

## **Logística Inversa: impacto ambiental y económico en la gestión de la cadena de suministro**

**Cristóbal Miralles<sup>1</sup>, Juan A. Marín-García<sup>1</sup>, Lourdes Canós<sup>1</sup>, Óscar J. González Alcántara<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ROGLE. Dpto. Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n. 46022 València. [cmiralles@omp.upv.es](mailto:cmiralles@omp.upv.es), [jamarin@omp.upv.es](mailto:jamarin@omp.upv.es), [loucada@omp.upv.es](mailto:loucada@omp.upv.es)

<sup>2</sup> Dpto. de Ingeniería Civil / Área de Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos. Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. [ojgonzalez@ubu.es](mailto:ojgonzalez@ubu.es)

### **Abstract**

*En este artículo se revisan distintos modos de aplicar de manera eficiente los principios y funciones de la Logística Inversa. En la primera parte se resume la evolución que ha tenido la Logística Inversa y su importancia dentro de la gestión de la cadena de suministro, comentando también el gran impacto positivo que supone tanto económicamente como a nivel medioambiental. Se observa la necesidad de trasladar ciertos conceptos, que inicialmente fueron concebidos para el retorno y recuperación de productos desde clientes finales, también a clientes internos de fábrica ligados a funciones productivas. Para ello se presenta en una segunda parte un caso de estudio del sector del automóvil en que, a partir del diseño de la red logística y la localización de proveedores actuales, se generan y analizan diferentes alternativas en los modos de transporte y gestión de los embalajes retornables; analizando cada uno de los escenarios propuestos y comparando las mejores políticas de retorno.*

**Palabras clave:** Logística Inversa, Medio Ambiente, Gestión de la Cadena de Suministro, sector del automóvil.

### **1. Introducción**

La idea de recuperar materiales o partes de un producto no es nueva, y va en sintonía con la tendencia a realizar un uso adecuado de los recursos y con cierta idea de alargar los ciclos de vida de determinados productos. La logística “directa” se ha estudiado tradicionalmente dentro de la Ingeniería de Organización bajo diferentes perspectivas, en cambio todo el flujo de procesos, partes, productos y materiales asociados al retorno de productos es más reciente.

El antecedente más claro sobre estos conceptos data de los años 70 en que ya aparecen ciertas ideas de flujos logísticos “inversos” o “canales inversos” relacionados con el reciclaje. (Guiltinan y Nwokoye, 1974; Ginter y Starling, 1978). Pero aparte de estos tímidos antecedentes hay que esperar hasta inicios de los 90 para tener definiciones más completas relativas a la “Logística Inversa”. Así, la primera vez que se empleó el término “*Reverse Logistics*” para definir el flujo que supone la reutilización de productos y materiales y que va opuesto al flujo convencional al de la cadena de suministro fue en Stock (1992). El mismo

año, Pohlen y Farris (1992) definieron la distribución inversa (*Reverse Distribution*) considerándola más bien desde un punto de vista de Marketing, y explicitando de forma genérica estos flujos de distribución como “*el movimiento de bienes del consumidor hacia el productor en los canales de distribución...*”.

Aunque antes podemos encontrar otras aportaciones que también la definen como flujo opuesto al habitual en la cadena de suministro (p.ej. Kopicky et al. (1993)), no es hasta finales de los 90 en Rogers y Tibben-Lembke (1998) cuando se da una definición más amplia de la Logística Inversa como “*el proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materia prima, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación*”.

Más adelante el grupo sobre Logística Inversa *RevLog* fundado en 1998 matiza la definición de Rogers y Tibben-Lembke (1998) y en Decker et al. (2003) la llevan un poco más lejos. Así, definen la Logística Inversa como: “*el proceso de planificación, implantación y control del flujo de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de fabricación, distribución, o de uso, hacia el punto de su recuperación o punto para su correcta eliminación*”. Además cabe destacar que no se refieren al “punto de consumo” ni al “punto de origen”, de modo que se da cabida dentro de la Logística Inversa a los flujos de retorno no consumidos (p.ej. ajustes por sobreinventarios, retornos de componentes no usados, recuperación de contenedores...) o a aquellos flujos que pueden volver a otro punto de recuperación, como por ejemplo los chips de ordenadores que pueden entrar a formar parte de otra cadena de suministro (De Britto y Dekker, 2004).

### **1.1. Objetivos y estructura del artículo**

Una vez revisadas varias definiciones del término “Logística Inversa”, a continuación se verá como se desarrolla este concepto cuando se circunscribe al ámbito del diseño y control de los flujos de retorno en la cadena de suministro. Así, en el siguiente apartado se definen sus funciones en dicho entorno y se observa la gran importancia que tiene la Planificación Colaborativa si se quiere aplicar principios de Logística Inversa de manera eficiente. A continuación se destacan los grandes beneficios, tanto económicos como medioambientales, que comporta su aplicación; destacando los derivados de un mejor diseño de los flujos de retorno de embalajes vacíos. Por último esta importancia se ilustra con un caso de estudio del sector de automóvil, donde partiendo de la descripción de la política de gestión de embalajes actual, distintas alternativas de políticas de gestión y retorno de embalajes son analizadas y valoradas. Por último se exponen una serie de conclusiones y líneas futuras de investigación.

## 2. Logística Inversa y cadena de suministro

Como se ha comentado, ha habido una clara evolución del concepto de Logística Inversa hacia un concepto bastante más amplio que el original. En medio de dicha evolución Thierry et al. (1995) ya resumía las diferentes actividades y procesos que puede sufrir un producto en: 1) Reutilizarlo; 2) Gestionar su recuperación (reparación, renovación, reciclaje...); 3) Gestionar su eliminación (incineración, vertedero ...)

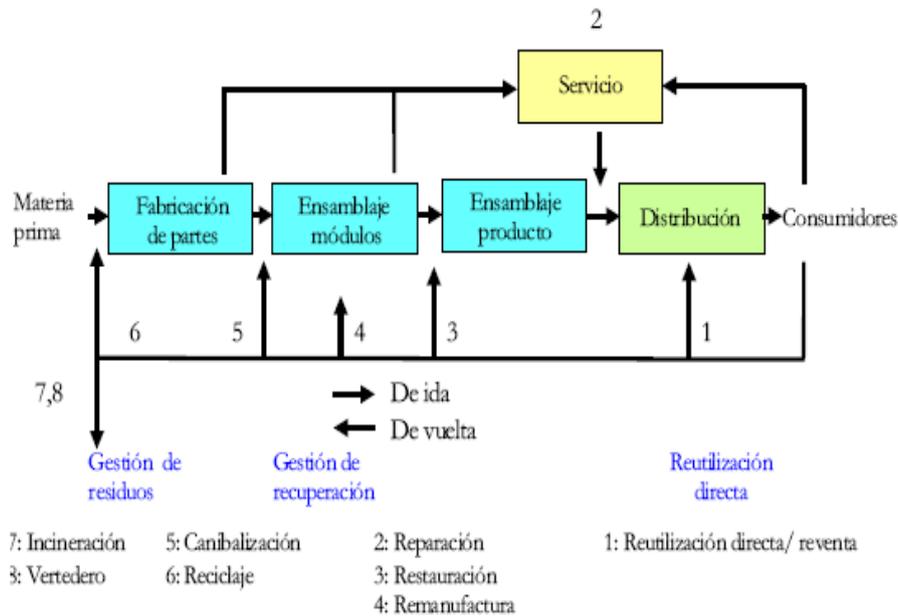


Figura 1. Posibles actividades dentro de la Logística Inversa

El esquema de la figura 1 muestra muy claramente los principales flujos que pueden darse dentro de la Logística Inversa ya concretamente dentro de un entorno de fabricación/ensamblaje/distribución de productos.

### 2.1. Planificación colaborativa en la cadena de suministro

Si se pretende coordinar todos estos flujos la sincronización de los diversos agentes involucrados en la Cadena de Suministro requiere una planificación colaborativa, con el fin de realizar un trabajo coordinado que satisfaga las exigencias de un mercado cada vez más competitivo. El proceso de planificación colaborativa pretende extender la planificación entre múltiples dominios de planificación. La idea es conectar el dominio de planificación de cada una de las organizaciones e intercambiar la información relevante para el proceso de planificación global. El concepto de planificación colaborativa se puede aplicar tanto al proceso de planificación que se extiende hacia los clientes como al proceso de planificación que se extiende hacia los proveedores.

Así, surge el término *Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR)* donde todos los participantes de la cadena de suministro intentan mejorar la relación entre ellos a través de una gestión conjunta del proceso de planificación y de un intercambio de información. Una vez definida la relación de colaboración entre las diferentes empresas, se inicia un proceso que, como se observa en la figura 2, pasa por las siguientes etapas: 1) Estrategia & Planificación; 2) Demanda & Gestión de la Cadena; 3) Ejecución; 4) Análisis.

La planificación llevada a cabo de forma independiente en cada uno de los dominios de las empresas que forman parte de la cadena de suministro conduce a ineficiencias globales que

comportan niveles de inventario excesivos o desajustes frecuentes en los planes. La planificación colaborativa trata de eliminar esas ineficiencias y mejorar los resultados generales obtenidos globalmente en la cadena de suministro. Como se observará en el caso de estudio del apartado 3, la coordinación no sólo de los flujos “directos” sino también de los flujos “inversos” de retorno ya comentados en la introducción, requiere un nivel alto de planificación colaborativa entre los distintos agentes implicados. Pero antes de describir dicho caso de estudio, conviene destacar los grandes beneficios, no sólo económicos sino también medioambientales, que este proceso de planificación colaborativa conlleva.

## **2.2. Beneficios económicos y medioambientales de la Logística Inversa en la cadena de suministro**

La Logística Inversa permite mejorar la satisfacción del cliente final mediante la recuperación de productos usados o con disfunciones, y la mejora del servicio postventa. Así en los EEUU, el negocio de los retornos está estimado en unos 1000 millones de dólares por año. Pero además de esa motivación económica, los procesos de recuperación permiten integrar en las empresas valores de protección del medio ambiente, minimizando los gastos energéticos y los impactos industriales sobre el medio. De este modo se está en sintonía con la legislación medioambiental existente, y se cumple además con la Responsabilidad Social y Medioambiental que cada día se les presupone más a las empresas.

La responsabilidad en el ámbito empresarial significa para Gallo (2004) considerar los efectos que nuestras decisiones tienen tanto en el corto como en el largo plazo, tanto geográficamente cerca como lejos, en las personas y en la naturaleza, y también siempre respetando la dignidad y el valor de las personas que pueden verse afectadas por tales decisiones. En este sentido, la Logística Inversa puede añadir un alto valor a las operaciones logísticas de manera que se minimicen los impactos que las actividades industriales pueden generar, así como los perjuicios medioambientales derivados de estas.

De hecho en McKinnon (2003) ya se apunta la gestión adecuada de los retornos como uno de los factores clave para disminuir la polución que genera la actividad logística y el transporte asociado en el Reino Unido. En dicho estudio se cuantifican los factores causantes, siendo el principal el enorme porcentaje de viajes “en vacío”, o viajes muy por debajo de su capacidad, que se generan por año; apuntando la necesidad de adoptar medidas urgentes para mejorarlo. Otros factores a mejorar allí apuntados, y que merecerían análisis aparte, son el ratio de carga de los camiones, la no agrupación de pedidos geográficamente cercanos, las prácticas JIT de entregas frecuentes, la distribución no compartida, y el diseño inadecuado tanto de vehículos, como de equipos y materiales. Asimismo, en el informe final del proyecto Transport 2000 Trust (2003) se analiza la cadena de suministro alimentaria del Reino Unido, obteniéndose como conclusión que debe mejorarse el ratio de uso y eficiencia de los transportes dentro de la cadena, y uno de los factores causantes de esta ineficiencia son los denominados “*wise moves*” o viajes en vacío. Todo ello sugiere que una de las soluciones deben venir por diseñar adecuadamente los flujos de retorno dentro de la cadena de suministro, y tenerlos en cuenta a la hora de diseñar operativamente la cadena de suministro, tal y como se verá en el caso de estudio siguiente.

## **3. Caso de estudio en la cadena de suministro del automóvil**

### **3.1. Introducción**

Las conclusiones que se presentan son a partir de la experiencia en un grupo empresarial del sector del automóvil que actúa como proveedor de primer nivel en diferentes cadenas de

suministro. Aunque el estudio se plantea centrado en su planta en un parque de proveedores cercano a Valencia, como se verá se valoran también posibilidades de integración con flujos directos y/o inversos que la misma empresa realiza dentro de otras cadenas de suministro.

A la hora de diseñar estos flujos, y en un marco general, una vez definidos proveedores y componentes, se definen los tipos de embalajes y unidades de carga por embalaje para cada uno de los subproductos que compondrán el producto final. A partir de las demandas previstas, de la localización de los proveedores y de los tipos de embalajes, se definen los modos de transporte y rutas para cada proveedor. Estos modos de transporte y rutas se determinan a partir de los volúmenes de carga que generan y los costes de transporte y gestión asociados a los mismos.

Cabe señalar que la naturaleza dinámica de los sistemas logísticos es aquí incuestionable: el proceso de toma de decisiones acerca de la función logística no se realiza en un único paso, sino que es un proceso secuencial; además, los efectos de estas decisiones, por lo general, no se limitan al periodo en que se tomó la decisión, sino que se extienden en el tiempo condicionando la toma de decisiones posteriores. Por ejemplo, a nivel operativo, se toman decisiones sobre las rutas de transporte o la asignación de cada pedido al medio de transporte más adecuado, que quedarán determinadas por decisiones a nivel superior, como por ejemplo, la asignación de proveedores a un determinado cliente, o los medios de transporte a utilizar o los tipos de embalajes (reutilizables o no reutilizables). Por su parte, estas decisiones de naturaleza táctica también vienen condicionadas por decisiones de nivel estratégico.

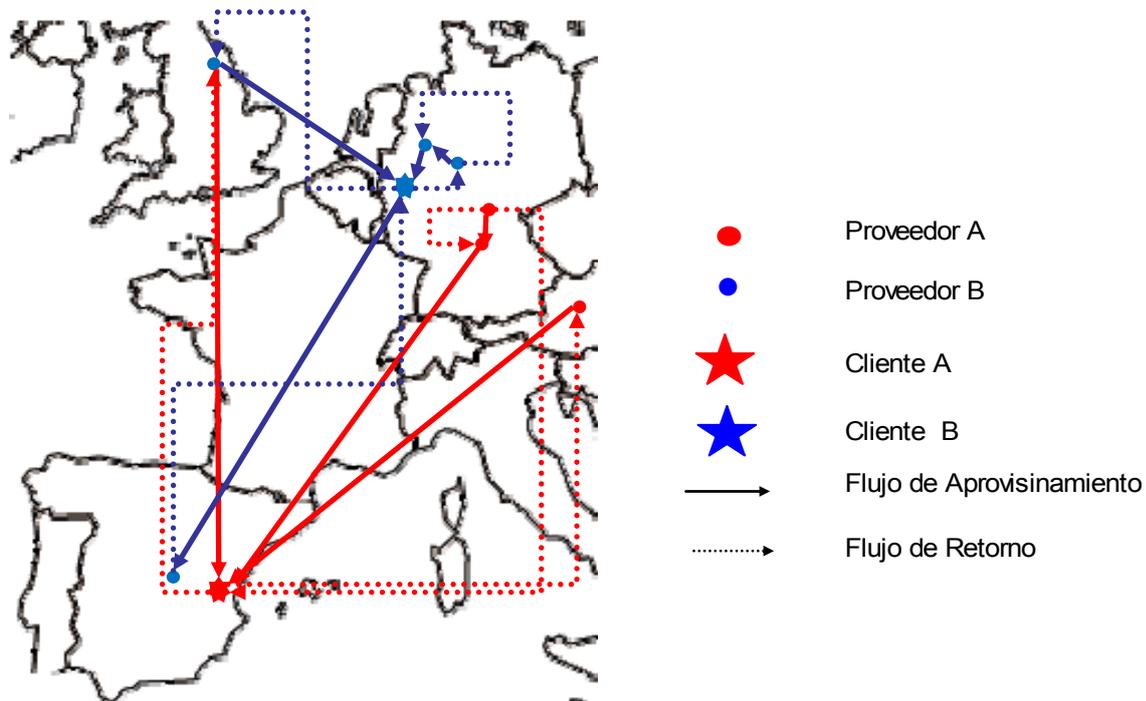


Figura 2. Esquema de flujos de clientes/proveedores

### 3.2. Análisis del Diseño táctico actual del retorno de embalajes

Para la definición de las políticas de retorno de embalajes vacíos se plantean diferentes alternativas que minimicen simultáneamente las inversiones necesarias en la compra de los mismos y los gastos de transporte. Una vez determinados tanto tipo de embalaje como modo

de transporte y gestión del mismo, los parámetros que resultaran claves para cuantificar la necesidad de embalajes dentro del circuito de cada proveedor-cliente son:

- Lead Time del proveedor
- Stock de Seguridad del proveedor
- Tiempo de Transito Proveedor-Cliente (para material enviado de proveedor a cliente)
- Días en producción en cliente
- Stock de seguridad en cliente
- Tiempo de transito Cliente-Proveedor (para contenedores vacíos retornados)

Un factor adicional decisivo en la definición de los parámetros relativos al retorno de embalajes vacíos es el ratio de plegado de cada embalaje, es decir, cual es volumen de un embalaje cargado de material en relación a su volumen vacío y plegado, dado que la mayoría de los embalajes utilizados en el sector son plegables, lo que permite reducir los costes de almacenaje, gestión y transporte de los mismos.

Serán claves para la definición de los parámetros de tránsito entre proveedores y clientes y viceversa, los tamaños de lote de envío de embalajes retornables, y en torno a estos, junto con la definición de los costes asociados a cada modo de transporte, los parámetros a partir de los cuales se definan los diferentes escenarios a estudio. Una vez se integran todos y cada uno de los factores anteriormente mencionados para cada proveedor y pieza, estos se multiplican por el número de embalajes consumidos durante un día, para de esta forma calcular el número total de embalajes necesarios en cada circuito y para cada referencia. Por último, se comparan las necesidades de embalajes previstas, con las existencias disponibles en cada planta y se hace la inversión necesaria por la diferencia entre embalajes necesarios y embalajes disponibles.

Otra particularidad dentro del grupo es la existencia de una “bolsa” de embalajes disponibles, que pueden llegar a generarse por el hecho de finalización en la fabricación de algún modelo o por la introducción de mejoras logísticas que han reducido el número de embalajes necesarios en un momento dado. Esta “bolsa” está disponible para todas las empresas del grupo. En este sentido sucede que uno de los principales problemas que encontramos con esta forma de definición del número de embalajes necesarios de cada circuito es que, como norma general, estos son definidos de manera estática y se tiene en cuenta la peor de las circunstancias que se pueden llegar a dar en un circuito concreto para definirlos. Por ello, al trabajar con cantidades máximas, se suele trabajar con un excesivo número de embalajes en relación a los que realmente son necesarios. Por todo ello se trabajó en desarrollar nuevas políticas al respecto que son descritas a continuación.

### **3.3. Diseño de Gestión operativa y Control de los flujos actuales**

Terminada la planificación táctica, y con la definición de cada uno de los parámetros que componen el circuito de embalajes de cada referencia y proveedor, se pasa a la gestión y el control operativo de cada circuito y proveedor una vez comienza la producción en serie del nuevo modelo y su integración en la red logística de los modelos que actualmente se fabrican.

Operativamente se controlan los movimientos de entradas y salidas siempre desde el punto de vista de los proveedores, es decir, cantidad de contenedores “en casa” del proveedor. Se opta por ello por trabajar con el modelo de gestión de inventarios por Punto de Pedido, como si se estuviesen gestionando componentes de materia prima. Para cada proveedor y cada tipo de embalaje, se define una cifra a partir de la cual, cuando el stock de embalajes desciende por debajo de esta, se manda un lote de embalajes vacíos para reponer el stock. Para la definición de esta cifra se tienen en cuenta tiempos de tránsito, demandas medias y variabilidades existentes en la mismas en los tiempos de tránsito previstos. Así, el punto de pedido (PP) será el stock de seguridad (SS) más la demanda media (D) esperada durante el lead time:

$$PP = SS + \bar{D} \times LT \quad (1)$$

Si la demanda fuera perfectamente determinada, uniforme a lo largo del tiempo, no necesitaríamos un stock de seguridad. El stock de seguridad surge de la incertidumbre de la demanda, más precisamente de la incertidumbre de la demanda durante el lead time

$$SS = K\sigma D \sqrt{LT} \quad (2)$$

Sucede que aquí el lead time no es constante sino que es a su vez una variable aleatoria con distribución normal. Ya no lo denotaremos sólo LT, sino como una variable con media  $\overline{LT}$  y desviación Standard. Es lógico por tanto que si a la variabilidad de la demanda se agrega la variabilidad del lead time, el stock de seguridad es mayor. Las fórmulas serán ahora:

$$PP = SS + \bar{D} \times \overline{LT} \quad (3)$$

$$SS = K \sqrt{\sigma D^2 \overline{LT} + \sigma \overline{LT}^2 D^2} \quad (4)$$

Los lotes de retorno están previamente definidos a partir de la planificación táctica, y estos se van actualizando mensualmente con las previsiones de la planificación de producción del cliente final. El criterio que se sigue para su definición es el del volumen de camión generado por día por cada tipo de embalaje de cada proveedor y, la ubicación de proveedores próximos del mismo cliente final localizados en la misma ruta o región geográfica.

Otra particularidad importante a la hora de controlar y gestionar los embalajes vacíos y su devolución a proveedores, para que estos sean nuevamente utilizados en el envío de piezas, es que la empresa como grupo, tiene tanto plantas de montaje de productos finales de diferentes modelos, como plantas de los principales componentes que son necesarios para la fabricación de productos finales repartidas por Europa, y por norma general, estas comparten a los proveedores de los principales componentes y los mismos tipos de embalajes retornables. Además, como se observa en la Figura 2, estos embalajes no son sólo compartidos por diferentes proveedores de un mismo cliente, sino que lo son también entre los mismos proveedores de diferentes clientes finales. Por lo tanto, tanto proveedores como clientes, se preocupan exclusivamente de la gestión de la información en lo que a entradas y salidas de embalajes se refiere, pero por norma general, estos embalajes no se separan físicamente ni por clientes ni por proveedores en las plantas, y tanto unos como otros se utilizan en función de las necesidades productivas de cada uno de los proveedores. Así, si por ejemplo un determinado cliente tiene algún problema de suministro de embalajes vacíos de un proveedor concreto, es muy probable, que sea otro cliente el que acabe pagando las consecuencias de la falta de embalajes vacíos en un momento dado, puesto que el proveedor, en función de sus necesidades de producción, irá utilizando embalajes vacíos de los que en ese momento

disponga (independientemente del cliente al que pertenezcan) a la espera de que antes de que se quede sin embalajes vacíos, el cliente que ha originado el problema reponga al circuito los embalajes faltantes.

### 3.4. Valoración de los distintos escenarios posibles

Dentro de cada una de las diferentes alternativas propuestas para la gestión de los embalajes retornables, se realizó un estudio preliminar de los parámetros que podían ser clave para definir el número total de contenedores necesarios dentro de cada circuito y los costes en gestión y transporte de los mismos los siguientes elementos. La fórmula que determina finalmente el número de contenedores para cada circuito y para cada referencia viene determinado por la siguiente ecuación:

$$\text{Total} = (\text{Supplier Lead Time} + \text{Safety Stock Supplier} + \text{Transit time Full} + \text{Days in Production Customer} + \text{Empty Days in production} + \text{Transit Time Empties} + \text{Safety Stock}) * \text{Containers/day}$$

Donde para poder analizar políticas distintas hemos tomado como constantes:

- Una demanda que se comporta de acuerdo a una distribución normal con unos parámetros de media y desviación y, que será la misma para todos y cada uno de los diferentes escenarios
- Una planificación de aprovisionamiento de material hecha en base a la demanda del cliente y que será la misma para todos y cada uno de los diferentes escenarios
- Un sistema de aprovisionamiento de materiales que combinará diferentes modos de transporte entre los diferentes nodos de la cadena y que pudiendo tener influencia en la diferentes políticas de retorno de embalajes.
- Una ubicación geográfica concreta de diferentes proveedores y clientes finales

A partir de estas hipótesis se diseñaron los diferentes escenarios de transporte para cuantificar el efecto del uso y gestión global de los diferentes modos existentes y de los tamaños de lote de retorno de embalaje asociados a estos:

- FTL.- envío directo a un único proveedor de un lote de embalajes retornables cuyo volumen es exactamente igual al volumen de carga máximo del camión y pago del camión de retorno completo.
- LTL.- envío de lotes de retorno de embalajes inferiores al volumen de carga máximo del camión y pago por el volumen de camión ocupado.
- MILK RUN.- envío a dos o más proveedores, situados dentro de una misma ruta o región geográfica de un lote de embalajes retornables, y cuyo volumen agregando los volúmenes ocupados por los embalajes enviados a cada proveedor, es exactamente igual al volumen de carga máximo del camión. Se paga el camión completo más una cantidad fija por cada una de las paradas que debe hacer el camión para descargar en cada proveedor de la ruta

Y los indicadores que se tomaron para valorar cada uno de los escenarios generados fueron los siguientes cuatro parámetros:

- Inversión.- Coste derivado de la compra de los embalajes necesarios para mantener el flujo de fabricación y aprovisionamiento de componentes y retorno de los embalajes a proveedores
- Costes de gestión.- Derivados de las diferentes políticas de gestión del mantenimiento de los diferentes circuitos de embalajes retornables
- Coste de transporte.- generados por la necesidad de retornar contenedores vacíos a los proveedores de componentes
- Costes de almacenamiento derivados del tamaño de los lotes de envío de contenedores vacíos a clientes

### **3.5. Conclusiones provisionales del caso de estudio**

Atendiendo a las valoraciones realizadas para cada uno de los escenarios propuestos, podemos resumir, como reglas generales aplicables, las siguientes conclusiones:

- La utilización de MILK RUN para aquellos proveedores que se encuentren en una misma ruta o región geográfica, no separados entre ellos por más de 250 km. Esta solución reduce las inversiones iniciales en embalajes, asegurando un flujo continuo de retorno de embalajes que permite minimizar los stocks de embalajes dentro de los circuitos individuales.
- La utilización de FTL para proveedores aislados y que generen un volumen de carga importante, ya que este es el modo de transporte óptimo para conseguir reducir al máximo los costes de transporte.
- La utilización de grupajes para aquellos proveedores aislados geográficamente, que físicamente es imposible integrarlos en ninguna otra ruta establecida y que generan volúmenes de carga reducidos

## **4. Conclusiones y líneas futuras de investigación**

Hoy en día la sociedad y los mercados demandan actitudes y actuaciones de las empresas cada vez más respetuosas y responsables con el medio ambiente. En este escenario la irrupción de la Logística Inversa en la gestión de la cadena de suministro proporciona a las empresas nuevas formas de adoptar prácticas más respetuosas con el medio ambiente y a la vez mejorar la eficiencia de sus procesos logísticos. Pero para ello es necesario, a la hora de diseñar los flujos operativos de productos y materiales en la cadena de suministro, la integración de distintos criterios relativos no sólo a las demandas de productos sino también a la necesidad de retorno de embalajes vacíos.

Las ventajas potenciales que de estas prácticas se derivan se ven multiplicadas si este esfuerzo se realiza coordinadamente entre todos los agentes de la cadena de suministro mediante una Planificación Colaborativa en los modelos de gestión globales. La sincronización de diferentes cadenas, debe ejecutarse en primer lugar, a través de la estandarización de los embalajes retornables que se utilizan en los diferentes agentes que componen la cadena de suministro y en segundo, a través del intercambio de información y la utilización de los conceptos de Planificación Colaborativa, aprovechando la oportunidad que actualmente le está brindando la Logística Inversa para convertirse en el nexo de unión entre diferentes cadenas de suministro.

Como futura línea de investigación estaría por tanto la integración de los conceptos de Logística Inversa y Planificación Colaborativa. Asimismo un uso adecuado de herramientas de simulación permitiría valorar y testear adecuadamente las posibles nuevas formas de trabajo generadas y que han sido analizadas.

### **Agradecimientos**

Nuestros agradecimientos a Jorge Cerdán de las Heras, responsable de la Logística Inversa en la empresa en que se ha realizado el caso de estudio, y que ha colaborado activamente en su redacción para este artículo.

### **Referencias**

- Adebanjo, D., Xiao, P (2006). Managing reverse logistics in the Chinese automobile Industry. Proceedings 2006 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. University of Liverpool Management School.
- De Brito, M. P., Dekker, R. (2004). A framework for Reverse Logistics. En Dekker, R., Inderfurth, K., van Wassenhove, L., and Fleischmann, M., editors, Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains, chapter 1. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Dekker, R., Inderfurth, K., van Wassenhove, L., Fleischmann, M. (2003). Quantitative Approaches for reverse logistics. Springer-Verlag, Berlin, 2003.
- Gallo G. (2004). Operations Research: Responsibility, Sharing and Cooperation. European Journal of Operational Research 2004; 153, 468-476.
- Ginter, P.M., Starling, J.M., (1978). Reverse distribution channels for recycling. California Management Review 20 (3), 73-82.
- Guiltinan, J.P., Nwokoye, N.G., (1975). Developing distribution channels and systems in the emerging recycling industries. International Journal of Physical Distribution 6 (1), 28-38.
- Kopicky, R.J., Berg, M. J., Legg, L. Dasappa, V., Maggioni C. (1993). Reuse and recycling: reverse logistics opportunities. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL
- McKinnon A. (2003). Logistics and the environment. Chapter 37 Handbook of Transport and the environment, edited by D.A. Hensher and K.J. Button, Elsevier Ltd 2003.
- O'Reilly, J. (2005). Rethinking reverse Logistics. <http://www.inboundlogistics.com>
- Rogers, D y Tibben-Lembke, S (1998). Going backwards : Reverses Logistics Trends and Practices. Voi22, No.2,2001. University of Nevada, Reno, Center of Logistics Management. *Reverse Logistics Executive Council* ®
- Seitz, M (2003). Reverse Logistics and Remanufacturing in the Automotive Sector. The Center for Business Relationship Accountability Sustainability and Society.
- Stock, J.R., (1992). Reverse Logistics. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Thierry, M., Salomon, M., van Nunen, J. A. E. E., van Wassenhove, L. N. (1995). Strategic issues in product recovery management. California Management Review, 37(2):114–135.
- Transport 2000 Trust (2003). Wise Moves. Exploring the relationship between food, transport and CO<sup>2</sup>. Summary and recommendations. Transport 2000.