

## Sistema de información en el proceso de logística inversa, revisión de literatura

Verónica Cordero Balind<sup>1</sup>, Vianey Torres Argüelles<sup>1</sup>, Andrés Hernández Gómez<sup>1</sup>, Gabriel Ibarra Mejía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### Resumen

El objetivo de este artículo es identificar las características claves que debe de contener un sistema de información de logística inversa partiendo del análisis de un sistema de información de logística normal. Para lo cual se realizó una amplia revisión de literatura de conceptos tales como desarrollo sustentable, cadena de suministro, logística, logística inversa, sistemas de información, flujos de información y flujos de información de la logística inversa. Con este análisis se observó que los objetivos de procesos como la logística inversa y la ecología industrial están encaminados hacia la sustentabilidad; por otro lado, se identificaron las diferencias entre los procesos de logística y logística inversa, las cuales se basan principalmente en el enfoque al medio ambiente, el manejo de inventarios, la amplia variedad de actividades que se desencadenan de un mismo producto, así como la incertidumbre de demanda, calidad y costo. Basado en estas diferencias y el análisis de los fundamentos de un sistema de información se logró concluir que ambos procesos tienen elementos en común como son el aprovisionamiento, producción, finanzas y ventas, por otro lado se determinó qué elementos como el análisis de ciclo de vida, porcentaje de recolección, características del proceso de manufactura original del producto, son necesarios de integrar a un sistema de información de logística inversa.

**Palabras clave:** Logística, logística inversa, flujo de información, sistemas de información.

### Introducción

La industria de la manufactura juega un rol indispensable en la economía global, no solamente en la generación de productos y servicios, sino que además tiene una gran influencia en la generación de empleos, esto muestra su importancia tanto a nivel local como global; sin embargo tanto el desarrollo social como el económico deben situarse en el contexto ambiental ya que tienen una gran influencia en el consumo excesivo de recursos y la contaminación y por ende un alto impacto ambiental (Glasson, Therivel & Chadwick, 2012). Es por eso que es necesario transitar hacia la

adopción de procesos que promuevan la producción limpia, lo que conllevaría al desarrollo sustentable.

En los procesos de producción, la logística tiene un alto impacto en el medio ambiente; siendo la Logística Inversa (LI), verde o sustentable, un proceso que permite reducir ese impacto, definida como la producción y distribución de bienes de una manera sostenible, teniendo en cuenta los factores ambientales y sociales (Sbihi & Eglese, 2007). La logística verde o sustentable en general se considera como un

ciclo cerrado o proceso continuo donde las industrias se responsabilizan no solo de la generación y distribución de nuevos productos, sino también del manejo de los productos al finalizar su vida útil, es decir, la recolección, reutilización y disposición final; lo cual ofrece una ventaja competitiva ambiental en el ciclo de producción; sin embargo, en este proceso como en todo el proceso de producción, la información y su manejo resultan un factor clave para su funcionamiento óptimo; por lo que es necesario controlar el flujo de información para garantizar un proceso eficiente.

El concepto de información incluye a su vez los conceptos de datos y conocimiento, que de acuerdo con Case (2012), es un proceso en el que tanto los datos como el conocimiento fluyen e incluye personas y recursos, con el objetivo de obtener datos más elaborados y precisos, que serán distribuidos para un fin específico, a lo cual se le conoce como flujo de información (Arbones Malisani, 1999). El flujo de información forma parte de un sistema que debe estar diseñado, planeado y controlado con el fin de tener la información requerida en el momento adecuado, es decir, debe ser un sistema que permita recolectar, adaptar, almacenar, transmitir de manera rápida y confiable la información (Lambert, 2008)

Hasta la fecha en diversos procesos en la industria de la manufactura se han implantado sistemas de información que generan una ventaja competitiva (Tenhiälä & Helkiö, 2014; Wang, Liu, Ding, Gao, & Ji, 2013; Zhang et al., 2014). Sin embargo, en el proceso de LI no se ha identificado un diseño de sistema de información eficiente, que tenga la capacidad de predecir la demanda del producto, la capacidad de identificar las características claves de los productos y determinar las actividades requeridas para el producto (reparación, refabricado o reciclado) o bien la recuperación de materiales de scrap que tengan funcionalidad, así como tener la capacidad de rastrear los productos que permita determinar del costo total del producto reciclado; todo esto con el fin de tener un control adecuado de la información. A pesar que no existe un sistema de información específico para un proceso de logística inversa, se puede partir de los factores que conforman los sistemas de información para un proceso de logística y determinar los factores que pueden tener efecto sobre la logística inversa. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es identificar en la literatura los factores de mayor influencia en un sistema de información en el proceso de logística que puedan ser aplicados en el proceso de LI.

## Revisión de Literatura

El éxito de una empresa con actividades de LI está basado entre otros factores en el sistema de información que debe ser diseñado, planeado y controlado de forma eficiente. Para esto, es importante considerar los conceptos claves que se interrelacionan con la logística inversa, entre los que destacan el flujo de información y los sistemas de información. En este trabajo se realizó una revisión de literatura a partir de diversas bases de datos

como Elsevier, Emerald, IEEE, JSTOR, Springer y Wiley, entre otras, y se tomaron definiciones de diversos libros; partiendo de las palabras claves relacionadas con el tema de interés: Cadena de suministros; Logística; LI; Sistemas de información; Flujos de información; y Flujos de la información de LI; en la Tabla 1 se muestran los trabajos que reportan resultados relacionados con los conceptos de interés para esta investigación.

Tabla 1. Conceptos relacionados al proceso de logística inversa.

Conceptos	Referencias
Cadena de Suministro	Ballou (2004); Mishra, Kumar, & Chan (2012); Nuss, Sahamie, & Stindt (2014); Samuel, Goury, Gunasekaran & Spalanzani (2011); Cervantes Torre-marín, Sosa Granados, Rodríguez Herrera, & Robles Martínez (2009); Lule Chable & Torre-Marín (2010); Qrunfleh & Tarafdar (2014).
Logística	Ballou (2004); Diaz, Alvarez, & Gonzalez (2004); Somuyiwa & Adewoye (2010); Arbones Malisani (1999).
Logística Inversa (LI)	Amini, Retzlaff-Roberts, & Bienstock (2005); Ayvaz & Bolat (2014); Bouras & Tadj (2015); Cure Vellojín, Meza González, & Amaya Mier (2006); Dowlatshahi (2000); Kaynak, Koçoğlu, & Akgün (2014); Kokkinaki, Dekker, & Koster (2001); Krumwiede & Sheu (2002); Özşahin, Zehir, Akdoğan, & Coşkun (2012); Pishvae, Kianfar, & Karimi (2010); Raci & Shankar (2005); Rogers & Tibben-lembeke (2001); Rubio Lacoba & Bañegil Palacios (2000); Pokharel & Mutha (2009); García-Rodríguez, Castilla-Gutiérrez, & Bustos-Flores (2013); Diaz et al. (2004).
Sistemas de información (SI)	Arbones Malisani (1999); Audy, Lehoux, D'Amours, & Rönnqvist (2012); Bajdor & Grabara (2014); Beynon-Davies (2009); Biehl, Prater, & Realf (2007); Case (2012); Diaz et al. (2004); Duflou et al. (2012); Giannetti, Bonilla, & Almeida (2013); Kaynak et al. (2014); Ketikidis, Koh, Dimitriadis, Gunasekaran, & Kehajova (2008); Kott (2013); Krumwiede & Sheu (2002); Lambert (2008); Ngai, Lai, & Cheng (2008); Nowakowska-grunt (2006); Pishvae et al. (2010); Richey, Chen, Genchev, & Daugherty (2005); Samuel, Goury, Gunasekaran, & Spalanzani (2011); Somuyiwa & Adewoye (2010); Vieites & Suarez (2006). Qrunfleh & Tarafdar (2014)
Flujos de información (FI)	Ballou (2004); Ghiani, Laporte, & Musmanno (2004); Kaynak et al. (2014); Ketikidis et al. (2008); Krumwiede & Sheu (2002); Ngai et al. (2008); Raci & Shankar (2005); Vieites & Suarez (2005).
Flujos de la información de logística inversa	Ye & Zhenhua (2014); Tibben-lembeke & Rogers (1998); Tenhiälä & Helkiö (2014); Wang et al. (2013); Zhang et al. (2014).

De acuerdo con los diversos autores consultados la Cadena de Suministros es el proceso principal de los sistemas de producción y abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados (Mishra et al., 2012; Nuss et al., 2014; Samuel et al., 2011; Cervantes Torre-marín et al., 2009; Lule Chable & Torre-Marín, 2010; Qrunfleh & Tarafdar (2014). En este proceso, la información fluye en sentido ascendente y descendente (Ballou, 2004); lo que implica que para tener un manejo exitoso de la cadena de suministros es necesario una adecuada medición y monitoreo de la información durante todo el proceso, lo que permite identificar los factores críticos (Qrunfleh & Tarafdar, 2014). Por lo que el correcto manejo de la cadena de suministros tiene efectos positivos en el uso eficiente de los recursos (Samuel et al., 2011).

Es bien sabido que el proceso de transformación de bienes se basa en el consumo de recursos naturales y genera residuos que tienen un efecto negativo en el ambiente; efecto que se disminuye al aplicar la Cadena de Suministros Inversa, la que se define como el conjunto de actividades y participantes necesarios para la recolección de productos utilizados y de valores residuales así como la recreación y redistribución de un producto que puede venderse nuevamente a través de un nuevo proceso (Nuss et al., 2014). De este concepto surgen dos conceptos que

promueven el adecuado manejo y reuso de los recursos; estos conceptos son la simbiosis y el metabolismo industrial. Que se definen como el flujo de residuos de una industria que son incorporados como materia prima a otra industria (Lule Chable & Torre-Marín, 2010), mientras que el metabolismo industrial es conocido como la transformación y posterior disposición de residuos a través del uso de sistemas industriales (Cervantes Torre-Marín et al., 2009).

Asimismo, en los procesos de producción se llevan a cabo actividades logísticas. La Logística. es un término ampliamente empleado para describir el transporte, almacenamiento y manejo de productos así como el traslado de los recursos materiales hacia el sistema de producción y posteriormente al destino final que es el punto de consumo (McKinnon, 2015), y es una parte del proceso de la cadena de suministros, responsable de planear, llevar a cabo y controlar el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios; por lo tanto debe controlar también la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004).

Desde luego, durante las actividades logísticas se generan residuos que impactan el medio ambiente y disminuyen la capacidad de ser una industria limpia.

Por su parte la LI es el proceso de planeación, desarrollo, implementación y el control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el del consumo, de forma que se satisfagan las necesidades de los consumidores, al mismo tiempo que se planea y controla la recuperación del residuo, transformándolo de forma que sea posible su reintroducción a la cadena de suministros, obteniendo un valor agregado o la eliminación total y adecuada del producto (Cure Vellojín et al., 2006). En el pasado este concepto se consideraba solo como el proceso de reciclar productos o como el movimiento de productos del cliente hacia el proveedor. Sin embargo, en los últimos años se han introducido procesos de reutilización, reprocesamiento o retrabajo de los materiales y componentes, lo que hace que este proceso sea un ciclo cerrado, para el que el manejo del flujo de información así como el sistema de información cobran mayor importancia; debido principalmente a que dicho sistema debe controlar desde la adquisición de material hacia el consumidor final, seguido de la recuperación de materiales, componentes y residuos hasta su reuso y disposición final. Por lo tanto, los sistemas de información deben ser flexibles y robustos.

Por definición los Sistemas de Información están conformados por datos, que pueden ser adquiridos, preservados, transferidos y procesados (Somuyiwa & Adewoye, 2010), a través de equipo técnico, programas computacionales, infraestructura y recurso humano, con el objetivo de planear, controlar, coordinar, y tomar

decisiones (Arbones Malisani, 1999). Cabe señalar que un sistema de información óptimo cuenta con tres características básicas que son la capacidad de apoyo, que implica la obtención de información relevante, actualizada, ajustable a los distintos cambios, y de rápida respuesta; compatibilidad con otros sistemas, partiendo de la definición de sistema, que de acuerdo con Spedeng (1979), Citado por la Wadsworth (1997) es: “un grupo de componentes que pueden funcionar recíprocamente para lograr un propósito común, siendo capaces de reaccionar de forma conjunta al ser estimulados por influencias externas”; además, de acuerdo con Amaral y Otino (2004) los sistemas se describen por un gran número de características o atributos que interactúan entre sí y con el medio; estos conceptos refieren que un sistema está en constante interacción con otros sistemas, formando bucles, lo que resulta en la necesidad de conocer y controlar la información de todos los sistemas relacionados con el sistema de interés. Por lo que además un sistema de información debe contar con tecnología de última generación que le permita medir y controlar el las características y el flujo de información (Diaz et al., 2004). Esto con el fin de manejar y monitorear la información de tal manera que su conocimiento permita tomar decisiones en el momento adecuado.

Por otra parte, un sistema logístico está formado por tres etapas: el proceso de la orden, administración del inventario y flete (Ghiani et al., 2004); mientras que un Sistema de Información Logístico (LIS), tiene como propósito principal reunir, retener y manipular datos dentro de una

empresa para la toma de decisiones, considerando información tanto interna como externa a la empresa (Ballou, 2004); cada una de estos objetivos impacta a las tres etapas de los sistemas logísticos. Cabe señalar que la primera etapa del sistema logístico; es decir, el proceso de la orden, requiere del 70% del tiempo del ciclo del pedido; además que genera una proporción importante del flujo de información dentro del sistema, el cual incluye a su vez tres operaciones: 1) orden de compra, la cual es transmitida y revisada por el proveedor, considerando los requerimientos y el estado crediticio; 2) empaque y 3) envío; lo que muestra que en este proceso el control de la información es esencial para el adecuado funcionamiento de todo el sistema.

Partiendo de la definición de sistemas y de acuerdo con Ye & Zhenhua

(2014), los Flujos de la Información de LI deben considerar el proceso de planeación, implementación y control eficiente y efectivo del flujo y almacenamiento de productos secundarios y su información relacionada. Basado en lo anterior se destaca que el flujo de la información en las actividades de la logística inversa considera tres puntos importantes: la planeación de la distribución, el control de inventarios y la planeación de producción (Ye & Zhenhua, 2014). Por lo tanto, este tipo de sistemas deben ser flexibles y robustos, con la capacidad de adaptarse a las variaciones de la información y de su flujo. Cabe señalar que además debe incluir dentro de su proceso la medición de la tasa de retorno, las tasas de recuperación y las vueltas de inventario de un producto inverso (Tibben- lembke & Rogers, 1998).

## Resultados

En la literatura revisada se observó que en los últimos años los distintos autores han planteado que las actividades de la LI, al ser un ciclo cerrado, tiene un mayor número de variables, por lo cual requiere de un sistema de información más amplio, robusto y flexible. Basado en Gupta (2013), en la Tabla 2 se comparan las características de las actividades de la logística y la logística inversa y se identifican y señalan las diferencias que existen entre estos dos procesos; las características de la logística

inversa han sido estudiadas en diferentes estudios que se reportan en dicha tabla.

### **Diferencia entre la logística y logística Inversa**

Con base al análisis de ambos procesos, se han identificado actividades de la logística que han sido modificadas y adecuadas al proceso de LI como es el caso del pronóstico de la demanda, distribución, estructura del producto, manejo de inventarios, entre otros (Gupta, 2013).

Tabla 2. Diferencias entre logística y logística inversa

<b>Logística</b>	<b>Logística Inversa</b>
Basado en ganancias y optimización de costos.	Basado en principios y leyes ambientales, ganancias y optimización de costos (Ye, Zhao, Prahinski, & Li, 2013).
Fácil pronóstico de demanda.	Incertidumbre en el pronóstico de demanda para productos de flujo inverso (Nuss et al., 2014).
Menos variación en la calidad del producto.	Alta mezcla de variables en la calidad del producto (Bouras & Tadj, 2015; Nikolaidis, 2013).
Uso de técnicas tradicionales de mercadotecnia.	Factores que complican el uso de la mercadotecnia de un producto reutilizado (Rubio & Jiménez-Parra, 2014).
Pasos y tiempos de procesos bien definidos.	Pasos y tiempos dependen de la condición del producto reciclado.
Los productos son transportados de una localidad a muchas ubicaciones.	Los productos regresados son recolectados de muchas localidades para ser procesados en una localidad (Kaynak et al., 2014; Pishvae et al., 2010).
La velocidad es una ventaja competitiva.	La velocidad no es un factor clave.
Estructura estandarizada del producto.	Estructura modificada del producto (Tiwari, Israr, & Gangele, 2014).
Es fácil estimar el costo del producto debido a los sistemas de contabilidad.	Es complicado determinar y visualizar el costo (Pokharel & Mutha, 2009).
Las alternativas de disposición del producto son claras.	La disposición del producto regresado depende de la condición del mismo (Özşahin et al., 2012).
Manejo de inventario consistente.	Variabilidad en el manejo de inventario (Rodrigues, Ramos, Isabel, & Barbosa-póvoa, 2014).
Implicaciones financieras claras.	Implicaciones financieras imprecisas.
Fácil manejo de los cambios del ciclo de vida de un producto.	Es más complicado el ajuste a los cambios del ciclo de vida de un producto.
Son de mayor importancia los fabricantes.	Son de mayor importancia los productores de productos de fin de ciclo del producto (re fabricantes, recicladores).
Es un modelo determinístico.	Es un modelo estocástico (Ayvaz & Bolat, 2014).

Tabla 3. Características de Módulos de sistema de información.

<b>Modulo</b>	<b>Características</b>	<b>Interconexión</b>
Aprovisionamiento	Comprende la base de datos de materiales que registra código, descripción, peso, dimensiones, calidad, cantidad en stock. La base de datos de proveedores nombre, contacto, datos fiscales, precios, condiciones de pago y de entrega.	Compras Finanzas-Facturas
Producción	Planifica los materiales y capacidades de recursos, lanzando órdenes de fabricación (contra stock o contra pedido). Almacena los productos terminados y quedan a disposición de ventas.	Aprovisionamiento. Subcontrataciones Ventas
Ventas	Es la relación de la empresa con el cliente dando soporte a actividades de preventa (contacto, presupuestos), post venta (factura, devoluciones), así como configuración de pedidos, distribución, preparación de entregas, expedición, transporte.	Almacén. Producción. Finanzas.
Finanzas	Se encarga de la contabilidad de la empresa y su gestión financiera.	Todos los departamentos
Recursos humanos	Estructuras organizativas, planeación de necesidades de personal, evaluación y selección de personal, control de presencia, soporte de nóminas.	
Gestión de mantenimiento	Control de la maquinaria, transporte y repuestos, así como el mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones de las mismas.	Compras Producción.
CRM, Customer relationship management	Es ofrecer información de procesos de preventa, segmentación de clientes, gestión de servicios postventa.	
Portal Web	Es con el fin de desarrollar el comercio electrónico que requiere de una interfaz personalizada.	Aprovisionamiento Producción, Compras, Finanzas
Gestión documental	Son todos aquellos documentos que no son parte del sistema, pero son de gran importancia para la empresa, es necesario tenerlos dentro del sistema, ejemplo digitalización de facturas recibidas.	Todos los departamentos
Generación de informes	El sistema debe de permitir exportar la información para su tratamiento, lo cual ofrece flexibilidad para el manejo de información.	Todos los departamentos
Movilidad	Funciones que son permitidos realizar desde teléfonos móviles, tabletas. La movilidad cuenta con tres modalidades como son: - Off-line el cual opera sin conexión al sistema - On-line Requiere de una conexión en tiempo real con la empresa. - Mixto realiza algunas opciones off-line y otras on-line.	
BPM, Business Process Management	Permite el diseño de procesos para su ejecución y control. En donde la empresa puede automatizar los flujos de trabajo, esto tiene como resultado la reducción de errores y mejoras en la eficiencia.	Todos los departamentos

La diferencia entre la Logística y LI parte de los objetivos de cada una, además que la logística inversa considera en su proceso la optimización y costos, se enfoca también en el beneficio al medio ambiente. Aunado a esto, en la LI se tiene un despliegue de actividades secundarias donde cada una de ellas se ramifican en

actividades específicas (ver Figura 1); mientras que el proceso de logística, avanza en una sola dirección con cuatro etapas que inicia con los proveedores, seguido de la manufactura de productos, el empaque hasta llegar al cliente. Las actividades secundarias de la LI están dirigidas a disminuir el impacto que el proceso de producción tiene

en el ambiente, por lo que considera el reciclaje, la restauración, renovación y reparación. En el caso de la LI, las actividades secundarias generan un incremento de variables en las distintas áreas involucradas como la de finanzas,

materiales, mercadotecnia, planeación y que tienen un impacto en los costos, la demanda, manejo de inventario, mercadotecnia y flujo de información, entre otros.



Figura 1. Flujo de un producto en un proceso de logística inversa.

### Sistema de Información

De acuerdo con la literatura revisada un sistema permite integrar la información de los distintos departamentos de la empresa y el soporte de las actividades de los proveedores y distribuidores (Tabla 3). Estos sistemas deben estar integrados por un software que está compuesto con distintos módulos funcionales basándose en una base de datos centralizada (Arbones Malisani, 1999; Vieites & Suarez, 2005). En la Tabla 3 se reportan las características de los distintos módulos y la conexión entre los módulos y la información que contienen.

Como ya se mencionó para el control adecuado de los sistemas de información, se requiere de herramientas de información tecnológica como el EDI (Electronic Data Interchange), internet, intranet, código de barras, correo electrónico, transferencias electrónicas, entre otros (Ngai et al., 2008). Dado el rápido flujo e incremento de la información en los distintos sistemas, se han generado nuevas herramientas tecnológicas que brindan mayor robustez a los sistemas como son la Identificación de Radio Frecuencia (RFID), Posición Global Satelital (GPS), *wireless* y tecnología móvil cuyo objetivo el mejorar el orden y la rastreabilidad de

partes y productos, y con esto reducir los problemas de incertidumbre (Ketikidis et al., 2008), los cuales tienen impacto en la recolección de materiales después del fin de la vida útil de un producto, para el reuso, reutilización y reciclaje de materiales o bien para su disposición final.

### **Sistemas de información de logística inversa**

Un sistema de información de logística inversa debe de ser al mismo tiempo flexible y robusto; y de acuerdo con

Ye & Zhenhua (2014) estos sistemas contienen los módulos de selección de proveedores, análisis de ciclo de vida de producción, calidad del producto, porcentaje de recolección, entre otros. Para el manejo y control de dichos módulos los sistemas de información de logística inversa requieren herramientas de información tecnológica como el internet, intranet, código de barras, EDI, con el fin de facilitar el acceso a la información, particularmente la relacionada con la razón de retorno, las características y el proceso del producto (Tibben-lemcke & Rogers, 1998).

## **Conclusiones**

La globalización ha incrementado la necesidad del control de los sistemas logísticos en las empresas, no sólo como almacén y transporte si no como el conjunto de actividades de planeación, control, producción, servicio, distribución, que se interrelacionan entre sus departamentos. Es por esto que la información es considerada un recurso en cualquier sistema; sin embargo la complejidad de su manejo aumenta con la cantidad de variables de cada sistema; por lo tanto, el manejo y control del flujo de la información es la clave para la eficiencia.

La Logística y la LI son procesos cuyas características requieren de un sistema de control del flujo de información. Además, la LI contiene el enfoque al medio ambiente, lo que agrega una gran cantidad de variables en el proceso, además de la incertidumbre de la demanda, calidad, el costo y tiempo de entrega, así como la

variabilidad en el manejo de inventarios; lo que hace más complejo su manejo. Por lo que se requiere la identificación de cada una de las características y diferencias que existen entre estos dos procesos. Para el diseño y aplicación adecuado de sistemas de información para cada proceso.

A pesar los sistemas de información de la Logística y LI que tienen elementos en común como el aprovisionamiento, producción, finanzas y ventas y que ambos procesos pueden utilizar herramientas tecnológicas como el internet, intranet, código de barras y EDI; de acuerdo con la literatura algunas de las características que hacen diferentes a estos sistemas son los módulos que los sistemas de información de LI deben incluir, donde se puedan medir el análisis de ciclo de vida, un análisis de porcentaje de recolección, imagen y características del proceso de manufactura original de cada producto y las distintas

variables derivadas del tipo de proceso que requiere cada producto (reparación, restauración, reciclaje, canibalismo). Asimismo, el módulo de ventas debe de considerar el mercado hacia el que será distribuido el producto (redistribución, reutilización, venta de mercados secundarios, entre otros) según el proceso del que egrese.

Aunado a esto, se puede concluir que un sistema de información ofrece los

mismos beneficios para ambos procesos de logística, algunos de ellos son mejor calidad de información, mayor cantidad de información, flexibilidad, reducción de tiempo de entrega, ahorros, predicción de demanda, mejor planeación de recursos, mayor eficiencia operacional, reducción de nivel de inventarios, cotizaciones reales, mayor coordinación entre departamentos, proveedores y clientes.

## Referencias

Amaral, L. y Ottino, J. (2004). Complex networks, augmenting the framework for the study of complex systems. *Eur. Phys. J. B*, 38:147–162.

Amini, M. M., Retzlaff-Roberts, D., & Bienstock, C. C. (2005). Designing a reverse logistics operation for short cycle time repair services. *International Journal of Production Economics*, 96(3), 367–380. doi:10.1016/j.ijpe.2004.05.010

Arbones Malisani, E. A. (1999). *Logística Empresarial*. Alfaomega grupo editor, Mexico.

Audy, J. F., Lehoux, N., D'Amours, S., & Rönnqvist, M. (2012). A framework for an efficient implementation of logistics collaborations. *International Transactions in Operational Research*, 19(5), 633–657. doi:10.1111/j.1475-3995.2010.00799.x

Ayvaz, B., & Bolat, B. (2014). Proposal of a Stochastic Programming Model for Reverse Logistics Network Design under Uncertainties, 3(3), 33–42.

Bajdor, P., & Grabara, I. (2014). The Role of Information System Flows in Fulfilling Customers' Individual Orders, 7(2), 96–106.

Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. (Quinta edición). Mexico: Pearson Educacion.

Beynon-Davies, P. (2009). The “language” of informatics: The nature of information systems. *International Journal of Information Management*, 29(2), 92–103.

Biehl, M., Prater, E., & Realf, M. J. (2007). Assessing performance and uncertainty in developing carpet reverse logistics systems. *Computers and Operations Research*, 34, 443–463. doi:10.1016/j.cor.2005.03.008

Bouras, A., & Tadj, L. (2015). Production planning in a three-stock reverse-logistics system with deteriorating items under a continuous review policy. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 11(4), 1041–1058. doi:10.3934/jimo.2015.11.1041

Case, D. O. (2012). *Looking for information* (Third Edit). Reino Unido: Emerald.

Cervantes Torre-marín, G., Sosa Granados, G., Rodríguez Herrera, R., & Robles Martínez, G. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable Industrial. *Ingeniería*, 13, 63–70.

Cure Vellojín, L., Meza González, J. C., & Amaya Mier, R. (2006). Logística inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería Y Desarrollo: Revista de La División de Ingeniería de La Universidad Del Norte*, 184–202. Retrieved from

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2506560&info=resumen&idioma=ENG>

Diaz, A., Alvarez, M. J., & Gonzalez, P. (2004). *Logística Inversa y Medio Ambiente* (1a Edición). España: Mc Graw Hill.

Dowlatshahi, S. (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, 30(3), 143–155. doi:10.1287/inte.30.3.143.11670

Dufrou, J. R., Sutherland, J. W., Dornfeld, D., Herrmann, C., Jeswiet, J., Kara, S., ... Kellens, K. (2012). Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 61(2), 587–609.

García-Rodríguez, F. J., Castilla-Gutiérrez, C., & Bustos-Flores, C. (2013). Implementation of reverse logistics as a sustainable tool for raw material purchasing in developing countries: The case of Venezuela. *International Journal of Production Economics*, 141, 582–592. doi:10.1016/j.ijpe.2012.09.015

Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. England: WILEY.

Giannetti, B. F., Bonilla, S. H., & Almeida, C. M. V. B. (2013). An emergy-based evaluation of a reverse logistics network for steel recycling. *Journal of Cleaner Production*, 46, 48–57. doi:10.1016/j.jclepro.2012.05.024

Glasson, J., Therivel, R. & Chadwick, A. (2012), *Introduction To Environmental Impact Assessment*, Nueva York. Taylor and Francis.

Gupta, S. (2013). *REVERSE SUPPLY CHAINS*, Issues and analysis. (S. Gupta, Ed.).

Kaynak, R., Koçoğlu, İ., & Akgün, A. E. (2014). The Role of Reverse Logistics in the Concept of Logistics Centers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 438–442. doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.487

Ketikidis, P. H., Koh, S. C. L., Dimitriadis, N., Gunasekaran, a., & Kehajova, M. (2008). The

use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe: Current status and future direction. *Omega*, 36(4), 592–599. doi:10.1016/j.omega.2006.11.010

Kokkinaki, A., Dekker, R., & Koster, M. (2001). From e-trash to e-treasure: how value can be created by the new e-business models for reverse logistics, (D), 1–20. Retrieved from <http://repub.eur.nl/res/pub/1662/>

Kott, I. G. A. (2013). APPLICATION OF MODERN IT TECHNOLOGIES IN LOGISTICS ENTERPRISES IN POLAND. *Advanced Logistic Systems*, 7(1), 51–56.

Krumwiede, D. W., & Sheu, C. (2002). A model for reverse logistics entry by third-party providers. *Omega*, 30, 325–333. doi:10.1016/S0305-0483(02)00049-X

Lambert, D. M. (2008). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: Process, Partnerships, Performance* (Third Edit). Jacksonville, Fl: Supply Chain Management Institute.

Lule Chable, D., & Torre-Marín, G. cervantes. (2010). Diagramas de flujo de sistemas industriales, una herramienta para la ecología industrial. El caso del corredor industrial de Altamira. *Concyteg. Gob. Mx*, 1–14. Retrieved from [http://www.concyteg.gob.mx/formulario/MT/MT2010/MT9/SESSION1/MT91\\_DLULEC\\_129.pdf](http://www.concyteg.gob.mx/formulario/MT/MT2010/MT9/SESSION1/MT91_DLULEC_129.pdf)

McKinnon, A. (2015), *Environmental sustainability - A new priority for logistics managers*. Del libro *Green Lostics*, Eds. Alan McKinnon, Michael Browne, Anthony Whiteing, Maja Piecy. U.K. Kogan Page Limited.

Mishra, N., Kumar, V., & Chan, F. T. S. (2012). A multi-agent architecture for reverse logistics in a green supply chain. *International Journal of Production Research*, 50(9), 2396–2406. doi:10.1080/00207543.2011.581003

Ngai, E. W. T., Lai, K.-H., & Cheng, T. C. E. (2008). Logistics information systems: The Hong Kong experience. *International Journal of Production Economics*, 113(1), 223–234. doi:10.1016/j.ijpe.2007.05.018

Nikolaidis, Y. (2013). *Quality Management in Reverse Logistics*. (Y. Nikolaidis, Ed.). Springer-Verlag London.

Nowakowska-grunt, J. (2006). *SELECTED TOOLS OF INFORMATION FLOW MANAGEMENT*.

Nuss, C., Sahamie, R., & Stindt, D. (2014). The Reverse Supply Chain Planning Matrix : A Classification Scheme for Planning Problems in Reverse Logistics. doi:10.1111/ijmr.12046

Özşahin, M., Zehir, C., Akdoğan, M. Ş., & Coşkun, A. (2012). Drivers of Reverse Logistics Activities: An Empirical Investigation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1640–1649. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.1130

Pishvaei, M. S., Kianfar, K., & Karimi, B. (2010). Reverse logistics network design using simulated annealing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47, 269–281. doi:10.1007/s00170-009-2194-5

Pokharel, S., & Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53, 175–182. doi:10.1016/j.resconrec.2008.11.006

Qrunfleh, S., & Tarafdar, M. (2014). Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 147(PART B), 340–350. doi:10.1016/j.ijpe.2012.09.018

Raci, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(April 2004), 1011–1029. doi:10.1016/j.techfore.2004.07.002

Richey, R. G., Chen, H., Genchev, S. E., & Daugherty, P. J. (2005). Developing effective reverse logistics programs. *Industrial Marketing Management*, 34, 830–840. doi:10.1016/j.indmarman.2005.01.003

Rodrigues, T., Ramos, P., Isabel, M., & Barbosa-póvoa, A. P. (2014). Planning a sustainable

reverse logistics system : Balancing costs with environmental and social concerns. *Omega*, 48, 60–74. doi:10.1016/j.omega.2013.11.006

Rogers, D. S., & Tibben-lemcke, R. (2001). an Examination Ofreverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129–148.

Rubio Lacoba, S., & Bañegil Palacios, T. (2000). *Sistemas de logística inversa en la empresa*. Universidad de Extremadura, 31, 108 – 116.

Rubio, S., & Jiménez-Parra, B. (2014). Reverse Logistics: Overview and Challenges for Supply Chain Management. *International Journal of Engineering Business Management*, 1. doi:10.5772/58827

Samuel, K. E., Goury, M.-L., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Knowledge management in supply chain: An empirical study from France. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 283–306. doi:10.1016/j.jsis.2010.11.001

Sbihi Abdelkader & Richard W. Eglese (2007). Combinatorial optimization and Green Logistics. *4OR*, 5(2), 99-116 DOI 10.1007/s10288-007-0047-3

Somuyiwa, a O., & Adewoye, J. O. (2010). Managing Logistics Information System: Theoretical Underpinning. *Journal of Business Management*, 2(2), 41–47.

Tenhiälä, A., & Helkiö, P. (2014). Performance effects of using an ERP system for manufacturing planning and control under dynamic market requirements. *Journal of Operations Management*. doi:10.1016/j.jom.2014.05.001

Tibben-lemcke, R., & Rogers, D. S. (1998). *Going Backwards : Reverse Logistics Trends and Practices*. Reverse Logistics Executive Council.

Tiwari, A., Israr, M., & Gangele, A. (2014). “ Utilization of Waste Material i n Pyrolysis Plant ,” *4(11)*, 388–392.

Vieites & Suarez. (2005). *Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la gestión empresarial*. España. Ra-ma.

Wadsworth, J. (1997), *Análisis de sistemas de producción animal Tomo 1: Las bases conceptuales*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, Roma.

Wang, D. Q., Liu, C., Ding, J. H., Gao, T., & Ji, T. (2013). The Research and Development of Digital Factory Integrated Information System for Discrete Manufacturing Enterprise. *Applied Mechanics and Materials*, 385-386, 1831–1834.

Ye, F., Zhao, X., Prahinski, C., & Li, Y. (2013). The impact of institutional pressures, top managers' posture and reverse logistics on performance - Evidence from China. *International Journal of Production Economics*, 143(1), 132–143. doi:10.1016/j.ijpe.2012.12.021

Ye, & Zhenhua. (2014). Reverse logistics network : A literature review, 6(7), 1916–1921.

Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., Li, B. H., Zhang, X., Guo, H., Liu, Y. (2014). Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. *Enterprise Information Systems*, 8(2).