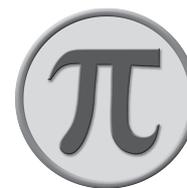


# RETOS Y TENDENCIAS ACTUALES EN LA LOGÍSTICA INVERSA CON ENFOQUE EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.



## CHALLENGES AND CURRENT TRENDS IN REVERSE LOGISTICS WITH A FOCUS ON INDUSTRIAL ENGINEERING.

Araque, Gustavo A.; Ospina, Martha C.; Vega, Lyda; Rivera, Gabriel

**Gustavo A. Araque** gustavo.araque@unad.edu.co  
Universidad Nacional Abierta y Distancia, Colombia  
**Martha C. Ospina** martha.ospina@unad.edu.co  
Universidad Nacional Abierta y Distancia, Colombia  
**Lyda Vega** lyda.vega@unad.edu.co  
Universidad Nacional Abierta y Distancia, Colombia  
**Gabriel Rivera** jaimed.rivera@unad.edu.co  
Universidad Nacional Abierta y Distancia, Colombia

### Publicaciones e Investigación

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia  
ISSN: 1900-6608  
ISSN-e: 2539-4088  
Periodicidad: Semestral  
vol. 12, núm. 1, 2017  
publicaciones.investigacion@unad.edu.co

Recepción: 30 Octubre 2017  
Aprobación: 25 Noviembre 2017

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/129/1292384006/index.html>

**Resumen:** Los servicios logísticos prestados en el sector industrial, a nivel nacional e internacional, han presentado un balance positivo y relevancia en el dinamismo del sector productivo. Prueba de ello es el creciente comportamiento de la globalización y las alianzas estratégicas comerciales con países del Medio Oriente, Europa y América del Norte. Como resultado de lo anterior, la vida útil de los productos ofrecidos a los clientes ha disminuido, en búsqueda de mantener e incrementar el dinamismo comercial y la demanda de productos en el mercado. En el presente artículo se presenta una investigación descriptiva, resaltando los principales fenómenos que han llevado al nacimiento de la logística inversa (o logística reversa) y su relación con la obsolescencia programada en la mitigación de la generación de materiales descartables, a partir de cuatro momentos: cálculo de los fenómenos de logística reversa y el control de la comercialización de productos fuera de uso (PFU), en el cual se resaltan algunos modelos matemáticos organizacionales como estrategia en el control de residuos; reutilización de productos, con la implementación de procesos asociados en un caso de estudio a nivel organizacional, logrando un reaprovechamiento que oscila entre el 80 % y 95 %; modelo de logística reversa en el sector de alimentos; procesos de calidad sostenibles, resaltando su importancia a partir de estrategias, tipologías, características y ventajas en el uso de los mismos. Los resultados en la presente investigación permiten indagar y analizar la tendencia de los modelos logísticos actuales y las tendencias que demarca el mercado industrial en el cual operan en el futuro.

**Palabras clave:** logística inversa, reversa, modelo matemático Forward, obsolescencia programada, procesos de calidad sostenibles.

**Abstract:** The logistic services provided in the industrial sector at national and international level, have presented a positive balance and relevance in the dynamism of the productive sector. Proof of this, is the growing behavior of globalization and strategic business alliances with countries in the Middle East, Europe and North America. As result of the above, the useful life of the products offered to customers has decreased, in search of maintaining and

increasing the commercial dynamism and demand for products in the market. In the present article a descriptive investigation is presented, highlighting the main phenomena that have led to the birth of reverse logistics and its relationship with programmed obsolescence in the mitigation of the generation of disposable materials, from four moments: calculation of phenomena of reverse logistics and the control of commercialization of products out of use (PFU'S), in which some organizational mathematical models are highlighted as a strategy in the control of waste; reuse of products, with implementation of associated processes in a case study at the organizational level, achieving a reutilization that ranges between 80 % and 95 %; reverse logistics model in the food sector; sustainable quality processes, highlighting their importance based on strategies, typologies, characteristics and advantages in their use. The results in the present investigation allow us to investigate and analyze the trend of the current logistic models and the trends that demarcate the industrial market in which they will operate in the future.

**Keywords:** forward mathematical model, programmed obsolescence, reverse logistics, sustainable quality processes.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población, al igual que los productos que se deben adquirir para el consumo y satisfacción de diferentes necesidades, han generado grandes retos en la ingeniería, al buscar medios de reutilización de los desechos una vez han cumplido la vida útil los productos que fueron adquiridos. La obsolescencia se define como la necesidad de adquirir un nuevo producto, una vez el actual ya ha cumplido sus horas de funcionamiento. El uso indiscriminado de productos y el remplazo de los mismos una vez tengan alguna falla, han generado la posibilidad de ser desechados en lugar de buscar la opción de repararlos, por lo que generan un alto impacto ambiental, el cual está siendo mitigado por organismos internacionales mediante el pacto mundial y la inclusión de las empresas con el desarrollo de objetivos sostenibles (ODS). Un ejemplo significativo de esta problemática, son los retos que deben asumir las empresas que trabajan con aparatos eléctricos y electrónicos al hacer frente a la recuperación de los mismos.

El mundo va evolucionando, mostrando como debido a muchas de las decisiones del ser humano es necesario implementar algunas estrategias que permitan dar respuesta de manera efectiva a las necesidades humanas; es así como a través de la logística inversa se puede acrecentar el desarrollo sostenible y también permitiendo el crecimiento empresarial dando respuestas efectivas a las políticas ambientales y a la globalización.

De acuerdo a las necesidades ambientales globales, científicos a nivel mundial han desarrollado planteamientos de modelos de logística reversa con miras a la adecuada recolección, tratamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes actividades económicas. A partir de lo anterior, profesionales del área ingenieril y matemática diseñan modelos estratégicos organizacionales en la búsqueda de predecir el comportamiento de descarte generado por las diferentes industrias y así plantear soluciones de impacto como solución de dicha problemática. El presente artículo presenta el modelo Forward expuesto por

(Vrijens et al., 2017) y el modelo de gestión de reutilización de (Camargo, 2017) y (Valencia, 2014) en el sector industrial aplicado al sector mecánico. Finalmente, (Medina, 2016) establece un modelo logístico reverso integral que aborda todo un sistema integrado de logística reversa en el sector alimenticio.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, en el presente artículo se presenta una investigación descriptiva enfocada en el desarrollo metodológico de aspectos de logística reversa y sus aplicaciones en diferentes áreas industriales. Es aquí donde el ingeniero industrial debe plantear las estrategias futuras de eficiencia y control operacional de los procesos productivos, a partir de sistemas de gestión de calidad y productividad, en áreas específicas como la logística inversa en búsqueda de métodos de optimización. La logística inversa es utilizada en su desarrollo cuantitativo a partir de modelos matemáticos y proceso metodológico, fundamentado en las temáticas de reutilización y reaprovechamiento de productos fuera de uso, acompañados de técnicas de calidad en busca de procesos sostenibles en la cadena de producción.

## 2. LOGÍSTICA REVERSA Y OBSOLESCENCIA PROGRAMADA

Actualmente uno de los mayores retos a los que se enfrenta la ingeniería, consiste en la recuperación del material que se desecha por los consumidores. Dado que cada vez que los productos son adquiridos por los usuarios, y, a su vez desechados después de la no utilización de los mismos, la función de la logística inversa juega un papel importante a la hora de apoyar en la solución a esta problemática que está repercutiendo a nivel mundial como lo es el uso indiscriminado de productos (Martí Frías, 2014). De acuerdo a diferentes estudios la obsolescencia se define como la necesidad de adquirir un nuevo producto, cuando el actual que se tiene ya ha cumplido sus horas de funcionamiento (Martí Frías, 2014), un ejemplo de esta es el caso de las bombillas que están programadas para cumplir con 1.000 horas de utilidad, pasado este tiempo, la bombilla debe ser remplazada por una nueva (Dannoritzer, 2011).

Otro caso de obsolescencia se presenta cuando las tendencias sociales así lo establecen, como la compra incesante de productos tecnológicos impulsados por el cambio y la publicidad que incita a la compra mediante estrategias de consumo (Martí Frías, 2014). Cuando un producto es desechado se dice que su vida útil llegó a su fin, Previo a esta situación, la logística inversa se convierte entonces en una alternativa de reutilización antes de que los materiales sobrantes del producto se desechen en su totalidad, todo ello debido a que cada vez son más fuertes las políticas ambientales para la creación de entornos sostenibles, además de minimizar el impacto ambiental generado por el uso exagerado de materiales que escasean y cuya demanda sigue estando latente en el mercado.

### 2.1 Impacto ambiental y logística inversa

Una de las mayores iniciativas para mitigar el impacto ambiental generado por la industria, está dado por la Organización de las Naciones Unidas mediante el desarrollo del Pacto Mundial y la inclusión de los Objetivos de Desarrollo

Sostenible (ODS) que empezaron a establecerse con vigor a partir de enero de 2016 (Naciones Unidas, 2016). Todo un plan estratégico a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, proyectado hasta el año 2030. Se espera que los ODS lleguen a la totalidad de las empresas a nivel mundial por medio de programas de capacitación y la puesta en marcha de acciones por parte de las empresas para mitigar el impacto ambiental producido por el uso exagerado de recursos y el abandono de productos en desuso para ser fácilmente reemplazados, todo esto mediante un ejercicio conjunto de la comunidad científica, sector privado, gobiernos, la ONU, entre otros (ONU, 2017).

Es a partir de esta problemática que surgen los interrogantes para los grandes empresarios, ¿Cómo mantener el equilibrio organizacional a partir del consumo limitado de productos? Se precisa que la innovación debe romper paradigmas para la creación de nuevos productos a partir de los ya existentes, es aquí en donde entra el concepto de desarrollo sostenible el cual está definido por la Declaración de los Derechos Humanos como principios de Responsabilidad Social Empresarial y perfeccionado por la UN Global Compact como “el uso sabio de los recursos presentes para no comprometer los recursos del futuro” (Ruiz Malvarez & Romero, 2011).

Internacionalmente son varias las organizaciones que están comprometidas con el Pacto Mundial. Estas empresas han adquirido el compromiso mediante tareas colaborativas de trabajar en beneficio del desarrollo sostenible, dado que los indicadores de la economía global apuntan al consumo creciente de ciertos productos, algunos de los cuales se tomarán como referencia en este artículo. La Figura 1, muestra el crecimiento (en porcentaje) del consumo de internet que promueve la adquisición de computadoras, de un periodo de ocho años en países de Latinoamérica y el Caribe (Martí Frías, 2014;Dinero, 2015).

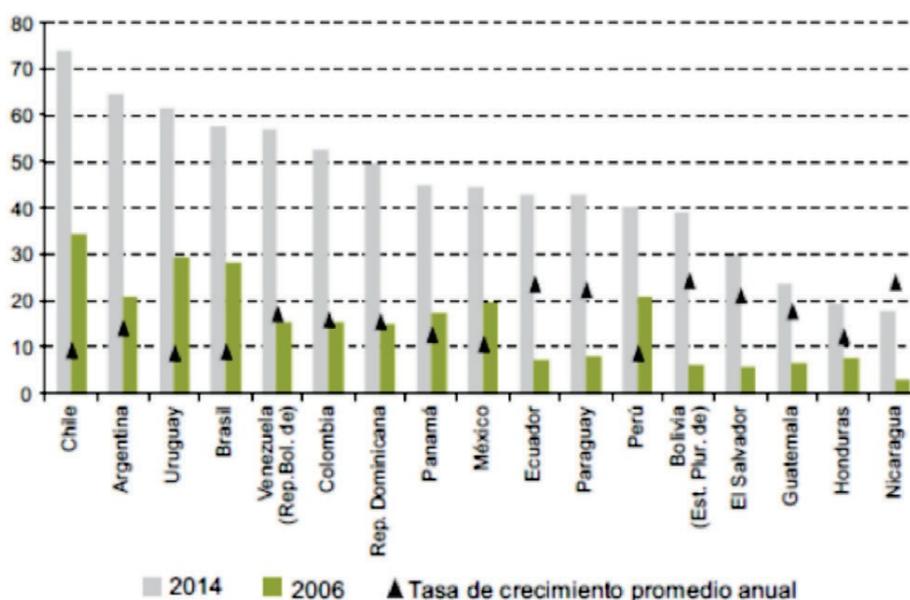


Fig. 1.

América Latina y el Caribe: evolución en consumo de Tecnología (% total de Población)  
Dinero, 2015

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede evidenciar la evolución de consumo de tecnología en países como Chile, Argentina y Uruguay, referencias a nivel sudamericano en estrategias de gestión operacional a nivel industrial.

Es interesante el análisis realizado sobre un país como Brasil, de acuerdo a sus condiciones de crecimiento y expansión, en donde queda evidenciado el comportamiento económico del país y uno de sus panoramas se ve reflejado en la tasa de caída de sus importaciones, a nivel de productos y servicios (Cepal, 2017).

Dada la creciente demanda de tecnología, como puede apreciarse en la Figura 2. (E-Commerce, 2017), representada en un incremento significativo del año 2012 hasta el 2018 en un 123 % para los millones de dólares obtenidos a través de las ventas en internet B2C, se presenta una relación de compra-consumo y esto a su vez genera como resultado los residuos generados de todas y cada una de las transacciones ejecutadas en internet. De acuerdo con lo anterior, es importante hacer frente a la recuperación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). La logística inversa aplica técnicas de recuperación parcial o total de materiales, los cuales pueden retornar a la organización como materias primas para dar inicio nuevamente al ciclo productivo.

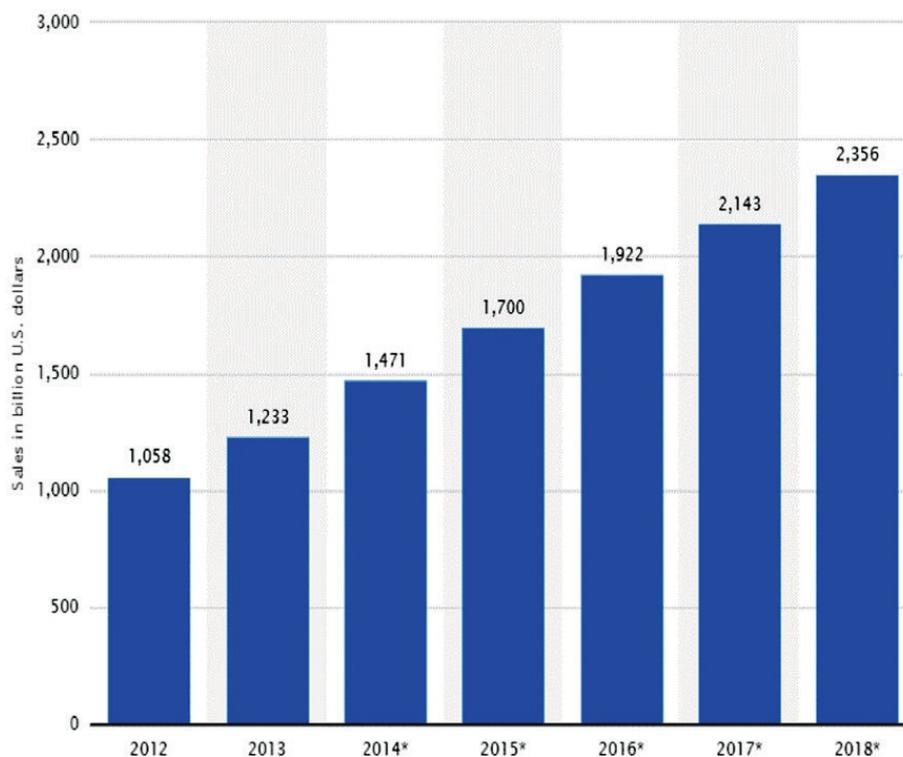


Fig. 2.

Comercio electrónico mundial: ventas del segmento B2C (miles de millones de US\$)  
E-Commerce, 2017

Es fundamental, desde el punto de vista logístico, implementar estrategias de planificación al interior de las organizaciones, (Chopra, S. & Meindl, P., 2008). en donde se tome en cuenta este aspecto y la capacidad de poder recuperar los elementos que el consumidor final desecha. En la Figura 3, se ilustra de forma clara un ejemplo de modelo de gestión asociado a los procesos de logística reversa. Inicia su etapa desde el flujo de bienes para el procesamiento y obtención de productos terminados en la cadena productiva. Esta última etapa es el inicio de la cadena logística reversa, en donde la materia prima se obtiene a partir de los residuos generados de este producto terminado y son devueltos en la cadena por los procesos de recolección, inspección y separación, reprocesado, redistribución y finalmente la reutilización de los mismos.

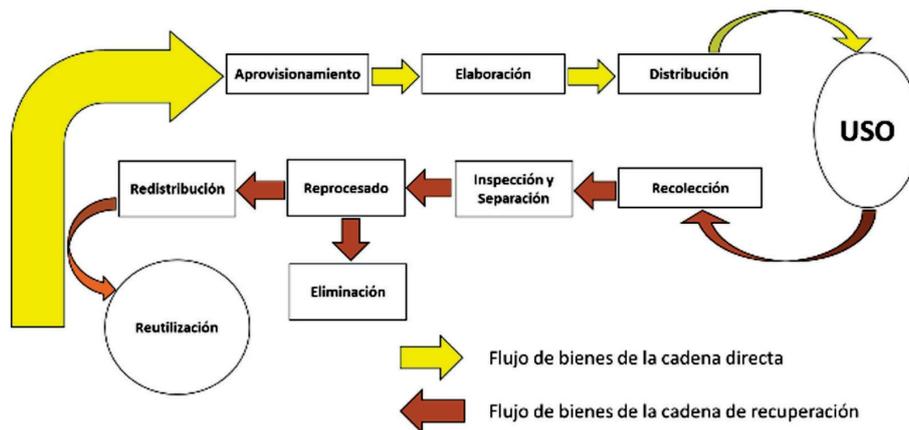


Fig. 3.

Ejemplo de red de logística inversa  
Martí Frías, 2014

Las pequeñas y medianas empresas que deseen implementar la logística inversa al interior de sus organizaciones, deben tener claridad acerca de las estrategias de producción utilizadas en el sector manufacturero, garantizando que las mismas prioricen la competitividad de la empresa por medio de la minimización de costos de producción, calidad del servicio o producto, entregas oportunas (Du, 2008; Ruiz Malvarez & Romero, 2011). Además de lo anterior las estrategias deben estar orientadas a la minimización de los índices de contaminación, logrando con ello un impacto positivo en la organización (Fleischmann, 2001; Dinero, 2015; Gómez & Capera, 2016).

### 3. MODELOS ESTRATÉGICOS ORGANIZACIONALES EN LA PREDICCIÓN DE LA LOGÍSTICA INVERSA

De acuerdo con Gomes Salema, Barbosa-Povoa & Novais, 2007) y (Freivalds, 2009), los procesos industriales propios de las organizaciones han despertado el interés de la comunidad científica en el auge de nuevos, e innovadores, casos de estudios aplicados hacia el sector de la logística, como solución de la planificación, tratamiento y disposición final de los residuos, resultado de las actividades productivas. Este sector es conocido en la actualidad con el nombre de logística inversa.

La logística inversa, como mencionan (Pishvae, Fahaarani & Dullaert, 2010) y (Brito & Dekke, 2003), inicia su operación desde el usuario final, cuando el producto se transforma de un elemento de utilidad en un elemento de desecho. Y es en este último punto que los científicos trabajan en técnicas de gestión de optimización en búsqueda de modelos de gestión estratégica y organizacional para su correcta captación, flujo y disposición final (Oviedo et al., 2013).

De acuerdo con Oviedo et al. (2014), los modelos estratégicos de gestión logística se presentan como modelos cuantitativos que permiten analizar a mayor nivel de detalle el comportamiento y funcionamiento de los procesos operacionales de las empresas y obtener información eficaz y verídica en la toma de decisiones en relación a la predicción del funcionamiento de la red inversa logística en una organización.

Diferentes autores manifiestan su interés en el abordaje y resolución de este tipo de situaciones. Un primer ejemplo, en el abordaje de modelos cuantitativos organizacionales en la predicción del comportamiento logístico inverso, fue descrito por van Onzenoort et al. (2010) como el Modelo Forward, modelo cuyo fin es la no reutilización de Productos Fuera de Uso (PFU), en donde el autor basa su teoría en el planeamiento de un modelo de simulación y programación lineal entera binaria, que busca calcular como función objetivo el máximo número de productos comercializables en un periodo de tiempo determinado, considerando factores como el comportamiento de la demanda de bienes de consumo asociado a un modelo de gestión integral de inventario que se explicará posteriormente. La ecuación número 1 presenta una breve descripción del planteamiento de los autores:

$$S_t = \max(0, S'_{t-1} - F_{t-1} + Q_{t-LTFAB}) \quad (1)$$

Donde:

- $S'_{t-1}$  = Stock final de productos comercializables del periodo anterior
- $F_{t-1}$  = Demanda Insatisfecha o faltantes
- $Q_t$  = Tamaño del lote en el periodo t
- $LTFAB$  = Plazo de entrega o tiempo de suministro

El modelo matemático anteriormente descrito, sigue el siguiente orden metodológico de desarrollo y atiende el siguiente sistema de gestión de inventario: suponga una demanda  $D_t$  de acuerdo al comportamiento de consumo frecuente de una serie de clientes, escogidos de manera aleatoria, y sigue una distribución de probabilidad normal (Nachtmann, 2011). Se desea saber el nivel óptimo de productos comercializables para el periodo presente  $S_t$ . El planteamiento anterior obedece a una serie de restricciones, descritas a seguir: demanda insatisfecha o faltantes, situación en la cual el número de productos comercializables superen el número de productos en stock; ventas del periodo, conocida como la comercialización de los productos existentes que puedan satisfacer la necesidades de los clientes; caso ocurra lo contrario, las ventas van a ser iguales a los productos almacenados; stock final de productos comercializables, referentes al número de unidades físicas en el almacén al final del periodo t; considere una posición de inventario  $I_t$ , en donde se defina el nivel de inventario actual menos la demanda no satisfecha más los pedidos solicitados y pendientes a la fecha, en la ecuación 2:

$$I_t = S'_t - F_t + \sum_{i=t-LTFAB+1}^t Q_i \quad (2)$$

De acuerdo al planteamiento de la ecuación número 2, considere también el tamaño de lote de productos originales  $Q$ , siendo esta una constante a lo largo del periodo de planificación y una orden de inventario dentro del modelo será ejecutada cuando la posición de inventario del periodo anterior  $I(t-1)$  sea inferior al punto de pedido  $S$ ; en el presente modelo considérese un plazo de entrega o



antes de su producción en físico juega un papel fundamental en la optimización de materiales, procesos industriales y liberación de energía en la ejecución del proceso” (Yao, 2011).

Un tercer abordaje en el modelamiento estratégico organizacional en la predicción de la logística reversa se encamina al modelo desarrollado por (Medina, 2016), (Chopra & Meindl, 2008) y (Castellanos, 2012), en la determinación de un diseño de logística reversa para una empresa del sector alimenticio. Este tipo de modelamiento involucra cuatro agentes principales, los cuales son presentados en la Figura 5.

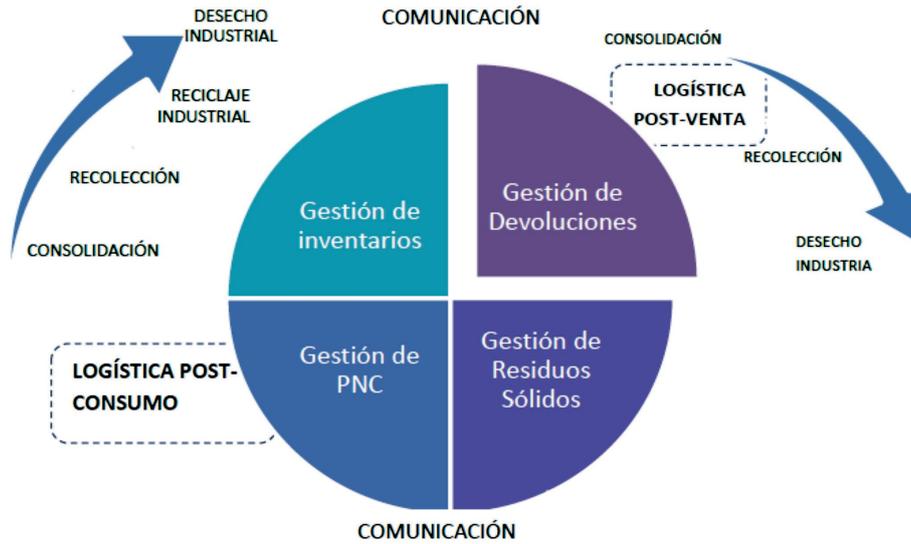


Fig. 5

Diagrama del modelo de logística reversa en una empresa del alimentos  
Medina, 2016

Como se puede ilustrar en la Figura número 5, la organización inicia su gestión logística inversa con el agente de gestión de inventarios, el cual busca como responsabilidad principal el brindar un acompañamiento de producto no conforme mediante rastreo a partir de sistemas RFID (sistemas de radiofrecuencia) en la consolidación, recolección, reciclaje y desecho industrial como factor de recuperación en la cadena de valor (Cruz, 2009). Un segundo agente es la gestión de devoluciones, el cual enfatiza su operación reversa en la creación de un modelo diseñado por (Medina, 2016) y apoyado conceptualmente en (Salas, 2014), que inicia con el registro de las quejas y reclamos de los clientes, seguido del atendimento de los funcionarios de la organización en Centros de Distribución (CEDIS) y el apoyo logístico de telemarketing para su correcta gestión. Una vez concluido lo anterior se presenta la recepción, clasificación, registro y tratamiento de los productos no conformes al interior de las instalaciones empresariales. El tercer agente hace referencia a la Gestión de Residuos Sólidos y, siguiendo los planteamientos expuestos por (Gómez, 2010), se realiza un tratamiento de materiales (cartón, plástico y madera) generados en las áreas de telemarketing y CEDIS, en donde la actuación de profesionales ambientales certificados se hace necesaria en la etapa de recolección, transporte y disposición final. Para concluir, se presenta el agente de Gestión de Producto No Conforme (PNC), el cual es responsable por la consolidación, integración y buen funcionamiento de los agentes mencionados anteriormente. Su objetivo

es controlar por medio de indicadores de desempeño (gestión de residuos, gestión de inventarios y gestión de devoluciones) el buen funcionamiento de los departamentos, midiendo por medio de herramientas cuantitativas los resultados en el horizonte de tiempo mensual, semestral y anual y realizar las respectivas propuestas de análisis y mejoramiento interno.

Como se puede evidenciar en el presente capítulo, son innumerables las metodologías de acción de las organizaciones en búsqueda de estrategias de gestión organizacional con foco en el aumento de la eficacia y la productividad al interior de los procesos productivos. La correcta elección del modelo estratégico de predicción de logística inversa estará enmarcada en las necesidades de solución ambiental, social, cultural y financiero a ser desarrollados por los empleados en sus áreas de trabajo y la correcta planeación estratégica definida por los líderes administrativos al inicio de sus proyectos de operación.

#### **4. PROCESOS DE CALIDAD SOSTENIBLES**

En la actualidad hay bastantes términos que reiterativamente se escuchan en la sociedad, pero que no han sido interiorizados por un gran porcentaje de la población; así como la importancia que en el diario vivir se requiere para poder apoyar el desarrollo sostenible que, según la ONU en la reunión de Alto nivel sobre la juventud en Nueva York, “Consta de tres pilares, tratando de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente” (Naciones Unidas, 2011); es así como se ha incrementado la importancia de la aplicación de la logística de manera organizada y en los últimos tiempos de la logística inversa, permitiendo con ello apoyar económicamente a las empresas para así seguir siendo competitivas.

Por la importancia que este término tiene a nivel empresarial, son varias las definiciones que en la industria se tienen; pero específicamente según la RAE (Real Academia Española); la logística se define como el “Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución” (RAE, s.f.); y según el diccionario de Logística y SCM, se enuncia como “En un contexto industrial, es el arte y la ciencia de obtener producir y distribuir materiales y productos en el lugar apropiado y en cantidades requeridas” (Mora García, 2011) siendo hoy por hoy una de las principales áreas dentro de una organización permitiendo agilizar procesos, identificando fallas en los diferentes aspectos, planifica las diferentes actividades y contribuir al máximo con la rentabilidad de la compañía.

La agilidad con que en el diario vivir se está desarrollando el mundo, la globalización, las estrategias publicitarias, entre otras han permitido una constante variación de los gustos y/o preferencias de la sociedad, por tal motivo las empresas tienen que tener planes de contingencia identificando lo indispensable, que es darle un excelente manejo a todos los productos que por alguna razón no llenaron la satisfacción del consumidor, es ahí donde cobra relevancia la logística inversa, que no es otra cosa que darle un manejo estratégico a todos aquellos empaques, embalajes, materiales, residuos que se deben reciclar o recuperar, para así evitar de manera reiterada problemáticas ambientales, más aún cuando existe bastante reglamentación al respecto.

En búsqueda de contribuir con el desarrollo sostenible en el mundo, se requiere aplicar en las empresas procesos de calidad en las que se produzcan en lo más mínimo efectos secundarios; aprovechando diversas estrategias, entre ellas están la logística inversa o la producción limpia, que generan alternativas según el Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenible, lo que permite:

- “El ahorro de materias primas, agua y energía.
- La eliminación, reducción y/o sustitución de materias peligrosas.
- La reducción de cantidad y peligrosidad de los residuos y las emisiones contaminantes”  
(Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production, s.f.).

Al analizar la incorporación de la logística inversa, se busca que en cualquier empresa que se dedica a producir masivamente, y genera excesos de materiales, se presenta materias primas desperdiciadas, se debe identificar como aprovechar cada uno de estos elementos para la producción de un nuevo producto, que minimice el impacto ambiental o quizá que permita que sean inapreciables los efectos de la contaminación, al revisar algunos de las alternativas como:

- **Reciclaje de envases y embalajes y residuos peligrosos:** según Expo residuos 2015 “Los residuos de Colombia tienen un potencial reciclable que oscila entre el 25 al 30 %, constituido por cartón, papel, metales, vidrio y plásticos”, entre los que son generados por envases que en su mayoría son generalmente plásticos o embalajes que contienen los productos que consumimos constantemente. La logística inversa se centraliza en su reciclaje, clasificación y, cuando es posible, reutilización en nuevos procesos o usos.
- **Retorno de exceso de inventario:** se debe hacer un análisis del manejo de los productos que por alguna razón no se han vendido, las empresas que emplean este modelo de logística inversa buscan la manera de lograr su devolución para que los proveedores, a su vez, les encuentren un nuevo uso, así mismo cuando se generan las devoluciones por defectos o sencillamente porque el cliente no quedó satisfecho.
- **Reciclaje de productos obsoletos o que caducaron:** también el análisis se debe extender cuando un producto se queda obsoleto, bien sea por sus características materiales o porque su uso es exclusivo. Las empresas responsables no lo eliminarán sin más; al contrario, buscan la manera de reengancharlo a una nueva cadena productiva.

Algunas de las actividades que se hacen se deben aplicar constantemente, aunque aparentemente indican una alta inversión, no necesariamente es así, ya que tiene bastantes ventajas según lo expone la Fundación Vida Sostenible (Fundación Vida Sostenible, 2016)(Cure, Meza & Amaya, 2006):

- Permite conocer la legislación medioambiental y ayuda a su cumplimiento.
- Llevar un control eficiente de los recursos, consiguiendo un ahorro en el consumo de agua, energía y demás materias primas, mejorando la

eficacia de los procesos productivos, y reduciendo la cantidad de residuos generados (Holling & Meffe, 1996).

- Reduce el riesgo de accidentes medioambientales,
- Permite tomar medidas correctoras en caso de fallos en el sistema,
- Mejora la calidad de los servicios prestados y eficacia en el desarrollo de sus actividades gracias a la definición y documentación de procedimientos e instrucciones de trabajo.
- El compromiso con el medio ambiente mejora la imagen ante la sociedad y los consumidores, además de motivar a los trabajadores.
- Sitúa a la empresa en un puesto ventajoso frente a competidores en el mercado,
- Fomenta la relación con la administración local, accediendo a ayudas y subvenciones públicas.

Todo esto permite que al estar al día en las normatividad ambiental vigente da un posicionamiento importante a nivel empresarial, pero hay que tener presente que también hay aspectos que no son tan favorables (Correa, Saldarriaga & Molina, 2009)(Casapia, Shalom y Merma, 2017)(Herz Saenz, 1991):

- Se requiere la realización de estudios previos para el establecimiento de políticas de decisión en el tema.
- No se trata sólo de una simple manipulación del producto.
- Todos los departamentos de la empresa están relacionados con las actividades que se pretendan implementar de logística inversa.
- Las entradas a un proceso de logística inversa son “impredecibles”.
- Las inspecciones deben ser realizadas en cada producto de norma individual y minuciosa.
- La nueva cadena (inversa) incluye un número de procesos inexistentes en logística directa.
- Se debe decidir si la empresa debe realizar las distintas actividades con sus propios recursos o si, por el contrario, requerirá los servicios de un operador especializado
- Las devoluciones en pequeñas cantidades tienden a representar mayores costos al integrarlos al sistema (Gómez Orea & Gómez Villarino, 2013).

De acuerdo con (López Fernández & Serrano Bedia, 2003), es indispensable aprovechar este tipo de estrategias en las empresas en todos los aspectos para poder ver poco a poco el beneficio, buscando utilizar criterios medioambientales en el diseño y en la distribución de los servicios, en el cambio de actitudes, reducir los productos que están por fuera de las especificaciones, aumentar la calidad de los productos.

La sostenibilidad del medio ambiente está en las manos de todos y cada uno de los seres humanos, es ahí donde se observa como a través de lo que cada persona hace en su diario vivir puede apoyar en el mejoramiento en este aspecto, y como a través de diversas estrategias las empresas tienen en sus manos la minimización del impacto ambiental a través del diseño, producción, distribución y postventa de cada uno de los productos elaborados (Novo, 2013) (Nebel & Wrigth, 1999).

## CONCLUSIONES

La logística inversa se está haciendo cada vez más visible dentro de las organizaciones. Busca hacer frente a la solución de problemas generados por el consumo indiscriminado de materiales que están agotando los recursos naturales, trata de incorporar paulatinamente políticas ambientales a nivel mundial para controlar y mitigar el impacto ambiental ocasionado por los desechos producidos por la obsolescencia de los productos. El gran reto es para la innovación de la reingeniería de los productos, en la que se aplique el desarrollo sostenible como responsabilidad social empresarial comprometido con el pacto mundial.

El ingeniero industrial, al interior de su rol profesional, debe analizar las diferentes alternativas de eficiencia para enfocar a la organización en procesos de mejora continua, siendo a partir de la productividad y competitividad. Para ello, deben también conocer las situaciones del entorno y aprovechar constantemente los recursos, manteniendo el desarrollo sostenible y atendiendo de manera acertada las necesidades de los clientes en el tiempo y con las condiciones solicitadas.

Los modelos estratégicos organizacionales utilizan el enfoque de predicción de la demanda, con el objetivo de calcular la cantidad de residuos sólidos generados al interior de las organizaciones como resultados de las actividades productivas. Los planteamientos cuantitativos, cualitativos y mixtos en la construcción de dicha estrategia permiten a las organizaciones y al ingeniero industrial planear los insumos necesarios para abordar las demandas de desechos al interior de las organizaciones a partir de actividades de modelación y simulación matemática acompañadas de estrategias administrativas empresariales.

## REFERENCIAS

- Brito, D. & Dekker, R. (2003). Reverse Logistics: a framework. ERIM Report Series Reference No. ERS-2003-045-LIS. Recuperado en: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=423654>
- Camargo, S. Franco, J., Chud, V. & Osorio, J. C. (2017). Modelo de simulación dinámica para evaluar el impacto ambiental de la producción y logística inversa de las llantas. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 1-26.
- Casapia, M., Shalom, J. & Merma, L. (2017). Evaluación de la Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y Material Particulado (Pm<sub>2.5</sub>, Pm<sub>10</sub>) Para la Gestión de la Calidad del Aire 2017 en la Ciudad de Tacna. Tesis de grado. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Castellanos, A. (2012). Diseño de un Sistema Logístico de Planificación de Inventarios para Aprovisionamiento de Empresas de Distribución del Sector de Productos de Consumo Masivo. Tesis de grado. El Salvador: Universidad Francisco Gavidia.
- Cepal (2017). Estudio económico de América Latina y el Caribe: La dinámica del ciclo económico actual y los desafíos de política para dinamizar la inversión y el crecimiento, Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro : Estrategía, Planeación y Operación. México: Pearson.
- Correa, M., Saldarriaga, J. & Molina, F. (2009). Material particulado, normatividad y realidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Memorias II Congreso

- Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública. Bogotá: Uniandes.
- Corti, A. & Lombardi, L. (2004). End life tyres: Alternative final disposal processes compared by LCA. *Energy*, 22(2), 2009-2018.
- Cruz, A. (2009). Propuesta de aplicación de logística inversa para el mejoramiento del centro de distribución Puma Abarrotero. Tesis de ingeniería industrial. UPIICSA.
- Cure Vellojín, L. C., Meza González, J. C. & Amaya Mier, R. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería y Desarrollo*, 20, 184-202. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/html/852/85202013/>
- Dannoritzer, C. (2011). Comprar, tirar, comprar Obsolescencia programada. Recuperado en: <https://www.youtube.com/watch?v=44G5T2tAJhc&t=174s>
- Dinero (2015). Los países de América Latina y el Caribe avanzan a velocidades distintas en economía digital. Recuperado en: <http://www.dinero.com/internacional/articulo/cobertura-internet-desarrollo-tecnologico-america-latina/212307>
- Du, F. & Evans, G. (2008). A bi-objective reverse logistics network analysis for post-sale service. *Computers & Operations Research*, 35(8), 2617-2634.
- Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. & van Wassenhove, L. (2001). The impact of product recovery on logistics network design. *Production and Operations Management*, 10(2), 156-173.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Dekker, R. van der Laan, E. van Nunen, J. & van Wassenhove, L. (1997). Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research*, 1(103), 1-13.
- Freivalds, A. & Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F: Mc Graw Hill.
- Gomes Salema, M. I., Barbosa-Povoa, A. P. & Novais, A. (2007). An optimization model for the design of a capacitated multiproduct reverse logistics network with uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 1063-1077.
- Gómez, R. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Corporación Universitaria Lasallista*, 2(1), pp. 63-76.
- Gómez, R., 2011. Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Producción + Limpia*, 5(2), 63-76.
- Gómez Orea, D. & Gómez Villarino, M. T. (2013). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.
- Gómez Orozco, L. & Capera Urrego, A. I. (2016). Modelos de ensuciamiento en intercambiadores de calor tubulares en sistemas indirectos en procesos uht en la industria láctea. *Publicaciones e Investigación*, 10(1), 95-114.
- Herz Saenz, C. (1991). Normatividad e institucionalidad gubernamental en materia ambiental. *Forum Regional del Ambiente*, 1(Natura), 17-34.
- Holling, C. S. & Meffe, G. K. (1996). Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation biology*, 10(2), 328-337.
- López Fernández, M. C. & Serrano Bedia, A. M. (2003). El impacto de la implantación de un sistema de gestión medio ambiental en la estructura organizativa de la empresa: una aproximación desde ISO 14001. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 9(3) 147-158.
- Martí Frías, B. (2014). *La Logística Inversa: gestión de RAEEs*. Tesis de grado. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia.

- Medina, G. N. (2016). Incremento de la productividad del área de logística de la empresa Omnilife del Ecuador s.a., mediante el desarrollo, implementación y validación de un modelo de gestión basado en logística reversa. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial y Productividad (FIQA). Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Mora García, L. A. (2011). Diccionario de Logística y SCM. Recuperado en: [http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e\\_libros/logistica/dic\\_logistica.pdf](http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/dic_logistica.pdf)
- Nachtmann, H., Waller, M. & Rieske, D. (2010). The impact of point - of - sale data inaccuracy and inventory record data errors. *Journal of Business Logistics*, 1(1), 149-158.
- Naciones Unidas (2011). Reunión de Alto Nivel sobre la juventud en Nueva York, Nueva York: United Nations.
- Naciones Unidas (2016). Innovation for sustainable development. Recuperado en: <https://www.unglobalcompact.org/search?utf8=%E2%9C%93&search%5Btype%5D=all&search%5Bkeywords%5D=politic+ambientales+educación+para+el+desarrollo+sostenible>. *Revista de Educación*, 1(4), 195-217.
- ONU (2017). Pacto Mundial de las Naciones Unidas. Recuperado en: [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org)
- Oviedo, S., Leiva, A., Díaz, D. & Forradellas, R. (2013). Dinámica de sistemas: modelado flexible en logística inversa. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 5(10), 84-98.
- Pishvaei, M. S., Farahani, R. Z. & Dullaert, W. (2010). A memetic algorithm for bi-objective integrated forward/reverse logistics network design. *Computers & Operations Research*, 37(6), 1100-1112.
- RAE (s.d.). Logístico, a. Recuperado en: <http://dle.rae.es/?id=NZJWMiV>
- Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production (s.f.) Producción más limpia ¿qué es?. Recuperado en: <http://www.cprac.org/es/sostenible/produccion/mas-limpia>
- Ruiz Malbarez, M. y Romero, Z. (2011). La responsabilidad social empresarial y la obsolescencia programada. *Saber, Ciencia y Libertad*, 6(1), 127-135.
- Salas, D. F. (2014). Diseño de un modelo de gestión para las devoluciones de producto en la empresa Roche Ecuador S.A. basado en logística reversa. Tesis de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Statista (2017). B2C e-commerce sales worldwide from 2012 to 2018 (in billion U.S. dollars) Recuperado en: <https://www.statista.com/statistics/261245/b2c-e-commerce-sales-worldwide/>
- Valencia, M., Giraldo, J. & C. Osorio, C. (2014). Evaluación dinámica del impacto ambiental generado por la producción de envases tipo PET en un entorno de logística reversa. XII Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas, 1(1), pp. 121-133.
- van Onzenoort, H. A., Verberk, W. J., Kroon, A. A., Kessels, A. G., Nelemans, P. J., van der Kuy, P. H., Neef, C. & de Leeuw, P. W. (2010). Effect of self-measurement of blood pressure on adherence to treatment in patients with mild-to-moderate hypertension. *Journal of hypertension*, 3(1), pp. 622-627.
- Vida Sostenible (2016). Beneficios de implantar un SGA en la empresa. Recuperado en: <http://www.vidasostenible.org/informes/beneficios-de-implantar-un-sga-en-la-empresa/>
- Vrijens, D., Berghmans, B., Nieman, F., van Os, J. van Koeveringe, G. & Leue, C. (2017). Prevalence of anxiety and depressive symptoms and their association with

pelvic floor dysfunctions—A cross sectional cohort study at a Pelvic Care Centre. *Neurourology and Urodynamics*, 36(7), 1816-1823.

Yao, H., She, L., Tan, Y. & Hao, J. (2011). Simulating the impacts of policy scenarios on the sustainability performance of infrastructure projects. *Automation in Construction*, 20(3), 1060-1069.