

REPÚBLICA DE CUBA

**Tesis en opción al título de
Ingeniero Industrial**



**Valoración de alternativas de mejora
ambiental del ciclo de vida de las
producciones derivadas del mango
en la fábrica de conservas El Faro**

Autor: Reinier González Delgado

**Tutores: MSc. Ing. Mailiu Díaz Peña
Ing. Guillermo Piloto Cuellar**

Cienfuegos, 2013

Agradecimientos

Les doy mil gracias,

A mis padres por estar cerca de mí en todo momento, ustedes son los que me han guiado y formado; a mis tutores Mailiu y Guillermo por haberme prestado su tiempo y dedicación, por enseñarme a no rendirme, a Elena Rosa por haber creído en mí; a mis abuelos por estar pendiente de mí y siempre dándome aliento, a mi familia que no se encuentra conmigo por su preocupación y apoyo, a todos los profesores que de una forma u otra ayudaron a mi formación, a todos los trabajadores de El Faro en especial a Leidy, Rosita, Mariela, Vivian, Ramoncito y Maslem los cuales siempre me recibieron con los brazos abiertos, a mis compañeros de aula por estar juntos en los buenos y malos momentos, en fin a todos mi eterno agradecimiento por haber sido parte de esta difícil y hermosa epopeya.

RESUMEN

Resumen

El objetivo general de esta investigación es valorar alternativas que disminuyan el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango en la fábrica de conservas El Faro. Se aplica la metodología análisis de ciclo de vida (ACV), según está definida en la serie de normas NC-ISO14040, para el desarrollo de los objetivos propuestos que incluyen: realizar el inventario del ciclo de vida, evaluar el impacto asociado a este sistema producto y valorar variantes de mejora ambiental. Se identificó que las categorías de impacto que más inciden en el proceso son las energías no renovables en un 46.37%, la respiración de inorgánicos en un 23.13% y el calentamiento global en un 20.93%, siendo las categorías de daño más afectadas daño a los recursos, a la salud humana y cambio climático. Se determinó que las entradas: embases de hojalata, fuel oil, azúcar y pulpa de mango son las causantes del 86.23% del impacto y el consumo de fuel oil y energía eléctrica las causantes del 80% del impacto de la producción de pulpa de mango. Se valoraron dos variantes con las que se podría disminuir el impacto ambiental en 11.24 y 50% respectivamente, con resultados económicos que evidenciaron la factibilidad de las mismas con un valor actual neto de \$ 706374.36 para la variante 1 y uno de \$875007.77 para la variante 2. Se recomienda discutir los resultados con los tomadores de decisiones de cada fase del ciclo evaluado y generalizarlos a otras producciones de la fábrica.

Abstract

The general objective of this research is to value alternatives that reduce the environmental impact of the life cycle of the mango derivative productions in the factory of preserved foods El Faro. The methodology life cycle assessment (LCA) is applied, as it is defined in the series of standards NC-ISO 14040 for the development of objectives including: performing life cycle inventory, evaluate the impact associated with this system product and to value variants of environmental improvement. It was identified that the impact categories that most affect the process are non-renewable energy by 46.37%, respiratory inorganics by 23.13% and global warming by 20.93%, being the most affected categories of damage: damage to resources, human health and climate change. Was determined that the inputs tin base plates, fuel oil, sugar and mango pulp the causing of 86.23% of the impact and the use of fuel oil and electricity the causing of 80% of the impact of the production of mango pulp. Two variants were evaluated which could reduce the environmental impact in 11.24 and 50% respectively, with economic results that demonstrated the feasibility of such a net present value of \$ 706,374.36 for the variant 1 and one of \$ 875,007.77 for variant 2 . It is recommended to discuss the results with decision makers of each cycle phase evaluated and generalize them to other productions of the factory.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido

Resumen

Introducción.....	10
Capítulo 1. “Marco teórico de la Investigación”	16
1.1. Sistemas de Gestión	16
1.2. Gestión por Procesos.....	17
1.2.1. Términos relacionados con la Gestión por Procesos	18
1.2.2. Objetivos e Importancia de la Gestión por Procesos	20
1.3. Sistema de Gestión de Calidad.....	20
1.4. Sistema de Gestión Medioambiental	21
1.4.1. Antecedentes	21
1.4.2. Desarrollo Sostenible	22
1.4.3. Ecoeficiencia	23
1.5. Análisis de Ciclo de Vida.....	26
1.5.1. Antecedentes	26
1.5.2. Normas que establecen las fases del ACV	27
1.5.3. Métodos de evaluación.....	29
1.5.4. Soporte Informático	30
1.5.5. Importancia de la herramienta de ACV	31
1.6. Contexto Internacional de la producción de mango.....	33
1.6.1. Producción y Comercio Mundial	33
Capítulo 2. “Descripción de la metodología de ACV”	38
2.1. Descripción del objeto de estudio.....	38
2.2. Procedimiento de Análisis de Ciclo de Vida	39
2.2.1. Etapa 1: Definición de los objetivos y alcance	40
2.2.2. Etapa 2: Análisis de Inventario	42
2.2.3. Etapa 3: Evaluación del impacto.....	45
2.2.3.1. Método para evaluar el impacto ambiental.....	47

2.2.3.2. Análisis de las causas que contribuyen con el impacto ambiental	49
2.2.4. Etapa 4: Análisis de mejoras	51
Capítulo 3. “Análisis de los resultados”	54
3.1. Definición de objetivos y alcance	54
3.2. Descripción del proceso productivo de derivados del mango	55
3.2.1. Descripción del sistema de tratamiento residual de la fábrica.....	59
3.3. Evaluación del ciclo de vida de la Mermelada Natural.....	60
3.3.1. Análisis de los problemas que contribuyen con el impacto ambiental	62
3.4. Valoración de variantes de mejora ambiental.....	63
Conclusiones Generales.....	69
Recomendaciones.....	71
Bibliografía	73
Anexos	

INTRODUCCIÓN

Introducción

El cuidado del medio ambiente es una necesidad en nuestros días, la contaminación de este constituye uno de los problemas más críticos en el mundo y es por ello que ha surgido la necesidad de la toma de conciencia y la búsqueda de alternativas para su solución. De ahí que ante la crisis ambiental de la tierra, hoy más que nunca se impone agregar el cuidado de nuestro entorno (Güereca, 2006).

En el año 2002, los líderes de varios gobiernos del mundo y representantes de la industria y la sociedad civil se reunieron en el encuentro mundial para el Desarrollo Sustentable en Johannesburgo. En esta reunión los participantes analizaron las fallas y los éxitos de los últimos treinta años, anticipando los compromisos y los obstáculos que tendrá la humanidad en relación a los desafíos del Desarrollo Sustentable. Uno de los resultados de esta reunión, es un Plan de Implementación para cambiar los patrones no sustentables de consumo y producción. Entre los elementos del plan hay un llamado para: “mejorar los productos y servicios a la vez que se reducen los impactos en salud y medio ambiente, usando donde sea apropiado, modelos científicos como el análisis de ciclo de vida (ACV)” (Suppen, 2007).

La gestión ambiental es el conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. La gestión ambiental no solamente está referida al gobierno, sino que crecientemente depende de fuerzas sociales de muy diversa naturaleza (Rodríguez, 2005).

El análisis de ciclo de vida es como la recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema- producto a través de todas las etapas desde la adquisición de la materia prima a partir de los recursos naturales hasta su disposición final. La teoría de la organización y diversos estudios sociales de ciencia y tecnología cada vez más se acercan en comprender al ACV no solo como una herramienta instrumental o metodológica, sino como una lógica institucional emergente que influencia la forma en que son conceptualizados los problemas ambientales y la responsabilidad sobre ellos (Suppen & Van, 2007).

La industria productora de alimentos no está exenta de ocasionar daños a las personas y al medio ambiente cuando los procesamos y consumimos, lo que hace imprescindible su estudio para el análisis y la toma de decisiones al respecto (Gómez, 2010).

En todo el mundo surgen iniciativas alentadoras para hacer frente a la crisis medioambiental, algunas a pequeña escala y otras a mayor escala. En aras de la preservación del medio ambiente se están insertando las empresas cubanas en estos momentos (Gómez, 2010).

Son pocas las personas e instituciones que en estos momentos en Cuba tienen un nivel de información y conocimiento suficiente para resolver los problemas ambientales a los cuales deben

enfrentarse, sin contar los problemas económicos a los que se ven sometidos y que limitan en muchos casos las medidas a tomar según corresponde en esta labor, no obstante las organizaciones se orientan cada vez más y con mayor rigor para lograr controlar el impacto de sus actividades, productos o servicios sobre el medio ambiente. En esta lucha se encuentra inmerso el Ministerio de la Industria Alimenticia (Gómez, 2010).

Para este estudio se ha seleccionado las producciones derivadas del mango, ya que para la industria local no existe la cuantificación de los daños ocasionados al medio ambiente, por esta razón, se propone la identificación de los aspectos ambientales en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto.

Justificación del Problema

La fábrica de conservas El Faro, se encuentra ubicada en la ciudad de Cienfuegos, cita en calle 65 e/ 66 y 68, debido a varios años de explotación la misma se encuentra ya en gran estado de deterioro. La tecnología tiene altos consumos energéticos equivalente a 960 kW/hora por turno de trabajo, consumo excesivo de agua considerado como promedio de 26 m³/día, grandes volúmenes de sólidos en suspensión al tratamiento primario de residuales, así como condiciones no favorables según las normas de protección e higiene del trabajo.

Actualmente hay mucho volumen de residuales producto de la obsolescencia y el mal estado de la tecnología de que se dispone, en la zafra del mango se generan 1.2 t/día, estos presentan actualmente las siguientes características.

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) = 600 - 700 mg/L
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)= 2050 mg/L
- Sólidos Totales (ST) = 106 - 2176 mg/L
- Nitrógeno Kjeldhal (NTK) = 1.10 mg/L
- Fósforo Total (PT) = 0.15 mg/L

Estos valores son mayores a los límites máximos permisibles como promedio con lo establecido en la Norma Cubana 27: 99 para un cuerpo receptor clase C (aguas terrestres).

Los problemas antes mencionados presentan un impacto negativo al medio ambiente y no permiten que las producciones satisfagan las necesidades de la población y den respuesta a los picos de las cosechas, pero que a su vez permita insertarse competitivamente en el mercado nacional recaudador de divisas.

Problema de investigación

¿Cuáles serán las alternativas más factibles para disminuir el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango en la fábrica de conservas El Faro?

Objetivo General

Valorar alternativas que disminuyan el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango, con la metodología de análisis de ciclo de vida, en la fábrica de conservas El Faro en la zafra 2012.

Objetivos específicos

1. Elaborar el inventario del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango en la fábrica de conservas El Faro en la zafra 2012.
2. Evaluar el ciclo de vida de estas producciones en la fábrica objeto de estudio.
3. Proponer variantes que permitan disminuir el impacto ambiental del ciclo de vida de los derivados del mango.

Hipótesis:

La aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida permitirá valorar alternativas que disminuyan el impacto ambiental que generan las producciones derivadas del mango.

Definición de Variables:

Variable independiente: Análisis del Ciclo de Vida.

Variable dependiente: Impacto Ambiental.

Conceptualización y Operacionalización de las Variables.

Análisis del Ciclo de Vida: Es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto mediante: la compilación de un inventario de entradas y salidas del sistema; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados a estas entradas y salidas, y la interpretación de los resultados de las fases de inventario y de impacto con relación a los objetivos del estudio.

Esta variable se propone medirse mediante cuatro etapas, definición de objetivos y límites del sistema, análisis de inventario (entradas y salidas de los sistemas), análisis del impacto (clasificación, caracterización y valoración), y análisis de mejoras (de los productos y sus procesos), utilizando consulta de documentos del proceso, consulta a especialistas, balances de masa, mapeo de proceso (SIPOC), diagrama de flujo (IDEFO).

Impacto Ambiental: Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Utilizando el método de evaluación de impacto ambiental Impact 2002+ que vincula categorías de punto intermedio (impacto) y categorías de punto final (daño).

La investigación es del tipo **descriptiva**.

Metodología aplicada en la investigación:

Métodos teóricos

Análisis y consulta de documentos y artículos, para la síntesis de los conceptos abordados.

Métodos empíricos.

- Observaciones directas, entrevistas con los trabajadores y consulta de las normas NC-ISO: 14 040 a la 14 049.
- Consulta de información en: Instructivos técnicos, diagnósticos ambientales y otros.
- Método Delphi.
- Utilización de diagrama IDEFO para la representación de los procesos.
- Diagrama de Pareto.

Aporte tecnológico:

La implementación de la nueva tecnología elevará los niveles de producción, incrementará los índices de eficiencia y eficacia. Aparejado con lo antes mencionado, la cogeneración con la instalación de un turbogenerador posibilitará a la empresa la disminución de las pérdidas eléctricas, factor que hoy incide negativamente en la entidad debido al empleo de la tecnología obsoleta. La ejecución de estas medidas aportará una mejora en la gestión eficiente de energía, la gestión productiva y la gestión medioambiental (**lineamiento 135**).

Aporte Ambiental:

Disminuyen las emisiones de gases contaminantes hacia la atmósfera, mejora el tratamiento y recepción de los residuales, al disminuir el impacto ambiental con la aplicación de la variante 1 en un 11.24% y con la variante 2 en un 50% (**lineamientos del PCC 133 y 204**) y permite a la organización integrarse junto a las líderes en el cumplimiento de las normas medioambientales, vigentes internacionalmente.

Aporte Económico:

Aumento de las producciones en toda la gama de productos, disminución del costo de producción, recuperación de la inversión en un corto plazo con un valor actual neto de \$ 706374.36 para la variante 1 y uno de \$875007.77 para la variante 2. Lanzamiento de productos al mercado nacional con la calidad requerida para la competitividad.

Aporte Social:

Necesidad de fuerza de trabajo capacitada, disminución del impacto a la salud humana y mejora de las condiciones laborales. Oferta de productos a la población para satisfacer sus necesidades alimenticias.

Al concluir la investigación, queda estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: Marco Teórico

En este capítulo se abordan los elementos necesarios para la fundamentación de la investigación tales como Gestión de Procesos, Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental, Análisis de Ciclo de Vida y se analiza el contexto internacional de la producción del mango.

Capítulo II: Parte Experimental

Se caracteriza la fábrica de conservas El Faro de Cienfuegos y se plantea una metodología para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango basada en las normas NC-ISO 14 040.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

En este último capítulo se aplica la metodología para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango, se realiza el inventario, se identifican las categorías de impacto más afectadas y se valoran variantes de mejora ambiental para la producción de derivados del mango en la fábrica objeto de estudio.

CAPÍTULO 1

Capítulo 1. “Marco teórico de la Investigación”

En este capítulo se abordan aspectos esenciales del estudio bibliográfico con la finalidad de justificar el basamento científico de este trabajo, tomando como referencia textos representativos y actualizados que relacionan las temáticas sobre gestión de procesos, gestión de la calidad, gestión ambiental, Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y determinación de los impactos ambientales de las producciones derivadas del mango.

En el mismo se expresan y analizan las principales teorías, enfoques técnicos y resultados de trabajos empíricos relacionados con el temático objeto de investigación con el fin de sustentarlo teóricamente. En su desarrollo se ha tenido como guía el hilo conductor (ver Anexo 1).

1.1. Sistemas de Gestión

Según (Beltrán, Calmona, Carrasco, Rivas, & Panchón, 2002) es innegable que en la actualidad las empresas se encuentran inmersas en un entorno cambiante y mercados altamente competitivos, entornos en los que todas las empresas desean tener éxito. Para alcanzar estos buenos resultados las organizaciones necesitan gestionar sus actividades y recursos, lo cual junto con la adopción de herramientas y metodologías ha permitido a todas las organizaciones configurar su sistema de gestión.

A continuación se presentan algunas definiciones:

□ *Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos. (ISO 9001, 2000)*

□ *Esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realice todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos. (Beltrán et al., 2002)*

Por tanto un Sistema de Gestión ayuda a una organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades que le permitan una gestión orientada hacia la obtención de buenos resultados empresariales o lo que es lo mismo la obtención de los objetivos establecidos (Ver Figura 1.1)

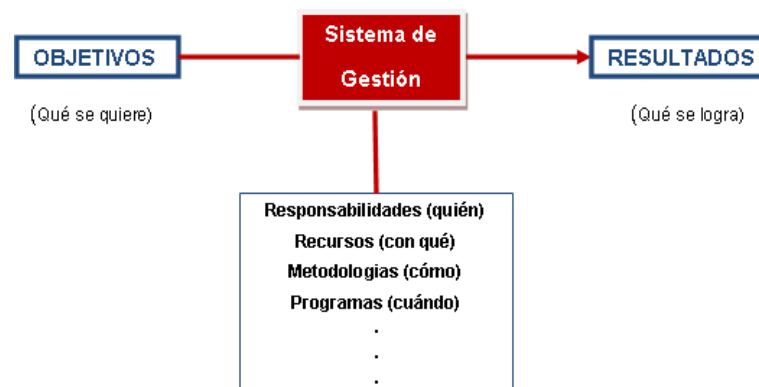


Figura 1.1. El sistema de gestión como herramienta para alcanzar los objetivos Empresariales. Fuente: (Beltrán et al., 2002)

En fin se puede ver el sistema de gestión como una herramienta para alcanzar los objetivos planificados.

1.2. Gestión por Procesos

Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como integrantes de un proceso determinado. Los procesos son la base operativa de las organizaciones y son posiblemente el elemento más importante y extendido en la gestión de las empresas innovadoras.

Un proceso puede ser definido como:

Conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de materiales o información, dan lugar a una o varias salidas también de materiales o información con valor añadido. En otras palabras, es la manera en la que se hacen las cosas en la organización”. (Saballo Daniel, 2005)

“Secuencias ordenadas y lógicas de actividades de transformación, que parten de unas entradas (informaciones en un sentido amplio —pedidos, datos, especificaciones—, más medios materiales —máquinas, equipos, materias primas, consumibles, etcétera) —, para alcanzar unos resultados programados, que se entregan a quienes los han solicitado, los clientes de cada proceso”. (Zaratiegui, 1999)

“Una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados”. (NC-ISO9000, 2001)

Cualquier actividad, o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos y controles para transformar elementos de entrada (especificaciones, recursos, información, servicios,...) en resultados (otras informaciones, servicios,...) puede considerarse como un proceso. Los resultados de un proceso han de tener un valor añadido respecto a las entradas y pueden constituir directamente elementos de entrada del siguiente proceso, como se muestra en la Figura No. 1.2. (Fomento, 2005)

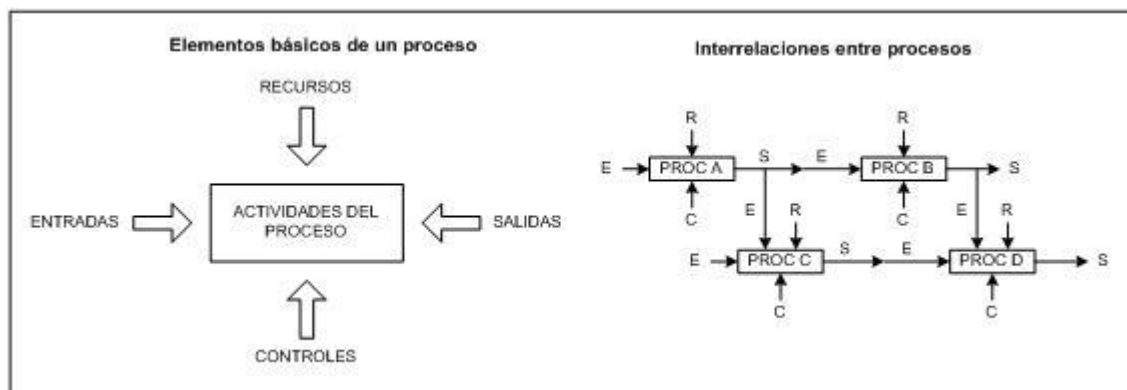


Figura 1.2. Representación gráfica de la interrelación de procesos. Fuente: (Fomento, 2005)

Según los conceptos anteriores se deriva que un proceso no es más que la sucesión ordenada y lógica de actividades interrelacionadas, que transforman las entradas necesarias para producir un producto o brindar un servicio.

En general todos los autores concuerdan que un proceso es un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que transforman uno o más insumos, le agregan valor y como resultado de esto, se le suministra un producto al cliente interno o externo, respondiendo a las necesidades de los mismos.

Todos los procesos tienen algo en común: describen actividades cuyo resultado crea valor para su usuario o cliente. Sin embargo, no todos tienen la misma influencia en la actividad principal de la organización. Por ello es necesario definir una clasificación de procesos que facilite identificar y ordenar los mismos en una organización.

Desde el punto de vista administrativo se pueden clasificar los procesos de la siguiente forma (Beltrán *et al.*, 2002):

Los procesos estratégicos: son aquellos procesos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de dirección y principalmente al largo plazo. Se refieren fundamentalmente a procesos de planificación y otros que se consideren ligados a factores claves o estratégicos.

Los procesos operativos o claves: son aquellos procesos ligados directamente con la realización del producto y/o prestación del servicio. Son procesos de “línea”.

Los procesos de soporte: son aquellos procesos que dan soporte a los procesos operativos. Se suelen referir a los procesos relacionados con recursos y mediciones.

Los procesos que van incluidos dentro de estas tres clasificaciones es algo particular de cada empresa, ya que esto se determina en dependencia de diferentes aspectos como del objetivo de la empresa así como los que se consideran fundamentales para el logro de su visión y su misión, etc. Habiendo quedado claro qué es un proceso y cómo pueden identificarse puede hablarse de la gestión por procesos y para facilitar definición de este término es necesario conocer diferentes criterios los cuales se muestran en el (Anexo 2).

Son varias las definiciones del término gestión por procesos pero todas ellas tratan de explicar que la gestión por proceso pretende ver a la organización como un conjunto de procesos, los cuales se le asignarán objetivos a cada uno de ellos, siempre teniendo correspondencia con los objetivos finales de cada organización y con las necesidades y expectativas de los clientes.

1.2.1. Términos relacionados con la Gestión por Procesos

Existen algunos términos relacionados con la gestión por procesos y que son necesarios tener en cuenta (OIT, 1993):

□ **Proceso clave:** Son aquellos procesos que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito del negocio.

- **Subprocesos:** Son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.
- **Sistema:** Estructura organizativa, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implantar una gestión determinada, como por ejemplo la gestión de la calidad, la gestión del medio ambiente o la gestión de la prevención de riesgos laborales. Normalmente están basados en una norma de reconocimiento internacional que tiene como finalidad servir de herramienta de gestión en el aseguramiento de los procesos.
- **Procedimiento:** Forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; qué debe hacerse y quién debe hacerlo; cuando, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.
- **Actividad:** Es la suma de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente se desarrolla en un departamento o función.
- **Indicador:** Es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.
- **Macro proceso:** Son todas las actividades que abarcan operaciones ejecutadas por más de un departamento o área funcional dentro de la organización. Estos también son llamados procesos interfuncionales.
- **Cliente:** Persona, institución u órgano que determina la calidad de un proceso que pretende servirlo, determinando la medida en que este con sus salidas ha logrado satisfacer sus necesidades y expectativas.
- **Proveedor:** Persona, institución u órgano que provee, observando las exigencias del cliente, información, equipamiento, materiales etc.
- **Mapas de Procesos.** Una aproximación que define la organización como un sistema de procesos interrelacionados. El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Tales "mapas" dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos clave de la organización. Asimismo permiten distinguir entre procesos clave, estratégicos y de soporte, constituyendo el primer paso para seleccionar los procesos sobre los que actuar.

1.2.2. Objetivos e Importancia de la Gestión por Procesos

El objetivo principal de la Gestión por Procesos es aumentar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes. Además de incrementar la productividad a través de:

- ☐ Reducir los costos internos innecesarios: despilfarro, ineficiencia, actividades sin valor añadido,
- ☐ Acortar los plazos de entrega, reduciendo los tiempos del ciclo,
- ☐ Mejorar la calidad y el valor percibido por el cliente,
- ☐ Incorporar actividades adicionales de servicio, de escaso costo, cuyo valor sea fácil de percibir por el cliente y
- ☐ Incrementar eficacia (Benavides, 2003)

La Gestión por Procesos tiene gran importancia ya que según posibilita:

- ☐ La mejora continua de las actividades desarrolladas.
- ☐ Eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las actividades.
- ☐ Optimizar el empleo de los recursos.
- ☐ Aporta una identificación, documentación, definición de objetivos y responsables de los procesos.
- ☐ Permite la eliminación de actividades sin valor añadido, reducción de tiempos y de burocracia.

1.3. Sistema de Gestión de Calidad

Aproximarse a una definición precisa del término calidad es una tarea altamente complicada. Si se revisa la extensa bibliografía que al respecto existe se concluye que hay una gran variedad de significados para este término.

Juran (1990) Calidad representa la adecuación de producto al uso requerido.

Deming (1989) Calidad de los productos se define como un grado predecible de uniformidad que proporciona fiabilidad a bajo costo en el mercado, lo que se resume en la frase: hacer las cosas bien, a la primera y siempre.

ISO 9000: 2005 Calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Donde se especifica:

Requisito: necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria

- ☐ Característica: rasgo diferenciador
- ☐ Inherente: significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

Entonces, la Gestión de la Calidad Total es la formulación y aplicación de estrategias y políticas para ayudar a que la compañía logre niveles de excelencia respecto a las características de un producto o servicio que influyen en su capacidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas.

Es una filosofía de cultura empresarial que surge cuando se comprende la importancia de la calidad para el éxito de los negocios. La empresa tiene al cliente como objetivo prioritario, buscando su satisfacción, dentro de un marco de mejora continua tanto en los procesos como en el sistema de prestación del servicio, donde están involucradas todas las personas, desde el primero al último responsable. (Diallo, 2009)

La norma (ISO 9001, 2000) define sistema de gestión de la calidad como un sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

Dentro de esta familia, es la norma ISO 9001:2000 la norma de referencia por la que las organizaciones establecen, documentan e implementan sus Sistemas de Gestión de la Calidad con el objetivo de demostrar su capacidad para proporcionar productos y/o servicios que cumplan con los requisitos de los clientes y orientarse hacia la satisfacción de los mismos.

La propia Norma ISO 9001: 2000 establece, dentro de su apartado de introducción, la promoción de la adopción de un enfoque basado en procesos en un Sistema de gestión de la Calidad para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos, como se muestra en la Figura No. 1.3. Fuente: (ISO 9001: 2000)



Figura 1.3: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos.

Fuente: (ISO 9001: 2000)

1.4. Sistema de Gestión Medioambiental

1.4.1. Antecedentes

Desde los años 60 se advierte una preocupación e interés por el medio ambiente, así como la necesidad de su conservación dando lugar a toda una serie de tratados, directivas y normas que procuran regular y controlar el impacto medioambiental causado por el hombre. Se inició así el desarrollo de una creciente sensibilidad ante estos problemas ambientales por parte de todos los

sectores de la sociedad. En este proceso tienen lugar una serie de acontecimientos a escala internacional, incentivadores de un nuevo rumbo en la forma de tratar e interpretar el deterioro ambiental del planeta (ver Anexo 3).

La gestión ambiental es el conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. Se expondrán ahora algunos conceptos de gestión ambiental (ver Anexo 4).

Dentro del concepto del desarrollo sustentable la gestión medio ambiental se convierte en el principal instrumento de desarrollo, concebido en términos de beneficio social, igualdad y equidad.

1.4.2. Desarrollo Sostenible

A partir de la década de los años ochenta del pasado siglo XX se realizan las principales cumbres internacionales medioambientales, especialmente la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil del año 1992. En el se fundamentan los más importantes principios en procura del desarrollo sostenible a ser aplicados en todo el contexto mundial en las próximas décadas, como una garantía de futuro para la misma supervivencia del Planeta Tierra. Hace reflexionar que así como se han desarrollado diversos intentos en instituciones internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en pro de alcanzar el Desarrollo Sostenible, por igual, se han desarrollado similares esfuerzos en el campo empresarial de la ingeniería de productos y procesos industriales. Según *Fiksel* (1997), existieron desde finales de la década de los ochenta, los primeros esfuerzos empresariales plasmados en los Estados Unidos, y que fueron acompañados de una profunda preocupación por una parte del sector industrial norteamericano en pro de disminuir la fuerte contaminación, la emanación de residuos, los daños a la salud, etc., que produce la actividad industrial al medio ambiente y a los seres humanos (Cloquell, Contreras, & Owen, n.d.).

«Desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.»

El desarrollo sostenible afecta a cuestiones fundamentales de índole social, medioambiental y económica; requiere de la utilización de tecnologías sostenibles, capaces de proporcionar soluciones prácticas para alcanzar el desarrollo económico y la satisfacción de las necesidades humanas en armonía con el entorno.

Las características que debe reunir un desarrollo para que sea sustentable según Cendero (1996):

- Ambientalmente realista (acorde con el funcionamiento y limitaciones de los sistemas naturales).
- Socialmente justo (evitando desigualdades que no son éticamente admisibles y que puedan dar lugar a tensiones que hagan el sistema inviable).

- Económicamente viable (de forma que no requiera recursos muy costosos o exija sacrificios dolorosos).
- Políticamente aceptable (que no sea rechazado por la sociedad).

En la Figura 1.4 Se ilustran los pasos por los que ha transitado el desarrollo sostenible (Carranza, 2008).

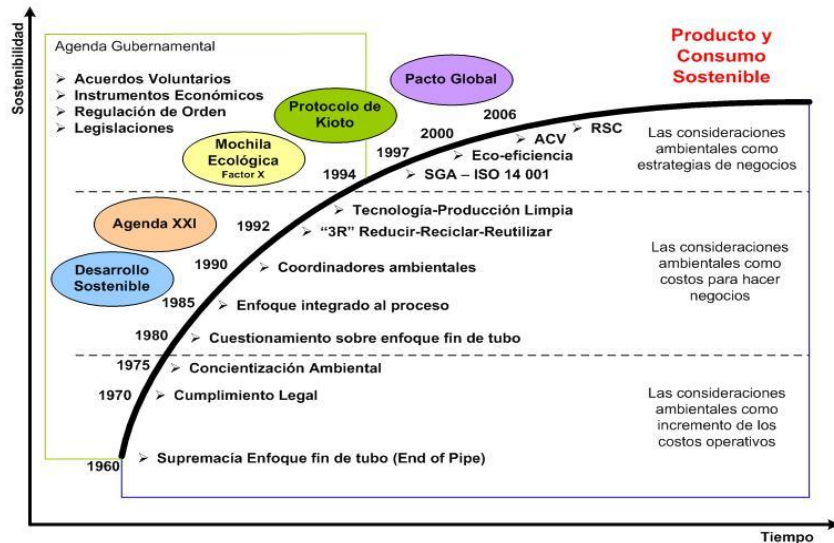


Figura 1.4. Pasos para el desarrollo sostenible. Fuente: (Carranza, 2008)

1.4.3. Ecoeficiencia

El concepto de ecoeficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto, y de la voluntad de reducir los diferentes efectos ambientales negativos.

Una definición de ecoeficiencia es la siguiente: "Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta" *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*.

Para Kicherer *et al.* (2007) la ecoeficiencia es una eficiencia ecológica y económica que mide el impacto medioambiental causado por unidad monetaria ganada. Desimone y Popoff (2000) consideran la ecoeficiencia como la respuesta de las empresas al desafío del desarrollo sostenible. Para Hupples e Ishikawa (2005) la ecoeficiencia es un instrumento para el análisis de la sostenibilidad, indicando una relación empírica entre valor económico e impacto ambiental. El concepto de ecoeficiencia está ligado al concepto de sostenibilidad si bien mejorar la ecoeficiencia no implica garantizar la sostenibilidad. En efecto, aunque se logre un nivel de impacto ambiental

bajo en relación al valor económico obtenido, el impacto ambiental absoluto puede exceder la capacidad del ecosistema (Ribal & Sanjuan, n.d.).

Kuosmanen y Kortelainen (2005) consideran útil el concepto de ecoeficiencia por dos razones:

- Es el modo más efectivo de reducir los impactos ambientales, y además, las políticas derivadas son más fáciles de adoptar que las políticas que restringen el nivel de actividad económica.
- El concepto y la búsqueda de la ecoeficiencia se justifican por la necesidad de lograr un objetivo de calidad ambiental a nivel microeconómico, bien mediante políticas públicas o mediante instrucciones y demostraciones a individuos y empresas.

En la Figura 1.5 Se representa un esquema con la relación existente entre el desarrollo sostenible y la ecoeficiencia (Carranza, 2008).



Figura 1.5. Relación entre el desarrollo sostenible y la ecoeficiencia. Fuente: (Carranza, 2008)

La ecoeficiencia implica la consecución de estándares de calidad de vida mediante la producción de bienes y servicios, sin menoscabo del cuidado ambiental. Todo ello se puede alcanzar mediante procesos limpios, un consumo responsable y sostenible creando valor por parte de las empresas para conseguir una sostenibilidad económica. La Figura 1.6 Resume lo explicado (López, 2006):

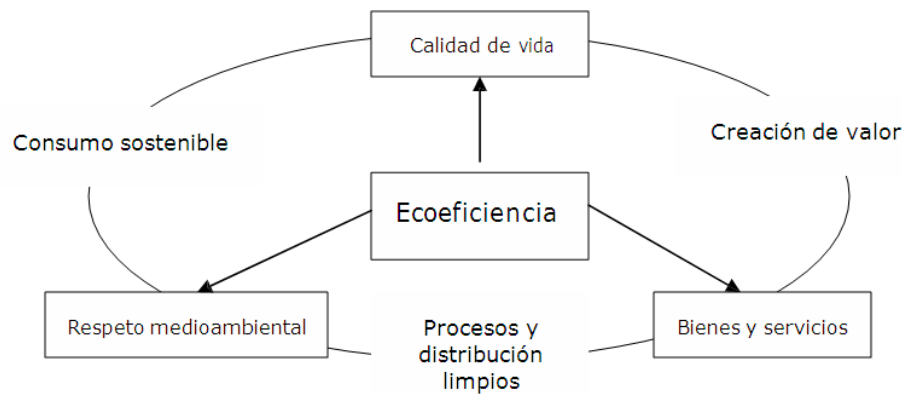


Figura 1.6. Factores que intervienen en la ecoeficiencia. Fuente: (López, 2006)

También se puede entender la ecoeficiencia como la relación entre el valor del producto o servicio producido por una empresa y la suma de los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida:

$$\text{Ecoeficiencia} = \text{valor del producto o servicio} / \text{impacto ambiental}$$

Para las empresas la ecoeficiencia es "producir más con menos". Una gestión ecoeficiente de los procesos de producción o de los servicios de una empresa debe conllevar (López, 2006).

Administración ambiental en la empresa: objetivos corporativos, auditorías, balances ecológicos (métodos microeconómicos de insumo-producto), control ambiental, nivel de cumplimiento de la legislación y de normas ambientales internacionales.

- Productos y servicios: evaluación de los efectos directos e indirectos de los productos y servicios (longevidad, reuso, diseño para el reciclaje, materiales ambientalmente compatibles, reducción de emisiones, uso de recursos naturales, etc.)
- Parámetros de ecoeficiencia: uso de energía, de agua, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y residuos como proporción de flujo de efectivo, ventas, producción, número de empleados, valor agregado u otra referencia económica.

Principales herramientas administrativas de la ecoeficiencia

Existen varias herramientas administrativas que son útiles para identificar y seleccionar áreas de oportunidad en las empresas y cuya aplicación debe ser promovida como parte de la cultura ecoeficiente. Las más comunes son (López, 2006):

- Eco diseño.
- Buenas prácticas.
- Ahorro de energía, agua y materias primas.
- Reingeniería.

- Producción limpia.
- Valorización de residuos.
- Sistemas de gestión ambiental.
- Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
- Contabilidad empresarial.
- Externalidades.
- Consumo verde.
- Información ambiental

De todas las herramientas mencionadas el ACV es la más adecuada como una herramienta de sustentabilidad por las siguientes razones:

- Se adecua a aquellos estudios que tengan como base conceptual el ciclo de vida del producto o servicio, permitiendo disminuir la contaminación que la industria genera en todo su ciclo de vida y a su vez consigue minimizar el consumo de recursos sin olvidar los parámetros de calidad del producto final.
- El enfoque del ciclo de vida es un prerequisite para cualquier evaluación sólida de sustentabilidad, esto permite evitar que se transfieran impactos a la sociedad, a la economía y al ambiente.

1.5. Análisis de Ciclo de Vida

1.5.1. Antecedentes

El ACV ha evolucionado y enriquecido progresivamente, debido a la necesidad de disminuir el impacto ambiental de las distintas producciones que tienen lugar en la actualidad, a continuación se describe brevemente la evolución de esta herramienta.

El desarrollo del ACV se originó casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa. El primer ACV fue realizado en 1969 por el *Midwest Research Institute* (MRI) para la Coca-Cola, donde la premisa fundamental fue disminuir el consumo de recursos y, por lo tanto, disminuir la cantidad de emisiones al ambiente. Los estudios continuaron durante los años setenta, y grupos como *Franklin Associates Ltd.* junto con la MRI realizaron más de 60 análisis usando métodos de balance de entradas/salidas e incorporando cálculos de energía.

La *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) es la principal organización que ha desarrollado y liderado las discusiones científicas acerca del ACV. En 1993, formula el primer código internacional: Código de prácticas para el ACV (*Code of Practice for Life Cycle*

Assessment), con el fin de homogeneizar los diversos estudios realizados para que siguieran una misma metodología. Esto impulsa el inicio de desarrollos masivos de ACV en diversas áreas de interés mundial, pues se realizaron conferencias, talleres y políticas sobre ACV.

En el Anexo 5 se muestra la cronología de desarrollo del Análisis de Ciclo de Vida.

Posteriormente, la ISO apoyó este desarrollo para establecer una estructura de trabajo, uniformizar métodos, procedimientos, y terminologías, debido a que cada vez se agregaban nuevas etapas, se creaban metodologías, índices, programas computacionales dedicados a realizar ACV en plantas industriales, etc.

Después de treinta años el ACV ha tenido un avance impresionante, sin embargo, se reconoce que la técnica está en una etapa temprana de su desarrollo. Muchos ACV realizados han sido parciales (sólo se ha practicado la fase de inventario) y aplicados mayoritariamente al sector de envases (aproximadamente un 50%), seguidos de los de la industria química y del plástico, los materiales de construcción y sistemas energéticos, y otros menores como los de pañales, residuos, etc. Sólo en los últimos años se ha podido introducir la fase de evaluación de impacto en los estudios realizados.

1.5.2. Normas que establecen las fases del ACV

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología internacionalmente aceptada y reconocida para la evaluación de cargas e impactos ambientales asociados a la elaboración de un producto o proceso, teniendo en cuenta todas las etapas de la vida del mismo. Es una herramienta que va más allá de la decisión netamente ambiental, ya que abarca todas las entradas y salidas, directas e indirectas, lo que permite manejar todos los factores ambientales. Además, la metodología es cuantitativa, y por tanto amplía de forma objetiva los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones, compatibilizando la preocupación por el medio ambiente y los beneficios económicos en el análisis y gestión de la contabilidad tradicional, constituyendo por lo tanto una poderosa herramienta de gestión (Uche, 2004).

La metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) es una técnica que se emplea para evaluar la influencia de un proceso o de un producto sobre el medio ambiente, a lo largo de su ciclo de vida (desde la extracción de las materias primas hasta su fin de vida) (Castilla, 2005).

El Análisis de Ciclo de Vida se considera un método fiable para evaluar las interrelaciones entre los sistemas de producción, productos o servicios y el medio ambiente. ACV cuantifica, cualifica y valora los flujos de un sistema – entradas (materia y energía) y salidas (producto, coproducto, emisiones al aire, agua y suelo) – para posteriormente evaluar los impactos potenciales que estos causan al medio ambiente. Sus resultados entre otras funciones sirven como apoyo al desarrollo de productos considerados medioambientalmente correctos (Cardim, 2001).

El análisis de ciclo de vida (ACV), en teoría, es un método analítico (Chacón, 2008) que contempla y hace una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida. El ACV es “la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema producto a través de su ciclo de vida” (NC-ISO14040,1999). El análisis incluye entonces la extracción de materias primas, producción, transporte, distribución, uso, reciclaje y disposición final.

En el Anexo 6 se muestran otros conceptos de ACV por otros autores.

La estructura del ACV se representa como una casa con cuatro habitaciones principales, que están representadas por las normas ISO14040, ISO14041, ISO14042 e ISO14043 (ver Figura 1.7)



Figura 1.7. Fases de un ACV de un producto en general. Fuente: (Romero, 2004)

En la norma ISO 14040, se establecen los fundamentos de la evaluación del Ciclo de Vida, es decir, el marco metodológico, y se explica brevemente cada una de las fases, la preparación del informe y el proceso de revisión crítica. Mientras que en las tres normas restantes se explican en forma detallada cada una de las fases del ACV.

Actualmente se encuentran en preparación la norma ISO/ TR14047 (sobre ejemplos ilustrativos de cómo aplicar la norma ISO-14042), y la norma ISO-14048 (sobre el formato para la documentación de datos para el ACV). Así como el reporte técnico ISO/TR14049 que versa sobre ejemplos ilustrativos de cómo aplicar la norma ISO14041 (Romero, 2004).

En la ISO 14 040 se describen las cuatro fases del ACV: definición de los objetivos y el alcance, análisis del inventario, evaluación del impacto, interpretación de resultados. En la Figura No.1.8 se pueden observar las cuatro fases tal y como se aplican actualmente: (Suppen, 2007)

1. Marco metodológico, que incluye la definición de objetivo y alcances, función, unidad funcional y fronteras del sistema.

2. Análisis de inventario (inventario del ciclo de vida - ICV). En esta parte se desarrolla un diagrama de flujo (árbol de procesos), además se identifican y cuantifican las entradas y salidas de cada etapa del ciclo de vida.
3. Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV). Consiste en la determinación de las relaciones existentes entre las salidas y el medio ambiente a partir de la interpretación de la información generada en el análisis del ICV, clasificando los efectos al medio ambiente en diferentes categorías de impacto ambiental y modelando indicadores para cada categoría.
4. Interpretación / Evaluación de mejoras. Se busca, a partir de las consecuencias ocasionadas por las entradas y salidas, establecer prioridades para la búsqueda de mejoras en el sistema.



Figura 1.8. Etapas del análisis del ciclo de vida. Fuente: (Suppen, 2007)

El ACV no sigue una metodología fija, no hay una única manera de realizar una evaluación de este tipo. Al contrario, tiene varias alternativas, y por lo tanto se debe estar familiarizado con los métodos científicos de investigación y con la evaluación del sentido común de las cuestiones complejas antes de realizar este tipo de estudio.

1.5.3. Métodos de evaluación

Para evaluar las cargas ambientales que acompañan diferentes procesos se utilizan algunas metodologías existentes como son: IMPACT 2002+ y Ecoindicador 99; métodos estos de Punto Final ya que combinan categorías de impacto y de daño, mientras los métodos ECOPUNTOS, EPS, EDIP, CML, TRACI denominados de punto Intermedio solo llegan a evaluar el impacto que ocasionan diferentes contaminantes; estos ofrecen sus valoraciones de determinado proceso

además de presentar sus características específicas. En el Anexo 7 se distinguen los principales métodos existentes para evaluar el impacto medioambiental.

De acuerdo al conocimiento que brindan y el grado de importancia que generan, los dos métodos más utilizados son:

- Eco-indicador 99

Se enfoca a categorías finales o de daños. Determina un solo valor que indica el impacto ambiental total basado en los efectos calculados (ICV). Cumple con los requisitos de las normas ISO 14 040 – 14 044. Los valores de los eco-indicadores son cifras sin dimensión. Como base se utiliza el punto Ecoindicador (Pt). El valor de 1 Pt representa una centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano medio europeo.

- Impact 2002+

Esta metodología desarrollada originalmente en el Instituto Suizo Federal de Tecnología, propone una implementación factible de una aproximación combinada de categorías de punto intermedio y daños.

A continuación se explica mediante una serie de pasos, la estructura que sigue la metodología de ACV y en qué consiste cada uno de estos pasos.

1.5.4. Soporte Informático

Los pasos operativos para que se lleve a cabo el análisis de ciclo de vida de un sistema o producto, incluyen el manejo de gran cantidad de datos de los inventarios, seguidos de diversas operaciones de cálculos que se aplican a los factores de caracterización, índices de categoría, etc., como se ha indicado en apartados anteriores. Estos aspectos son más viables con el soporte de sistemas informáticos que faciliten las tareas a realizar.

En la selección de estos programas, deben considerarse dos aspectos importantes: (Cardim de Carvalho Filho, 2001)

1. Inventarios que incorpora (específicamente en el ámbito en el que se quieren llevar a cabo los ACV's)
2. Calidad en la gestión de datos, incluyendo en este concepto:
 - la facilidad en la introducción de los datos de entrada para los diferentes ACV's que se planteen;
 - la flexibilidad en el uso, actualización, sustitución, adición, etc. de datos de inventarios y, en especial, la posibilidad de añadir inventarios nuevos;
 - la fiabilidad en los cálculos realizados y en el seguimiento de los mismos, siendo en este punto de vital importancia la posibilidad y facilidad de conocer el origen de

cualquier resultado (trazabilidad);

- la realización de todas las fases de cálculo de un ACV; y,
- el tipo de salida de resultados (tablas / gráficas) y su flexibilidad.

Actualmente existe un buen número de programas informáticos en el mercado que permiten realizar estudios de ACV con distinto grado de detalle. A la hora de decidir qué programa adquirir, habrá que considerar diversos criterios. Uno de los puntos clave a valorar es el número de bases de datos que incorpora, su procedencia, calidad y extensión.

En el Anexo 8 se muestra una recopilación de los principales programas actualmente disponibles, indicando la dirección electrónica de contacto y sus principales características.

1.5.5. Importancia de la herramienta de ACV

Conforme los especialistas, el ACV es una herramienta importante en la obtención de informaciones detalladas para el proceso de toma de decisiones en ingeniería. Así, si existe la oportunidad de escoger entre una gama de materiales y procesos de obtención y manufactura, las decisiones solamente pueden ser consideradas coherentes si fuesen tomadas con base en el análisis crítico, en particular al histórico de los materiales a ser empleados en la producción industrial.

La importancia del concepto del Ciclo de Vida surge de dos conceptos básicos (Suppen, 2007):

- ⇒ Cuantificar un indicador agregado (como una unidad de medida ambiental), basado en los diferentes problemas ambientales y determinado por sus distintas variables (impactos). Esta cuantificación se realiza relacionando los impactos con los problemas ambientales. Para la interpretación de estos impactos (por ejemplo cantidades de energía, uso de materiales, emisiones) es importante establecer el efecto que tienen estos sobre los problemas.
- ⇒ Establecer prioridades ambientales, como base para la planificación del mejoramiento del desempeño ambiental. Basado en su enfoque sistémico, el ACV analiza todos los impactos durante todo el ciclo de vida de un producto, identificando las prioridades con base en las cuales se definen las estrategias preventivas del mejoramiento del desempeño ambiental.

El ACV permite una comparación total de todos los impactos ambientales del sistema de diferentes alternativas de productos que entregan una función o desempeño equivalente, de aquí se derivan las siguientes oportunidades del uso del ACV (Suppen, 2007):

- Los consumidores pueden seleccionar productos que son más “verdes” (productos que son menos dañinos al ambiente).

- Los diseñadores pueden diseñar productos o servicios de menor impacto ambiental.

La metodología del ACV, además de permitir un seguimiento sobre cada uno de los pasos del proceso, determina cuáles son los impactos más significativos, los cuantifica y les asigna un ecopuntaje para facilitar así una comparación de desempeño ambiental entre procesos similares.

Aplicar esta metodología en cualquier empresa trae una serie de ventajas que posteriormente pueden aprovecharse para el desarrollo de otras actividades empresariales, por ejemplo; favorece la adopción de patrones de consumo y producción sostenible, el ahorro de costes al subsanar deficiencias en el aprovechamiento de materias primas, energía, agua, etc.

Además proporciona información que puede ser útil en aspectos como: la introducción de innovaciones en el diseño de producto-servicio, es de gran utilidad para el ecodiseño de productos y servicios; para elaborar los criterios requeridos para la obtención de la etiqueta ecológica o el etiquetado de productos ecológicos; facilita la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). También permite que el Sistema de Gestión de los Recursos Humanos aplique una planificación de estrategias ambientales, y si ya las tiene, pues el ACV permite que las mejore.

En cuanto a los aspectos financieros, el ACV puede ser una ayuda útil para bajar los costos en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución, entre otros, promuevan una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.

De igual modo, provee ventajas comparativas y competitivas al proporcionar todos los elementos de análisis a las empresas que más tarde deseen certificar sus productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas (Ecoetiquetado). La misma *World Trade Organization*, plantea que cada vez son más las etiquetas ambientales que basan su análisis en el ACV.

El ACV no sólo es un instrumento para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino un instrumento empresarial para reducir costos y mejorar posiciones en el mercado.

Además de todas estas ventajas ya enumeradas, no se puede dejar de mencionar una muy importante que es la mejora de la eficacia en los procesos productivos, en los productos y en los servicios.

El ACV puede aplicarse según (Santa, 2006) en:

- Desarrollo de una nueva estrategia de negocio.
- Uso como herramienta para la toma de decisiones en la compra de productos ambientales.
- Diseño o mejora de un producto o proceso.
- Definición de un criterio de (Eco labelling) Etiqueta Ambiental (Tipo I y III).
- Comunicación sobre los aspectos ambientales de un producto.

- Rediseño de un servicio.

1.6. Contexto Internacional de la producción de mango

1.6.1. Producción y Comercio Mundial

La producción de frutas tropicales, como el mango, es una opción viable para diversificar el comercio en los países en desarrollo, el mango es la fruta tropical más comercializada en el mundo, después del banano y la piña, aunque sólo se comercializa alrededor del 3% de la producción mundial. En el Anexo 9 se muestran algunas características de la fruta del mango.

Los flujos de comercio internacional en el mercado de mango son: América del Sur y Central, abastecen al mercado de EEUU, Europa y Japón; Asia principalmente exporta a países dentro de su propia región y el Medio Oriente; mientras que África comercializa la mayor parte de su producción al mercado europeo.

El comportamiento descendente de los precios promedio de importación obedece a la expansión de la oferta exportable, lo cual ha provocado una mayor tendencia a realizar acuerdos en cuanto a volúmenes de comercialización y exigencias técnicas y de calidad como instrumentos para regular el mercado y reducir la volatilidad de los precios.

La FAO estima que en 2008 se produjeron en el mundo alrededor de 82.7 millones de toneladas de frutas tropicales. El mango representó la mayor proporción de estas, con cerca del 40% de la producción mundial (31.5 millones de toneladas), la piña el 25%, la papaya el 10% y el aguacate el 4%. En ocho años la producción mundial de mango en el mundo se incrementó 41.8% al pasar de 22.2 millones de toneladas generadas en el año 2000 a 31.5 millones en 2008, lo que implicó una tasa media anual de crecimiento de 4.5%. Para 2009 se estima que la producción creció en 0.4% para llegar a 31.7 millones de toneladas.

Brasil encabeza la lista en cuanto a rendimiento por hectárea, ya que en el año 2008 este país reportó 15.6 t/ha en relación a lo reportado en el año 2000, con apenas 7.9 T/Ha, prácticamente ha duplicado su rendimiento (10.9% de tasa media de crecimiento anual). México se ha ubicado en la tercera posición apenas por debajo de Pakistán, teniendo un comportamiento similar entre estos dos países, manteniendo su rendimiento por hectárea constantes durante los últimos años.

Actualmente, China, Vietnam e India presentan rendimientos menores que los países mencionados anteriormente, con 8.7, 7.1 y 6.38 T/Ha respectivamente, por lo que se podría decir que estos países se encuentran en la parte intermedia de rendimiento, tomando en cuenta a las potencias productoras de este frutal.

En cambio, Tailandia, Nigeria, Filipinas e Indonesia se reportan con los rendimientos más bajos, entre 5 y 6 T/Ha, apenas la mitad o la tercera parte de los que obtiene Brasil, Pakistán y México.

Debido a que este frutal se ha adaptado en varias regiones del mundo, prácticamente se está produciendo mango durante todo el año, todo esto bajo las condiciones particulares en que cada

huerta se ha adaptado, o bien por las innovaciones a los procesos productivos que se realizan en cada región o país.

Principales Países Productores

De acuerdo con los datos de la FAO, en el año 2008 el principal productor de mango en el mundo fue la India al generar 13.8 millones de toneladas, lo que representó el 43.7% del total mundial. Otros importantes productores en el año 2008 fueron Indonesia, Tailandia, Paquistán y México, que en su conjunto conformaron el 23.2% de la producción mundial.

Las exportaciones mundiales entre 2000 y 2008 se incrementaron un 117.1%, lo que significó un crecimiento promedio anual de 10.2%. El mango tiene una gran demanda internacional y es abastecido durante todo el año, pero la mayor parte de la oferta se concentra entre abril y setiembre, procedente de los países del Hemisferio Norte, y disminuyendo relativamente entre noviembre y marzo, siendo los proveedores los países del Hemisferio Sur, como Sudáfrica, Ecuador, Perú y Brasil.

Principales Exportadores

En el año 2008 la India, México, Brasil, Perú, Paquistán y Ecuador fueron los principales exportadores de mango a nivel mundial, al cubrir el 74.8% de las exportaciones (822 mil toneladas de las 1,098 comerciadas internacionalmente).

Países como Brasil y Perú están incrementando de manera acelerada sus exportaciones, México entre 2000 y 2008 apenas tuvo una TMAC de 7.6%, mientras que India, Brasil y Perú alcanzaron tasas anuales de crecimiento de 27.9%, 9.0% y 20.0% respectivamente, como se muestra en la figura 1.9 (Fuente: FAO, 2009).

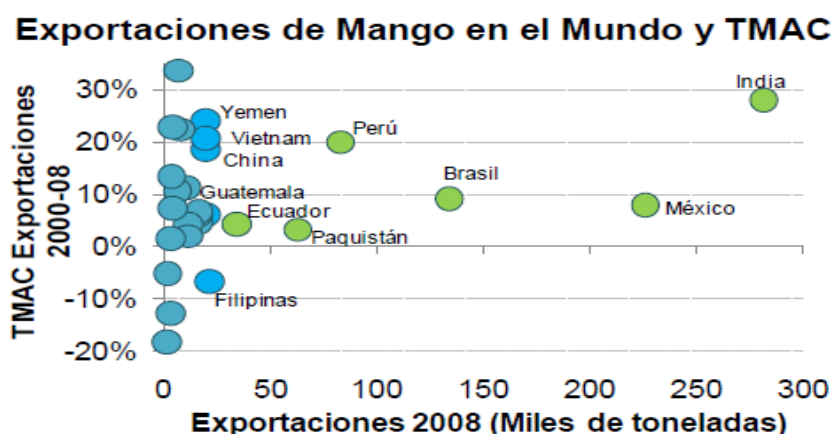


Figura 1.9. Exportaciones de Mango en el Mundo. Fuente:(FAO, 2009)

Principales Importadores

El 33.6% de las importaciones mundiales reportadas por la FAO para 2008 (322 mil toneladas) tuvieron como destino los Estados Unidos. China, los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, y Canadá importaron el 28.5% del mango que se comercializó en el mercado internacional en ese

mismo año. La TMAC de las importaciones de China entre 2000 y 2008 es la más alta de los países anteriormente mencionados, 13.3%, debido a que su crecimiento demográfico y económico demanda un mayor número de productos, entre ellos el mango. EEUU, los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita y Canadá tuvieron en ese período una TMAC de 4.0%, 4.7%, 7.4% y 4.1%, respectivamente, en la figura 1.10 se muestran los principales importadores a nivel mundial.

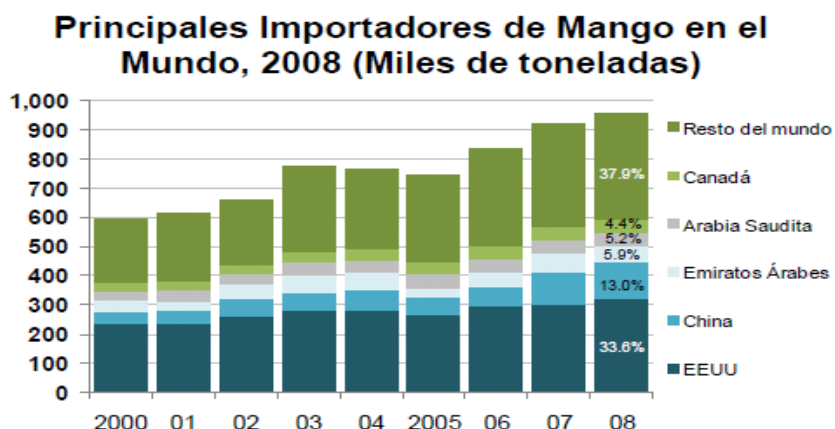


Figura 1.10. Exportaciones de Mango en el Mundo. Fuente:(FAO, 2009)

Precio Internacional

En el año 2009 el precio de la tonelada de mango se ubicó en US\$1,600 por tonelada en el Reino Unido, lo que representó una caída de 17.9% respecto al precio del año anterior (US\$1,950). Por el contrario, el precio de este producto en Estados Unidos se incrementó en 15.5% en el mismo período al pasar de US\$1,480 en 2008 a US\$1,710 por tonelada en 2009.

Conclusiones Parciales del Capítulo 1

1. Adoptar el enfoque por procesos supone una visión alternativa a la tradicional, percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente, posibilitando a la empresa una mejor adaptación y flexibilidad para responder a los cambios.
2. El desarrollo sostenible es un objetivo clave en el diagnóstico del territorio que se valora para enfrentar el proceso de transformación, al proponer el uso más adecuado de los recursos en dependencia de su aptitud y alternativas para optimizar el uso del espacio.
3. La metodología de análisis de ciclo de vida sirve como herramienta para evaluar las cargas medioambientales de la producción de derivados del mango; proporcionando la información necesaria sobre aquellos recursos que son más contaminantes y que emisión poder contrarrestar.
4. El análisis del contexto de la producción de mango a nivel internacional nos permitirá prestarle una mayor importancia a esta fruta tropical y clasificarla como potencial económico en su explotación en nuestro país.

Capítulo 2. “Descripción de la metodología de ACV”

En este capítulo se desarrolla la caracterización de la fábrica de conservas El Faro y se describe la metodología para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de derivados del mango basada en las normas NC-ISO 14 040, NC-ISO 14 041, NC-ISO 14 042 y NC-ISO 14 043.

2.1. Descripción del objeto de estudio

La fábrica de conservas El Faro es una entidad perteneciente al sector de la Industria Alimenticia, subordinada a la unidad básica productiva de la empresa provincial, esta ubicada en calle 63/ 4NE y 6NE limitando en todos sus alrededores con viviendas familiares.

La misma esta compuesta por las áreas fundamentales en las que se encuentran:

- Edificio Administrativo y Área de Producción
- Almacén de materias primas
- Área de preparación de la materia prima
- Casa de Calderas
- Instalaciones Auxiliares
- Patio

La misión y la visión de la empresa están declaradas de la siguiente forma:

MISIÓN: Producir y comercializar de forma mayorista pulpas, concentrados, mermeladas, dulces, salsas, pastas y puré así como otras producciones de la rama agrícola.

VISIÓN: Ser líder en la región central del país en algunos surtidos, con un perfil corporativo, un ambiente laboral y de progreso profesional, donde la mejora continua concilie tanto los objetivos económicos como la formación de las personas y se certifique un alto nivel de satisfacción de los clientes.

Políticas

1. Prevalencia de la aplicación de la ciencia y la innovación tecnológica para la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente con prioridad en la transferencia de tecnología.
2. Prioridad en la elaboración de proyectos de innovación tecnológica encaminados a la búsqueda de tecnologías limpias y/o soluciones ambientales, sustitución de importaciones e incremento de exportaciones.
3. Prioridad en la creatividad para llevar a cabo la introducción del resultado en la práctica social.
4. Prevalencia de la gestión del conocimiento en los programas de formación y capacitación de los talentos humanos en el territorio.
5. Prioridad por el control eficiente del presupuesto asignado a la actividad científica.
6. Prioridad para la utilización de las bases científicas en el ordenamiento económico, ambiental y socio-cultural del territorio.

El Nivel de Escolaridad de los trabajadores está compuesto por:

Nivel Superior: 2

Medio Superior: 6

Técnicos Medios: 8

Obreros Calificados: 3

Otro Nivel de Escolaridad: 25

El capital humano de la fábrica de conservas El Faro de Cienfuegos es el siguiente:

La cifra total de trabajadores físicos de la fábrica es de 44 no obstante su P2 aprobado es de 50 trabajadores, de estos 27 son hombres y 17 son mujeres.

En la Figura 2.1 se representa un gráfico de la categoría ocupacional, según los siguientes datos:

- Dirigentes 2, que representa el 5 %
- Administrativo 1, que representa el 2 %
- Técnicos 2, que representa el 5 %
- Servicios 6, que representa el 14 %
- Obreros 33, que representan el 74 %



Figura 2.1. Diagrama representativo del Capital Humano de la fábrica de conservas El Faro.

2.2. Procedimiento de Análisis de Ciclo de Vida

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa NC- ISO 14040,1999 el ACV puede dividirse en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación.

En la Figura 2.2 se ilustran las conexiones entre estos cuatro pasos y se puede reconocer que se trata de un proceso iterativo, el cual permite incrementar el nivel de detalle en sucesivas iteraciones. A continuación se describe cada una de las etapas básicas para el desarrollo de la

herramienta de ACV según se muestra en las normas NC-ISO 14 040, NC-ISO 14 041, NC-ISO 14 042 y NC-ISO 14 043.

2.2.1. Etapa 1: Definición de los objetivos y alcance

En esta primera etapa deben definirse claramente el objetivo y alcance del estudio de ACV, de modo que sean consistentes con la aplicación que se persigue; para lo cual deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos en el orden que se plantean.

A) Definir el objetivo del estudio.

El objetivo de un estudio de ACV debe indicar la aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto, es decir, a quién se van a comunicar los resultados del estudio.

En la definición del objetivo deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

- La aplicación y las audiencias proyectadas se describen en forma clara.
- Las razones para la ejecución del estudio deben ser explicadas claramente. ¿Está el encargado o el actor tratando de comprobar algo? ¿Es la intención del encargado sólo suministrar información?, etc.

B) El alcance debe estar suficientemente bien definido para asegurar que la amplitud, profundidad y detalle del estudio son compatibles y suficientes para alcanzar el objetivo del mismo.

En la definición del alcance de un estudio de ACV se debe considerar y describir claramente: la unidad funcional, el sistema producto a estudiar, los límites del sistema-producto, los procedimientos de asignación; los tipos de impacto y la metodología de evaluación de impacto, así como la consiguiente interpretación a utilizar; los requisitos iniciales de calidad de los datos.

Definir función y unidad funcional

La unidad funcional define la cuantificación de estas funciones identificadas, debe ser consistente con el objetivo y alcance del estudio.

Una unidad funcional es una medida del desempeño de las salidas funcionales de un sistema producto. El propósito principal de una unidad funcional es proporcionar una referencia a partir de la cual sean (matemáticamente) normalizadas todas las entradas y salidas. Esta referencia es necesaria para asegurar la comparabilidad de los resultados del ACV, la cual es especialmente crítica cuando se analizan distintos sistemas para asegurar que tales comparaciones se hagan sobre una base común.

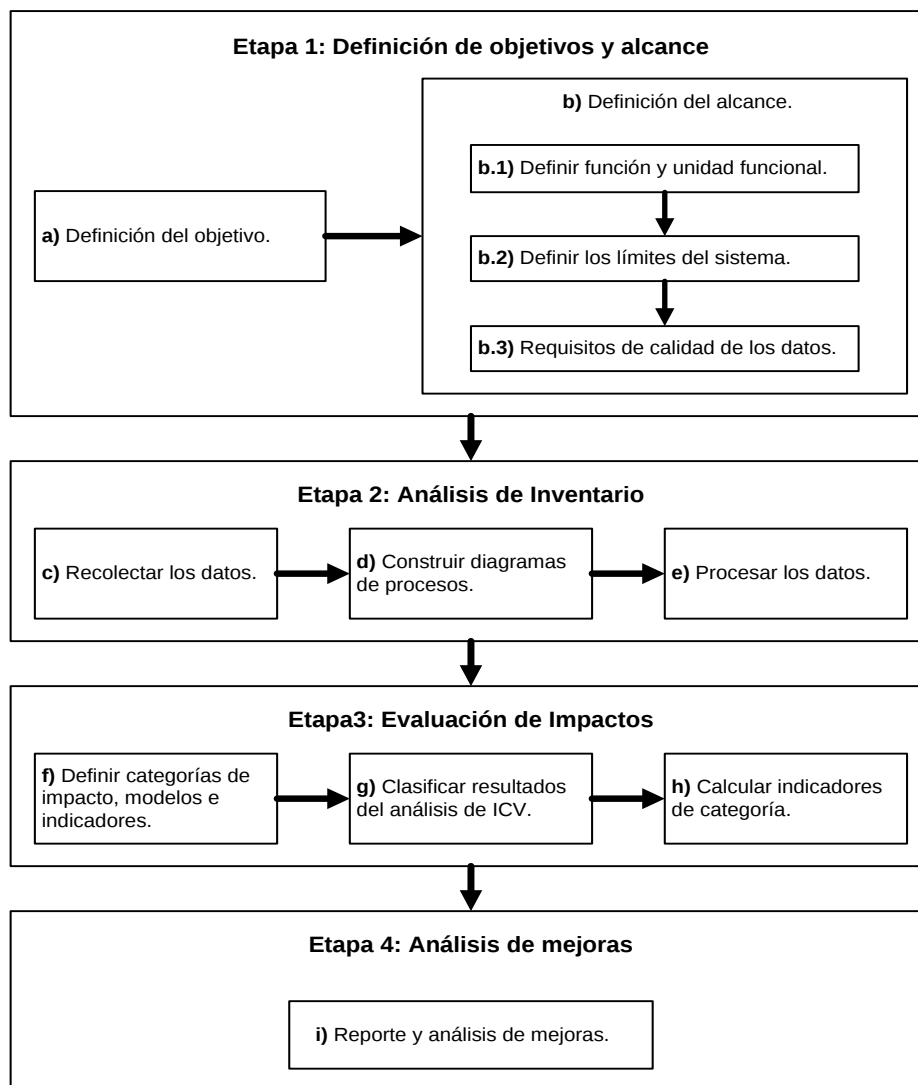


Figura 2.2. Etapas de la metodología ACV. Fuente: (Díaz, 2009)

La unidad funcional se define a partir de las funciones que cumple el producto. Para una definición correcta, se siguen los siguientes pasos:

- 1) Identificación de las funciones del producto.
- 2) Selección de una función.
- 3) Determinación de la unidad funcional.
- 4) Identificación del desarrollo del producto.
- 5) Determinación del flujo de referencia.

Para definir la unidad funcional se deben tomar en cuenta aspectos como, la eficiencia del producto, la durabilidad del producto, y el estándar de calidad de desempeño. El carácter descriptivo de las respuestas a estas cuestiones representa un importante paso documental. En el

informe se definen compromisos y responsabilidades para garantizar el empleo ético de los resultados, como también los niveles de accesibilidad de estos resultados.

Definir los límites del sistema.

Los límites del sistema determinan el alcance de la investigación y los procesos unitarios que deben ser incluidos dentro del ACV. En esta etapa deben quedar definidos los límites geográficos, temporales y las etapas que serán excluidas del análisis.

Varios factores determinan los límites del sistema, incluyendo la aplicación prevista del estudio, las hipótesis planteadas, los criterios de exclusión, los datos y limitaciones económicas y el destinatario previsto. La selección de las entradas y salidas, el nivel de agregación dentro de una categoría de datos y la modelación del sistema deben ser consistentes con el objetivo del estudio. El sistema debe modelarse de modo que las entradas y salidas en sus límites sean flujos elementales. Los criterios usados para establecer los límites del sistema deben identificarse y justificarse en la fase de alcance del estudio.

Requisitos de calidad de los datos

Las descripciones de la calidad de los datos son importantes para comprender la fiabilidad de los resultados del estudio y para interpretar apropiadamente el resultado del estudio. Los requisitos de calidad de los datos deben ser especificados a fin de respetar el objetivo y alcance del estudio.

Se recomienda que la calidad de los datos sea caracterizada por aspectos cuantitativos y cualitativos, así como por métodos utilizados para captar e integrar esos datos.

También es recomendable que los datos sean de sitios específicos o los promedios representativos sean utilizados para los procesos unitarios que constituyen la mayor parte de los flujos de masa y de energía en los sistemas. Es conveniente igualmente utilizar datos de sitios específicos para los procesos unitarios que son considerados por tener emisiones vinculadas al medio ambiente.

2.2.2. Etapa 2: Análisis de Inventario

El análisis del inventario comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema producto. Esas entradas y salidas pueden incluir el uso de recursos y las emisiones al aire, agua y suelo asociadas con el sistema. Las interpretaciones pueden obtenerse de esos datos, dependiendo de los objetivos y alcance del ACV.

Los datos cualitativos y cuantitativos para su consideración en el inventario deben obtenerse para cada proceso unitario incluido dentro de los límites del sistema. Los procedimientos utilizados para

la obtención de los datos pueden variar dependiendo del alcance, proceso unitario o aplicación del estudio. Las limitaciones prácticas en la obtención de los datos deben considerarse en el alcance y reflejarse en el informe.

C) Recolectar los datos

La compilación de los datos exige un conocimiento completo de cada proceso unitario. Para evitar los conteos dobles o los olvidos, la descripción de cada proceso unitario debe ser registrada. Esto implica una descripción cuantitativa y cualitativa de las entradas y de las salidas necesarias para determinar el inicio o el fin del proceso unitario, así como la función del proceso unitario. Cuando el proceso unitario tiene entradas múltiples (por ejemplo, entradas múltiples de efluentes hacia una instalación de tratamiento de agua) o salidas múltiples, los datos que conciernen a los procedimientos de asignación deben ser documentados y comunicados. Las entradas y salidas de energía deben ser cuantificadas en unidades de energía. En su caso, la masa o el volumen de combustible deben igualmente ser cuantificados en la medida de lo posible.

Para los datos compilados de documentos publicados que son significativos para las conclusiones del estudio, es necesario hacer referencia a los documentos publicados que dan precisiones sobre el procedimiento de compilación de los datos.

D) Construir los diagramas de procesos

Partiendo del principio que los procesos fluyen siempre a otros procesos o al entorno ambiental, trazar un diagrama de flujo inicial del proceso, permite que de forma gráfica se aprecien los flujos del sistema con todas sus entradas y salidas más relevantes, reuniéndose, de este modo, los datos necesarios. Se recomienda describir inicialmente cada proceso unitario para definir:

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

Es conveniente decidir cuáles entradas y salidas de datos son trazadas a otros sistemas producto, incluyendo las decisiones acerca de las asignaciones. Se recomienda describir el sistema con suficiente detalle y claridad para permitir a otro realizador reproducir el inventario. Las principales categorías de entradas y de salidas cuantificadas para cada proceso unitario dentro de los límites del sistema son:

- Entradas de energía, entradas de materias primas, entradas auxiliares, otras entradas físicas;
- Productos;
- Emisiones al aire, emisiones al agua, emisiones al suelo, otros aspectos ambientales.

Es conveniente considerar estas categorías de datos cuando se decide aquellas que serán utilizadas en el estudio además de detallar ampliamente las categorías de datos individuales para satisfacer el objetivo del estudio.

Las entradas y salidas de energía deben ser tratadas como cualquier otra entrada o salida de un ACV.

Las entradas y salidas de energía comprenden varios tipos: las entradas y salidas vinculadas a la producción y a la entrega de combustibles, energía de alimentación y energía de procesos utilizada dentro del sistema modelado.

Las emisiones al aire, al agua o al suelo representan a menudo descargas desde fuentes puntuales o difusas, después de pasar a través de dispositivos de control de emisiones. Esta categoría debe comprender, cuando son significativas, las emisiones fugitivas. Pueden ser utilizados parámetros indicadores, por ejemplo, demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

E) Procesar los datos.

Cuando se concluye la compilación de los datos, son necesarios procedimientos de cálculo con el fin de producir los resultados del inventario del modelo definido para cada proceso unitario y para la unidad funcional del sistema producto a modelar. A continuación se dan algunas consideraciones importantes sobre los procedimientos de cálculo:

- Los procedimientos de asignación son necesarios cuando se trabaja con sistemas que impliquen varios productos (ej. productos múltiples de la refinación de petróleo). Los flujos de materia y energía, así como las emisiones al ambiente asociadas deben asignarse a los diferentes productos de acuerdo con procedimientos claramente establecidos, que deben ser documentados y justificados.
- El cálculo del flujo de energía debería considerar los diferentes combustibles y fuentes de electricidad utilizados, la eficiencia de conversión y distribución del flujo de energía, así como las entradas y salidas asociadas a la generación y uso de dicho flujo de energía. Si no se conocen todos los datos del proceso se recomienda realizar balances de masa en cada etapa del proceso hasta contar con toda la información necesaria para el posterior desarrollo de la investigación.

2.2.3. Etapa 3: Evaluación del impacto

Este tercer elemento del ACV, tiene por objetivo valorar los resultados del análisis del inventario del producto o servicio en cuestión, cuantificando los posibles impactos medioambientales. Consta de una fase técnica, considerada obligatoria por la metodología y, otra opcional (de carácter político), por parte del interesado del proyecto. Los resultados tienen un valor informativo añadido para la toma de decisiones.

Como puede observarse en la Figura 2.3, propuesta por la NC-ISO 14 042:2001, en esta fase de la metodología del ACV se identifica como obligatorio, cumplir los tres pasos siguientes: selección y definición de las categorías de impacto, incluyendo los indicadores de categoría y modelos de valoración utilizados; clasificación de los resultados del análisis del inventario conocido como la fase de clasificación y el cálculo de los indicadores de categoría, conociéndose este paso como caracterización. Todos estos elementos se describen de forma sintética a continuación, a la vez que se muestran algunos modelos utilizados para el cálculo de los indicadores de categorías e impacto.

Así mismo, con respecto a los elementos opcionales e informaciones, mientras sean optativos, también se hacen algunas consideraciones de importancia y pasos a seguir para su elaboración.

F) Definir categorías de impacto, indicadores de la categoría y modelos de estimación.

Estos efectos serán seleccionados y definidos teniendo en cuenta el potencial impacto que pueda generar el sistema o producto en estudio, de hecho, éstos son los objetivos y alcance del ACV.

Las categorías de impactos medioambientales se agrupan según parámetros asociados a los flujos de entrada y salida del sistema. Estas categorías, a su vez, tendrán distintos ámbitos de actuación: global, regional o local.

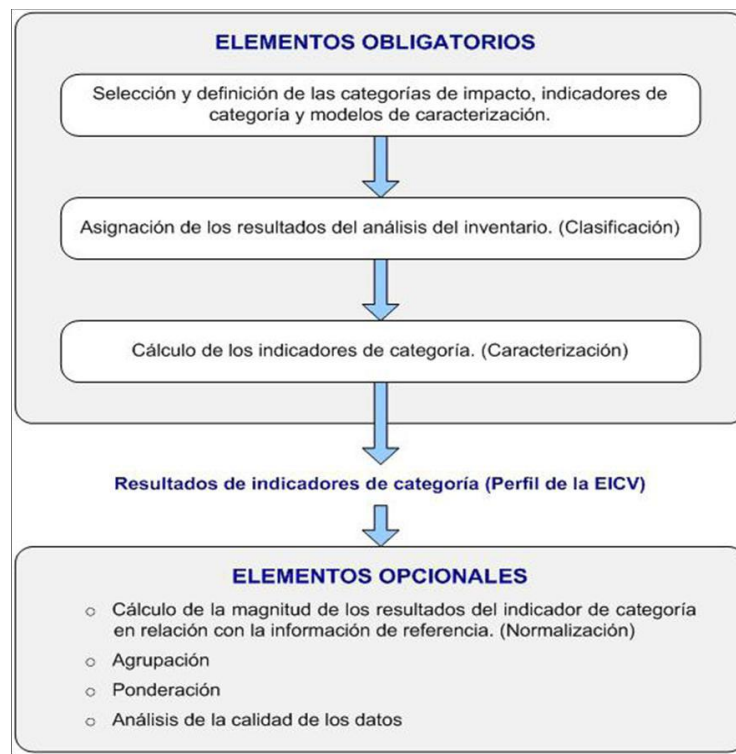


Figura 2.3. Elementos que componen la valoración del impacto del ACV.

Fuente: (NC ISO 14 042: 2001)

G) Clasificar resultados del análisis del inventario.

El procedimiento consiste en identificar y correlacionar todas las cargas ambientales a una o más categorías de impactos potenciales, es un procedimiento de rutina que se asigna a la totalidad de las cargas ambientales del sistema analizado.

La fase puede incluir, entre otros, elementos como:

- Asignación de los datos del inventario a categorías de impacto (clasificación);
- Modelación de los datos del inventario dentro de categorías de impacto (caracterización);
- Posible agregación de los resultados en casos concretos y sólo cuando proceda (valoración).

H) Calcular los indicadores de categoría.

El último paso a seguir se conoce como Caracterización, el cual se lleva a cabo mediante la aplicación de los factores de caracterización a fin de establecer el perfil medioambiental del sistema estudiado. Según la metodología, después de clasificada o asignada todas las cargas ambientales del sistema a determinadas categorías de impacto, seleccionadas según los objetivos del estudio, será necesario realizar la cuantificación de la referida categoría. Así, asignados (fase de clasificación del ACV) las sustancias contaminantes a un determinado modelo de categoría de impacto, todas las sustancias que contribuyen a esta categoría serán reducidas a una única

sustancia de referencia y que servirá de base de agregación de todos los resultados en esta categoría de impacto.

En consecuencia, el resultado de la caracterización es la expresión de contribución a determinada categoría de impacto que, basándose en la cantidad de emisiones de sustancias equivalentes para cada categoría de impacto, miden la magnitud del impacto a través del producto entre la carga ambiental y el factor de caracterización correspondiente en aquella categoría de impacto que se desea o fue escogida para evaluar.

2.2.3.1. Método para evaluar el impacto ambiental

El método Impact 2002+ es una metodología originalmente desarrollada en el Instituto Suizo Federal de Tecnología, esta metodología propone una implementación factible de una aproximación combinada de categorías de punto intermedio y daños, vincula todos los tipos de resultados del inventario de ciclo de vida con cuatro daños de categorías (salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos) a través de 14 puntos intermedios:

- ☐ Efectos respiratorios,
- ☐ Toxicidad humana,
- ☐ Oxidación fotoquímica,
- ☐ Deterioro de la capa de ozono,
- ☐ Ecotoxicidad acuática y terrestre,
- ☐ Acidificación,
- ☐ Eutrofización,
- ☐ uso de la tierra,
- ☐ Calentamiento global,
- ☐ Extracción de minerales,
- ☐ Energías no renovables, y
- ☐ Radiaciones ionizantes.

Caracterización

Los factores de caracterización de daños fueron obtenidos al multiplicar el punto intermedio potencial de caracterización con los factores de caracterización de daño de las sustancias de referencia.

Para la caracterización se utilizó la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum_i Q_{ji} m_i$$

Donde:

S_j : Resultado del indicador

j : Categoría de impacto

m_i : Tamaño de la intervención de tipo i (masa de una sustancia emitida)

Q_{ji} : Factor de caracterización que relaciona la intervención i con la categoría j .

En la tabla 2.1 se muestran las sustancias de referencia que fueron utilizadas para el cálculo de las categorías de impacto, y en la tabla 2.2 se muestra la unidad de medida de las categorías de daño.

Tabla 2.1. Sustancias de referencia de las categorías de impacto (Jolliete, 2003).

Categorías de Impacto	Sustancia de referencia
Efectos Carcinogénicos	Kgeqcloroetileno en aire
Efectos No-Carcinogénicos	
Respiración de Sustancias Inorgánicas	kgeq PM2.5 en aire
Radiación Ionizante	Bqeq carbono-14 en aire
Deterioro de la Capa de Ozono	kgeq CFC-11 en aire
Respiración de Sustancias Orgánicas	kgeq etileno en aire
Eco-toxicidad Acuática	kgeq trietileno glicol en agua
Eco-toxicidad Terrestre	
Acidificación y Nutricación Terrestre	kgeq SO ₂ en aire
Acidificación Acuática	
Eutrofización Acuática	kgeq PO ₄ en agua
Uso del Suelo	m ² eq suelo ocupado al año
Calentamiento Global	kgeq CO ₂ en aire
Energías No-Renovables	MJ total energía no-renovable primaria
Extracción de Minerales	MJ energía adicional

Tabla 2.2. Unidad de Medida de las categorías de daño (Jolliete, 2003).

Categorías de Daño	Unidad de Medida
Salud Humana	DALY (años de vida sometidos a una discapacidad)
Calidad del Ecosistema	PDF * m ² * yr (fracción de especies afectadas potencialmente)
Cambio Climático	kgeq CO ₂ en aire
Recursos	MJ

Normalización

La idea de normalización es analizar la parte respectiva de cada impacto al daño total por aplicar factores de normalización a puntos intermedios o clases de impactos de daños para facilitar la interpretación. El factor normalizado es determinado por el radio de impacto por unidad de emisiones dividido por el total de impactos de todas las sustancias de la categoría específica para la cual existen factores de caracterización, por persona por año. La unidad de todos los factores de punto intermedio o daño normalizado es por lo tanto el número de personas equivalentes afectadas durante un año por unidad de emisión.

La fórmula general para la normalización es:

$$N = \frac{RI_{cat}}{VR_{cat}}$$

Donde:

RI_{cat} : Resultado obtenido de cada categoría de año

VR_{cat} : Valor de referencia

Ponderación

En la ponderación se emplearon los valores de los eco-indicadores, y se tomó como base el punto Ecoindicador (Pt), donde el valor de 1 Pt representa la centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano medio.

2.2.3.2. Análisis de las causas que contribuyen con el impacto ambiental

Se identificaron las causas que contribuyen con el impacto ambiental, a través del banco de problemas de la fábrica, entrevistas y una tormenta de ideas; y se representaron en un diagrama causa-efecto.

Los pasos que se llevarán a cabo para garantizar la calidad de los resultados, para lanzar y analizar el método Delphi deberían ser los siguientes:

Fase 1: Formulación del problema

En este paso se definen los elementos básicos del trabajo, el objetivo a alcanzar, la situación actual y los componentes o elementos necesarios para llevar a cabo el trabajo.

Fase 2: Elección de expertos

Se identifican como expertos aquellos que creen que tienen conocimiento suficiente para serlo. Los criterios se basan en la relevancia de sus trabajos, en la posición que ocupan, en sus opiniones, creatividad, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis y pensamiento lógico y espíritu de colectivismo.

Para la selección de los expertos se determina la cantidad (n) y la correspondencia de los aspirantes atendiendo a los criterios de idoneidad, competencia y creatividad, disposición a participar, su capacidad de análisis y su espíritu autocrítico.

El número de expertos se calcula por la siguiente expresión:

$$n = \frac{p(1-p)K}{i^2}$$

$1-\alpha$	K
99%	6.6564
95%	3.8416
90%	2.6896

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación estadística (1- α).

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

i: precisión del experimento. (≤ 12)

Fase 3: Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2)

Los cuestionarios se elaborarán de manera que faciliten, en la medida en que una investigación de estas características lo permite, la respuesta por parte de los consultados.

Fase 4: Desarrollo práctico y explotación de resultados

Para realizar el procesamiento de la información se debe tener en cuenta el tipo de pregunta, ya sea cuantitativa o cualitativa. En el procesamiento por el tipo cuantitativo es posible utilizar valores que caracterizan la variable susceptible de definir a partir de lo que está midiendo. Las variables definidas de esta forma tendrán un determinado recorrido, lo cual posibilita la fácil utilización de procedimientos estadísticos.

Para medir el grado de concordancia de los expertos, para valores de $K \geq 7$, se calcula el coeficiente de Kendall:

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{n^2(K^3 - K) - n \sum T_i}$$

Si de todas las evaluaciones realizadas por el experto i son diferentes $T_i = 0$ y $W \in (0,1)$

Si $W = 0$ No hay comunidad de preferencia.

Si $W = 1$ Existe concordancia perfecta.

La hipótesis de que los expertos tienen o no comunidad de preferencia puede probarse si $K \geq 7$ calculando:

$$X^2_{\text{calculado}} = n(K-1)W$$

Se plantean las hipótesis:

H_0 : No hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H_1 : Existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Para el procesamiento y análisis de la información contenida en los cuestionarios se utilizó el paquete de programa estadístico SPSS en su versión 15.0.

2.2.4. Etapa 4: Análisis de mejoras

El ACV se finaliza con el análisis de todos los datos finales con respecto a sus significados, incertidumbres y sensibilidad sobre los resultados parciales.

En esta última fase los resultados anteriores deben ser reunidos, estructurados y analizados. Aquí debe confeccionarse una estructura de análisis de los resultados, con un análisis de sensibilidad e incertidumbres, para que el conjunto de informaciones posibilite generar un informe con las conclusiones y recomendaciones, que pueda dar respuestas a las cuestiones que anticipadamente fueron definidas en los objetivos y alcance del estudio.

La interpretación es la fase de un ACV en la que se combinan los resultados del análisis del inventario con la evaluación del impacto, o en el caso de estudios de análisis del inventario del ciclo de vida, los resultados del análisis del inventario solamente, de acuerdo con el objetivo y alcance definidos, para llegar a conclusiones y recomendaciones.

Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance del estudio.

La fase de interpretación puede abarcar el proceso iterativo de examen y revisión del alcance del ACV, así como la naturaleza y calidad de los datos obtenidos de acuerdo con el objetivo definido.

Aunque las acciones y decisiones subsecuentes pueden incorporar implicaciones ambientales identificadas en los resultados de la interpretación, se mantienen fuera del alcance del estudio de ACV, en tanto que otros factores, como la realización técnica y los aspectos económicos y sociales también se consideran.

c) Reporte y análisis de mejoras.

En el reporte de la investigación deben definirse:

- Principales emisiones y desechos producidos durante el proceso productivo.
- Posibles problemas ambientales potenciales.
- Soluciones dadas para la minimización o tratamiento de estos residuos y desechos.
- Verificación de la disminución del impacto.
- Análisis de la factibilidad técnica y económica de la propuesta de mejora, si es posible.

Conclusiones Parciales del Capítulo 2

1. Se hace una caracterización general, así como los antecedentes históricos de la fábrica El Faro de la provincia de Cienfuegos; definiéndose la visión y misión, así como la demografía por la que esta compuesta la misma.
2. Se describe la metodología de análisis de ciclo de vida según la NC-ISO 14040, incluyendo el método Delphi para comprobar los resultados de la evaluación.

Capítulo 3. “Análisis de los resultados”

En este capítulo se desarrolla la metodología propuesta para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango, se elabora el inventario del ciclo de vida, se identifican las categorías de impactos y de daño más afectadas, valorándose variantes de mejoras que disminuyan el impacto ambiental del ciclo de vida de las mismas en la fábrica de conservas El Faro.

3.1. Definición de objetivos y alcance

- Funciones del sistema estudiado

El uso final de los derivados del mango (pulpa de mango, mermelada natural y mermelada concentrada) es para el consumo humano, a través de la venta a mayoristas y a minoristas, enlatado y a granel.

- Unidad funcional

La unidad funcional de este análisis del ciclo de vida es una tonelada de producto final según la información de la fábrica de conservas El Faro.

- Definición de los límites del sistema

- Límites geográficos

El Análisis de Ciclo de Vida realizado se limita a la producción de derivados del mango en la fábrica de conservas El Faro, Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), en el consejo popular San Lázaro.

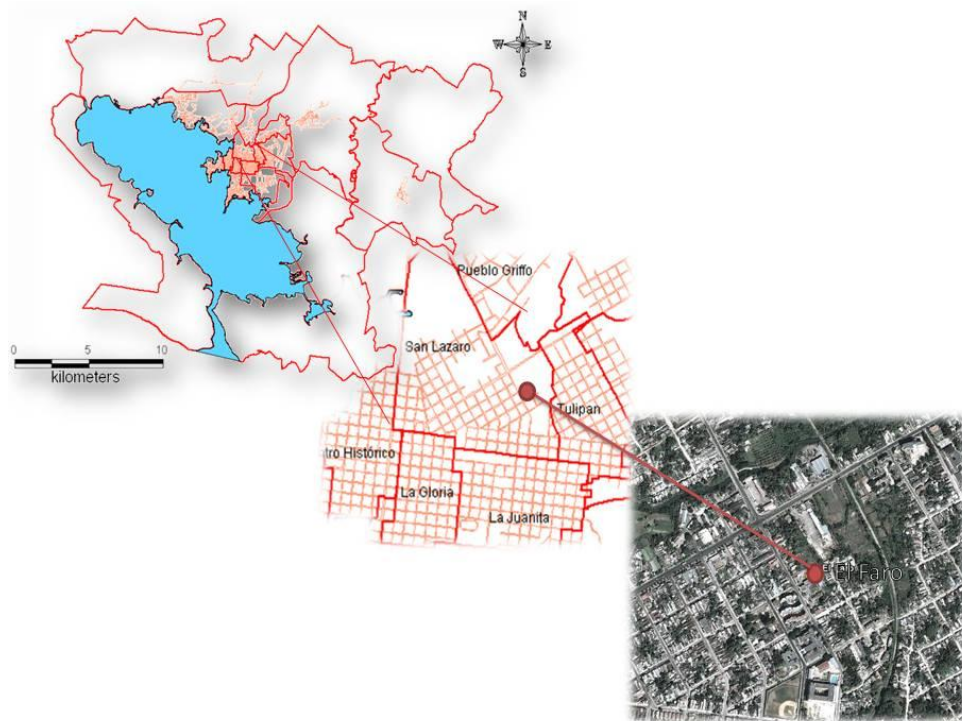


Figura 3.1 Ubicación Geográfica de la fábrica de conservas El Faro.

- Límites temporales

El horizonte temporal considerado es el año 2012.

- Etapas excluidas del análisis

Para este estudio quedan excluidas: las cargas ambientales relativas a los medios para la transportación de la materia prima y la comercialización del producto final, utensilios empleados, y equipos.

Se han incluido los sistemas de tratamiento de residuales como parte del proceso debido a las afectaciones que generan los residuos al medio ambiente.

- Calidad de los datos

Los datos han sido recogidos en la fábrica objeto de estudio vinculado al proceso. Se seleccionó el proceso de la producción de derivados del mango por ser el que genera mayor cantidad de residuos sólidos.

3.2. Descripción del proceso productivo de derivados del mango

Esta fábrica cuenta con una línea de selección y molida, un área de calderas, un área de cocción con un total de ocho tachos. Diseñada para producir varios surtidos como: pulpas, concentrados, mermeladas, dulces en almíbar, salsas, pastas y puré, para satisfacer la demanda del pueblo, contribuyendo a la sustitución de importaciones.

En la Figura 3.2 se muestra el mapa de procesos de la fábrica, donde se identifican los procesos claves, estratégicos y de apoyo, siendo el proceso objeto de estudio uno de los procesos claves.

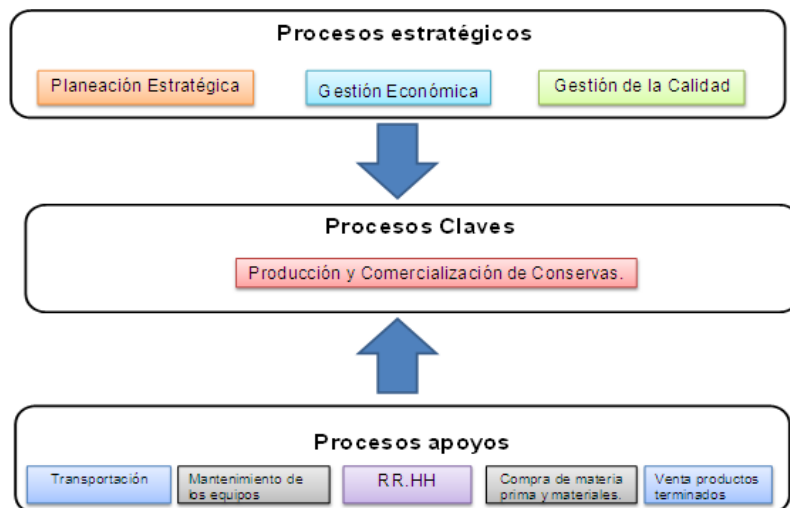


Figura 3.2. Mapa de procesos.

El proceso tecnológico de la Pulpa del mango que se aplica en la fábrica de conservas El Faro es sobre la base del 12 al 14 % de sólidos solubles.

Para el análisis del proceso es necesario que se tengan en cuenta:

-Especificaciones de los índices de calidad de las materias primas y materiales.

- Lo indicado en la NRIAL 013: 2009 Mangos Frescos. Especificaciones de calidad.
- Lo indicado en la NC 288/2003 Mermeladas, Confituras y Jaleas. Especificaciones.
- Lo establecido en la NC 97-12:80 Envases y embalajes. Envases metálicos cilíndricos para conservas. Especificaciones de calidad.
- La NC 455:06 para la manipulación de los alimentos y sus materias primas.
- La NC 49:07 para el almacenamiento de alimentos y materias primas.
- La NC 454:06 para la transportación de alimentos y materias primas.
- La NC 277:03 Regulaciones Sanitarias para los Aditivos Alimentarios.

Descripción del proceso tecnológico

El proceso de fabricación de este producto se fundamenta en un proceso físico – químico donde es extraída la pulpa del mango y se concentra en tachos (calderos de acero inoxidable con capacidad de 330 kg) provistos de agitador por medio del calor.

Análisis del Proceso

Recepción

El transporte que contiene el lote de cajas entra hasta el área de descarga donde una vez aceptado se comienza la descarga obteniéndose mangos maduros, frescos y en buen estado de conservación.

Almacenamiento de la materia prima

Una vez recepcionado el producto las cajas son colocadas en un lugar fresco y ventilado donde no penetren los rayos solares, no excediendo su altura de 5 pallets, separados de las paredes a una distancia de 60 cm como mínimo.

Lavado

Los mangos se vierten en el tanque que contiene agua clorada, la cual se agita suavemente con el paso de la estera por el interior del mismo, eliminándose de la superficie de la fruta las suciedades como son: polvo, tierra y residuos de plaguicidas.

Selección

Se eliminan los mangos: verdes, pintones, fermentados, atacados con plagas e insectos y que presenten daños mecánicos.

Los mangos son extraídos del tanque por medio de una estera de forma tal que los mismos formen una capa sin aglomeramiento, no ocupando más del 75% de la estera. Los obreros se colocan a ambos lados de la estera y van eliminando del flujo los mangos que presentan los defectos señalados anteriormente.

Extracción

Se elimina la pulpa de la semilla y la corteza. El mango ya seleccionado pasa al extractor donde es triturado y se le extrae la pulpa, separándola de la semilla y corteza las cuales continúan a un

recipiente colector de acero inoxidable y la pulpa a un repasador.

Repasado

Se elimina cualquier resto de la piel o semilla del mango que haya quedado en la pulpa. La pulpa extraída pasa por el repasador cayendo en un tanque colector de acero inoxidable que mediante una bomba pasa a los tachos.

Concentración

Se eliminar un porcentaje de agua al producto para llevar el mismo a los sólidos solubles deseados. Antes de comenzar a descargar el producto en el tacho se le toma el brix inicial de la pulpa y se conecta el agitador. Se comienza a llenar el tacho con 330 kg del mismo donde se le agrega el ácido cítrico por norma sometido a constante agitación, se abre la llave de vapor y transcurrido unos 15 minutos aproximadamente se comienzan a tomar los sólidos solubles hasta alcanzar la concentración deseada (12- 14%), después se cierra la llave de vapor y se mantiene la agitación hasta que se descarga hacia otro tacho que se encuentra en la parte superior del área de llenado.

Llenado y tapado.

Los envases limpios se enjuagan y se someten a chorros de vapor para su esterilización, se colocan sobre la mesa y manualmente se van colocando debajo del tubo, que mediante una llave se va abriendo y cerrando según se van llenando los envases donde se le coloca la tapa, se limpia y se le pone ácido de soldar y manualmente se estaña hasta que quede completamente sellado el producto. La temperatura de llenado debe estar entre 90 a 92 °C, el nivel de llenado no debe ocupar menos del 95% del envase.

Enfriamiento

Cuando el producto se estiba se ubica de tal forma que la lata esté volteada hacia la tapa para que la misma cree un vacío y se esterilice a la vez, donde se deja enfriando de forma natural durante 72 horas.

Etiquetado

El producto una vez enfriado se coloca sobre pallets de madera en el almacén de producto terminado donde manualmente se les van colocando las etiquetas.

En el caso de la producción de la mermelada natural y la concentrada, ambas parten de la pulpa de mango por lo que su realización comienza desde el proceso de cocción.

Concentración

Mermelada Natural de Mango:

Se elimina un porcentaje de agua al producto para llevar el mismo a los sólidos solubles deseados. Se descarga la pulpa al 12 % en el tacho, se le toma el brix inicial y se conecta el agitador. Se comienza a llenar el tacho con 330 kg del mismo, donde se le agrega el ácido cítrico y azúcar por

norma, sometido a constante agitación, se abre la llave de vapor y transcurrido unos 30 minutos aproximadamente, se comienzan a tomar los sólidos solubles hasta alcanzar la concentración deseada (30- 32%), después se cierra la llave de vapor y se mantiene la agitación hasta que se descarga hacia otro tacho que se encuentra en la parte superior del área de llenado.

Mermelada Concentrada de mango:

Se elimina un porcentaje de agua al producto para llevar el mismo a los sólidos solubles deseados. Se descarga la pulpa al 12 % en el tacho, se le toma el brix inicial y se conecta el agitador. Se comienza a llenar el tacho con 330 kg del mismo, donde se le agrega el ácido cítrico, benzoato y azúcar por norma, sometido a constante agitación, se abre la llave de vapor y transcurrido unos 45 minutos aproximadamente, se comienzan a tomar los sólidos solubles hasta alcanzar la concentración deseada (62 - 64%), después se cierra la llave de vapor y se mantiene la agitación hasta que se descarga hacia otro tacho que se encuentra en la parte superior del área de llenado.

Llenado y Tapado

Los envases limpios se enjuagan y se someten a chorros de vapor para su esterilización, se colocan sobre la mesa y manualmente se van colocando debajo del tubo, que mediante una llave se va abriendo y cerrando según se van llenando los envases, que por medio de la estera mecánica pasa a la tapadora. En el otro extremo de la misma, el operario va recibiendo las latas y los ubica en un cesto de metal hasta llenarlo. La temperatura de llenado debe estar entre 85 a 90 °C, el nivel de llenado no debe ocupar menos del 95% del envase.

El equipo se ajusta para obtener los resultados siguientes:

a) Envases de hojalata No. 10 y ½ kg

Gancho cuerpo - 1.829 mm a 2.235 mm

Gancho tapa- 1.829 mm a 2.235 mm

Juntura- 75 a 100 %

Planchado 75 a 100 %

Para el Envases de hojalata No. 10 el planchado ha de ser de 100%.

Esterilización.

Cuando los cestos se llenan de latas de mermeladas, se van introduciendo por medio del diferencial eléctrico en los tanques de baño de María. Se mantiene en el baño con una temperatura de 100 °C de 35 a 40 min. Después de transcurrido ese tiempo se le inyecta agua fría al tanque para desplazar la caliente con la finalidad de refrescar el producto. El producto final sale estéril.

Enfriamiento

Una vez que el producto se refresca en el baño de maría se introduce agua a temperatura ambiente por espacio de 30 a 40 minutos, con el objetivo de eliminar algún microorganismo termo

resistente que haya quedado en la esterilización.

Etiquetado

El producto, una vez sacado de los cestos, se coloca sobre pallets de madera en el almacén de producto terminado donde manualmente se les van colocando las etiquetas.

Almacenamiento de producto terminado

Las cajas conteniendo el producto se colocan sobre pallets de madera con una separación de 15 a 20 cm del piso y 50 cm de las paredes. La altura máxima de la estiba no será mayor a la indicada en el embalaje utilizado. El almacén debe estar provisto de un sistema de ventilación adecuado que garantice la conservación del producto. No se permite almacenar el producto junto a sustancias tóxicas. El almacén se debe conservar limpio, seco y libre de insectos y roedores.

Transportación

Los vehículos empleados en la transportación del producto deben estar limpios, secos y libres de objetos punzantes y desgarrantes que puedan dañar el embalaje del mismo. Una vez que el producto se encuentra en el vehículo se protege del sol y la lluvia.

En la tabla 3.1 se muestran las producciones de los tres derivados del mango realizadas en el año 2012.

Tabla 3.1. Producciones derivadas del mango 2012.

Producto	Cantidad(toneladas)
Pulpa de mango	196.861
Mermelada natural	38.75
Mermelada concentrada	19.20

En el Anexo 10 se muestra el mapa SIPOC, en el Anexo 11 está representado el diagrama de flujo de la producción y en los Anexos 12 y 13 se representan las tablas pertenecientes al inventario de los derivados del mango.

3.2.1. Descripción del sistema de tratamiento residual de la fábrica

El sistema de tratamiento de la fábrica cuenta con un sistema de alcantarillas que nacen desde el área de producción, el cual cuenta con una zanja lineal provistos de rejillas de frente a los tachos, los que vierten agua producto del destilado y algunos residuos propios de la producción, que son retenidos en trampas de sólidos. En el patio exterior se encuentra un sistema de rejillas que forman un canal a lo largo de la instalación recibiendo todos los residuales líquidos del área de producción y los de la casa de calderas, la cual constantemente expulsa agua debido al enfriamiento, este canal exterior recibe también todas las aguas pluviales y el mismo termina en una trampa de sólidos al final del patio y luego continúa al tanque séptico para su repaso.

En el área de preparación para la materia prima, luego de la molienda, los desechos sólidos son depositados en un tanque metálico, y el desperdicio sólido y líquido proveniente del lavado de la fruta se vierte a un sistema de rejillas que conforman un canal a lo largo de las esteras, la cual al final cuenta con una trampa de sólidos, la misma por su llenado continuo requiere de un trabajador el cual retiraría los sólidos, plaza que se eliminó después del proceso de disponibilidad laboral.

Todo el conjunto de sistemas de canales de rejillas vierte al final de la instalación en un tanque séptico donde por su capacidad se separan los desechos sólidos de los líquidos mediante asentamiento, cuenta con un vaipaz el cual está abierto por lo que partes de los residuales van directo al arroyo Inglés, el resto de los desechos se vierten a un sistema de cámara de rejillas donde es separado todo el desecho sólido restante quedando solo los residuales líquidos como disposición final al arroyo Inglés, esta cámara de rejillas no se limpia, no está provista de una caseta y no existen los 3 tipos de rejillas que deberían retener los sólidos.

Vale aclarar que el sistema de aguas albañales de la fábrica está totalmente separado del sistema de tratamiento de la línea de producción ya que los desechos productos del hombre (baños, cocina) se unen directamente al sistema de acueducto y alcantarillado de la localidad.

3.3. Evaluación del ciclo de vida de la Mermelada Natural

En la evaluación de impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de mermelada natural se determinó que las categorías de impacto más afectadas son: las energías no-renovables en un 46.37%, la respiración de inorgánicos en un 23.13% y el calentamiento global en un 20.93% (ver figura 3.3).

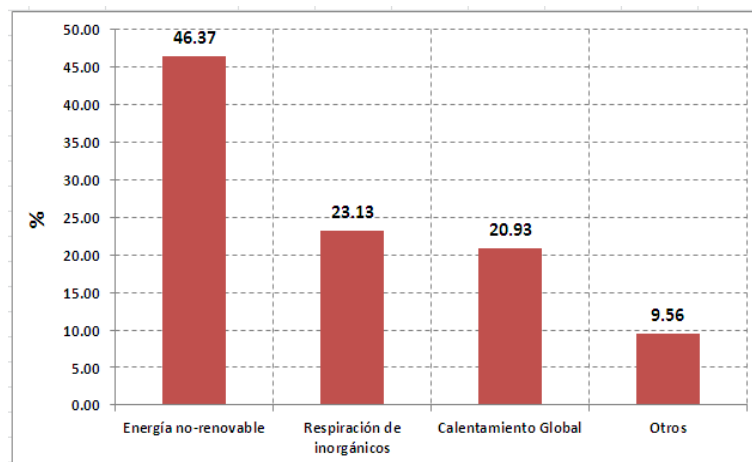


Figura 3.3. Ponderación por categorías de impacto con el método Impact 2002+.

En la Figura 3.4 se representan las categorías de daños más afectadas, que son daño a los recursos en un 48.46%, daño a la salud humana en un 25.66%, cambio climático en un 20.93% y daño a la calidad del ecosistema en un 4.81%.

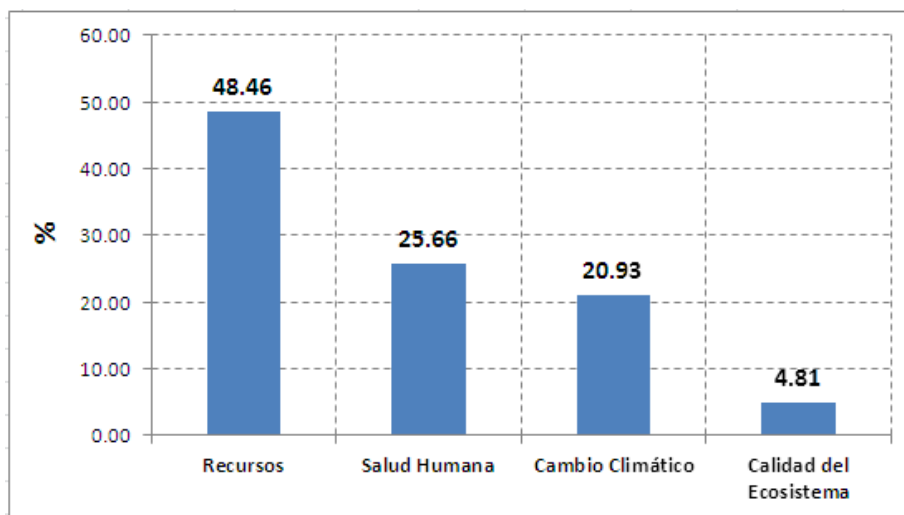


Figura 3.4. Ponderación por categorías de daño con el método Impact 2002+.

En la Tabla 3.2 se muestran las principales emisiones del ciclo de vida de la mermelada natural de mango que contribuyen al impacto a las categorías calentamiento global y respiración de inorgánicos. Las emisiones que están asociadas al calentamiento global y las emisiones que contribuyen a la respiración de inorgánicos se deben principalmente por la combustión de fuel oil para la producción de vapor, lo que se corresponde con los resultados de Bermúdez (2011) y Piloto (2012).

Tabla 3.2. Emisiones que contribuyen en las categorías calentamiento global y respiración de inorgánicos.

	Emisiones	kg PM2.5
Respiración de Inorgánicos	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	0.15
	Óxidos de Azufre (SO _x)	0.13
	Partículas <10 um	0.08
		kg de CO₂
Calentamiento Global	Dióxido de Carbono	348.17
	Monóxido de Dinitrógeno	14.08
	Metano	11.23

En la Figura 3.5 se muestra el por ciento en el que contribuyen al impacto ambiental los insumos de la producción de mermelada natural de mango en la fábrica, a partir del cual se determinó que

las entradas: embases de hojalata, fuel oil, azúcar y pulpa de mango contribuyen en un 86.23%; y el consumo de fuel oil y energía eléctrica contribuyen en un 80% al impacto ambiental de la producción de pulpa de mango.

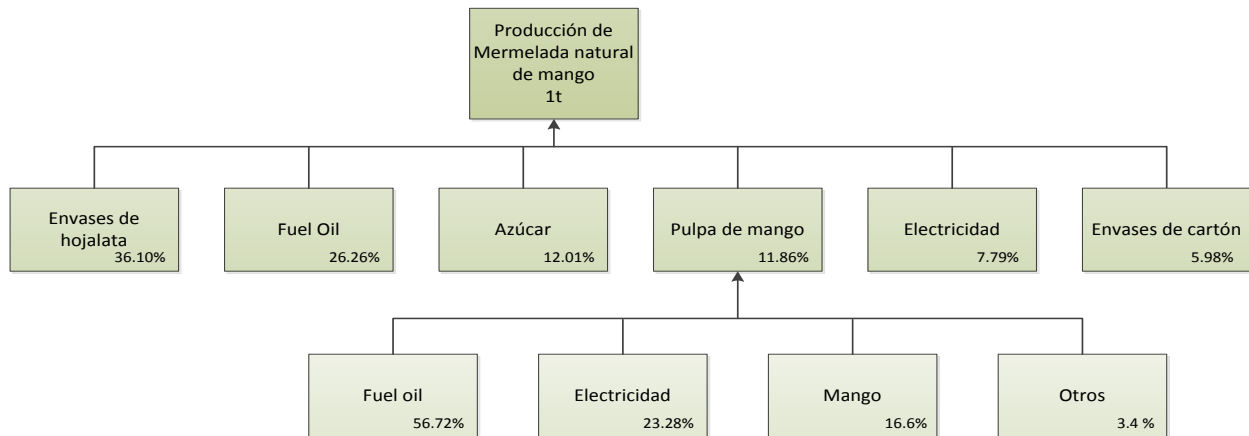


Figura 3.5. Red de contribución del impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de 1t de mermelada natural de mango.

La combustión de fuel oil para la producción de vapor es una de las más significativas en el impacto ambiental, lo que se corresponde con los resultados alcanzados por Díaz (2009) y Piloto (2012).

3.3.1. Análisis de los problemas que contribuyen con el impacto ambiental

En el Anexo 14 se representa el diagrama causa efecto, con las causas de las producciones derivadas del mango que contribuyen con el impacto negativo al medio ambiente.

Como resultado de la aplicación del método Delphi, 13 de los 20 candidatos a expertos se evaluaron de “*alta competencia*” en este tema, 5 candidatos se evaluaron de “*competencia media*” y 2 se evaluaron de “*competencia baja*”.

Se obtuvo un W de Kendall con un valor de 0.89, lo que evidencia que existe concordancia entre los expertos, y se acepta la hipótesis alternativa de que existe comunidad de preferencia para un $\alpha=0.05$ (ver tabla 3.3).

Tabla 3.3. Estadísticos de contraste del método Delphi.

N	13
W de Kendall(a)	0.894781
Chi-cuadrado	279.1718
gl	24
Sig. asintótica	2.55E-45

Este análisis permitió determinar las principales deficiencias que presenta el proceso productivo:

1. Deficiente estado técnico-operacional de la tecnología.
2. Penalizaciones por demanda contratada y factor de potencia.
3. Pérdidas de vapor por falta de tapas en los tachos.
4. Pérdidas de vapor en el proceso por deterioro en las tuberías.
5. Deficiente estado de las conexiones del sistema de tratamiento de residuales líquidos.
6. Motores subcargados.
7. Incumplimiento de las normas y leyes ambientales vigentes en cuanto al tratamiento de residuales.

Los problemas antes mencionados afectan la elaboración de compotas, mermeladas y pastas, por lo que, no es posible mantener los volúmenes y calidad de las producciones que satisfagan las necesidades de la población. En el Anexo 15 se muestran gráficos del muestreo de las variables (sólidos solubles, pH, y por ciento de acidez) que se le midieron a la pulpa de mango en la zafra del 2012, las que no cumplieron los supuestos de normalidad, y se evidenció que para el caso de las dos primeras variables se encontraron muestras fuera de los límites de tolerancia establecidos en las normas. Estos problemas ocasionan que se consuma más energía eléctrica y vapor al darle más tiempo de cocción al lote para llevar las variables a los límites establecidos, o que se venda a granel; todo esto genera menos ganancias, con un mayor costo de producción y una mayor contribución al impacto ambiental.

Estos resultados demostraron la necesidad de aplicar alternativas de mejora para disminuir el impacto ambiental del consumo de fuel oil y transformaciones tecnológicas de la línea que contribuyan a la eficiencia, la mejora en la calidad del producto, y el tratamiento de los residuales líquidos.

3.4. Valoración de variantes de mejora ambiental

Variante 1

Se propone la cogeneración de energía teniendo en cuenta el vapor sobrante, para esto se realizó el balance termo energético de los parámetros del proceso (generador de vapor en caldera y demanda de equipos en nave de producción llámese tachos y autoclave) luego se realizó una búsqueda en el mercado internacional, de firmas que ofertan turbo grupos, localizando el equipo que cumpla con los parámetros técnicos necesario para el proceso (turbo grupos de 500 kw (750 kva)). En la Figura 3.6 se muestra el esquema de cogeneración de la fábrica.

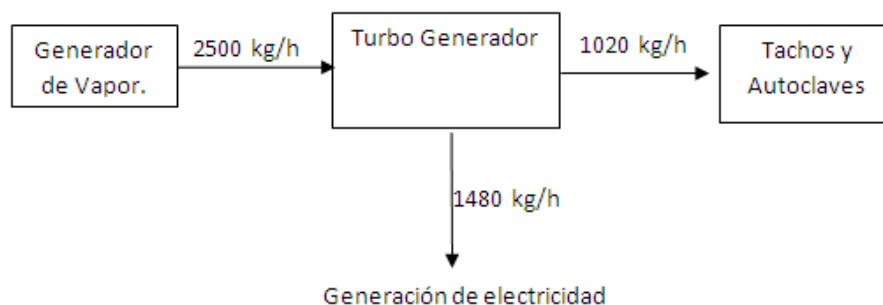


Figura 3.6. Esquema de la cogeneración de energía.

La cogeneración de energía pudiera contribuir a disminuir el impacto ambiental en un 11.24%, se dejarían de emitir 75.57kg de CO₂, 0.04kg de SO_x y 0.02 kg de NO_x (ver Figura 3.7). La disminución del impacto ambiental al aprovechar el vapor sobrante y dejar de consumir energía del Sistema Eléctrico Nacional está asociado con los resultados que obtuvo Bermúdez (2011) y Piloto (2012).

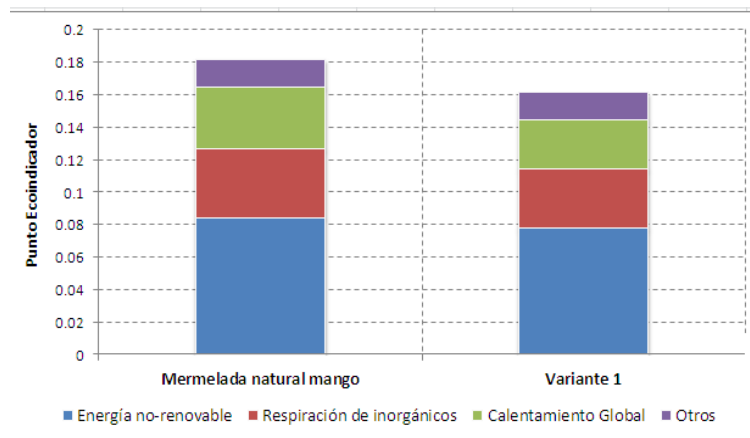


Figura 3.7. Comparación del impacto ambiental con la Variante 1.

Se evaluó económicamente la propuesta de inversión para la instalación del Turbogenerador de 500kW.

El costo de inversión es de \$ 366203.83 y se ha calculado que brindará un ahorro de 190039.35 al año por concepto de amortización por pago a la UNE, incremento de la productividad, venta y servicio eléctrico a la UNE, CEA y a la población.

Para la inversión se podrá contar con una tasa de interés anual del 8 %. Considerando una tasa de inflación del 3%, un margen de riesgo del 2%, los impuestos sobre utilidades del 25 % y una vida útil (período de evaluación del proyecto) de 10 años. No se estiman gastos por mantenimiento.

En la tabla 3.4 se muestran los resultados económicos donde se puede apreciar que es factible la inversión ya que presenta una tasa interna de retorno del 25 % y un valor actual neto de \$ 706374.36.

Tabla 3.4. Resultados del análisis económico.

Datos iniciales											
Ingresos (I), \$		190039.4	190039.4	190039.4	190039.4	190039.4	190039.4	190039.4	190039.35	190039.35	190039.35
Gastos (G), \$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo inversión (K ₀), USD	366203.83										
Tasa de descuento (r), %		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tasa de inflación (f), %		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Margen de riesgo, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tasa de impuestos (t), %		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Vida útil (período de evaluación), años		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Resultados											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación (Dep), USD		36620.38	36620.38	36620.38	36620.38	36620.38	36620.38	36620.38	36620.383	36620.383	36620.383
Flujo de caja (Fc), USD		151684.6	151684.6	151684.6	151684.6	151684.6	151684.6	151684.6	151684.608	151684.6083	151684.6083
Tasa de descuento real (R)		0.048544	0.048544	0.048544	0.048544	0.048544	0.048544	0.048544	0.04854369	0.048543689	0.048543689
Tasa de descuento real con margen (D)		0.068544	0.068544	0.068544	0.068544	0.068544	0.068544	0.068544	0.06854369	0.068543689	0.068543689
Factor de descuento		0.935853	0.875821	0.81964	0.767063	0.717858	0.67181	0.628715	0.58838519	0.550642142	0.515320195
Flujo de caja descontado (Fd), USD		141954.5	132848.6	124326.8	116351.6	108888	101903.2	95366.43	89248.98	83523.94	78166.14
Flujo descontado acumulado (Fda), USD	-366203.83	-224249	-91400.7	32926.05	149277.7	258165.7	360068.9	455435.3	544684.28	628208.22	706374.36
VPN, USD											706374.36
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	25%										

En la figura 3.8 se muestran los flujos de caja proyectados para un período de vida útil de 10 años, donde se evidencia la recuperación de la inversión en el tercer año.

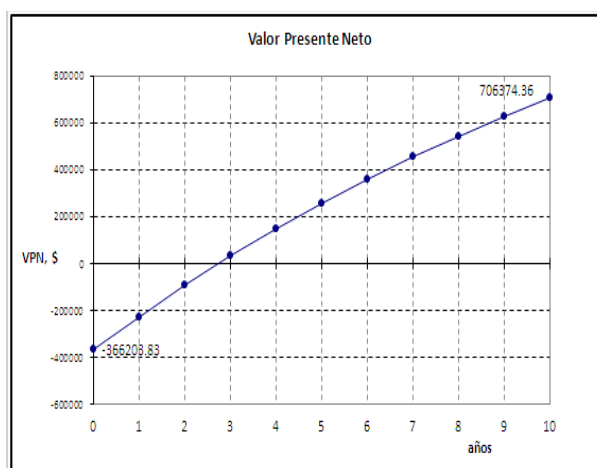


Figura 3.8. Proyección de los flujos de caja.

Variante 2

Esta variante, se sustentó en el proyecto aprobado por Intermar en el 2010, el cual consiste en la remodelación tecnológica de la fábrica de conservas El Faro, con vistas a obtener fundamentalmente una producción destinada a satisfacer la demanda de la provincia, sustituir la producciones a granel, así como obtener pulpas de calidad para la elaboración de compotas.

1. Reconstruir y modernizar la línea de pulpado.
2. Rehabilitar la línea de llenado, tapado y concentrado.
3. Rehabilitar la construcción civil de los demás objetos de obra inducidos.

Los equipos y maquinarias principales requeridas para la producción de conservas y pastas serán adquiridos en el mercado externo: un concentrador, una máquina llenadora – tapadora, y una retractiladora.

La aplicación de esta variante pudiera contribuir a disminuir el impacto ambiental en un 50%, se dejarían de emitir 174.09kg de CO₂, 7.04 kg de N₂O, 5.61kg de CH₄, 0.07kg de SO_x y 0.08 kg de NO_x por la producción de 1t de mermelada de mango natural (ver Figura 3.9).

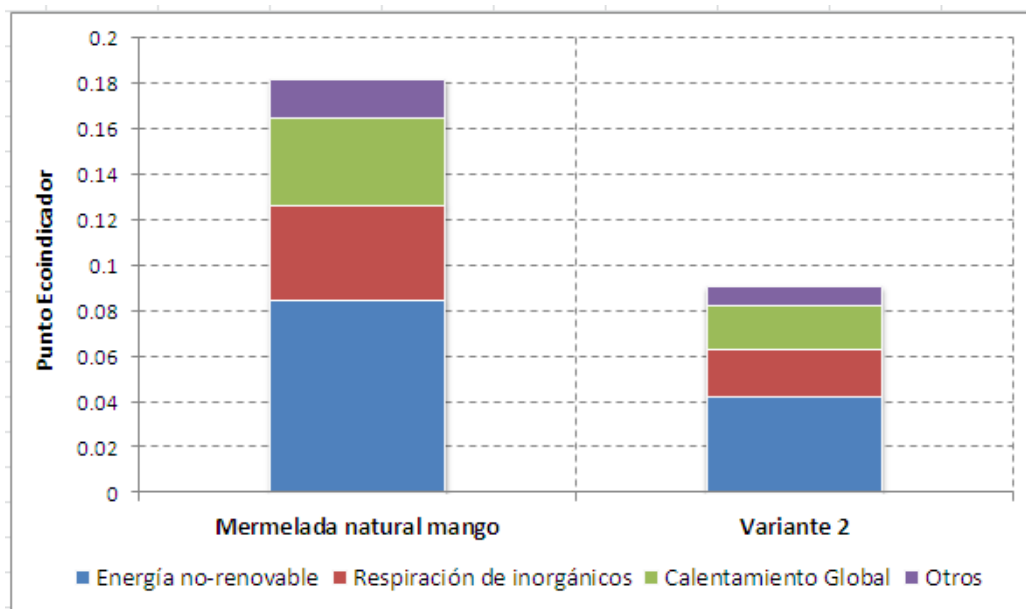


Figura 3.9. Comparación del impacto ambiental con la Variante 2.

La importancia que reviste esta actividad es garantizar un producto que les permita la disminución de las erogaciones que realiza el país con la compra de pulpas en el mercado externo.

En la evaluación económica se considera que solo el 29.00 % del financiamiento de la inversión fija total (\$247 200.00) se financiará con recursos propios, es decir de la propia empresa, además de los derechos y obligaciones de las partes en lo referente al costo, seguro y flete; y el 71.00 % con recursos ajenos, préstamo bancarios.

Conocido que el monto de la inversión en activos fijos tangibles, asciende a la magnitud de \$847900.00, los resultados del Valor Actual Neto y de la Tasa Interna del Rendimiento del proyecto, con flujos de caja con y sin financiamiento, se muestran en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Resultados económicos del proyecto de inversión.

Valor Actual Neto (\$)	Tasa Interna de Rendimiento (%)	Período de Recuperación (años)	Relación Costo-Beneficio
Recursos Propios			
497 904.83	22.88	7	1.38
Financiamiento			
875 007.77	43.24	4	-

Como se observa en los resultados alcanzados el proyecto cumple con la expectativa de rendimiento financiero, para una inversión financiada con recursos ajenos y recursos propios, así como que se obtiene una relación beneficio costo de 1.38 pesos por cada peso de inversión, así como la alternativa donde se considera sólo el préstamo externo solicitado, aspecto que hace el proyecto más atractivo.

Variante 1 y 2

En la Figura 3.10 se muestra que con la aplicación de ambas variantes se disminuiría el impacto ambiental en un 55.62%, se dejarían de emitir 211.87kg de CO₂, 7.06 kg de N₂O, 5.65 kg de CH₄, 0.09kg de SO_x y 0.08 kg de NO_x por la producción de 1t de mermelada de mango natural.

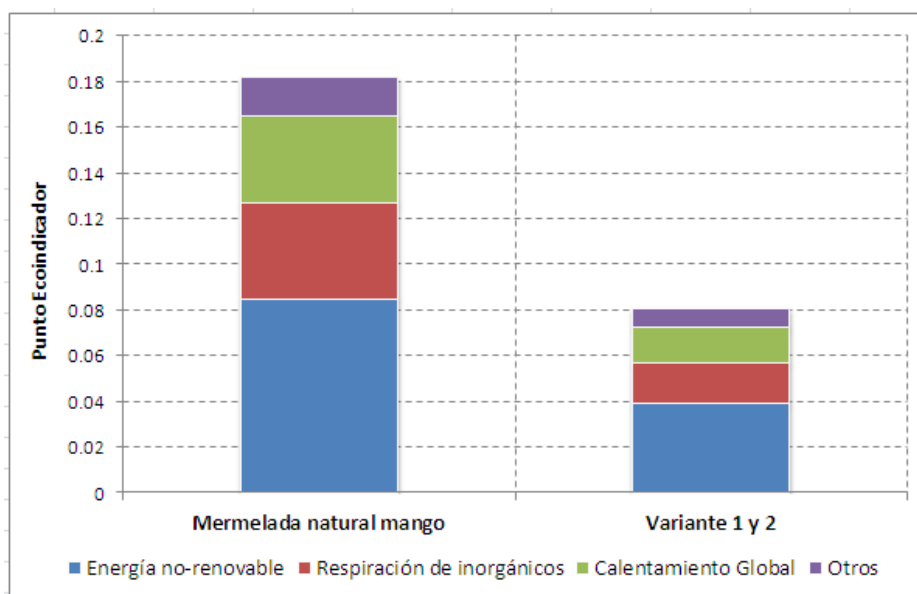


Figura 3.10. Comparación del impacto ambiental con la Variante 1 y 2.

El análisis económico y ambiental demostró la factibilidad de las variantes evaluadas, al disminuirse las emisiones ambientales, el costo de producción de la pulpa de mango y sus derivados (mermelada natural y mermelada concentrada). Además se demostró que aunque la variante 2 requiere de una gran inversión, se puede recuperar en un corto plazo con financiamiento externo y es muy ventajosa desde el punto de vista ambiental.

En el Anexo 16 se proponen varias medidas que se deben aplicar en la producción de derivados del mango para disminuir el impacto ambiental de este ciclo en la fábrica de conservas El Faro.

CONCLUSÕES

Conclusiones Generales

1. Se realizó el inventario del ciclo de vida de las producciones de derivados del mango en la fábrica de conservas El Faro con la descripción cualitativa y cuantitativa de las fases que intervienen en este ciclo de vida, incluyendo la descripción del sistema de tratamiento de los residuales.
2. La evaluación del impacto ambiental con el uso de la metodología de ACV permitió determinar que las categorías de impacto más afectadas son las energías no renovables en un 46.37%, la respiración de inorgánicos en un 23.13% y el calentamiento global en un 20.93%, siendo las categorías de daño más afectadas daño a los recursos, cambio climático y daño a la salud humana.
3. Se determinó el por ciento de contribución de las entradas siendo los embases de hojalata, fuel oil, azúcar y pulpa de mango las causantes del 86.23% del impacto y el consumo de fuel oil y energía eléctrica las causantes del 80% del impacto de la producción de pulpa de mango, lo que se relacionó con criterios evaluados por expertos.
4. Se valoraron dos variantes de mejora ambiental, con las que se podría disminuir el impacto en 11.24 y 50% respectivamente, con resultados económicos que evidenciaron la factibilidad de las mismas con un valor actual neto de \$ 706374.36 para la variante 1 y uno de \$875007.77 para la variante 2.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Discutir los resultados con la Dirección de la Industria Alimenticia de Cienfuegos a fin de que se lleven a cabo las variantes valoradas.
2. Validar en la práctica los resultados estimados en la investigación.
3. Generalizar este análisis al resto de las producciones de la fábrica.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Aranda, A. (2006). Ecodiseño y análisis de ciclo de vida. Disponible en: http://portal.aragon.es/portal/page/portal/PYME/CADI/NOVEDADES/ECODISE_O+Y+ACV.pdf.
- Beltrán, J., Carrasco, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2002). *Guía para una gestión basada en procesos*. Instituto Andaluz de Tecnología.
- Benavides, L. (2003). Gestión por procesos. Retrieved from <http://www.calidadlatina.com>.
- Bermúdez, J. M. (2011). *Aplicación de instrumentos y Economía Ecológica con enfoques de producciones Más limpias en el proceso de producción de la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos, Cuba.
- Caballano, L. (n.d.). (n.d.). Gestión de la Calidad. Retrieved from <http://elprisma.com>.
- Cardim de Carvalho Filho, A. (2001). *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*.
- Carranza, M. A. (2008). Eco-eficiencia: camino hacia el desarrollo sostenible. Retrieved from <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/ECO%20UIC%20-%20Introduccion%20a%20la%20Ecoeficiencia%20-%20Marcelo%20Carranza%2013Mar08.pdf>.
- Centro de Comercio Internacional (CCI). (n.d.). Base de exportaciones e importaciones mundiales.
- Clavijo Cavanés, Albares Rodríguez. (2012). *Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida de la producción porcina en las unidades pertenecientes a Palmira. (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos, Cuba.
- Cloquell Ballester, V., Contreras Miranda, W., & Owen de C, M. E. (n.d.). (n.d.). Del diseño para el medio ambiente (DFE) al diseño ambientalmente integrado (dAI): una propuesta de cambio conceptual.
- Colectivo de Autores. (, 2008a). *Tabloide Medio Ambiente*.
- Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Mango. (n.d.). . Retrieved from <http://apps.fao.org/faostat>.
- Datos de producción de mango (n.d). Retrieved from <http://www.oedrusveracruz.gob.mx>.
- Delgado, J., & Marín, F. (2000). Evolución en los sistemas de Gestión Empresarial. Del MRP al ERP (331).
- Deming, E. (1989). Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. Retrieved from <http://www.gestiopolis.com>.
- Diallo, A. (2009). *Procedimiento para la Mejora de Procesos en Servicios Turísticos*.

Aplicación en el Hotel Gran Caribe Jagua de Cienfuegos.

- Díaz Peña, M. (2009). *"Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA"*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Cienfuegos.
- Doménech Quesada, J. L. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Retrieved from www.caei.com.ar/es/programas/recursosn/10.pdf.
- Domínguez, F. J. y. D. Y. (2006). *Selección de una herramienta de gestión ambiental adecuada para su implementación en la industria*. (Facultad de Ingeniería Química - Mecánica). Universidad de Matanzas. Cuba.
- FAO. (2009). Food and Agriculture organization of the United Nations. Disponible en: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>.
- FAO. (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://apps.fao.org/page/collection?subse-agriculture>.
- FAO. (2003). World agriculture towards 2015/2030. Earthscan Publications Ltd. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e00.htm>.
- Fomento, M. (2005). La gestión por procesos. Retrieved from <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541ACDE-55BF-4F01-B8FA-03269D1ED94D/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf>.
- Formación profesional. Glosario de términos. (1993).
- Gómez, M. (2010). *Metodología para el análisis del ciclo de vida en la producción de zumo de mango ecológico*. UCLV.
- Güereca Hernández, L. P. (2006). *"Desarrollo de una Metodología para la valoración en el Análisis del Ciclo de Vida aplicada a la Gestión Integral de Residuos Municipales"*. Tesis Doctoral, Politécnica de Cataluña.
- Hernández Lugo, A. (2002). *Organización de la producción y del trabajo*. Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETDIR), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría cujae, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Hernández, I. (2009, November 23). La verdadera calidad total. Retrieved from <http://gestiopolis.com>.
- Iglesias, D. (2005). "Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario". Retrieved from <http://www.eumed.net/ce/2005/dhi-acv.pdf>.
- ISO 9000. (2000). Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.
- Joaquín Mira, J., & Blaya, I. (n.d.). La Gestión por Procesos. Miguel Hernández.
- Jolliet, O, & Charles, R. (2003). Impact 2002 +: A New Life impact assessment methodology 324-

- Juran, J. (1990). Juran y el liderazgo para la calidad. Un manual para directivos. Díaz Santos España.
- Juran. (1995). Análisis y Planeación de la calidad.
- La Gestión por procesos. Servicio de Calidad, SESCOAM. (2002).
- López Bastida, E. (, 2006a). *Ecoeficiencia en el contexto de la globalización: Un reto de la empresa Latinoamericana para alcanzar el desarrollo sostenible*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- López Bastida, E. (, 2006b). Guía para la ecoeficiencia. Fundación fórum ambiental.
- Montoya R., M. I. (2006). "Evaluación del impacto ambiental del proceso de obtención de alcohol carburante utilizando el algoritmo de reducción de residuos". N. 36, (Revista Facultad de Ingeniería), p. 85-95.
- Monzón González, D. (2008). *Evaluación del Impacto Ambiental en la Empresa Gydemá con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida*.
- Moreno López, R. (2005). La huella ecológica. Madrid (España).
- Naciones Unidas. (2002). Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible.
- NC-ISO 14 040. (1999). "Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Estructura". Cuba.
- NC-ISO 14 041. (2000). "Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance, y análisis del inventario". Cuba.
- NC-ISO 14 042. (2001). "Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida". Cuba.
- NC-ISO 14 043. (2001). "Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida". Cuba.
- NC-ISO 14 049. (2001). C.F.R. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la NC-ISO 14041 para la definición del objetivo y alcance y análisis del inventario". Cuba.
- OFICINA DE VENTAS UEB CIENFUEGOS. (2010). EVALUACIÓN PROYECTO DE REMODELACIÓN TECNOLÓGICA. Reporte No. ST-5204-056/2010.
- Oficina Nacional de Normalización (NC). (2010). Calidad del Aire-Emisiones máximas Admisibles de Contaminantes a la Atmósfera en fuentes fijas puntuales de instalaciones.
- Oficina Nacional de Normalización (NC). (1999). VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LAS AGUAS TERRESTRES Y AL ALCANTARILLADO. ESPECIFICACIONES. NC 27: 1999.
- Oficina Nacional de Normalización. (2004). "Sistema de Gestión Ambiental." NC ISO 14001:2004.
- OIT. (1993). Formación profesional. Glosario de términos.

- Pérez Rave, J. I., Ruíz C, & J. A. y Parra M., C. M. (2007). Uso del enfoque por procesos en la actividad investigativa". *Vol. 15*(Revista chilena de Ingeniería,), pp. 260–269.
- Pérez, M. (2005). De la Gestión de la Producción a la Gestión de la cadena de Suministro.
- Pérez, N., & Rodríguez, J. A. (2002). Gestión por Procesos. Retrieved from <http://www.monografias.com>.
- Piloto, G. A. (2012). *Comparación del impacto ambiental de dos alternativas de producción de energía en la termoeléctrica de Cienfuegos (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos, Cuba.
- Pons, R. (1996). Calidad Total en la Educación Superior.
- Pons, R. A. (2006). Gestión por Procesos.
- Quesada, V. M., & Vergara, J. C. (2008). Análisis Cuantitativo con WinQSB. Universidad de Cartagena.
- Ribal, J., & Sanjuan, N. (n.d.). (n.d.). Medición de la ecoeficiencia.
- Rodríguez, F. (2011). *Evaluación de impacto ambiental del proyecto de vivienda Biplanta Tradicional en la empresa IDEAR. (Trabajo de Diploma)*. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos, Cuba.
- Romero Rodríguez, B. (2004). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. Retrieved from www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf.
- Sabella, A. (2005). El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de valoración. (Revista: Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible.).
- Sánchez, O. (2007). Análisis de ciclo de vida y su aplicación a la producción de bioetanol: una aproximación cualitativa.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, SAGARPA. (n.d.). Consulta de Indicadores de Producción Nacional y Márgenes de Comercialización de Mango. Retrieved from www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Suárez Olivera, P. V. (2011). *Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación ambiental de la UEB-Sergio González. (Tesis de Diploma)*. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos. Cuba.
- Suppen, N., & van Hoof, B. (2007). Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño. Retrieved from www.lcamexico.com.
- Torres, H. (2001). Procedimiento para la planeación agregada en la pequeña y mediana industria manufacturera. Retrieved from <http://www.monografias.com>.
- UNALM. (1997). Estudio económico del mango de exportación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).
- Unión Europea. (n.d.). (n.d.). Guía Informativa sobre los Sistemas de Gestión Medioambiental.

Retrieved

from

http://www.medioambientecamaravalladolid.com/portal/pdf/Gestion_Ambiental.pdf.

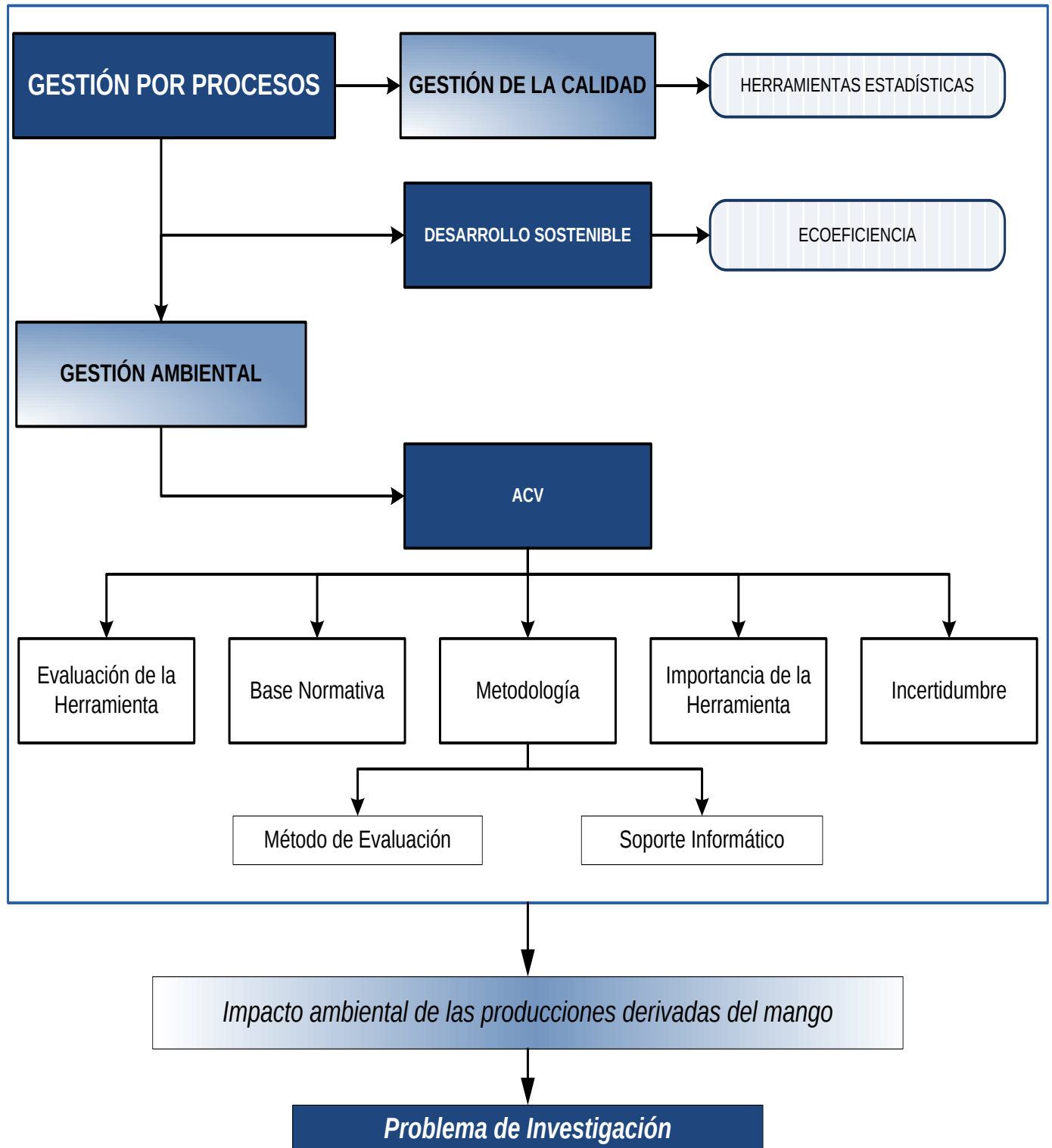
Valeriani, Rossana. (2003). Plan estratégico de la cadena productiva de mango. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

Veiga. (2008). El estado mundial de la agricultura y la alimentación.

Zaratiegui, J. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. *Revista Economía Industrial. España, Vol.VI, p.82.*

ANEXOS

Anexo 1. Hilo conductor de la investigación. **Fuente:** Elaboración propia.



Anexo 2. Conceptos de Gestión por procesos. **Fuente:** Elaboración propia.

Autor	Definición
Amozarrain (1999) (García Azcanio, 2007)	Gestiona toda la organización basándose en los Procesos. Entiende estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una ENTRADA para conseguir un resultado, y una SALIDA que a su vez satisfaga los requerimientos del Cliente.
(Zaratiegui, 1999)	El éxito de toda organización depende, cada vez más, de que sus procesos empresariales estén alineados con su estrategia, misión y objetivos. Detrás del cumplimiento de un objetivo, se encuentra la realización de un conjunto de actividades que, a su vez, forman parte de un proceso. Es por ello que el principal punto de análisis lo constituye, precisamente, la gestión de la empresa basada en los procesos que la integran para diseñar y estructurar en interés de sus clientes.
Institute for Process Management, and Working Knowledge & Antares Consulting (2000) (Saballo Daniel, 2005)	Un proceso de negocio es cualquier grupo amplio de actividades de una compañía relacionado con los objetivos últimos de desarrollo de un producto o servicio para el cliente. Generalmente se evalúan desde el punto de vista del cliente. Asegurar que el proceso transcurre sin contratiempos es crítico para maximizar el valor añadido que proporciona a su cliente y gestionar los procesos clave de forma eficiente es crítico para el éxito de la compañía y puede ser más duro de lo que parece a simple vista - en especial porque estos procesos no se sostienen por si mismos, sino que interactúan con otros.
Jiménez, José M. (2002) (Saballo Daniel, 2005)	Percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico - funcional, y que en buena medida dificulta la orientación de las empresas hacia el cliente.

Anexo 3. Acontecimientos ocurridos en la gestión ambiental. **Fuente:** (Colectivo de Autores, 2008)

AÑOS	ACONTECIMIENTOS
1971 - Informe del Club de Roma:	▪ Cuestiona la racionalidad de la meta habitual del crecimiento económico.
1972 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano:	▪ Necesidad de tomar conciencia de los grandes problemas ambientales existentes. ▪ Preservar la naturaleza. ▪ Elevar la calidad de vida en el planeta para el bienestar presente y futuro de los hombres que lo habitan. ▪ Abordar el subdesarrollo y la pobreza. ▪ Sentó las bases para la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
1973 - Creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA):	▪ Difusión de la problemática ambiental. ▪ Participación de la sociedad en el cuidado y la protección del medio ambiente.
1984- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo:	▪ Planteamiento de la necesidad de una nueva ética de desarrollo en torno a la equidad, con cambios de patrones de producción y consumo. ▪ Definición del concepto desarrollo sostenible. ▪ Propuesta de metas a partir de tres dimensiones: la económica, la social y la ambiental.
1987- Presentación en la Asamblea General de Naciones Unidas del informe Nuestro futuro común:	▪ Profundizó los debates sobre los problemas ambientales en los fórum políticos.
1992- Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo:	▪ Postuló un nuevo régimen ambiental internacional, a partir de nuevos principios y conceptos éticos globales. ▪ Definió metas a alcanzar para el siglo XXI, y las Convenciones Marco de Cambio Climático y de Diversidad Biológica. ▪ Creó una mayor conciencia acerca de los problemas ambientales y de los vínculos entre medio ambiente, economía y sociedad.
Después de la Cumbre de Río:	▪ Valoración de los problemas con un nuevo enfoque, integrado a las esferas económica y social, teniendo en cuenta la deuda ecológica del mundo desarrollado.

Anexo 4. Conceptos de gestión ambiental. **Fuente:** (López, 2006).

AUTOR	CONCEPTO
(PNUMA, 1993)	Conjunto de actividades del Estado dirigidas a la conservación, mejoramiento, recuperación y monitoreo del medio ambiente, los de intervención directa en el ambiente natural y antrópico y los de control de las actividades particulares.
(Ballesleras, 1990)	Gestión Ambiental es el instrumento teórico y técnico para alcanzar determinado modelo de desarrollo sustentable. Es el conjunto de acciones normativas, administrativas y operativas que implementa el Estado para alcanzar un grado de sustentabilidad ambiental.
(ONUDI, 1993)	El planeamiento y control sistemático de la relevancia del medio ambiente en una determinada organización.
(Normas ISO 14000: 1995)	Es una parte integral del sistema de gestión global de una organización. El diseño de un sistema de gestión ambiental, es un proceso continuo e interactivo. Estructuras responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implementar políticas, objetivos y medios ambientales que deben ser coordinados con los esfuerzos que se realicen en otras áreas.
(PNUMA, 1996)	El conjunto de políticas, objetivos y programas en materia de medio ambiente que se establezcan y pongan en práctica a fin de contemplar el cumplimiento de todos los requisitos normativos correspondientes al medio ambiente y la mejora continua y razonable de su actuación en ese sentido.

Anexo 5. Cronología del desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida. **Fuente:** (Monzón, 2008)

Año	Acontecimiento
1969	Harry E. Teasley, de Coca Cola, visualiza un estudio que pueda cuantificar la energía, materiales y consecuencias ambientales a lo largo del ciclo de vida completo del empaque, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final.
1970	El <i>Midwest Research Institute</i> (MRI) desarrolla un estudio ancestro de los Análisis del Ciclo de Vida, el que se llama “ <i>Resources and Environmental Profile Analysis</i> (REPA)”, donde se analizan diferentes embases, para <i>Coca Cola Company</i> .
1971	El segundo REPA realizado por MRI es para <i>Mobil Chemical Company</i> , se analizan las charolas de espuma de poliestireno y las charolas de pulpa de papel.
1972-1976	Se publican largas porciones de las bases de datos y se describe la metodología de los REPA.
1974	La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos publica el reporte “ <i>Resouce and Environmental Profile Analysis of Nine Beverage Container Alternatives</i> ”, que marca la entrada de los REPA dentro del dominio público.
1975	El sector público pierde interés en los REPA pero se realizan muchos estudios confidenciales para compañías particulares.
1979	En Reino Unido, Ian Boustead publica el “ <i>Handbook of Industrial Energy Analysis</i> ”.
1980	Se publica un reporte por el <i>Solar Energy Research Institute</i> en los Estados Unidos.
1984	El Laboratorio Federal Suizo para el Ensayo y la Investigación de Materiales (EMPA), publica un estudio de materiales de envase y embalaje que introduce un método para agregar los distintos impactos ambientales en un solo índice, el llamado “método de los volúmenes críticos”.

Anexo 5. Cronología del desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida. (Continuación)

Año	Acontecimiento
1988	En 1988 la crisis de los residuos sólidos en Estados Unidos y la actividad ambiental en Europa, desencadenan una explosión de actividad en REPA. Al principio, los residuos sólidos son la clave, especialmente el cómo reciclar, la sustitución de materiales y el residuo de productos para reducir la dependencia de los vertederos.
1990	Primer taller de la Sociedad de Toxicología Ambiental y Química (SETAC), para abrir el debate sobre REPA, uno de los resultados fue la adopción del término “ <i>Life Cycle Assessment</i> ” (LCA), en español Análisis de Ciclo de Vida (ACV).
1991	EPA inicia actividades en ACV con el interés primario de asistir en el desarrollo de guías y bases de datos para uso del sector público y privado.
1992	En 1992 Franklin Associates publica un artículo donde se presenta, completa, por primera vez la metodología de ACV. Se crea SPOLD (de <i>Society for the Promotion Of LCA Development</i>), una asociación de 20 grandes compañías en Europa, con el objetivo de promover el desarrollo y la aplicación del ACV.
1993	La EPA publica un documento guía para el inventario. SETAC publica el “ <i>Code of Practice</i> ” (Consoli et al., 1993) y “ <i>LCA Sourcebook</i> ” y fomenta numerosos talleres y reuniones que tienen como objetivo alcanzar el consenso en los aspectos metodológicos del Análisis del Ciclo de Vida.
1997	Se publica la serie de normas ISO 14040 referente a ACV.
2000	Se conducen estudios de ACV en todo el mundo, muchos de éstos trabajos son a gran escala y se enfocan en los combustibles fósiles, la energía nuclear y las energías renovables para producir electricidad (ABB, 2002)
2002	Se lleva a cabo la Reunión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo en Johannesburgo y se reconoce al ACV como una herramienta de apoyo para fomentar el cambio en los patrones de consumo y producción (UNEP, 2004)
2002-2008	Se realizan ACV en todo el mundo. Se forman asociaciones de ACV por regiones y desarrollan investigación, aplicación, consultorías y reuniones. Se desarrollan modelos computacionales especializados y genéricos.

Anexo 6. Conceptos de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). **Fuente:** Elaboración propia.

Autor	Definición
SETAC (1993) (Iglesias, 2005)	Es un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o a una actividad, que se efectúa identificando los materiales y la energía utilizada y los descartes liberados en el ambiente natural. La evaluación se realiza en el ciclo de vida completo del proceso o actividad, incluyendo la extracción y tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, el reciclado, la reutilización y el despacho final.
(NC- ISO14040, 1999)	El ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto, mediante: la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con estas entradas y salidas; la interpretación de los resultados de las fases del análisis del inventario y evaluación del impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.
(Montoya R., 2006)	La metodología de análisis del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) es una herramienta de análisis sistemático que considera los impactos ambientales de productos o servicios y provee una estructura de referencia para el desarrollo de índices de inspección, especialmente en la extensión de las fronteras del sistema hacia las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto.
(Panichelli, 2006)	Es una herramienta de gestión ambiental que evalúa de modo sistemático los aspectos ambientales y los impactos ambientales potenciales de un producto a través de su ciclo de vida, desde la adquisición de la materia prima, su producción, uso, tratamiento final, reciclado y disposición final.
Azapagic (1999) (Sánchez, 2007)	Proceso para evaluar las descargas ambientales asociadas con un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando los materiales y la energía utilizada y los residuos liberados al ambiente; para evaluar el impacto del uso de esos materiales y energía y de las descargas al ambiente; y para identificar y evaluar oportunidades para efectuar mejoras ambientales.
(Romero Rodríguez, 2004)	El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Anexo 7. Principales métodos utilizados para evaluar el impacto medioambiental. **Fuente:** (Suppen, 2007)

IMPACT 2002 +	• Desarrollado por EPFL en Suiza. • Mejoras para emisiones tóxicas, reuso de los métodos existentes para otros efectos. • Intermedias/finales (no calificación única). • Otras características: – Método completo. – Distingue entre emisiones a largo plazo. – Adaptado en ecoinvent. – Científicos: muchos factores de caracterización disponibles que no se usan en el inventario.
ECO INDICADOR 99	• Desarrollado por Pre con colaboración de científicos suizos. • Tres versiones: jerarquizado, igualitario, individualista. • Difiere en la concepción del mundo y realizar diferentes suposiciones sobre: – Que sustancias incluir. – Horizonte de tiempo. – Substitución de recursos, cuando se agotan. • Otras características: – Incluye descomposición y movimiento de las sustancias en el ambiente. – Uso de suelo, partículas, agotamiento de minerales. – Ponderación por medio de un panel (especialistas en medio ambiente).
CML	• Desarrollado por un científico en Leiden (Holanda). • Recopilación de métodos desarrollados por otros o por el mismo CML en el pasado. • En SimaPro solo la base. Pocas versiones de caracterización de algunos efectos. • Otras características: – No ponderación. – Diferentes puntajes para eco-toxicidad. – Horizonte de tiempo infinito: los metales dan calificaciones muy altas. – No uso de suelo o partículas. – Transparente, buena calidad de los modelos detrás de los cálculos.

Anexo 7. Principales métodos utilizados para evaluar el impacto medioambiental (Continuación).

EPS	• Environmental Priority Strategies en diseño de productos. • Método sueco (Bengt Steen). • Calificaciones solas basadas en valores monetarios. • Otras características: – Las categorías son diferentes a las clásicas: morbilidad, problemas (fastidio). – “salidas diferentes”: efectos positivos para capacidad de producción. – Agua (capacidad de producción) incluida.
ECOPUNTOS	• Método suizo. • Se conoce como <i>knapsack</i>, <i>UBP</i>, <i>ecoscarcity</i>. • Simplificación de Eco-indicador 95, con ponderación basado en políticas suizas (distancia al objetivo). • Método viejo pero muy popular en Suiza (éxito de la simplicidad). • Ecoinvent no está bien caracterizado la categoría de desechos (importante para una calificación final, principalmente por residuos nucleares).
TRACI	• Método desarrollado por la US EPA. • Enfoque en emisiones tóxicas. • Destino de los contaminantes no incluido. • Desarrollado por científicos: no está diseñado para inventarios disponibles en las bases de datos públicas. • Se desarrolla un grupo de normalización. • BEES: caracterización para emisiones de interiores.
EDIP	• Método danés, desarrollado por investigadores ambientales. • Mejora de CML 92. • En desarrollo: – Factores de caracterización específicos y regionales (no apoyados por SimaPro). – Se actualizará (ecoinvent y EDIP).

Anexo 8. Herramientas informáticas para el ACV. **Fuente:** (Aranda, 2006)

	Compañía desarrolladora	Contacto	Comentarios
Base de Dato			
Buwal 250	Swiss Institute of Packing	www.umwelt-schweiz.ch/buwal/eng/index	Incluye un total de 248 tipos de procesos.
Data Archive	Pré Consultants	http://www.pre.nl	Incluye un total de 383 tipos de procesos.
ECOINVENT	ETH Research Institute Swiss Federal Offices (EMPA, Agroscope, PSI, etc)	www.ecoinvent.ch	Incluye un total de 2700 tipos de procesos.
ETH-ESU	ETH-ESU Research Institute (Zurich)	www.uns.ethz.ch	Incluye un total de 1100 tipos de procesos.
IDEMAT	Delft University of Technology de Holanda	www.io.tudelft.nl	Incluye un total de 508 tipos de procesos.
INDUSTRY DATA	Various international industrial associations	www.apme.org/lca	Incluye un total de 74 tipos de procesos.
Programas			
Boustead	Boustead Consulting (Reino Unido)	http://www.boustead-consulting.co.uk	Herramienta muy completa indicada para realizar estudios de ACV dentro de la industria química, plásticos, acero, etc.
Eco-it	Pré Consultants (Países Bajos)	http://www.pre.nl	Especialmente indicado para diseñadores de productos y envases. Utiliza el Ecoindicador'99. Su manejo es sencillo.

Anexo 8. Herramientas informáticas para el ACV (continuación).

	Compañía desarrolladora	Contacto	Comentarios
Ecopro		http://www.sinum.com	Permite la realización sencilla de ciclos de vida del producto. Utiliza la base de datos BUWAL.
Ecoscan	TNO Industrial Technology (Países Bajos)	http://www.ind.tno.nl	Puede utilizarse por encargados y técnicos responsables de implantación del ecodiseño de productos. Dispone de varias bases de datos y su manejo es sencillo.
Euklid	Fraunhofer-Institut (Alemania)	http://www.ivv.fhg.de	Programa orientado a estudios de ACV de productos industriales.
Gabi	Universidad de Stuttgart (Alemania)	http://www.gabi-software.com	Además de las posibilidades convencionales de ACV, este programa permite asociar costes a los flujos y realizar análisis económicos.
KCL Eco	Finnish Pulp and Paper Research Institute (Finlandia)	http://www.kcl.fi/eco	Presenta una interfaz gráfica muy completa. Posee los indicadores Ecoindicador95 y DAIA 98 y destaca por sus datos de la industria papelera.
LCAit	ChalmersIndustrietenik (Suecia)	http://www.ekologik.chalmers.se	Su aplicación principal es en el sector de envases y productos de papel.

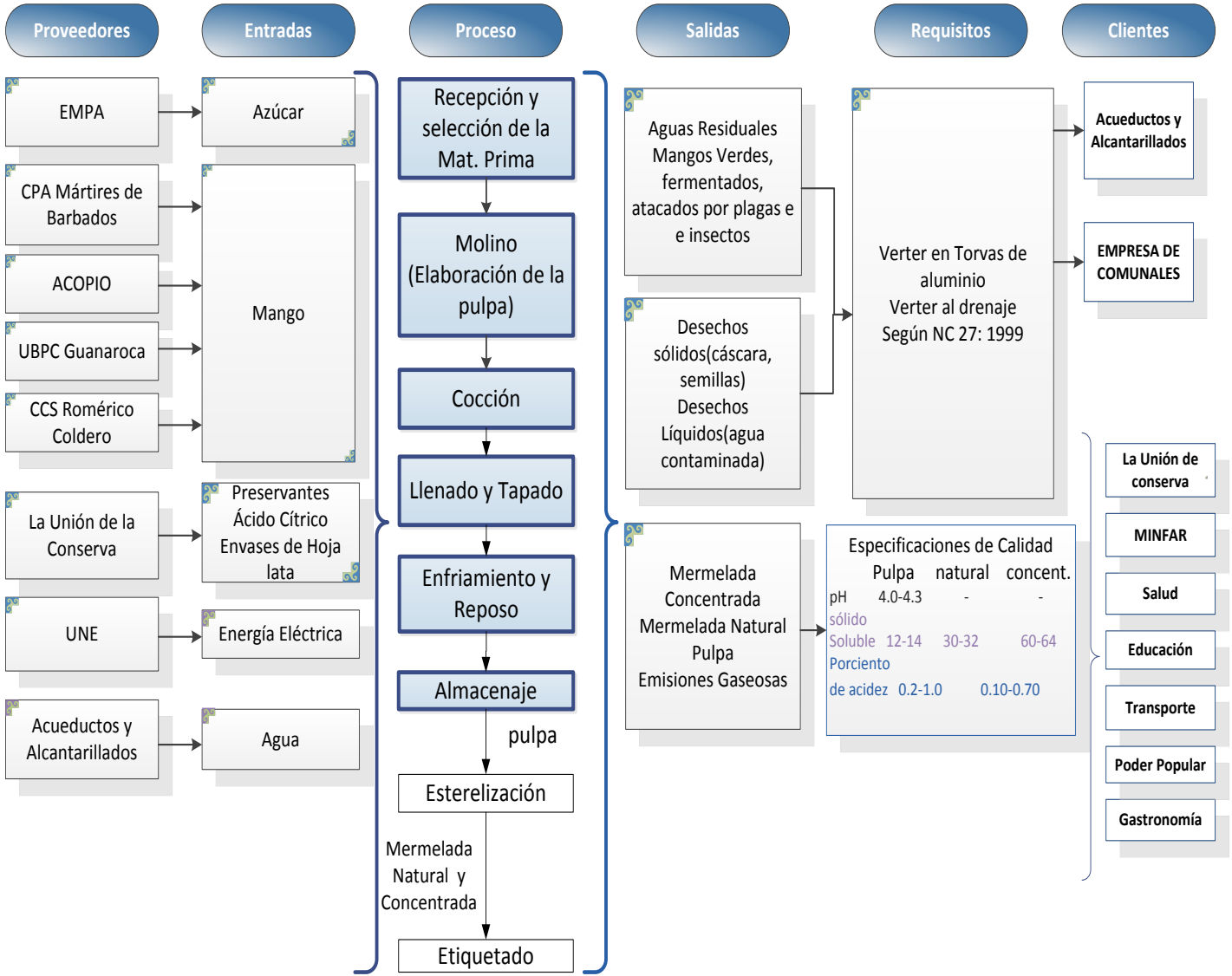
Anexo 8. Herramientas informáticas para el ACV (continuación).

	Compañía desarrolladora	Contacto	Comentarios
Miet	Universidad de Leiden (Países Bajos)	http://www.leidenuniv.nl/cml/sssp/software	Trabaja con MS Excel y se basa en datos ambientales de Estados Unidos. Tiene carácter gratuito.
Pems	Pira International(Reino Unido)	http://www.piranet.com/pack/lca_software.htm	Puede ser utilizado tanto por principiantes como por expertos en la materia. Su interfaz gráfico es flexible.
Simapro	Pré Consultants(Países Bajos)	http://www.pre.nl	Permite realizar ACVs completos con múltiples métodos de evaluación de impactos. Presenta completas y variadas bases de datos. Adecuada para departamentos de diseño o I+D.
Team	Ecobilan(Francia)	http://www.ecobilan.com	Herramienta muy completa, flexible y potente aunque algo más compleja de utilizar. Permite introducir información relativa a costes.
Umberto	Umbertolfeu-Institut (Alemania)	http://www.umberto.de	Ofrece datos de gran calidad y resultados transparentes. Las librerías de datos son completas y flexibles. Indicado para realizar eco-balances empresariales.
Wisard	PricewaterhouseCoopers (Francia)	http://www.pwcglobal.com	Indicado para análisis del impacto económico y medioambiental de residuos sólidos municipales.

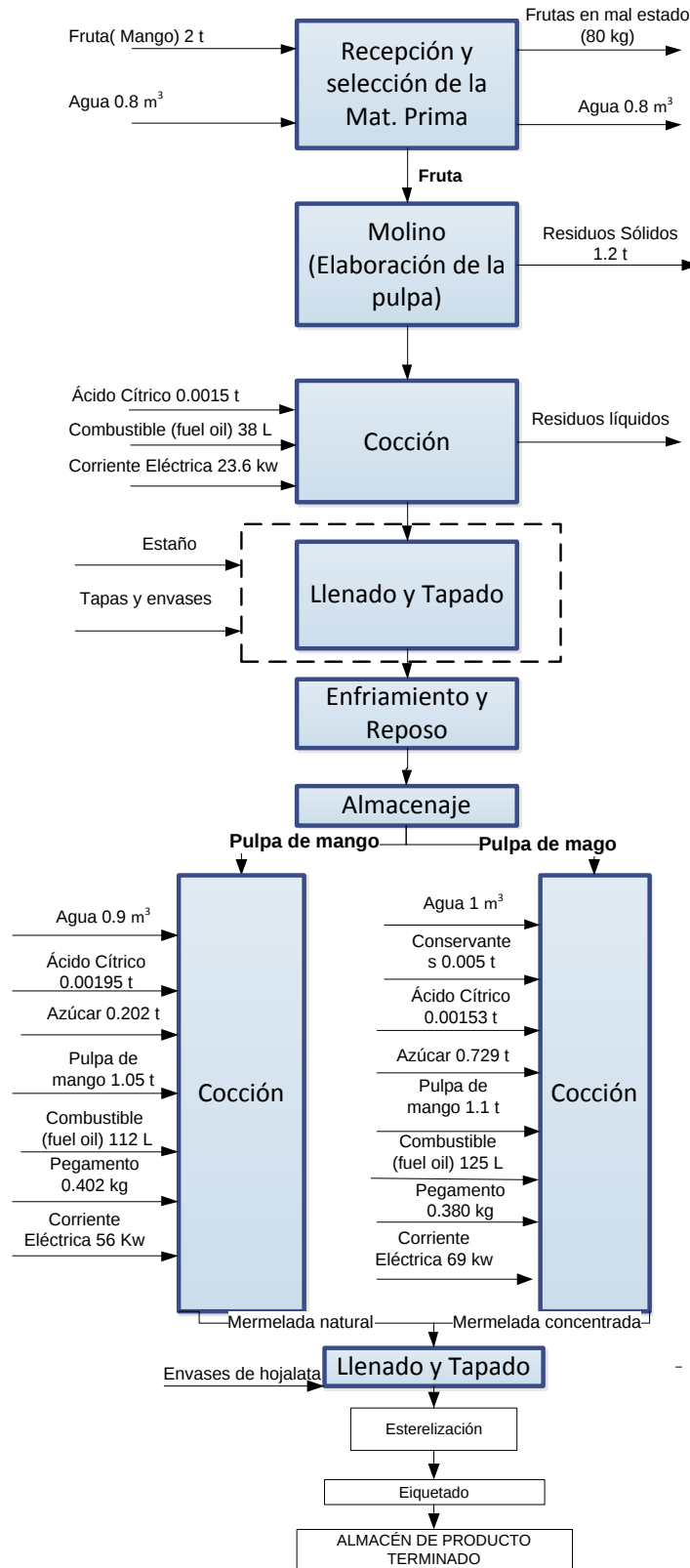
Anexo 9. Datos del mango. **Fuente:** (Valeriani, 2003).

Características generales del mango	El mango (<i>Mangifera indica</i> L.), pertenece a la familia <i>Anacardiaceae</i>, que incluye alrededor de 600 miembros. Es una fruta popular y conocida como el rey de las frutas. Crece en zonas tropicales a alturas de 4,000 ft. sobre el nivel del mar, y a 2,000 ft. En zonas donde las estaciones estén muy marcadas. Es una fruta climatérica que en estado de maduración, ideal para el consumo, dura pocos días. El tamaño del fruto varía de 2.5-30 cm. de largo. Su forma es ovalada o redonda, con un hueso interior de tamaño significativo. Crece en árboles de hojas perennes. Presenta grandes variedades de tamaño y caracteres. El color depende de la variedad y la región donde esté cultivado, pero abarca mezclas de verde, amarillo y rojo.
Composición del mango	La semilla del mango abarca del 9 al 27% aproximadamente del peso total de la fruta. El color del pellejo y la pulpa varía con la madurez y el cultivo. Su contenido de carotinoides aumenta durante su madurez; es buena fuente de provitamina A. La parte comestible del fruto total corresponde entre el 60 y 85%. El componente mayoritario es el agua en un 84%. El contenido de azúcar varía de 10-20% y de las proteínas en un 0.5%. El ácido predominante es el ácido cítrico aunque también se encuentran el ácido málico, succínico, urónico, tartárico y oxálico en cantidades menores.
Contenido Nutricional	El mango es una fruta popular y en su mayoría es consumido en estado fresco; ya que es considerado como una de las frutas tropicales más deliciosas. Representa una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales es una fuente importante de vitamina A, B y contiene cantidades variantes de Vitamina C. Su composición depende de la variedad, así como en el estado de madurez que se tenga, el contenido de ácido ascórbico y la acidez total disminuyen durante el desarrollo del fruto, mientras que los carotinoides y azúcares totales aumentan.

Anexo 10. Mapa SIPOC de la producción de derivados del mango.



Anexo 11. Diagrama de flujo de la producción de derivados del mango.



Anexo 12. Inventario de la producción de pulpa de mango y mermelada natural.

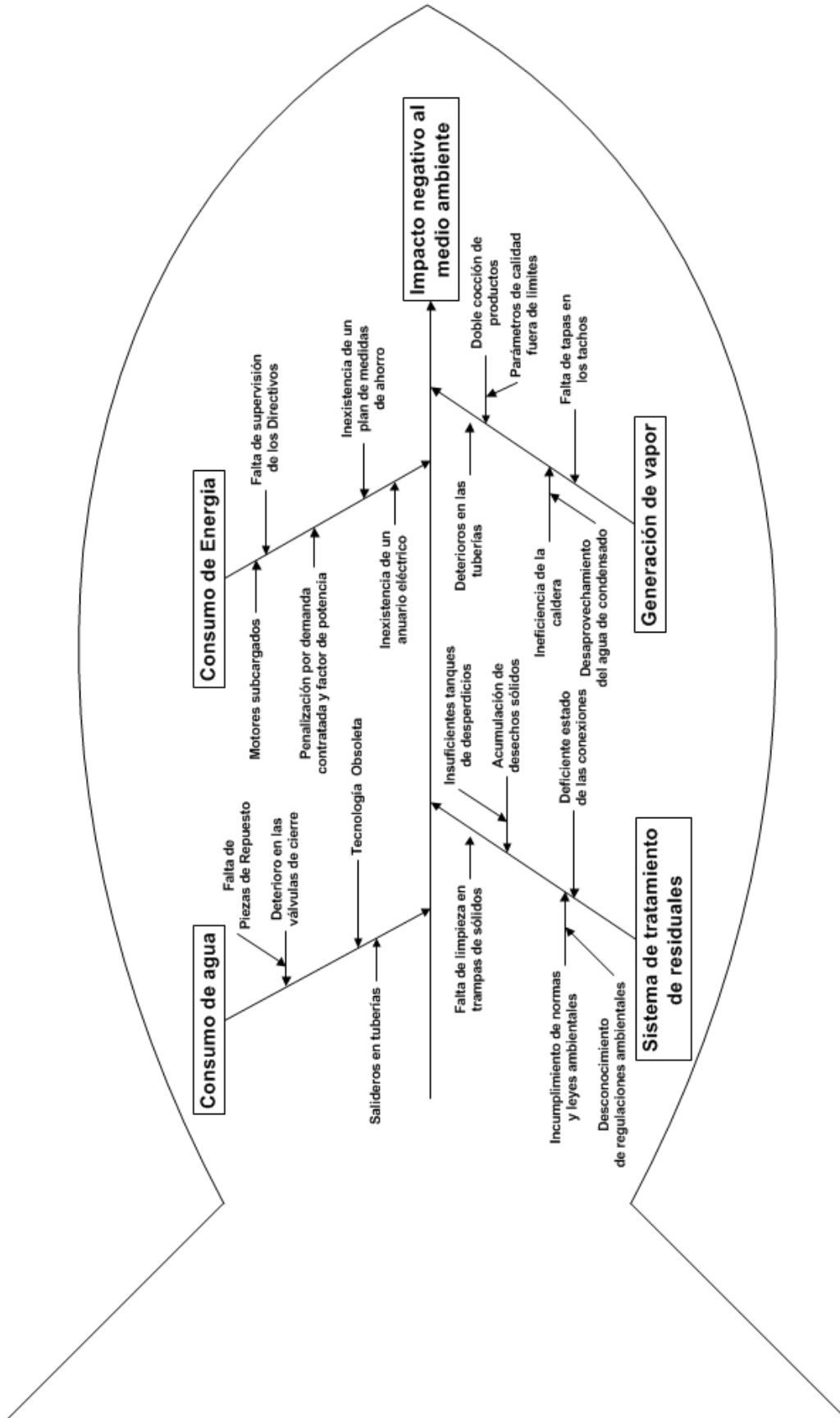
No.	Materiales de Entrada Pulpa de Mango	UM	Total
1	Conservantes	-	-
2	Ácido Cítrico	t	0.0015
3	Azúcar	t	-
4	Estaño	kg	0.79
5	Fruta(Mango)	t	2
6	Tapa	u	53
7	Envase hoja laqueado	u	53
No.	Consumo de Energía	UM	Total
1	Corriente Eléctrica	kw	23.6
2	Combustible(fuel oil)	L	38
No.	Consumo de Agua	UM	Total
1	Agua	m3	0.8

No.	Materiales de Entrada Mermelada Natural	UM	Total
1	Conservantes	-	-
2	Ácido Cítrico	t	0.00195
3	Azúcar	t	0.202
4	Estaño	kg	-
5	Pulpa de mango	t	1.05
6	Tapa 300	u	2112
7	Envase hoja laqueado 1/2	u	2112
8	Etiqueta litografiada	u	2112
9	Envases de Cartón	u	44
10	Pegamento	kg	0.402
11	Envase hoja laqueado n.10	u	306
12	Tapa n.10	u	306
13	Etiqueta litografiada	u	306
14	Envase de cartón	u	77
No.	Consumo de Energía	UM	Total
1	Corriente Eléctrica	kw	56
2	Combustible(fuel oil)	L	112
No.	Consumo de Agua	UM	Total
1	Agua	m ³	0.9

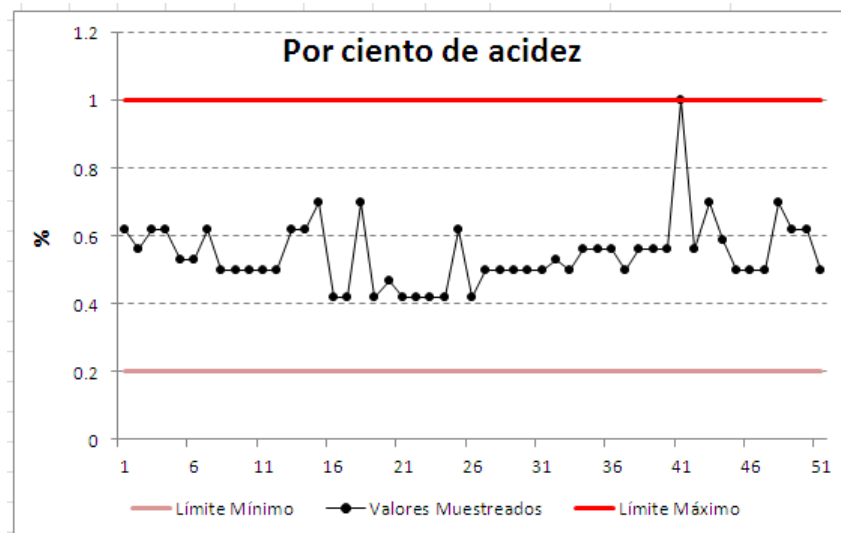
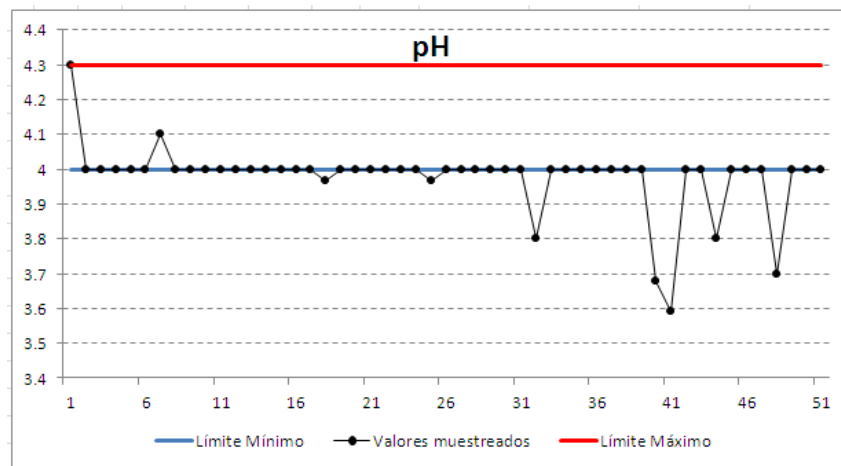
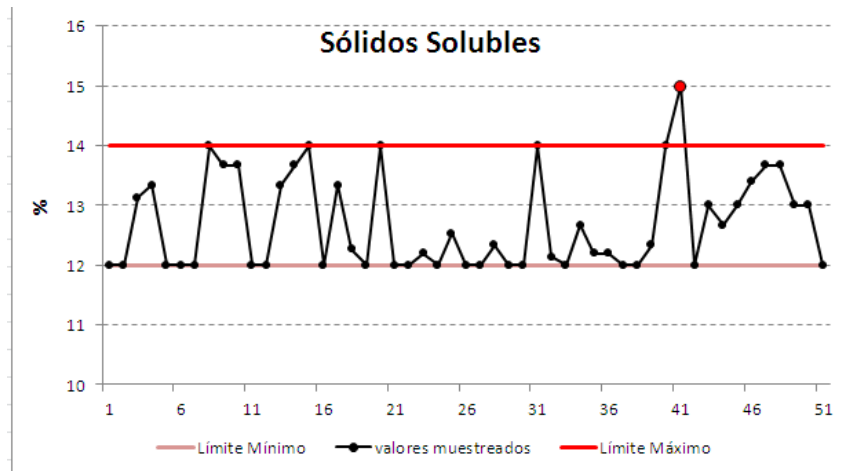
Anexo 13. Inventario de la producción de mermelada de mango concentrada.

No.	Materiales de Entrada	UM	Total
1	Conservantes	t	0.005
2	Ácido Cítrico	t	0.00153
3	Azúcar	t	0.729
4	Estaño	kg	-
5	Pulpa de mango	t	1.1
6	Tapa 300	u	1800
7	Envase hoja laqueado 1/2	u	1800
8	Etiqueta litografiada	u	1800
9	Envases de Cartón	u	37
10	Pegamento	kg	0.00038
11	Envase hoja laqueado n.10	u	250
12	Tapa n.10	u	250
13	Etiqueta litografiada	u	250
14	Envase de cartón	u	63
No.	Consumo de Energía	UM	Total
1	Corriente Eléctrica	kw	69
2	Combustible(fuel oil)	L	125
No.	Consumo de Agua	UM	Total
1	Agua	m ³	1

Anexo 14. Diagrama Causa – Efecto.



Anexo 15. Gráficos del comportamiento de las variables de calidad de la pulpa de mango.



Anexo 16. Medidas de mejora ambiental del ciclo de vida de las producciones derivadas del mango.

Elaboración de derivados del mango	Vapor	Generación de Vapor	Deterioro en tuberías de vapor.	- El personal que trabaja en esta área debe ser altamente calificado.	- Jefe de Recursos Humanos - Jefe de Energético - Jefe de Producción y Fabricación
	Benzoato de Sodio	Almacenamiento	Crecimiento de organismos vivos y aumento del contenido de NO_2 en aguas subterráneas y / o superficiales.	- Almacenar en lugares secos y mantener en buen estado técnico los equipos de almacenamiento para que no existan derrames	- Jefe de Almacenamiento - Jefe de Producción
	Azúcar	Almacenamiento	Alto contenido de humedad	- Velar que no existan filtraciones. - Clasificación y requisitos generales de seguridad.	- Jefe de Almacenamiento - Jefe de Producción
	Fuel oil Cubano	Combustión en Caldera de Vapor y Almacenamiento	Emisiones de SO_2 a nivel de la respiración del hombre. Emanaciones de CO_2 por mala combustión.	- Altura de la chimenea con dimensión adecuada. - Monitoreo del aire. - Sustituir el combustible por diesel.	- Jefe de Producción - Director general de la Empresa - Químico de turno
	Mango	Residuo del despulpado y molida.	Derrame directo al alcantarillado sin un correcto proceso de tratamiento del mismo por problemas técnicos en el funcionamiento de la planta.	- Reparación y mantenimiento de la planta de tratamiento de residuales.	- Jefe de Producción - Director general de la Empresa