		1,810803E-6	kg	Indefinido				
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Acenaphthylene		1,13E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		1,684E-6	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		1,559E-7	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		2,114E-5	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		5,01E-8	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		7,793E-6	kg	Indefinido				

Figura 12
Ethanol 96%

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Ethanol 96%		1	l	Volume	100 %		Chemicals	
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Formaldehyde ETH S		0,1	mg	Indefinido				
Ethyl benzene E		0,1	µg	Indefinido				
Ethylene E		9,4	mg	Indefinido				
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Energy, from coal		0,72943	MJ	Indefinido				Fuel prod'n & delivery energy
Energy, from coal		1,4139	MJ	Indefinido				Energy content of delivered fuel
Energy, from coal		0,12042	MJ	Indefinido				Fuel use in transport
Energy, from coal		0,00015934	MJ	Indefinido				Feedstock energy
Energy, from oil		0,70389	MJ	Indefinido				Fuel prod'n & delivery energy
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um		229,98	mg	Indefinido				From fuel prod'n
Particulates, < 10 um		98,888	mg	Indefinido				From fuel use
Particulates, < 10 um		1,5621	mg	Indefinido				From transport
Particulates, < 10 um		180,09	mg	Indefinido				From process
Carbon monoxide		968,7	mg	Indefinido				From fuel prod'n
Carbon monoxide		827,96	mg	Indefinido				From fuel use

Figura 13
Gluconato de Clorhexidina 20%

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Gluconato de clorhexidina 20%		1	l	Volume	100 %		Chemicals		
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Ammonia B250		1000	kg	Mass	50 %	no definido	Chemicals\Inorganic		
CO2 B250		1155,9	kg	Mass	50 %	no definido	Chemicals\Gases		
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Water, process, unspecified natural origin/m3		in water	0,922	m3	Indefinido				
Gas, natural, feedstock, 35 MJ per m3, in ground		in ground	580	m3	Indefinido				calculated from 464 kg assuming standard conditions (0.8 kg/m3).
Gas, natural, 36.6 MJ per m3, in ground		in ground	151	m3	Indefinido				calculated from 120.532 kg assuming standard conditions (0.8 kg/m3).
Emisiones al aire		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Methane			7140	g	Indefinido				
Carbon monoxide			25	g	Indefinido				
Carbon dioxide			436,1	kg	Indefinido				
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecific			928	g	Indefinido				
Nitrogen oxides			304	g	Indefinido				data concern NOx
Sulfur oxides			10	g	Indefinido				

Figura 14
Mentol

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Mentol		1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals	
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
COD, Chemical Oxygen Demand	groundwater, long-term	2.97	kg	Indefinido				

Figura 15
Oxido de Lauramina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Oxido de lauramina		1	l	Volume	100 %		Chemicals	
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Iron pellets ETH S		10	µg	Indefinido				
Tin plate B250		10	µg	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
	Acetaldehyde	1,31E-7	kg	Indefinido				
	Acetone	1,28E-7	kg	Indefinido				
	Acrolein	3,58E-12	kg	Indefinido				
	Aluminum	1,76959E-6	kg	Indefinido				
	Aldehydes, unspecified	1,85E-9	kg	Indefinido				
	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	1,42E-6	kg	Indefinido				
	Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	1,76408E-7	kg	Indefinido				
	Hydrocarbons, aromatic	9,86408E-8	kg	Indefinido				

Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario
Acenaphthylene		2,42E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		3,97E-7	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		3,64E-8	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		2,275E-6	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		7,23E-9	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		2,463E-6	kg	Indefinido				
Barite		0,000312	kg	Indefinido				
Benzene		3,99E-7	kg	Indefinido				

Figura 16

Sucralosa

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Sucralosa	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals	
(Insertar línea aquí)							
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario
Lead ETH S	0,1	µg	Indefinido				
Copper ETH S	0,5	µg	Indefinido				
Zinc for plating ETH S	0,5	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Figura 17

Transporte, Truck B250

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Categoría	Comentario		
Truck 40t B250	1	tkm	Transport	100 %	Road			
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario	
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario	
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	Máx	Comentario	
Heat diesel B250	1,17	MJ	Indefinido				45.4 MJ/kg HHV	

Figura 18

Energía

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Categoría	Comentario		
Electricity MV use in E + imports S	1	TJ	Energy	100 %	...\Medium Voltage + impr			
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario	
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Baryte, in ground	in ground	26,4	kg	Indefinido				
Bauxite, in ground	in ground	73,7	kg	Indefinido				
Clay, bentonite, in ground	in ground	43	kg	Indefinido				
Lead, in ground	in ground	2,42	kg	Indefinido				
Chromium, in ground	in ground	2,73	kg	Indefinido				
Iron, in ground	in ground	514	kg	Indefinido				
Marl, in ground	in ground	543	kg	Indefinido				
Gravel, in ground	in ground	2500	kg	Indefinido				
Cobalt, in ground	in ground	1,41E-6	kg	Indefinido				
Copper, in ground	in ground	32,2	kg	Indefinido				
Manganese, in ground	in ground	0,553	kg	Indefinido				
Molybdenum, in ground	in ground	1,25E-6	kg	Indefinido				
Nickel, in ground	in ground	1,88	kg	Indefinido				
Palladium, in ground	in ground	8,82E-7	kg	Indefinido				
Platinum, in ground	in ground	9,99E-7	kg	Indefinido				
Rhenium, in ground	in ground	9,18E-7	kg	Indefinido				
Rhodium, in ground	in ground	9,38E-7	kg	Indefinido				
Platinum, in ground	in ground	9,99E-7	kg	Indefinido				
Rhenium, in ground	in ground	9,18E-7	kg	Indefinido				
Rhodium, in ground	in ground	9,38E-7	kg	Indefinido				
Sand, unspecified, in ground	in ground	61,3	kg	Indefinido				
Silver, in ground	in ground	0,0183	kg	Indefinido				
Sodium chloride, in ground	in ground	26,3	kg	Indefinido				
Clay, unspecified, in ground	in ground	77,2	kg	Indefinido				
Water, turbine use, unspecified natural origin		1100000	m3	Indefinido				
Water, unspecified natural origin/kg	in water	6840000	kg	Indefinido				
Zinc, in ground	in ground	0,0185	kg	Indefinido				
Tin, in ground	in ground	0,0102	kg	Indefinido				
Gas, petroleum, 35 MJ per m3, in ground	in ground	397	m3	Indefinido				
Gas, mine, off-gas, process, coal mining/kg	in ground	483	kg	Indefinido				
Wood, dry matter	biotic	0,703	ton	Indefinido				
Volume occupied, reservoir	in water	4620	m3y	Indefinido				
Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	in water	0,213	TJ	Indefinido				
Coal, brown, 8 MJ per kg, in ground	in ground	27100	kg	Indefinido				
Coal, 18 MJ per kg, in ground	in ground	71100	kg	Indefinido				
Gas, natural, 35 MJ per m3, in ground	in ground	603	m3	Indefinido				
Oil, crude, 42,6 MJ per kg, in ground	in ground	5,81	ton	Indefinido				
Uranium, 560 GJ per kg, in ground	in ground	3,04	kg	Indefinido				
Land use II-III, sea floor	land	420	m2a	Indefinido				
Land use II-IV, sea floor	land	43,4	m2a	Indefinido				
Land use II-III	land	11400	m2a	Indefinido				
Land use II-IV	land	204	m2a	Indefinido				
Land use III-IV	land	104	m2a	Indefinido				
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Acetaldehyde		0,0433	kg	Indefinido				
Acetone		0,0433	kg	Indefinido				
Acrolein		4,7E-7	kg	Indefinido				
Aluminum		10,80733	kg	Indefinido				
Aldehydes, unspecified		0,00243	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		0,556	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		0,2750693	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		0,01770693	kg	Indefinido				
Arsenic		0,029896	kg	Indefinido				
Boron		1,6700107	kg	Indefinido				
Barium		0,1480392	kg	Indefinido				
Benzo(a)pyrene		5,625E-5	kg	Indefinido				
Beryllium		0,00165157	kg	Indefinido				
Benzaldehyde		2,45E-7	kg	Indefinido				
Benzene		0,070929	kg	Indefinido				
Bromine		0,41303	kg	Indefinido				
Butane		0,5031	kg	Indefinido				
Butene		0,0133	kg	Indefinido				
Ethane, hexafluoro-, HFC-116		0,000801	kg	Indefinido				

Emisiones al agua	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Acenaphthylene		0,00548	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified		0,03793	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified		0,003499	kg	Indefinido				
Ammonia, as N		0,89	kg	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		0,001078	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		0,1751	kg	Indefinido				
Barite		5,24	kg	Indefinido				
Benzene		0,03805	kg	Indefinido				
Phthalate, dioctyl-		1,22E-7	kg	Indefinido				
BOD5, Biological Oxygen Demand		0,08391	kg	Indefinido				
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140		2,25E-7	kg	Indefinido				
Benzene, chloro-		1,03E-9	kg	Indefinido				
Ethane, dichloro-		0,00135	kg	Indefinido				
Ethane, hexachloro-		3,01E-8	kg	Indefinido				
Hypochlorous acid		0,5489	kg	Indefinido				
Chlorinated solvents, unspecified		5,69E-5	kg	Indefinido				
Methane, dichloro-, HCC-30		0,00243	kg	Indefinido				
Hypochlorite		0,5489	kg	Indefinido				
Ethene, tetrachloro-		3,57E-6	kg	Indefinido				
Methane, tetrachloro-, CFC-10		5,46E-6	kg	Indefinido				

ESCENARIO CON MODELO PROPUESTO

Figura 19

Clorhexidina Enjuague Bucal

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Clorhexidina Enjuague bucal		1000	kg	Mass	100 %	Others	_PROCESOA		
(Insertar línea aquí)									
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario	
(Insertar línea aquí)									
Entradas									
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Glicerina			25	kg	Indefinido				
Water demineralized ETH S			958,4	kg	Indefinido				
polysorbate			6	l	Indefinido				
Ethanol 96%			3	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%			6	l	Indefinido				
Mentol			0,6	kg	Indefinido				
Oxido de lauramina			0,3	l	Indefinido				
Pipeline propylene E			0,3	kg	Indefinido				
Acetato de zinc			0,2	kg	Indefinido				
Sucralosa			0,2	kg	Indefinido				
CI4209			0,002	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S	1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250	139309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S	1500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S	600	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Salidas								
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Mín	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um		0,01	kg	Indefinido				

Figura 20

Solución Etanólica de Clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos	Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Solución Etanólica de Clorhexidina	1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas							
----------	--	--	--	--	--	--	--

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina	29	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%	115	l	Indefinido				
Cloruro de metrilcetrilamonio	5	l	Indefinido				
Cl4209	0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%	610	l	Indefinido				
Ácido Láctico	0,5	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S	240	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S	1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250	139309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S	1500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S	600	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Salidas							
---------	--	--	--	--	--	--	--

Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um		0,01	kg	Indefinido				

Figura 21
Solución Acuosa de Clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario	
Solución Acuosa de Clorhexidina		1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA		
(Insertar línea aquí)									
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario	
(Insertar línea aquí)									
Entradas									
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina			29	l	Indefinido				
Gluconato de clorhexidina 20%			115	l	Indefinido				
Cloruro de metrilcetrimonio			5	l	Indefinido				
CI4209			0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%			610	l	Indefinido				
Ácido Láctico			0,5	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S			240	kg	Indefinido				
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)			Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S			1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250			139309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S			1500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S			600	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)									
Salidas									
Emisiones al aire		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um			0,01	kg	Indefinido				

Figura 22
Jabón de clorhexidina

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Jabón de clorhexidina		1000	kg	Mass	100 %	no definido	_PROCESOA	
(Insertar línea aquí)								
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Entradas								
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
(Insertar línea aquí)								
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Oxido de lauramina		51	l	Indefinido				
Gluonato de clorhexidina 20%		200	l	Indefinido				
Cloruro de metrilcetrimonio		10	l	Indefinido				
CI4209		0,02	kg	Indefinido				
Ethanol 96%		40	l	Indefinido				
Ácido Láctico		3	l	Indefinido				
Water demineralized ETH S		828	kg	Indefinido				
polyorbate		7	l	Indefinido				
Glicerina		4	kg	Indefinido				
Propilenglicol		6	l	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Electricity MV use in E + imports S		1506	Wh	Indefinido				
Truck 40t B250		139309,1	kgkm	Indefinido				
PP ETH S		1500	g	Indefinido				
Packaging carton ETH S		600	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								
Salidas								
Emisiones al aire	Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario
Particulates, < 10 um		0,01	kg	Indefinido				