



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA
PARA LA EMPRESA RESJOSA, EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS
GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLEXO-GRÁFICA**

Juan Carlos Bosco Paredes Zeceña

Asesorado por el MSc. Inga. Rosa Amarilis Dubón

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA
PARA LA EMPRESA RESJOSA, EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS
GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLEXO-GRÁFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS BOSCO PAREDES ZECEÑA
ASESORADO POR EL MSC. INGA. ROSA AMARILIS DUBÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo García Roque
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA EMPRESA RESJOSA, EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLEXO-GRÁFICA

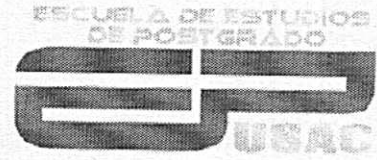
Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 08 de noviembre de 2014.

Juan Carlos Bosco Paredes Zeceña



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226



AGS-MGIPP-014-2015

Guatemala, 09 de febrero de 2016.

Director
Juan José Peralta Dardon
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.


Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Juan Carlos Bosco Paredes Zeceña** carné número **97-13599**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

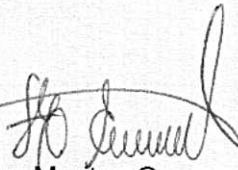
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

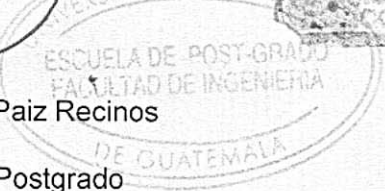

MSc. Ing. Rosa Amarelis Dubon Mazariegos
Asesor (a)




Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
Coordinadora de Área
Gestión y Servicios




MSc. Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.040.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA EMPRESA RESJOSA, EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLEXO-GRÁFICA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Bosco Paredes Zeceña**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

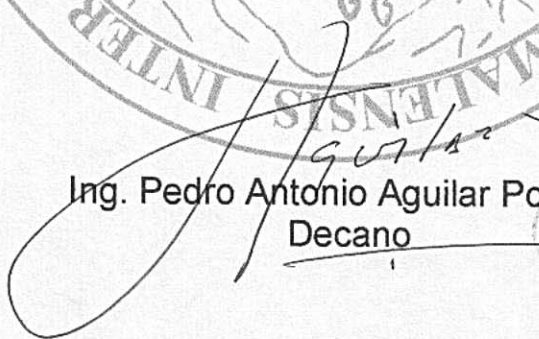


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.D.116-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA EMPRESA RESJOSA, EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLEXO-GRÁFICA**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Carlos Bosco Paredes Zecena**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, marzo de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser parte de mi vida, todos los días.
- Mis padres** Juan Carlos Paredes y Liliana Zeceña. Quienes me han proporcionado todos los medios para ser un hombre de bien.
- Mi esposa** Michelle Mari Wong de Paredes. Por estar siempre brindándome ánimos para concluir esta etapa y ser una esposa comprensiva.
- Mis hijos** Cecilia, María Alejandra, Natalia y Rodrigo. Por ser parte integral de mi vida.
- Mis hermanos** Andrea Liseth y Manuel Estuardo, por estar siempre para apoyarme en los momentos difíciles.
- Mi tío** José Miguel Paredes, por su apoyo y que es un ejemplo a seguir en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

La casa de estudios que me brindó la oportunidad de convertirme en un profesional de alto nivel.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme ser parte de ella y hacerme sentir un orgulloso integrante de la Facultad.

**Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial**

Por el apoyo para realizarme como Ingeniero Industrial y así realizar este diseño de investigación.

Mis padres

Por su amor, por no haber perdido la fe, brindarme su apoyo incondicional y por su insistencia.

Mi esposa

Por ser el soporte ideal en mi vida.

Mis amigos

A todos aquellos que me motivaron a esforzarme.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. Formulación del problema	9
3.3. Delimitación	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. ALCANCES	17
8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	19
8.1. Flexografía.....	19
8.2. Cadena de suministro y gestión de la cadena de suministro verde.....	21

8.3.	Generalidades de la logística inversa.....	23
8.4.	¿Qué es logística inversa?	24
8.5.	Objetivos de la logística inversa.....	25
8.6.	Actores de la logística inversa.....	27
8.7.	Procesos de la logística inversa.....	28
8.8.	La cadena logística	30
8.9.	El flujo inverso: logística inversa y logística verde	31
8.10.	Clasificación de los sistemas inversos	39
8.10.1.	Según la motivación de la reutilización	39
8.10.2.	Según el tipo de artículos recuperado	40
8.10.3.	Según la forma de reutilización	40
8.10.4.	Según los actores implicados.....	40
8.11.	Clasificación de los desechos	40
8.11.1.	Por su estado físico.....	41
8.11.2.	Por su composición	41
8.11.3.	Por su peligrosidad.....	41
8.11.4.	Por su origen	42
8.12.	Impacto de los desechos en el medio ambiente	42
8.12.1.	Efectos	43
8.12.2.	Causales de devolución	44
8.12.3.	En la distribución	44
8.12.4.	En el consumo.....	44
8.12.5.	Post consumo.....	44
8.13.	Opciones de recuperación	44
8.13.1.	Reducción en la fuente.....	45
8.13.2.	Reuso.....	46
8.13.3.	Remanufactura.....	46
8.13.4.	Canibalización	46
8.13.5.	Reciclaje.....	46

8.13.6.	Incineración	47
8.13.7.	Disposición final adecuada	47
8.14.	Pasos para la implementación de la logística inversa	47
8.15.	Legislación ambiental	48
8.15.1.	Leyes	48
8.15.2.	Organismos encargados de la gestión ambiental ...	49
9.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	51
10.	METODOLOGÍA.....	53
10.1.	Variables e indicadores	53
10.2.	Tipo de estudio y diseño de investigación	53
10.3.	Técnicas	55
10.4.	Metodología.....	55
10.5.	Universo y muestra.....	57
10.6.	Muestreo.....	57
10.7.	Tamaño de la muestra.....	58
11.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	59
11.1.	Análisis documental.....	59
11.2.	Análisis numérico	59
12.	CRONOGRAMA.....	61
13.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	63
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de impresión flexo-gráfica	21
2.	Procesos de logística inversa.....	30
3.	Posibles escenarios acerca de los ingresos a la cadena de suministros	34
4.	Redes de logística inversa	39
5.	Posibilidades de recuperación de los productos	45

TABLAS

I.	Fuente de los retornos	36
II.	Actividades más comunes en el proceso de logística inversa.....	37
III.	Cronograma de actividades	61
IV.	Recursos necesarios.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
g	Gramo
hr	Hora
kg	Kilogramo
%	Porcentaje
Q	Quetzales
u	Unidades

GLOSARIO

CSCMP

Iniciales en inglés Council of Supply Chain Management Professionals Round Table México, que significa Consejo de profesionales de la cadena de suministro de la ronda de México.

Ecoeficiencia

La ecoeficiencia es una cultura administrativa que guía a todos los sectores de la sociedad a asumir su responsabilidad con la sustentabilidad y motiva para que las actividades productivas sean más competitivas, adaptando y readecuando los sistemas productivos existentes a las necesidades del mercado y del ambiente, impulsando niveles más altos de desarrollo económico, social y ambiental.

Flexografía

Técnica que aplica la tinta líquida de base acuosa a la superficie externa.

GSCM

Iniciales en inglés de Green Supply Chain Management, que significa gestión de la cadena de suministro verde.

LI

Logística Inversa.

PGA

Plan de Gestión Ambiental.

TIC

Tecnología de Información y de Comunicación.

Tipografía

Proceso de impresión basado en la composición de textos, utilizando una plancha en relieve en contacto directo con el material a imprimir.

Ventaja competitiva

Estrategia a implementar en el mercado que la competencia no desarrolla aún y que el cliente lo percibe como valor agregado.

1. INTRODUCCIÓN

El presente diseño de investigación consiste en la aplicación de logística inversa dentro de la cadena de suministro de la empresa RESJOSA, para incrementar la rentabilidad del área de producción. Esto permitirá un involucramiento sostenible de los residuos o desperdicios del área de producción así enmarcar bases sólidas de rentabilidad para la empresa. A fin de obtener una reducción de costos por manejo eficiente de inventarios de materias primas y la reutilización de materias primas recicladas.

Las empresas deben considerar también la logística inversa dentro de su cadena de suministro, analizando, los procesos logísticos relacionados con el retorno de productos desde el consumidor al productor, el reciclaje y la reutilización, la eliminación de residuos y la incorporación de los mismos al proceso. Esto con el objetivo de recuperar tanto valor económico y ecológico como sea posible.

Podría suponerse que la situación ideal para todo tipo de empresa es vender todo lo que produce y que dichos productos y/o sus embalajes nunca sean devueltos; además, que los mismos no lleguen a ser considerados como basura, lo cual es casi imposible, ya que la mayoría de los sectores industriales tienen devoluciones o generan desechos, que requieren de algún proceso para poder reincorporarlos al ambiente o retornarlos a los procesos productivos.

Esta investigación está orientada a la implementación de logística inversa en la gestión de residuos generados en la industria flexo-gráfica, en este caso

solventes empleados en la producción de sellos y la limpieza de máquinas impresoras de esta industria.

Se busca la aplicación de logística inversa para obtener una disminución de costos y una reducción de inventario de materia prima, optimizando el área de almacenamiento de solventes en la planta y disminuyendo el volumen de producto destinado al desecho en vertederos.

En el capítulo uno, se hará referencia a fundamentos de logística inversa, los pasos para la implementación de la metodología en la industria y la legislación ambiental que regula los desechos en Guatemala.

En el capítulo dos, se hará un análisis de la industria, de las materias primas, especificando los solventes que se emplean en los procesos de la industria flexo-gráfica y la importancia de la utilización dentro de los procesos.

En el capítulo tres, se presentará el análisis de la situación actual de la empresa, sus características, relaciones internas y externas. Y las etapas de la cadena de suministros.

En el capítulo cuatro, se presentará la incorporación de logística inversa al proceso para obtener un beneficio económico para la empresa y los clientes, buscado un ahorro en costos, mejorando el manejo de inventarios, con la reutilización de productos que se pueden reciclar.

En el capítulo quinto, se evaluará el nivel de conocimiento que tiene el cliente interno y externo sobre la manera apropiada de manejar los desechos de la empresa y posteriormente se propone la aplicación de logística inversa en el proceso, para darle una ventaja competitiva a la empresa.

En el capítulo sexto, se presentará la evaluación de la mejora a través del análisis beneficio-costos y el control de inventario de materias primas.

Finalmente en los capítulos séptimo y octavo respectivamente, se presentará los resultados de la implementación de logística inversa a la empresa RESJOSA y la discusión de los mismos.

2. ANTECEDENTES

La logística inversa surge como una necesidad de proporcionar a los clientes un servicio post-venta, aumentando el vínculo con los mismos y busca proporcionar un valor agregado a su inversión. Hoy en día existe la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente aquellos productos que dejan de satisfacer las necesidades del consumidor; dicha recuperación genera un flujo de materiales y productos desde el consumidor hasta el productor, que por oposición al tradicional flujo logístico productor-consumidor se denomina Logística Inversa o Función Inversa de la Logística. (Cure, Meza & Amaya, 2006, pág. 185).

La evolución y conceptualización de la logística inversa se da a partir del año 2003, el Council of Logistics Management (CLM) introduce en la definición de logística la idea de “flujo de retorno” (inversos) aportando una aproximación a la logística inversa. Logística inversa es el proceso de mover bienes de un destino final típico a otro punto, con el propósito de calcular valor que de otra manera, no estaría disponible. Para la disposición apropiada de los productos; lo cual introduce el concepto de la recuperación de valor de los componentes en la cadena. (Don & Doldan, 2010, pág. 220).

La logística inversa se ocupa de los productos que en teoría ya cumplieron con su ciclo de vida, pero que pueden representar una oportunidad dentro de un proceso de reciclaje, para reincorporarlos a la cadena de suministro del proceso productivo original. Esto nos plantean cuestiones tales como: que alternativas hay disponibles para la recolección de productos, partes y materiales de desecho, quienes deben llevar a cabo dichas actividades. Es posible integrar

esta metodología a los sistemas tradicionales de producción y distribución. Identificando cuáles son los costos y beneficios de la aplicación desde el punto de vista económico, como herramienta de ayuda medio ambiental.

Para las empresas la logística inversa consiste en el proceso de planificación, implantación y control del flujo de materias primas, inventario en proceso y bienes terminados, desde un punto de uso, manufactura o distribución a un punto de recuperación o disposición adecuada o también es “el proceso de mover bienes de su destino final típico a otro punto, con el propósito de capturar valor que de otra manera no estaría disponible, para la disposición apropiada de los productos” (Reverse Logistics Executive Council, 2005,Pág.6).

El desarrollo de la función Logística en la empresa durante estos últimos años ha sido muy significativo convirtiéndose en una variable estratégica para obtener ventajas competitivas según Porter (2002). Actualmente, las empresas deben también abordar la Logística Inversa analizando, entre otras cuestiones, los procesos logísticos relacionados con el retorno de productos desde el consumidor al productor, el reciclaje, la reutilización de materiales y componentes, la eliminación de residuos y las operaciones de reacondicionamiento, reparación y re-fabricación (Stock, 1992). Los empresarios y directivos de la empresa deben prestar una especial atención a la gestión de productos devueltos, cuyo objetivo es “recuperar tanto valor económico y ecológico, como sea posible, reduciendo de esta forma las cantidades finales de residuos” (Thierry *et al.*, 1995, Pág.114). Las empresas deben desarrollar una política efectiva para la gestión de productos recuperados, sin que esto afecte significativamente a su estructura de costes.

Las industrias recogen directamente los productos usados de los clientes o usuario final. La empresa Xerox Corp. Proporciona empaques con portes pre-

pagados, para que devuelvan sus cartuchos sin que les cueste un centavo a los clientes. Esto le ahorra a la compañía entre el 40% y 65% de sus costos de manufactura al reusar partes y materiales. Fabricantes de cámaras desechables y teléfonos celulares utilizan los puntos de venta para recoger sus productos obsoletos o fuera de funcionamiento. Por ejemplo: Eastman Kodak Co. Recibe cámaras desechables de grandes tiendas; en promedio se estima que el 76% del peso total de una cámara desechada es reusado en la producción de una nueva. (Gaytán, 2012).

Uno de los principales trabajos sobre logística de devoluciones es el realizado por Rogers y Tibben-Lembke (1999), según este estudio, el coste estimado de las devoluciones llevadas a cabo en EEUU durante 1997 ascendió a 37.000 millones de dólares, si bien el impacto de la logística de devoluciones depende en gran medida de la actividad industrial de que se trate. Así, Rogers, Larson y Tibben-Lembke (2001) y Stock (2001) cifran en un 6% del total de ventas, el volumen de devoluciones en Estados Unidos, si bien este porcentaje se incrementa significativamente para determinadas actividades como editoriales (10-30%), distribuidores de productos electrónicos (10-12%), venta por catálogo (18-35%) o fabricantes de ordenadores (10-20%).

En Europa, la logística inversa se entiende desde la perspectiva de la recuperación y aprovechamiento económico de materiales y productos usados, sobre los que el fabricante tiene determinadas responsabilidades. La existencia de una legislación más rigurosa que en Estados Unidos, en cuanto a protección del medio ambiente, ha sido el punto de partida para el desarrollo de este concepto en Europa, en el que no se contemplan, inicialmente, las devoluciones que los consumidores no satisfechos realizan. Tan acentuada es esta doble acepción del concepto de Logística Inversa, que Rogers y Tibben-Lembke

(1999) hablan en su estudio sobre la Logística Inversa de una “Logística Inversa Europea”. (Rubio S., 2003, p.38).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción del problema

En las plantas de producción o transformación de materias siempre se está buscando la eficiencia u optimización en los procesos, esto es reducir los costos aumentando la producción, esto se logra muchas veces por medio de la reutilización de los recursos (reciclaje) y diseñando estaciones de trabajo más eficientes. Por lo que en búsqueda de una mejora continua, se plantea el siguiente problema.

La existencia de inventario de solventes contaminados en la bodega, estos son un producto que ya está consumido, que se encuentra en un estado actual contaminado, pendiente de disponer de su uso final, ya sea el reciclaje o el desecho, ocasionando gastos por exceso de inventario, gastos por disposición final y ocupación de espacio en almacén. Esto disminuye la capacidad competitiva de la empresa y genera una expectativa de conciencia social por parte de los consumidores final, por la búsqueda de conservación del medio ambiente libre de sustancias que lo contaminen.

3.2. Formulación del problema

- Pregunta general de investigación.
 - ¿Cuáles son las ventajas competitivas que se obtienen al aplicar logística inversa en la gestión de solventes contaminados en la empresa RESJOSA?

- Preguntas secundarias.
 - ¿Se cuenta con un inventario real y bien identificado del solvente contaminado existente en bodega que se puede o no reincorporar al proceso?
 - ¿Qué características y especificaciones debería tener las materias primas que se pretenden reciclar y en qué porcentajes se pueden reincorporar a los procesos?
 - ¿Cuáles son los costos y el tiempo de recuperación, de reincorporar los solventes contaminados a la cadena de suministro de la empresa RESJOSA?

3.3. Delimitación

El estudio se realizará en una empresa de producción de sellos para la industria flexo-gráfica y reciclado de solventes, ubicada en Villa Nueva. Específicamente en Calle Real 17-60 Ofibodegas San Diego, Bodega #36 Zona 10 San Miguel Petapa, Guatemala; en el año 2015 a partir de la fecha de autorización de protocolo establecida por la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se presenta en la línea de investigación **Logística Integral** de la maestría en Gestión Industrial.

Dentro de la industria guatemalteca existen empresas que están teniendo un gran auge como las encargadas de impresión flexo gráfica, ya sea para la industria alimenticia, agroindustrial o para la farmacéutica/cosmética.

Estas empresas dentro de sus operaciones utilizan los solventes orgánicos o los derivados de alcohol para llevar a cabo sus procesos, los cuales intervienen de forma indirecta, ya que no son un producto final, si no que se involucran dentro del proceso para la obtención del mismo.

Es por esta razón que se vuelve importante la aplicación de logística inversa como una herramienta del proceso de logística integral, en los procesos flexo gráficos que se manejan en la empresa RESJOSA. Buscando un mayor beneficio en el proceso de reciclado de solventes.

El mayor beneficio para la empresa con el servicio de logística inversa es la recuperación de mercancías y volver a reutilizar las materias dentro del proceso.

En la sociedad actual es más tangible la necesidad de reutilizar y reducir los residuos que todos generamos. La logística inversa facilita la creación de canales de recogida selectiva de residuos y otros productos en desuso. La logística inversa ofrece además de un beneficio medio ambiental, un beneficio

económico. También es el proceso mediante el cual las materias primas, embaces, embalajes, residuos peligrosos, productos, desechos de fabricación y flujos de información van desde el punto de consumo, hasta el punto de origen, con el objetivo de recuperar el valor de los materiales o en caso de materiales peligrosos asegurar su correcta eliminación y manejo.

Con la aplicación de Logística inversa en RESJOSA, se pretende: Mejorar la relación entre distribuidores y clientes. Favorecer la imagen de la empresa al reducir el impacto medio-ambiental. Reducir costos de embalajes comerciales, si se reutilizan correctamente. Minimiza el impacto industrial en el medio ambiental. Utilizar materiales reutilizados en sustitución de materiales vigentes. Reducir drásticamente la cantidad de productos en el inventario. Apertura de nuevos mercados, para productos reutilizados. Reducir costes y aumentar beneficios.

5. OBJETIVOS

General

Determinar las ventajas competitivas que genera la implementación de logística inversa a los procesos de la empresa RESJOSA, donde se empleen solventes, reduciendo los costos por inventario, por disposición final y ocupación del almacén.

Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la empresa con base a las materias primas ya utilizadas en los procesos, y las existentes en la bodega como producto para desecho, para determinar cuáles se pueden reciclar y reincorporar a los mismos.
2. Describir las características y especificaciones de los solventes contaminados, para delimitar en qué áreas y en qué porcentajes, se pueden reincorporar al proceso, sin que afecte el producto final.
3. Determinar los costos y el tiempo de recuperación, de reincorporar los solventes contaminados a la cadena de suministro de la empresa RESJOSA.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Este trabajo busca implementar logística inversa en la cadena de suministros de la empresa RESJOSA, para obtener una ventaja competitiva de sus desechos y optimizar sus inventarios y áreas de almacenamiento de materias primas, dentro de la planta de producción.

La logística inversa es una herramienta de producción más limpia, que se está utilizando para buscar reducción en costos y tener producciones más amigables al ambiente. Reutilizando las materias primas que pasan por un proceso de reciclaje, ya que las materias primas vírgenes tienen un alto costo y ya están en proceso de agotarse.

Esta metodología permite estructurar toda la cadena de logística tradicional, solamente que de forma inversa, beneficiando a los clientes y a la empresa, dando un mejor servicio en manejo de desechos que solo le ocasionan un costo por manejo a los clientes, ahora les brinda un beneficio adicional, de disminución de costos y obtención de valor por desperdicio.

De las leyes de impacto ambiental que se manejan en la legislación del país con la aplicación de logística inversa en el proceso, se cubren los estándares mínimos de manejo de desechos contaminantes del medio ambiente, en este caso solventes, derivados de alcohol.

Con un análisis de la situación actual de la empresa, se podrá delimitar los beneficios reales de la aplicación de LI, verificando las partes implicadas en el proceso e implementando las mejoras para tener resultados que proporcionen

las capacidades definidas o las necesidades emergentes, para continuar de manera eficiente en la participación en el mercado.

Los procesos establecidos en la logística inversa obedecen a las secuencias experimentadas en organizaciones con características similares, con base a la metodología presentada. Por lo que los resultados presentan el mismo grado de confiabilidad experimental.

7. ALCANCES

La literatura proporciona una evidencia de una relación entre las diferentes variables, es posible iniciar a desarrollar el estudio correlacional y finalmente como la literatura revela que existe una teoría que puede ser aplicada al problema planteado ya se puede iniciar el estudio explicativo.

Lo que se pretende es implementar un sistema de logística inversa como una herramienta estratégica, para obtener un beneficio-costo con el proceso de reciclado de solventes empleados en los procesos de la industria flexo-gráfica, optimizando el uso de las materias empleadas dentro del proceso y apoyando la subsistencia del medio ambiente, reduciendo en gran medida la necesidad de comprar materias primas vírgenes.

8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

8.1. Flexografía

La flexografía es un método directo de impresión rotativa que utiliza planchas elaboradas en substratos resilientes de caucho o fotopolímeros. Las planchas se pegan a cilindros metálicos de diferente longitud de repite, entintados por un rodillo dosificador conformado por celdas, con o sin cuchilla dosificadora invertida (doctor blade) que lleva una tinta fluida de rápido secamiento a la plancha, para imprimir virtualmente sobre cualquier sustrato absorbente o no-absorbente.

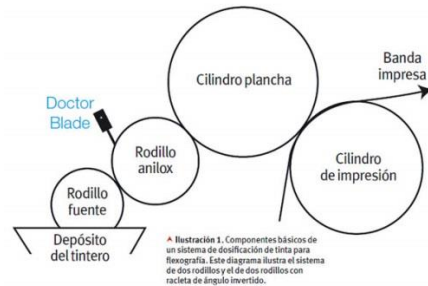
En flexografía para cada revolución del cilindro de impresión se produce una imagen completa. Los tres tipos de prensas más comúnmente empleados en la industria flexográfica son: el Stack, la impresión en línea y la impresión de tambor central. El corazón del sistema flexográfico es la sencillez de su sistema de entintado.

Las planchas para la impresión en flexo pueden ser de caucho vulcanizable o de una variedad de resinas de polímero sensible a la luz UV. Las planchas tienen un área en alto relieve que imprime directamente sobre el sustrato con una ligera presión. A diferencia de las pesadas planchas metálicas empleadas por la imprenta offset, las planchas flexográficas son adaptables y desplazables. Las planchas se montan al cilindro de plancha, con una cinta doble-adhesiva, que tiene adhesivo central sobre una tela que recibe el nombre de *stick-back*.

“Es una forma de tipografía que utiliza una plancha de plástico principalmente para envases plásticos, papel, corrugado, cartones de leche, cortinas de baño y bolsas de papel, estos procedimientos da resultados en grandes superficies y asegura colores brillantes”. (Vargas & Villota, 2013,p.25). Esta forma consta de cuatro partes fundamentales:

- **Rodillo fuente:** Es rodillo cubierto de goma natural o sintética se hace rotar sobre una fuente de tinta líquida.
- **Rodillo controlador (Anilox):** Es un rodillo comúnmente de metal grabado en toda su superficie con celdas extremadamente pequeñas cuyo número entre 80 a 500 por pulgada lineal, el propósito del rodillo proveer una película fina de tinta a placas de impresión fijadas.
- **Cilindro de placa:** Es metálico se encarga de soportar la placa con la imagen, está ubicado entre el rodillo anilox y el cilindro de impresión, los cuales a la vez transfieren la tinta a la superficie de sustrato.
- **Cilindro de impresión:** Tienen una superficie de metal pulido que sirve de soporte al sustrato al entrar en contacto con la placa de impresión.

Figura 1. **Proceso de impresión flexo-gráfica**



Fuente: Cox K. (2012, pág.3)

8.2. Cadena de suministro y gestión de la cadena de suministro verde

Según Ballou (2004), define la cadena de suministro como: "un conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal de flujo del producto, mediante los cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al consumidor"(p.7). En tanto, la OEM (Original Equipment Manufacturer) de los Estados Unidos la define como una "asociación de consumidores y proveedores quienes, trabajando juntos en sus propios intereses, compran, transforman, distribuyen, y venden bienes y servicios entre ellos mismos, resultando al final la creación de un producto final específico". Adicionalmente, en el Manual práctico de logística (2007), define que la "cadena de suministros engloba los procesos de negocios, personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materia prima en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para la satisfacción de la demanda".(p.7).

A partir de estos conceptos, se puede inferir que la cadena de suministro es un conjunto de actividades que comprenden desde la materia prima hasta la obtención de un producto terminado, considerando procesos logísticos de

aprovisionamiento o entrada, transformación o interno, y distribución o salida, y la relación entre sus actores las cuales tienen como objetivo satisfacer las necesidades de los clientes.

La logística es definida por el Consejo de Dirección Logística o Council Logistics Management (CLM) como "parte del proceso de la cadena de suministro que planea, ejecuta y controla el flujo y almacenamiento de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente" (Urzelai, 2006, p.168). Adicionalmente, Frazelle define la logística como el flujo de materiales, información y dinero entre los compradores y los consumidores de la cadena de suministro (Frazelle, 2002).

Dentro de la cadena de suministro y la logística tradicional antes descrita, en la última década ha cobrado importancia el concepto de gestión de cadena de suministro verde o green supply chain management (GSCM), que consiste en desarrollar prácticas y estrategias verdes que permitan que desde la cadena se contribuya a la sostenibilidad ambiental, incluyendo un modelo de operación económica rentable, enfocada a la productividad y la satisfacción de los clientes (Srivastava, 2007).

En la GSCM, un proceso que ha cobrado importancia es la logística inversa, la cual permite gestionar los retornos y devoluciones, entre otras actividades en la cadena de suministro, con el fin de minimizar los impactos ambientales en la misma (Sarkis, 2003).

De una manera más formal, la logística inversa ha sido definida por el Reverse Logistics Executive Council (RLEC) o el Consejo Ejecutivo de la Logística Inversa en español como: "el proceso de planeación, implementación

y control eficiente del flujo efectivo de costo de materias primas, inventario de producto en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o realizar su adecuada eliminación" (Sbihi, 2010,p.159).

Como se puede observar, los conceptos de logística tradicional y logística inversa son similares; la única variación se presenta en que esta última controla el flujo de productos, información y dinero en dirección opuesta, es decir, desde el cliente final hasta el punto de origen o producción. Adicionalmente, se debe considerar que la logística inversa contiene un conjunto de elementos asociadas a su estructura y gestión tales como: objetivos, actores, procesos, tecnologías de la información y comunicación (TIC), entre otras, las cuales son las encargadas de facilitar su planeación, ejecución y control; se concibe así como un proceso integral (García, 2006).

Finalmente, se puede concluir que la logística inversa se encuentra sustentada en los conceptos de la logística tradicional, la cual es considerada como un proceso de la cadena de suministro, encargada de soportar las funciones que permiten la transformación de la materia prima en producto terminado, el cual debe permitir la satisfacción de los clientes a costos operacionales adecuados.

8.3. Generalidades de la logística inversa

En los últimos tiempos, la logística inversa ha adquirido importancia en la cadena de suministro, debido a los impactos en costos por su mala gestión, el medioambiente y la generación de la ventaja competitiva que representa la adecuada recuperación de los productos desde el punto de uso o almacenamiento hasta el lugar de origen o disposición final.

La logística se ocupa de los aspectos derivados en la gestión de la cadena de suministros del traslado de materiales desde el usuario o consumidor hacia el fabricante o hacia los puntos de recogida, para su reutilización, reciclado o eventualmente, su destrucción. Otros autores incluyen en la definición teórica de logística inversa la etapa de desmontaje o proceso de los materiales para su reutilización o eliminación de forma respetuosa con el medioambiente. (Kokkinaki y otros, 1999).

La logística inversa incluye operaciones muy diversas como la gestión de material sobrante de inventario, la devolución de compras a proveedores, la recuperación de embalajes y envases, la devolución de productos de electrodomésticos, electrónica e informática o en ocasiones, la gestión de residuos. Por otra parte, el término logística inversa no debe confundirse con el de logística verde, que es el de los procesos que tienen por objetivo la reducción o minimización del impacto medioambiental de las actividades de la logística y de la logística inversa, por lo que la logística verde puede ocuparse de cuestiones como la medición de consumos de energía o de eco diseño de embalajes que no son tratadas por la logística inversa. Otro concepto próximo relacionado con logística inversa es el de gestión de retornos (return management), parte de cuyas actividades son cubiertas o afectan a las de logística inversa de la empresa. (Mollenkop y otros, 2007).

8.4. ¿Qué es logística inversa?

Es el proceso de planificación, implantación y control de forma eficiente y al coste óptimo del flujo de materias primas, materiales en curso de producción y productos acabados, así como el de la información relacionada, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el objeto de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación. (Hawks, 2006).

La logística inversa es definida por Dyckhoff (2004) como las actividades que involucran la administración, procesamiento, reducción y disposición de residuos o productos desde producción, residuos de embalaje (cajas, pallets, bidones, entre otros) y/o bienes usados por el cliente hasta el punto de origen, reproceso o destrucción. En tanto, Gattorna (2003) indica que la logística inversa consiste en el movimiento de productos desde el punto de consumo, pasando por los canales de miembros, hasta el punto de origen, recuperación o reproceso de los productos. Por otro lado, Martin (2007) la define como un conjunto de procesos encargados de recibir, evaluar, registrar y transformar o tratar los productos retornados por los clientes, con el fin de convertirlos en amigables con el medioambiente o reutilizables por el medio industrial.

A partir de las definiciones presentadas, se puede indicar que esta logística es llamada inversa, debido que el flujo del producto, la información y el dinero van en dirección contraria desde el punto de uso al de origen o reproceso, lo cual es contrario al flujo tradicional de la cadena de suministro que es desde el punto de origen (empresa-proveedor) hasta el punto final (distribuidores-clientes). Finalmente, se debe considerar que el diseño e implementación de sistemas de logística inversa dependen de los objetivos que establezcan las empresas y sus actores asociados, con el fin de generar valor y reducir costos con los productos recuperados (Gómez y otros, 2012).

8.5. Objetivos de la logística inversa

La logística inversa basa su operación en un conjunto de objetivos, encargados de establecer las bases y metas a alcanzar para lograr unos procesos eficientes y eficaces con los productos o materiales recuperados y recuperables.

Por lo que a continuación se presentan algunos objetivos concretos de la aplicación de logística inversa a los procesos productivos:

- Realizar una adecuada planeación, ejecución y control de los flujos de productos, información y dinero entre los diversos procesos considerados dentro de la logística inversa que permitan la generación de valor y reducción de costos en las operaciones de los procesos.
- Identificar, diseñar, implementar y mejorar procesos eficientes para los productos gestionados en la logística inversa que permitan su reparación para el reúso, recuperación, reciclaje o eliminación con el fin minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios económicos de la empresa (Greeff, 2004).
- Alinear y coordinar los procesos de la logística inversa con la logística tradicional y la cadena de suministro, apropiando Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que permitan mejorar las relaciones de sus actores, minimizar costos de operación y mejorar el aprovechamiento de las materias primas y productos disponibles en el medio.
- Minimizar la cantidad de productos a recuperar en la cadena de suministro a través de sistemas de control de calidad de procesos (Seis Sigma y Kaizen), negociación con otros actores de la cadena de suministro como responsabilidad de los retornos de productos, fechas de vencimiento de garantías o recuperación de los productos, etc. (Daugherty, 2005).

De los objetivos planteados con anterioridad, se observa que la logística inversa busca manejar adecuadamente los flujos de información, productos y dinero en las operaciones relacionadas con la recuperación de los productos, buscando reducción de costos, beneficios económicos, armonía con el medioambiente y relaciones adecuadas de los actores involucrados (Gómez y otros, 2012).

8.6. Actores de la logística inversa

En la logística inversa participan actores con diferentes funciones, responsabilidades y niveles estratégicos que permiten lograr sus objetivos, alcanzar los beneficios potenciales y ejecutar los diversos procesos involucrados al mínimo costo y con niveles adecuados de desempeño.

Según Dekker (2004) dichos actores pueden ser clasificados como:

- Actores principales, dentro de los cuales, se consideran los proveedores, distribuidores, minoristas, cliente y la(s) empresa(s) responsable de la recuperación del producto o productor.
- Actores especializados, los cuales ejecutan los procesos específicos de la logística inversa tales como: prestadores de servicio de transporte, almacenamiento, recicladores, operadores de reprocesamiento o eliminación de desechos.
- Actores relacionados, los cuales son organizaciones gubernamentales, ONG ambientalistas, entre otras, que afectan a la logística inversa de la cadena de suministro, etc.

De la clasificación presentada se puede indicar que los actores de la cadena de suministro principales son aquellos en los cuales se pueden generar y permanecer los productos a recuperar, por lo cual suelen ser los responsables de su gestión y trámites para comenzar las operaciones de la logística inversa. Generalmente, dicho actor es el cliente final, seguido de los distribuidores minoristas y la empresa productora o responsable de gestionar el producto recuperado. En cuanto a los actores especializados, estos suelen ser contratados o gestionados por la(s) empresa(s) responsable del producto recuperado con el fin de que ejecuten los procesos de recolección, inspección, transformación o tratamiento, almacenamiento, transporte y demás, relacionados con la recuperación del uso del producto o su eliminación. Adicionalmente, los actores relacionados son aquellos que pueden regular su operación a través de la normativa, exigencias de la calidad de los productos una vez recuperados y/o reprocesados o empresas sociales o de otra índole que pueden beneficiarse o no de los procesos de la logística inversa y sus objetivos (Dekker, 2004).

Finalmente, los actores de la logística inversa, en ocasiones, son responsables de los productos o materiales; en otras ocasiones son actores relacionados, especializados o clientes. Por ello, es importante que se identifique su rol, sus responsabilidades y los procesos de la logística inversa a participar y ejecutar para evitar problemas legales, operacionales y sociales.

8.7. Procesos de la logística inversa

Según CSCMP (1963) las principales actividades de la LI son:

- Retirada de mercancía
- Clasificación de mercadería

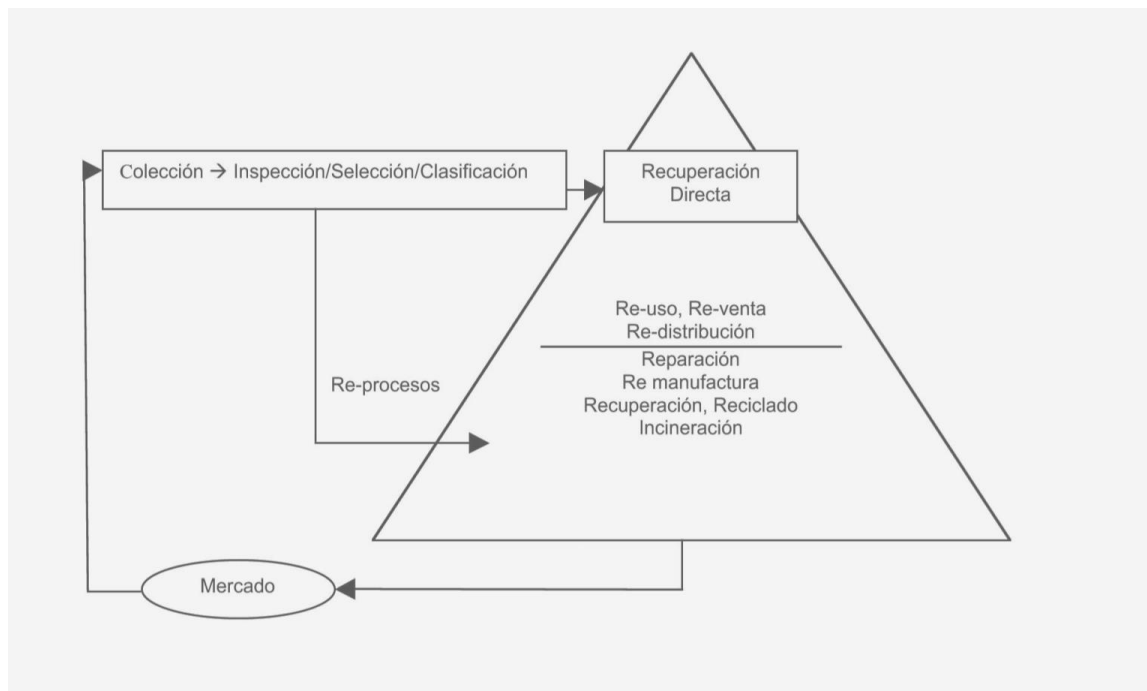
- Re-acondicionamiento de productos
- Devolución a orígenes
- Destrucción
- Procesos administrativos
- Recuperación, reciclaje de envases y embalajes
- Manejo de residuos peligrosos

La logística inversa está compuesta por un conjunto de procesos que tienen como fin facilitar el cumplimiento de sus objetivos, utilizando adecuadamente los recursos de la empresa y coordinando los actores involucrados en su cadena de suministro. Dichos procesos suelen ser: recolección, inspección-selección-clasificación, almacenamiento, transporte y transformación o tratamiento de los productos recuperados. A continuación, en la figura 2, se presenta la definición, actores e impactos de cada uno de los procesos de la logística inversa, descritos con anterioridad. Se debe precisar que la construcción de la tabla se realizó con base en la revisión de libros de logística de autores como: Dyckhoff, Dekker y Rogers (1998).

Una vez identificados y descritos los procesos que suelen componer la logística inversa (ver tabla I), se puede inferir que existen unos procesos de generación de valor y otros de apoyo. Los primeros se componen de procesos tales como: la recolección, inspección, clasificación, selección y transformación que permiten cambiar los productos o materiales recuperados a estados o formas adecuadas para el reuso, re-manufacturación, reciclaje o eliminación en botadero. En cuanto a los procesos de apoyo, estos se encuentran compuestos por el almacenamiento, el transporte y tecnologías de la información y comunicación (TIC), los cuales no contribuyen en la transformación de los productos o materiales directamente, pero son claves para que estos se ejecuten de una manera eficiente y eficaz en cuanto a costos, protección del

medioambiente, simplificación de operaciones y coordinación de los actores de la logística inversa.

Figura 2. **Procesos de logística inversa**



Fuente: De Brito y Dekker (2003), citado por Reyes V. (2008, p.89)

8.8. **La cadena logística**

La logística busca manejar estratégicamente la adquisición, movimiento, almacenaje de productos y control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan para disminuir los costos y trabajar con efectividad. Los componentes de la administración logística empiezan con las entradas que son materias primas, recurso humano, financiero e información; estas se complementan con actividades tanto gerenciales como logísticas, que se

conjugar, conteniendo salidas de logística, que son todas las características y beneficios obtenidos por un buen manejo de todos los recursos (Ramírez, 2014).

8.9. El flujo inverso: logística inversa y logística verde

Rogers & Tibben-Lembke (1998) definen a la Logística Inversa como el proceso de mover bienes desde su destino final con el propósito de capturar valor, o una disposición final apropiada de los mismos.

Carter & Ellram (1998) citan que la Logística Inversa es un proceso a través del cual las empresas pueden llegar a ser más eficientes medioambientalmente por medio del reciclaje, reutilización y reducción de la cantidad del material que utilizan.

Guide, Vaidyanathan, Rajesh, & Benton. (2000) definen a la Logística Inversa como la tarea de recuperar productos desechados; esto puede incluir embalajes y materiales de envío, y el acarreo regresivo de ellos hacia un punto central de recolección para su reciclado o remanufacturado.

La definición de Logística Inversa adoptada por La Red Española de Logística Inversa y por el Consejo Ejecutivo de Logística Inversa (RLEC, por sus siglas en inglés) es:

El proceso de planear, implementar y controlar efectiva y eficientemente el flujo de materias primas, inventario de productos en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo hacia el

punto de origen, con el propósito de recapturar valor o una disposición apropiada.

Acorde con la anterior definición, Rojas, Salazar, Sepúlveda A., Sepúlveda C., Santelices (2006) y Bereciartúa & Echazarra (2007) sostienen que por medio de la Logística Inversa se atiende la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales.

Soto (2005) resalta, de la definición de Logística Inversa citada líneas arriba, seis elementos mediante los cuales se puede dar una visión más amplia acerca de dicha práctica:

- Logística Inversa como un proceso,
- Las entradas de dicho proceso,
- Las actividades llevadas a cabo en el proceso,
- Las salidas o consecuencias del proceso,
- El inicio del proceso, y
- En donde finaliza el proceso

Respecto a lo anterior, de Brito y Dekker (2003), presentan su propuesta acerca del proceso de Logística Inversa (Ver figura 2). En este esquema, la representación del proceso no está limitado para cierto tipo de empresa, entendiéndose por lo tanto que podría ser una representación de aplicación universal. En esta figura se puede identificar que el origen del proceso o de la Logística Inversa es el mercado (aquí es necesario resaltar que el punto de consumo no necesariamente será el consumidor final, pudiendo ser los minoristas y mayoristas. Respecto al punto final se establece como el punto en

donde se originó el producto.) Punto de partida donde se generan todas las actividades ahí indicadas.

Soto (2005) y Rogers & Tibben Lemke (1998) presentan un esquema en donde (Ver fig. 2), se identifican tanto los componentes como las actividades que se deben tomar en cuenta para el diseño de un sistema de Logística Inversa.

Rubio (2003) y Soto (2005) resaltan la presencia de un nuevo parámetro: la incertidumbre sobre la recolección. Respecto a la incertidumbre se podría decir que se distinguen cuatro fuentes generadoras de la misma en el canal inverso:

- En cuanto a la cantidad (cuantitativa)
- En cuanto a la calidad (cualitativa)
- Tiempo (periodicidad)
- Lugar de recuperación (de espacio o localización)

Respecto a las fuentes generadoras, se podrá hacer una clasificación de las entradas al proceso de Logística Inversa sobre la base de la incertidumbre, ya que, como se ha indicado líneas arriba, el número de unidades de retorno, condiciones de las mismas, razones de retorno y fecha de retorno, entre otras consideraciones no menos importantes, es incierto en la mayoría de los casos. Esta clasificación (Ver figura 3.) presenta tres posibles escenarios a considerar. La ubicación de cada empresa en alguno de estos tres escenarios estará supeditada a características propias de la misma, así como a factores externos tales como ordenamientos jurídicos del país en donde se ubiquen dichas empresas.

Figura 3. **Posibles escenarios acerca de los ingresos a la cadena de suministros**



Fuente: Reyes V. (2008, p.90)

Asimismo, lo que se considera para reingresar a la cadena de suministros son básicamente los productos finales y/o sus embalajes. Las fuentes de retorno están identificadas en la Tabla I.

Rubio (2003) indica que existen tres entidades que realizan la tarea de recuperación de los productos y/o sus embalajes:

- La empresa generadora del producto,
- La de la empresa que no genera el producto, y
- La que resulta al combinar las dos anteriores.

Sus características son las siguientes:

Los sistemas propios de LI, la misma empresa los diseña, gestiona y controla. Son líderes en sus respectivos mercados. Generalmente los productos de estas empresas son complejos y tecnológicamente avanzados, y es habitual el apoyo en terceros para la recogida y transporte.

Las empresas que no cuentan con sistemas de Logística Inversa optan por contratar los servicios de profesionales en este tipo de actividades. Las empresas que recurren a esta opción son empresas que también ponen en manos de terceros la función de logística tradicional. Son redes simples, con pocos eslabones, en donde la función de transporte adquiere una importancia determinante.

En un sistema compartido se promueve y gestiona la recuperación de los productos para su tratamiento o adecuada eliminación entre los miembros de la cadena de suministros; proveedores, fabricantes y distribuidores, los cuales financian el sistema de acuerdo a su participación en el mercado.

De Brito (2003) identifica tres diferentes actores en el proceso de la Logística Inversa:

- Los que conforman la cadena de abastecimiento hacia adelante (proveedores, fabricantes, mayoristas y minoristas).
- Quienes se especializan en la cadena inversa (especialistas de reciclaje).
- Los de oportunidad (organizaciones de caridad).

Tabla I. **Fuente de los retornos**

	Socios de la cadena de suministros	Usuarios finales
Productos	Retornos de balanceo de inventario	Productos defectuosos
	Retornos de mercadeo	Productos no requeridos
	Final de ciclo de vida	Garantía de retorno
	Final de temporada	Retiros de mercancías
	Daño en tránsito	Disposiciones de desechos ambientales
Empaques	Contenedores re-usables	Re-uso
	Empaque múltiple	Reciclaje
	Requerimientos de desecho	Restricciones de desecho

Fuente: Adaptado de Rogers y Tibben-Lemke (1998). Pág. 13

En lo que respecta a las actividades ejecutadas en el proceso de logística inversa, en la Tabla II se resumen las que más se mencionan en la literatura existente. La mayoría de estas actividades presenta una similitud: el prefijo re-, que significa repetición o movimiento hacia atrás.

Las salidas o resultados que se obtienen a través del proceso de Logística Inversa son principalmente (Carter y Ellram, 1998, Knemeyer, Ponzurick y Logar, 2002, de Brito y Dekker, 2003, Krikke, 2003, Fernández, Priore y Gómez, 2006, entre otros) (Reyes, Zavala, Gálvez, 2008).

- Solución a la problemática que podría presentarse respecto a los productos que se reincorporan a la cadena de suministros,
- Materias primas,
- Reducción de residuo generado y sus costes de eliminación,
- Soluciones definitivas para la disposición final de desechos peligrosos y no peligrosos, e

- Información que impacta en las etapas tempranas del diseño del producto, principalmente.

Tabla II. **Actividades más comunes en el proceso de logística inversa**

Material	Actividad
Productos	Retorno al proveedor
	Re-venta
	Recuperación
	Re-acondicionamiento
	Reparación
	Re-manufactura
	Recuperación de materiales
	Reciclar
	Disposición final
Embalajes	Re-utilización
	Reparación
	Recuperación de materiales
	Reciclar
	Recuperación

Fuente: Adaptado de Rogers y Tibben-Lemke (1998). Pág. 10

Se define a la logística como el proceso de planificación, implementación y control, de una forma eficiente, del flujo de materias primas, los materiales en curso de fabricación y los productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de cubrir las necesidades de los clientes (The Council of Logistics Management).

Todas las actividades descritas en el párrafo anterior están incluidas en la logística inversa. La diferencia estriba en que estas actividades se realizan en el sentido contrario, por lo que podemos definir la logística inversa, como el proceso de planificación, implantación y control, de una forma eficiente del flujo de materias primas, los materiales en curso de fabricación y los productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de

consumo hasta el punto de origen, con el objetivo de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación (Rogers, Tibben-Lembke,1998).

También dentro de los conceptos utilizados, se emplea el de Logística Verde, que tiene una importante diferencia respecto a la de Logística Inversa: se define como logística inversa a todos los esfuerzos de mover mercancías para recobrar valor; como logística verde nos referimos al proceso de reducir al mínimo el impacto ecológico de la logística.

Las actividades verdes de la logística incluyen la medición de las consecuencias para el medio ambiente de transporte, la reducción en el uso de la energía y de los materiales. Existen actividades verdes que no son logística inversa; por ejemplo, la reducción del consumo de energía y diseñar un embalaje que permita reducir el empaquetado.

Sin embargo, uno de los puntos más importantes de la logística inversa es la relacionada con la recogida y el tratamiento de los bienes y productos que han finalizado su vida útil. Muchos de estos productos son o tienen en su composición elementos contaminantes que es preciso controlar. La denominación de la logística verde viene derivada de las actividades necesarias para la recogida de estos productos y su transporte hasta los centros de transformación, donde se procederá, si así conviene, a su desmontaje, selección y tratamiento adecuado a cada tipo de producto.

La logística inversa gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro de la forma más efectiva y económica posible. Se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes,

productos obsoletos e inventarios estacionales. Incluso se adelanta al fin de vida del producto, con el fin de darle salida en mercados con mayor rotación.

Figura 4. **Redes de logística inversa**



Fuente: López (2010), citado por Taracena L. (2013, p.27)

8.10. Clasificación de los sistemas inversos

8.10.1. Según la motivación de la reutilización

- Motivos legales
- Motivos económicos

8.10.2. Según el tipo de artículos recuperado

- Embalajes
- Componentes de repuestos
- Equipos eléctricos

8.10.3. Según la forma de reutilización

- Reparación
- Renovación
- Reciclaje
- Reproceso
- Canibalización
- Reutilización

8.10.4. Según los actores implicados

- Productor
- Consumidor
- Reciclador
- Recogedor

8.11. Clasificación de los desechos

Los desechos se pueden clasificar según varios criterios, que dependen del tipo de material, su estado físico, su origen, o impacto a la salud de las personas y el medio ambiente. De esta forma es posible agruparlos de diversas maneras, como a continuación se explica. (Ramírez, 2014).

8.11.1. Por su estado físico

Desde este punto de vista se encuentran tres tipos de residuos: líquidos, gaseosos y sólidos. Los residuos sólidos son aquellos con características físicas de volumen y forma constantes, debido a que las partículas que los forman están unidas por unas fuerzas de atracción grandes, ocupando casi posiciones fijas. Entre ellos están la mayoría de residuos transportados en los camiones de basura. Los residuos líquidos y gaseosos son los que a pesar de presentar características propias de líquidos y/o gases, son tratados como residuos sólidos; por ejemplo, un tambor con aceite usado, es intrínsecamente líquido, pero el manejo es como sólido, porque es transportado en camiones, no por un sistema de conducción hidráulica.

8.11.2. Por su composición

Según su composición, generalmente se agrupan en desechos orgánicos e inorgánicos. Los sólidos orgánicos son sustancias que poseen la propiedad de descomponerse en un tiempo relativamente corto. Como ejemplo están los vegetales, madera, residuos de comida, hierbas, hojas, raíces, entre otros materiales de fácil descomposición. Los sólidos inorgánicos son todos los materiales y elementos que no se descomponen fácilmente y sufren ciclos de degradación muy lentos. Aquí se incluyen los plásticos, loza, vidrio, hojalatas, hierro, desechos de la construcción, etc.

8.11.3. Por su peligrosidad

Un residuo se considera peligroso si en función de sus características de peligrosidad, tales como tóxico, inflamable, reactivo y corrosivo, puede presentar riesgo para la salud pública, ya sea si provoca o contribuye al

aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades, o presenta efectos contrarios al medio ambiente cuando se maneja de forma inadecuada.

8.11.4. Por su origen

Dentro de esta clasificación se encuentran los desechos domiciliarios, municipales, industriales, hospitalarios o desechos de la construcción.

Los desechos domiciliarios son los generados en los domicilios por actividades realizadas, tales como de aseo, alimentación, etc. Cuando se habla de desechos industriales se refiere a materias primas o productos intermedios con propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados, envases y embalajes del proceso. Los desechos que provienen de una fabricación arquitectónica se llaman residuos de construcción y demolición. Por último, los desechos hospitalarios son residuos por lo general esterilizados y varían desde el uso doméstico y comercial, al desecho del tipo médico que contiene sustancias peligrosas.

8.12. Impacto de los desechos en el medio ambiente

La industria de Guatemala ha venido provocando niveles significativos de contaminación, tanto en la ciudad como en el interior del país; esto se hace evidente en los niveles de contaminación de las fuentes de agua, del aire y contaminación auditiva.

Lo difícil de comprender es que se produce un aumento considerable de la contaminación en vez de que exista una disminución de la misma, lo cual viene a afectar la relación del ser humano con su medio ambiente, el cambio climático, entre otros.

Una de las causas que mayor daño produce al medio ambiente corresponde a todos los residuos que generan las industrias, debido a que existe un mal manejo de los productos que se desechan o devuelven; además de ser una pérdida para la empresa. Es por ello que se crea la logística inversa para desarrollar un sistema cerrado, en donde se aprovechen al máximo los residuos, con el fin de ayudar al medio ambiente y recuperar valor de estos (Ramírez, 2014).

8.12.1. Efectos

Los efectos contaminantes se encuentran en:

- Contaminantes de degradación rápida: son los que al entrar en relación con el medio ambiente contaminan en un tiempo breve; por ejemplo: basuras, aguas negras y microbios.
- Contaminantes de degradación lenta: entre ellos se pueden señalar aquellos que por su estructura molecular no permiten una transformación inmediata y su efecto nocivo perdura mucho tiempo. Por ejemplo: residuos nucleares, insecticidas, fertilizantes, aceites, petróleos, detergentes y smog.
- Contaminantes psicopatógenos: en este caso se tiene que hablar de todas las manifestaciones que perturban directamente la salud mental del hombre, dañando la estructura orgánica de su sistema nervioso o alterando su conducta; por ejemplo: los que producen el ruido, angustia, inestabilidad, aprehensión social, fatiga y sordera.

8.12.2. Causales de devolución

Para entender las características de la logística reversa o inversa, se deben clasificar los diferentes tipos de devoluciones que se hacen en la cadena de suministros.

Estas devoluciones se pueden dar en las etapas que a continuación se describen:

8.12.3. En la distribución

Son las devoluciones del producto por parte de los comerciantes debido a defectos en la mercancía, exceso de inventario, bajas ventas, fechas de vencimiento, obsolescencia, entre otros aspectos.

8.12.4. En el consumo

Devoluciones que hacen los clientes, porque no se cumplen sus expectativas respecto del producto, productos defectuosos, garantías, etc.

8.12.5. Post consumo

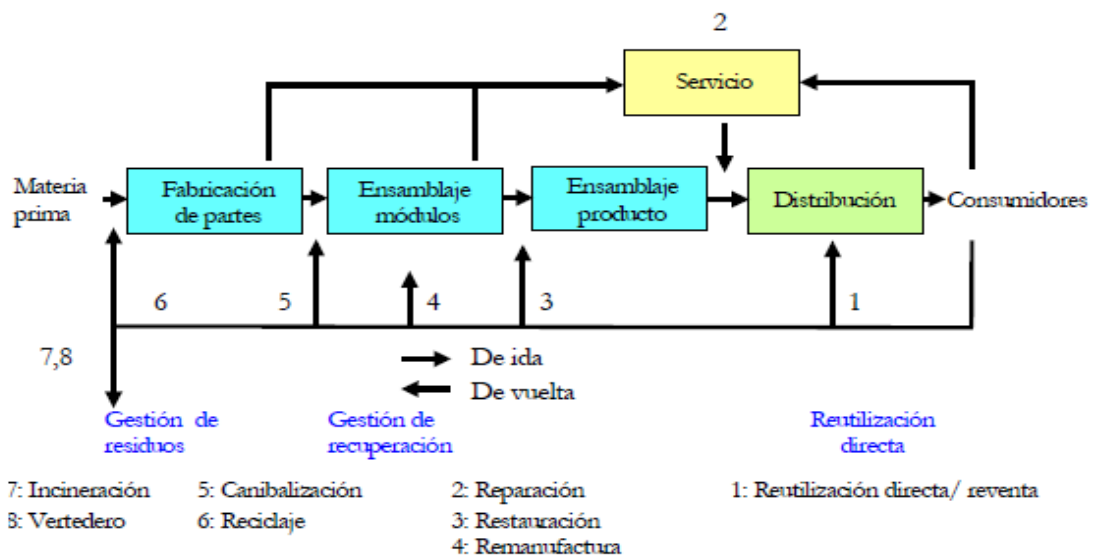
Devolución en la etapa de fin de uso de producto. Son realizadas directamente por los usuarios e intermediarios, como los recicladores.

8.13. Opciones de recuperación

Cuando un producto se ha devuelto a una empresa, ya se trate de una devolución dentro del período de garantía o de un producto al final de su vida

útil, la empresa dispone de diversas formas de gestionarlo con vistas a recuperar parte de su valor. Estas opciones están sujetas a múltiples consideraciones: viabilidad técnica, calidad del producto, existencia de infraestructuras, costes implicados, consecuencias para el medio ambiente, entre otros. (Ramírez, 2014).

Figura 5. Posibilidades de recuperación de los productos



Fuente: Thierry (1995, p.118)

8.13.1. Reducción en la fuente

Inicialmente se deben evaluar las opciones de prevención, que consisten en modificar el producto desde la etapa de diseño, o bien cambiar los patrones de consumo, o desmaterializar (buscar formas de satisfacer la necesidad), con alternativas de menor impacto. Por ejemplo: prestar el servicio de fotocopiado en lugar de vender la fotocopiadora.

8.13.2. Reuso

Si el producto está en buenas condiciones se puede vender nuevamente en el mercado secundario (reventa), después de realizar retoques o arreglos menores al producto.

8.13.3. Remanufactura

Es un proceso de transformación, aunque su proceso es idéntico al de manufactura, tiene la característica que combina y utiliza, de manera indistinta, tanto insumos recuperados como nuevos.

8.13.4. Canibalización

Se basa en la recuperación de determinados componentes o partes para ser incorporados a otros productos. Por ejemplo: la recuperación en el desguace de un automóvil, de una lavadora, entre otros, de determinados componentes que se venden como piezas de recambio.

8.13.5. Reciclaje

El reciclaje se define como el proceso por el cual los materiales de desecho vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad. Si el producto no puede ser recuperado directamente ni reprocesado, se recurre a recuperar los materiales, ya sea para el mismo producto: reciclaje interno, o para otro producto: reciclaje externo.

El reciclaje de materiales, en general, produce cierta pérdida a causa de la mezcla de materiales o a la degradación de las propiedades de estos. Esto

dificulta la creación de un mercado del reciclaje, sobre todo porque todavía existe la idea de que los materiales reciclados son de menor calidad que los no reciclados. Sin embargo, hay cierto consenso en que el reciclaje es una de las opciones más prometedoras en un futuro, para resolver el problema de los productos al final de su vida útil.

8.13.6. Incineración

Los desechos que no se pueden reciclar se pueden por lo menos incinerar para recuperar energía. Esta incineración debe hacerse técnicamente para no afectar el ambiente.

8.13.7. Disposición final adecuada

Debe ser la última opción de recuperación a considerar, después de haber agotado todas las posibilidades anteriores. En este caso se deben disponer adecuadamente los desechos finales en rellenos sanitarios, técnicamente manejados.

8.14. Pasos para la implementación de la logística inversa

A continuación se listan los pasos:

- Diagnóstico
- Fuentes de generación
- Clasificación de los residuos
- Identificación de la estrategia a seguir
- Determinación del tratamiento o destino
- Transporte y almacenamiento

8.15. Legislación ambiental

Tanto en Europa y Estados Unidos de América como en Guatemala, la importancia que tiene el medio ambiente ha ido en aumento debido a los daños producidos al medio por diversas causas, además de la preocupación por la escasez de los recursos naturales; es por ello que se han creado leyes ambientales para el control y tratamiento de los productos, y de esta manera proteger al medio ambiente (Ramírez, 2014).

8.15.1. Leyes

La logística inversa está relacionada con la legislación del país, por tanto se vincula con los siguientes Artículos de la Constitución Política de la República de Guatemala:

Artículo 95 y 96: declaran que la salud es un bien público y todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento; por ello el Estado debe controlar la calidad de productos alimenticios, farmacéuticos, químicos y los que puedan afectar la salud y bienestar de los habitantes, así como velar por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.

Decreto 20-92, Ministerio de Gobernación, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Relativo a la certificación de control de emisiones de los vehículos automotores terrestres accionados con motor de combustión interna de gasolina o combustibles alternos que se importen y que hayan sido fabricados desde 1993 (derogado).

Acuerdo Gubernativo 14-97: reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores, para regular la calidad y cantidad de emisiones que cada vehículo podía emitir (derogado).

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Congreso de la República, Decreto número 68-86, 1986. Artículo 14: para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, Artículo 29: “Toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de la presente ley, efectuando así de manera negativa la cantidad y calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará como infracción y se sancionará de conformidad con los procedimientos de la presente ley”. Artículo 31: “Las sanciones que la Comisión Nacional del Medio Ambiente dictamine por las acciones a las disposiciones de la presente ley”.

8.15.2. Organismos encargados de la gestión ambiental

En Guatemala existen diversas entidades administrativas con competencia a nivel nacional encargadas específicamente de la gestión ambiental, en sus diferentes temas, como: el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, asesora, coordina y aplica la política nacional ambiental. Este Ministerio depende directamente de la Presidencia de la República. Sus funciones y estructura organizacional básica están reguladas en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

El Organismo Ejecutivo, por medio del Ministerio de Medio Ambiente, está obligado a velar porque el desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.

Existen otros entes encargados de propiciar y fomentar la conservación y el mejoramiento del patrimonio natural de Guatemala, el encargado es el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), que para cumplir sus fines y objetivos está integrado por los representantes de las siguientes entidades:

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (anteriormente Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA))
- Centro de Estudios Conservacionistas (CECON/USAC)
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (IDAEH)
- Un delegado de las organizaciones no gubernamentales relacionadas con los recursos naturales y el medio ambiente registradas en el CONAP
- La Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM)
- Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

9. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Fundamentos de Logística Inversa

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. Aspectos generales de la empresa

2.1.1. Historia

2.1.2. Misión y Visión

2.1.3. Organigrama

2.2. Proceso

2.2.1. Proceso actual

2.2.2. Maquinaria y equipo

2.2.3. Personal

2.2.4. Cadena de suministro

3. DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Proceso objeto de estudio

3.1.1. Situación actual

3.1.2. Procesos de recolección de desechos

- 3.1.3. Almacenaje
- 3.1.4. Tipo de solventes contaminados
- 4. MODELO A IMPLEMENTAR
 - 4.1. Aplicación de Logística Inversa
 - 4.1.1. Diagrama de la cadena de suministros
 - 4.1.2. Costo – Beneficio
 - 4.2. Reciclaje
 - 4.2.1. Materia prima recuperada
 - 4.2.2. Costos implicados en el proceso
- 5. IMPLANTACIÓN
 - 5.1. Manejo de desechos sólidos
 - 5.1.1. Tratamiento
 - 5.1.2. Leyes implicadas
 - 5.1.3. Plan de gestión ambiental
 - 5.2. Evaluación de la propuesta de mejora
 - 5.2.1. Resultados
 - 5.2.2. Comparación situación anterior versus situación actual
 - 5.2.3. Beneficio económico de la aplicación
- 6. EVALUACIÓN DE MEJORA
 - 6.1. Análisis de beneficio-costos y control de materias primas almacenadas.
 - 6.2. Determinación de materias primas menos contaminantes.
- 7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- 8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÉNDICES

10. METODOLOGÍA

10.1. Variables e indicadores

Las variables unidimensionales e indicadores que sustentarán la investigación son las siguientes:

- Cantidad de kilos de solvente contaminado existente en bodega.
- Cantidad de kilos de solvente que se contamina diariamente en el proceso de impresión flexo-gráfica.
- % de recuperación y desecho que se consigue después del proceso de reciclado.
- Costo del solvente recuperado vrs. Solvente virgen.
- Costo de almacenaje.
- Costo de traslado del solvente contaminado.
- Costo de manejo y tratamiento de desecho del solvente contaminado.
- Beneficio económico obtenido de la aplicación de Logística Inversa.

10.2. Tipo de estudio y diseño de investigación

Se utilizará el estudio descriptivo de enfoque cuantitativo y cualitativo, ya que se recolectarán datos sobre entradas y salidas en líneas de producción, la eficiencia del proceso, la productividad y la calidad de producto final obtenido.

El diseño de investigación es de tipo prospectivo transversal, ya que los datos son recolectados en un solo momento aleatoriamente y en un tiempo

único aleatorio. El propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Se realizará una investigación aplicada, ya que se busca la aplicación de la herramienta de aplicación de logística inversa, obtener un beneficio económico de la reincorporación de los productos reciclados al proceso y la disminución de residuos dentro del proceso.

En la empresa RESJOSA, en el proceso de impresión flexo-gráfica, existe la acumulación de solvente utilizado en la limpieza de máquinas y en el proceso de fabricación de sellos, con gran cantidad de partículas sólidas, que de no ser Reciclados (aplicación de Logística Inversa), se convierten en una acumulación de desecho, por el cual hay que pagar para darle un tratamiento amigable al ambiente (incinerarlo), para poder descartarlo como basura o contar con una bodega bastante grande para almacenar los recipientes con esta materia contaminada. Por lo que se sugiere reciclarlo con el equipó apropiado, y conseguir un costo beneficio en la disminución de material de desecho y obtención de materia prima para reincorporar al proceso.

Mientras más incrementa la producción de la empresa, mayor es el requerimiento de solventes dentro del proceso, por ende mayor es la acumulación de solventes contaminados. Teniendo un mayor gasto en compra de materias, almacenaje y pago por manejo de productos no amigables al ambiente.

Se busca obtener un beneficio al reducir el área de almacenaje de estos solventes y poder reciclarlos para reutilizarlos dentro de los procesos. Beneficiando a la empresa con una disminución en compra de solventes vírgenes.

10.3. Técnicas

La técnica a utilizar será la técnica de campo, debido a que permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio y el acopio de testimonios.

Se utilizarán las siguientes herramientas:

- Observación

Se observará directamente el proceso, durante cuatro semanas en horarios aleatorios para determinar los puntos de mejora del proceso y así mismo determinar si el método o la herramienta implementada permiten obtener la información necesaria para lograr cumplir con los objetivos.

Se utilizará documentación bibliográfica y la experiencia del personal que trabaja en dicha planta a nivel gerentes y operarios.

- Registro de datos

Se registrarán los datos en bitácoras en donde se anotarán todas las observaciones establecidas para la obtención de los datos a emplear en el cálculo de costo-benéfico de la implementación de la herramienta.

10.4. Metodología

Se analizará el proceso actual, cuantificando el costo que genera la producción del solvente contaminado, que es parte de una de las salidas del

proceso y la cantidad de kilogramos que se generan día a día en la planta de producción.

Como una medida constante, se calculará la densidad de los solventes contaminados, para obtener un estándar y determinar la cantidad de sólidos que contiene y el tiempo e insumos que se necesita para el reproceso, consiguiendo la información necesaria para calcular el beneficio económico obtenido del proceso de reciclaje vrs. La compra de solventes vírgenes y el pago de manejo de desechos.

En una primera fase, al visitar la planta de producción y entrevistar a los encargados de las diferentes área de producción, se delimitará la situación actual de la empresa REJOSA en lo que se refiere a su entorno interno y externo. Describiendo el proceso por medio de diagramas de proceso y las materias primas empleadas, con relación al proceso que se está analizando, reciclaje de solventes. Se cuantifica la existencia de solventes contaminados almacenados en bodega y el área que utilizan.

En la segunda fase, se plantea la estructura e integración de la cadena de suministros actual, describiendo cada una de las etapas y las acciones que se requieren en cada eslabón de la cadena.

En la tercera fase, se definirán las características y especificaciones de las materias primas y los subproductos que se generan del proceso. Para definir en qué etapa de la aplicación de logística inversa se reincorporan al proceso y se especifica el manejo de reciclaje o desecho. Esto se obtendrá de la revisión visual y pesaje de cada uno de los toneles que contienen el solvente contaminado. Posterior al pesaje se identificarán los toneles y se tomará una pequeña muestra (1 ml.) con una pipeta aforada, para calcular la densidad de

los mismos, en función de masa / volumen = densidad, característica que nos define una condición para el reciclaje de los solventes.

En la cuarta fase, se plantea una propuesta de mejora, utilizando logística inversa, buscando un beneficio económico y la reducción de costos de operación. Incrementado la eficiencia del proceso de producción y reduciendo la compra de solventes, al incrementarse la reutilización. Y disminuyendo la cantidad de kg. de desecho y por lo que se tendría que pagar, para que le den el adecuado proceso de incineración para no afectar al medio ambiente. En esta etapa cotizamos la máquina de reciclaje de solventes y cuantificamos el costo de operación en la planta.

En la última fase, se presentan resultados y discusión de los resultados obtenidos de la aplicación de logística inversa. Para visualizar el costo-beneficio de la inversión y su contribución con el medio ambiente.

10.5. Universo y muestra

El universo es la empresa RESJOSA; la muestra son los kilogramos de solvente contaminado que se producen de los procesos flexo-gráficos, almacenados en toneles de aproximadamente 150 kg. / Tonel, y que están almacenados en bodega. Se trabajará con un lote de 48 toneles.

10.6. Muestreo

Se utilizará el muestreo aleatorio simple, donde todos los toneles tengan la misma probabilidad de ser seleccionados.

10.7. Tamaño de la muestra

Tarimas de cuatro (4) toneles de aproximadamente 150 kg. por tonel, conteniendo solvente contaminado para ingresar al proceso de recuperación. Lote diario, analizado durante doce (12) días.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

11.1. Análisis documental

Con este análisis se producirá, un análisis de comunicación que permitirá recolectar información del proceso para transmitirla a través de un informe final.

Un proceso de transformación de la información que se da con la implementación de la nueva herramienta a utilizar en el proceso, en este caso logística inversa y un proceso analítico-sintético, porque la información es estudiada, interpretada y sintetizada minuciosamente para dar lugar a un reporte final de beneficio-costos obtenidos de la mejora del proceso.

11.2. Análisis numérico

Se elaborarán tablas y gráficos en Excel, para llevar un registro de datos de la información recopilada del muestreo realizado.

Se empleará la TIR, como indicador de rentabilidad de un proyecto, para tomar la decisión de aceptación de la implementación de logística inversa a la cadena de suministro actual.

Se hará un análisis costo-beneficio como técnica importante para la toma de decisiones, dará una referencia numérica y de valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de la propuesta.

12. CRONOGRAMA

El seguimiento de las actividades encaminadas al logro de los objetivos establecidos, se plantea un lapso de 6 meses para concretar todas las actividades que se deriven de este trabajo de graduación.

Tabla III. **Cronograma de actividades**

NOMBRE DE LA TAREA	COMIENZO	FIN	AÑO 2015	AÑO 2016		
			Nov. / Dic.	Enero	Febrero	Marzo
Corrección y aprobación de protocolo						
FASE 1						
Visita a la planta para conocer el proceso						
Entrevista con el gerente de la planta						
Entrevista con los operadores de equipos						
FASE 2						
Definición de procesos						
FASE 3						
Muestreo						
Tabulación de datos						
Preparación y análisis de datos						
FASE 4						
Propuesta de mejora						
Conclusiones y recomendaciones						
Elaboración de informe final						

Fuente: elaboración propia.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para realizar el estudio de investigación propuesto, incluyendo el acceso a información y uso de otros recursos necesarios, se expresa una cuantificación del proyecto en la siguiente tabla.

Tabla IV. Recursos necesarios

Cant.	RUBRO	COSTO / UNIDAD	TOTAL
	SERVICIOS PERSONALES		
1	Asesor	Q2,500.00	Q2,500.00
1	Estudiante	Q20,000.00	Q20,000.00
1	Directivo de la empresa	Q5,000.00	Q5,000.00
4	Operarios	Q500.00	Q2,000.00
	SUB-TOTAL		Q29,500.00
	SERVICIOS NO PERSONALES		
1	Energía Eléctrica	Q800.00	Q800.00
1	Agua	Q200.00	Q200.00
6	Telefonía	Q100.00	Q600.00
1	Papelería en general	Q2,000.00	Q2,000.00
1	Transporte	Q2,000.00	Q2,000.00
1	Servicios de informática	Q1,000.00	Q1,000.00
1	Sistemas computarizados	Q5,000.00	Q5,000.00
	SUB-TOTAL		Q11,600.00
	MATERIA, EQUIPO Y SUMINISTROS		
1	Útiles de oficina	Q300.00	Q300.00
1	Computadora	Q4,000.00	Q4,000.00
1	Impresora	Q500.00	Q500.00
1	Varios	Q300.00	Q300.00
1	Equipo de protección personal	Q1,000.00	Q1,000.00
	SUB-TOTAL		Q6,100.00
	TOTAL		Q47,200.00

Fuente: elaboración propia.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ballau R. (2004). Logística Administración de la cadena de suministros. México: Pearson. p. 24
2. Bereciartúa A., Echazarra J. (2007). Sistema basado en identificación multi-espectral para la separación de metales no férricos en WEEE en procesos de logística inversa. Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro. Zaragoza España, 12 y 13 de septiembre.
3. Carter C. & Ellram L. (1998). Reverse Logistics: A Review of The Literature and Framework for Future Investigation, Journal of Business Logistics, Vol. 19.
4. Cox K. (2012). Sustrato y dosificación de tinta, clave para configurar la prensa flexográfica. EEUU. Foundation of Flexographic Technical Association, FFTA. p.3.
5. Cure, L.; Meza, J.; Amaya, R. (2008). “Logística inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones”, en: Ingeniería y Desarrollo, 20 (1), pp.184-202.
6. Daugherty P.(Enero 2005). Developing effective reverse logistics programs. En: Industrial Marketing Management. Vol. 34, No. 8, pp. 830- 840.

7. De Brito M., Flapper S. y Dekker R. (2002). Reverse Logistics: a review of case of studies, Econometric Institute Report EI 2002-21.
8. De Brito M. & Dekker R. (2003). A framework for Reverse Logistic, Erasmus University Rotterdam, Report Series Research in Management, ERS-2003-045-LIS. México. p. 89.
9. De Brito Marisa P. (2003). Managing Reverse Logistics or Reversing Logistics Management, Erasmus Research institute of Management (ERIM), Erasmus University Rotterdam. Tesis Doctoral.
10. Dekker R. (2004). Reverse Logistics: Quantitative Models for Closedloop Supply Chains. Berlín: Springer. p.436.
11. Don D. y Doldán J. (2010). La logística Inversa como herramienta de la gestión ambiental. Ciencia y Tecnología 10. ISEU 2010 pp. 217-224.
12. Dyckhoff H., Lackes R., and Reese J. (2004). Supply Chain Management and Reverse Logistics. Berlin: Springer. p.426.
13. Frazelle E. (2002). Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. New York: McGraw-Hill Professional. p. 76
14. 1García A. (2006) Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística Inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. México: Eumet.net. p.168.

15. Gattorna J. Ogulin R. Y Reynolds M. (2003). Gower Handbook of Supply Chain Management. 5 ed. Burlington – England: Gower Publishing. p.681.
16. Gómez R., Correa A. y Vásquez L. (2012). Logística inversa, un enfoque con responsabilidad social empresarial. Criterio Libre, 10 (16), 143-158 ISSN 1900-0642.
17. Greeff G. y Ghoshal R. (2004). Practical E Manufacturing and Supply Chain Management. Burlington England: Newnes. p. 31.
18. Guide Jr, V. D. R., Vaidyanathan J., Rajesh S. y W. C. Benton. (2000). "Supply-Chain Management for Recoverable Manufacturing Syatems" Interfaces 30. pp.125 -142.
19. Hawks K. (2006). VP Supply Chain Practice, Navesink. Reserve Logistic Magazine. Winter/Spring.
20. Kokkinaki A., Dekker R., Lee R. and Pappis, C. (1999), "An Exploratory Study on Electronic Commerce for Reverse Logistics", Econometric Institute Report Series, EI-9951/A, Erasmus University Rotterdam, pp. 1-16.
21. Martin J. (2007). Lean Six Sigma for Supply Chain Management. New York: McGraw-Hill Professional. p. 123.
22. NATIONAL RESEARCH COUNCIL STAFF. (2004) Surviving Supply Chain Integration: Strategies for Small Manufacturers. The United States: National Academies Press. p.65.

23. Mollenkopf D., Russo I. and Frankel R., 2007 «The returns management process in supply chain strategy». Consultado el 05-05-2008.
24. Porter, M.E. (2002): Ventaja Competitiv”, Cecsca. México. Traducción de Porter, M.E. (1985): Competitive Advantage, The Free Press, New York.
25. PRICE WATER HOUSE COOPERS. Manual práctico de logística [en línea]. [España], PWHC: 2006. [Citado 10 de Diciembre, 2007]. Disponible en: <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/panas/BA43A3DF9ED296C1C125705B0024E380?OpenDocument>.
26. Ramírez B. & Diana A. (2014). Logística Inversa Aplicada a la empresa MOVITSA, S.A. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
27. REVLOG, the European Working group on Reverse Logistics (1998). Disponible online en: <http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>.
28. Reyes V., Zavala D. y Gálvez J. (2008). Una revisión del proceso de la logística inversa y su relación con la logística verde. ISSN 0717-9103. México. pp.85 – 98.
29. Rogers D. y Tibben-Lembke R. (1998). Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno: University of Nevada. p.201.
30. Rojas A. Juan P, Salazar S. Raúl, Sepúlveda A. Miguel Á., Sepúlveda C. Moisés, Santelices M. Iván (2006). Residuos Sólidos Domiciliarios:

Logística: Una Herramienta Moderna Para Afrontar Este Antiguo Problema. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío Bío, Concepción Chile, Revista Ingeniería Industrial, Año 5 segundo semestre, ISSN 0717-9103, pp. 77-87.

31. Rubio, S., (2003). Sistemas de Logística Inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura. España. pp.22-38.
32. Rubio, S., Miranda, F., Chamorro, A. y Valero, V. (2007). Desarrollo de un Sistema de Logística Inversa en el Grupo Industrial Alfonso Gallardo. Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro. Zaragoza, España, 12 y 13 de septiembre.
33. Sarkis J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. En: Journal of Cleaner Production. January. Vol. 11, no. 4, pp. 397-409.
34. Sbihi A. and EGGLESE, Richard W. (2010). Combinatorial optimization and Green Logistics. En: Annals of Operations Research. January 2010. Vol. 175, no. 1, pp. 159-175.
35. Srivastava S. (2007) Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. En: International Journal of Management Reviews. March. Vol. 9, no. 1, pp. 53-80.
36. Stock J.R. (1992), Reverse Logistics, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.

37. Stock J.R. (1998), Development and Implementation of Reverse Logistics Programs, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
38. Taracena L. (2013), Diseño de investigación del análisis de la huella de carbón de los desechos generados por el empaque en una empresa de alimentos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. p.27.
39. Thierry, M.; Salomon, M.; Nunnen, J. & Wassenhove, L. (1995). Strategic issues in Product Recovery Management. California Management review, Winter, Vol. 37, nº 2, pp. 114-135.
40. Thierry M. (1995). An analysis of the impact of Product Recovery Management on Manufacturing Companies. PhD. Thesis, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands. EEUU. p. 118.
41. Urzelai A. (2006) Manual básico de logística integral. Madrid: Díaz de Santos. p.168.
42. Vargas L. & Villota C. (2013). Indicadores de gestión ambiental en la industria gráfica. Universidad EAN, Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, programa de administración de empresas. Bogotá.