

LA CONTRIBUCIÓN DE LA LOGÍSTICA EN LA CREACIÓN DE VALOR DE LAS EMPRESAS

RUTH CARRASCO-GALLEGO

EVA PONCE-CUETO

ANA MORENO-ROMERO

ETSI Industriales
Universidad Politécnica de Madrid

En este artículo se presentan diversas formas en las que la logística puede contribuir a la creación de valor de las organizaciones. En situación de crisis, para la gran mayoría de las empresas industriales, una correcta gestión de la logística es clave para sobrevivir en el mercado competitivo actual, así como para aumentar la cuota de mercado en el futuro. De acuerdo

con Rey-Marston (2013), en numerosas ocasiones resulta complicado cuantificar, en términos financieros y de creación de valor, las mejoras conseguidas a través de una mejor gestión logística.

Un reciente estudio realizado por la consultora norteamericana Gartner (Hofman *et al.*, 2013) identifica las empresas que presentan una mejor gestión de sus cadenas de suministro. En el informe de 2013, empresas como McDonalds, Amazon, Unilever, Procter & Gamble, Dell, Inditex (estas dos últimas referentes mundiales en la gestión ágil de sus cadenas de suministro), Nestlé o Ford están entre las 25 mejores a nivel mundial. En general, estas empresas, consideradas excelentes en su gestión logística, presentan también buenos resultados financieros, por ejemplo, el crecimiento de ventas de Nestlé subió un 6% en 2012. Por su parte, Ford registró un aumento en las ventas de sus modelos más populares en un promedio de 30% en marzo de 2013, con respecto al mismo periodo del año anterior. Estos datos ponen de manifiesto la conexión entre una excelente gestión logística y los resultados financieros de la empresa, siendo evidente la contribución de la logística a la creación de valor.

El objetivo de este artículo es mostrar como la logística, apoyándose en las Tecnologías de la Información

y las Comunicaciones (TIC), puede contribuir a la creación de valor en las organizaciones. Una eficiente gestión de los sistemas logísticos permite reducir costes a través de un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Asimismo, se impacta de forma positiva en la sostenibilidad económica y ambiental de dichos sistemas.

El artículo se estructura de la siguiente forma: en el primer apartado se presenta el concepto de logística global, sostenibilidad y creación de valor y se ilustra con casos de empresa. En el siguiente apartado se presentan diferentes formas en las que las TIC pueden contribuir a una gestión más eficiente de los sistemas logísticos. Finalmente se presentan las conclusiones de este trabajo.

LOGÍSTICA, CREACIÓN DE VALOR Y SOSTENIBILIDAD ¶

En este apartado se aborda cómo la logística puede contribuir a la creación de valor, desde el punto de vista de la sostenibilidad del negocio (en términos económicos y medioambientales). Desde el punto de vista económico y teniendo en cuenta cinco aspectos comunes identificados por Collins y Porras (2002) en la mayoría de las empresas, y que contribuyen a

CUADRO 1
MEJORA DEL SISTEMA LOGÍSTICO DE LA EMPRESA NESTLÉ Y SU CREACIÓN DE VALOR

Medida adoptada	Ventaja conseguida
Simplificación de los procesos: de un mix de orígenes de cacao particularizado para cada receta a un mix estándar	Estandarización y eficiencia: planificación y ejecución de tareas menos compleja
	Reducción de tanques de almacenamiento: de 9 a 5
	Menor gasto de energía, limpieza, mantenimiento...
Estandarización de operaciones: cambio de formato de la plegadora de tabletas	Reducción del tiempo de cambio de moldes: de 150' a 60'
	Reducción de tiempo en las plegadoras: de 90' a 30'
	Aumento de la eficiencia de la línea: del 71,8% al 80%
	Reducción de tiempos de descarga y de colocación de mercancía en el camión: de 2:30h a 1:15h
Mejoras en los embalajes: reducción de colores y armonización de especificaciones	Mayores tiradas en serie sin necesidad de tiempos de cambio en las máquinas
Mejoras en los embalajes: imprimir varios embalajes con un mismo número de tintas	Permite lanzamientos más frecuentes. Reducir niveles de stock. Reducir riesgos de obsolescencia

FUENTE: Elaboración propia.

que estas sean sostenibles, entendiéndose por sostenibles que sean empresas que perduren en el tiempo, se identifican: crecimiento, rentabilidad, eficiencia, liquidez y valor.

Las empresas necesitan buscar nuevos productos, mercados, negocios y estrategias que les ayuden a conseguir un crecimiento sostenible. En cuanto a la eficiencia, esto es, cómo conseguir mejores resultados con los mismos o menos recursos, la logística juega un papel clave a través de, entre otras cosas, la optimización de procesos y recursos. Asimismo, una correcta gestión logística (gestión de la demanda, flujos de materiales e información, gestión de aprovisionamientos, gestión de entregas, etc.) puede contribuir al crecimiento de las ventas y a un mejor control de los gastos operacionales, por lo que redundará en una mejora de los resultados financieros del negocio.

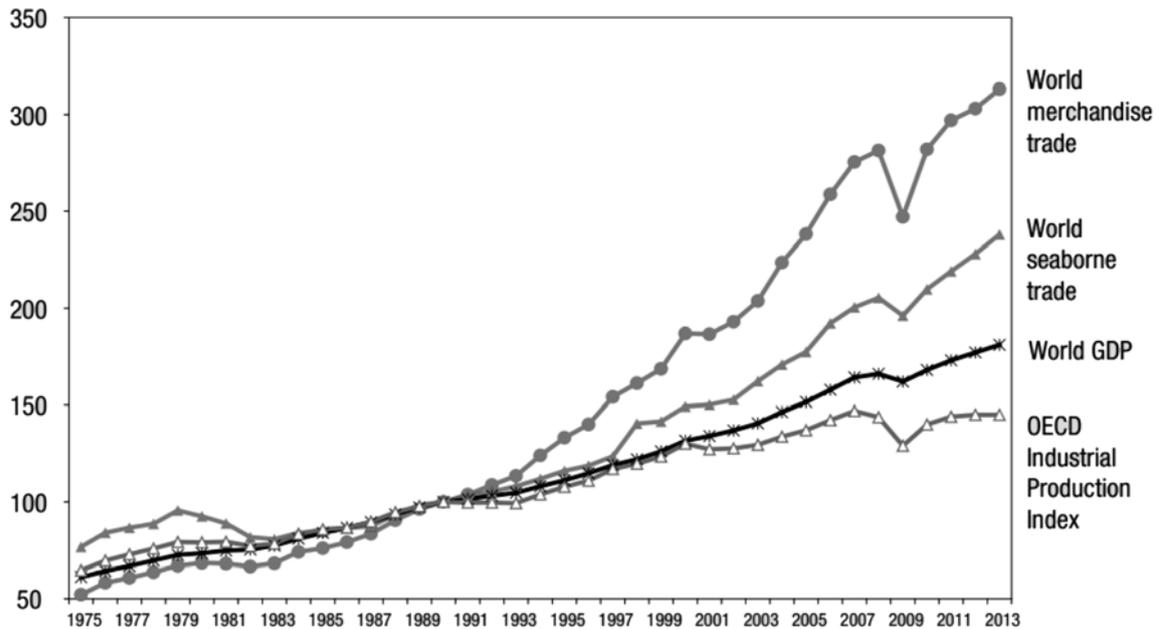
El caso Nestlé es un buen ejemplo para ilustrar cómo a través de una gestión logística más eficiente se consigue reducir costes operacionales y también un crecimiento de sus ventas. La empresa Nestlé ha venido desarrollando durante los últimos años diversos programas orientados a la búsqueda de la eficiencia y la reducción de costes de su cadena de suministros. Por ejemplo, el programa «*Operation Excellence, 2007*» o el programa «*Continuous Excellence*». Con estos programas la empresa pretende conseguir un crecimiento sostenible basado en la eficiencia de su sistema logístico. En 2008 decidió adoptar la filosofía Lean a su proceso de fabricación, concretamente se comenzó aplicándolo a la gama de tabletas de chocolate. En el proyecto, además de la empresa Nestlé, participaron otros actores de la cadena de suministro, como Supermercados DIA, el proveedor ALCAN y el operador logístico DHL. En el cuadro 1 se resumen algunas de las medidas adoptadas en el proyecto y las ventajas conseguidas con las mismas.

Otra empresa que presenta un proyecto interesante de gestión eficiente de cadena de suministro, y que

se centra además de en la mejora de la eficiencia económica, también en la ambiental, es la empresa DANONE con su proyecto «*Green Supply*». El proyecto arranca en el año 2008, extendiéndose en el año 2012. Se trata de un proyecto ambicioso (ha conestado de varias fases) en el que la empresa se plantea reducir la huella de carbono en la cadena de suministro de sus productos a través del desarrollo de una estrategia global de *supply chain*. Con este proyecto se consiguen mejoras en la gestión de la cadena de suministro a la vez que se trata de reducir las emisiones de CO₂ de dicho sistema logístico. Concretamente, la empresa se planteó una reducción del 30% de sus emisiones de CO₂ en el año 2012 con respecto a las emisiones producidas en 2009.

Entre los objetivos del proyecto se plantean desarrollar un modelo de medición del impacto de sus operaciones en términos medioambientales, optimizar la distribución, optimizar los almacenes, reducir los kilómetros recorridos, reducir los consumos, incorporar innovaciones tecnológicas y finalmente desarrollar una cultura de CO₂. El primer eje del proyecto, permite conocer la evolución de las emisiones a través de la implantación de una herramienta de medición de CO₂. El segundo eje de acción, la optimización de la distribución, se centra en optimizar la distribución capilar de sus productos. Para llevar a cabo este objetivo fue necesario implicar a sus principales proveedores logísticos, como Salvesen Logística. Para ello, realizaron una revisión de las rutas, frecuencias y actividades que se realizaban, se desarrolló un inventario detallado de las rutas, se realizó una optimización de medios, optimización de la red de distribuidores y finalmente se implementaron estrategias de codistribución en la red capilar que están dando muy buenos resultados. En cuanto al eje que se refiere a la incorporación de nuevas tecnologías para conseguir mayor eficiencia en su gestión logística, adoptaron varias medidas. Para la renovación de su flota de camiones, realizaron proyectos pilotos con camiones

GRÁFICO 1
CRECIMIENTO DEL COMERCIO MUNDIAL DE MERCANCÍAS Y DEL TRÁFICO MARÍTIMO MUNDIAL RESPECTO AL PIB MUNDIAL Y AL ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LOS PAÍSES DE LA OCDE (1975-2013)
 (1990=100)



FUENTE: UNCTAD (2013).

de gas natural y con camiones híbridos eléctricos para los vehículos que realizan reparto de medio alcance y capilar. Asimismo, realizaron gestión de flotas con análisis de estilos de conducción.

Finalmente, investigaron la utilización de energías alternativas para la gestión de sus almacenes. Para reducir el consumo energético en los almacenes, adoptaron, entre otras medidas, la implantación de *leds* de iluminación, la monitorización del consumo en los frigoríficos y una mejora en el arranque de los equipos para que sea gradual y más eficiente. En el eje de desarrollo de cultura y compromiso con la reducción de emisiones CO₂, trataron de integrar a todos sus proveedores y colaboradores y hacerlos partícipes de su compromiso con el medio ambiente. Para ello, realizaron la comunicación del compromiso de la organización Danone, la comunicación del compromiso a los proveedores, desarrollaron un cuadro de mando mensual con los resultados de emisiones de CO₂ y finalmente fijaron objetivos anuales de reducción de emisiones de CO₂. Según el informe de sostenibilidad 2012 publicado por la empresa, en 2012 consiguieron una reducción del 35% respecto a las emisiones producidas en 2008.

En cuanto a la logística global cabe mencionar que el comercio mundial y con él, el transporte internacional de mercancías, han venido creciendo en las últimas décadas a un ritmo superior al de la economía mundial. Según la OMC, mientras que el PIB mundial se ha multiplicado por ocho desde 1950, el comercio inter-

nacional ha visto multiplicado su volumen por veintisiete. Como consecuencia, la participación del comercio internacional en el PIB mundial ha pasado del 5,5% en 1950 al 20,5% en 2006. Esta expansión del comercio internacional se ha visto lógicamente acompañada de un espectacular crecimiento del transporte internacional de mercancías (gráfico 1). En las últimas dos décadas, hemos asistido a un progresivo alejamiento de los puntos de producción respecto a los puntos de consumo y al desplazamiento de las rutas comerciales mundiales hacia el continente asiático, motivada por la mayor apertura comercial de países como China y por la especialización de estos países en la manufactura de bienes de consumo que después son exportados hacia otras zonas del mundo.

En este movimiento mundial de materiales no sólo intervienen productos terminados, sino que frecuentemente también se desplazan piezas y productos intermedios. Esto es consecuencia del desarrollo de redes de suministro globales, en las que varios actores, en ocasiones separados por miles de kilómetros de distancia, intervienen en la fabricación de un producto. El proceso global de elaboración de un producto se descompone en varias etapas (desintegración de la producción), de modo que la fabricación de las piezas o subconjuntos que forman el producto se realiza en distintos países y después estas se transportan hasta la ubicación donde se realiza el montaje final.

Es obvia e indiscutible la importancia del transporte de mercancías como sector económico y su contri-

bución histórica al desarrollo de las regiones y al progreso de la sociedad. Sin embargo, la creciente preocupación social por los aspectos ambientales pone en cuestión la sostenibilidad de nuestros modelos actuales de producción-distribución. El rápido crecimiento del transporte de mercancías supone también un incremento en las emisiones de CO₂ y de contaminantes atmosféricos asociadas al mismo. A pesar de las mejoras realizadas en los diferentes modos de transporte en términos de eficiencia energética y la tímida introducción de combustibles no fósiles, las emisiones de GEI (gas efecto invernadero) asociadas al transporte de mercancías no han dejado de crecer, debido a la creciente demanda de los servicios de transporte. Esta demanda creciente es, en cierto modo, consecuencia del desajuste entre el precio de los servicios de transporte y su coste real. La no internalización de los costes ambientales que genera el transporte de mercancías favorece la decisión de ubicar los centros de producción alejados de los puntos de consumo, así como la fabricación de diversas piezas y componentes en localizaciones geográficamente dispersas. A este respecto, es de destacar que las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional por vía aérea y marítima no se contabilizan por el momento en los instrumentos internacionales de regulación relativos al cambio climático como, por ejemplo, el protocolo de Kyoto. En la Conferencia de Copenhague no se alcanzaron nuevos acuerdos vinculantes relativos a las emisiones del transporte internacional.

A la hora de analizar los sistemas logísticos y su contribución a la creación de valor en las empresas, debemos tener en cuenta no sólo los aspectos económicos, sino también los medioambientales.

CONTRIBUCIÓN DE LAS TIC A LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS LOGÍSTICOS ▼

Generalmente, la introducción, implantación y uso de las TIC en las empresas que gestionan procesos logísticos suele venir motivada por la búsqueda de reducciones de costes. Dada la importancia del transporte internacional de mercancías en el contexto actual de redes globales de suministro, el objetivo es conseguir un transporte de mercancías más eficiente, que permita mantener o incluso mejorar el nivel de servicio ofrecido al cliente, a la vez que se realiza un menor consumo de recursos (en términos de combustible, mano de obra, espacio, etc.). Esta búsqueda de ahorros repercute indirectamente y de forma beneficiosa también en el medioambiente.

Si mediante el uso de las TIC somos capaces de aprovechar al máximo la capacidad de carga de un vehículo, de disminuir el número de kilómetros recorridos para realizar un determinado conjunto de entregas o de coordinar mejor el trabajo de un grupo de transportistas, estamos contribuyendo a reducir nuestro consumo de recursos y a hacer más sostenibles nuestros métodos de aprovisionamiento y distribución.

Las TIC pueden contribuir a la mejora de los sistemas logísticos en los siguientes aspectos:

✓ **Optimizando.** La capacidad de cálculo de los ordenadores actuales y la integración creciente de los sistemas de información en los procesos productivos y comerciales, ha permitido que se extiendan en el ámbito empresarial herramientas de optimización combinatoria, como los programas de optimización de rutas o de optimización de la carga. Estos programas, basados en las técnicas de la investigación operativa, buscan reducir el número de kilómetros necesarios para llevar a cabo un determinado plan de distribución o proporcionan configuraciones de carga que aprovechan mejor el espacio disponible en una paleta, en un contenedor marítimo o en la caja de un camión. De este modo, reduciendo el número de kilómetros necesarios y aprovechando mejor el espacio disponible se consigue distribuir un mismo volumen de mercancía utilizando menos recursos, lo que obviamente redundará en la sostenibilidad de los sistemas de distribución.

✓ **Facilitando la comunicación y la coordinación.** El desarrollo experimentado por las TIC en las últimas décadas ha permitido reducir a casi cero el coste marginal de las comunicaciones internacionales y ha proporcionado herramientas que facilitan la coordinación de los procesos vinculados a la gestión de redes globales de suministro. Las TIC facilitan también la coordinación entre los agentes que participan en el transporte intermodal de mercancías.

✓ **Localizando e identificando artículos en tiempo real.** La extensión al ámbito civil de las aplicaciones basadas en los sistemas de navegación y posicionamiento por satélite (GPS y, en un futuro, Galileo) y la difusión de los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) permiten el desarrollo de nuevas herramientas de gestión logística, como los sistemas de gestión de flotas o los sistemas de control remoto del material rodante en el ámbito ferroviario. Estas herramientas contribuyen sin duda a mejorar la gestión de los flujos logísticos con lo que reducen, de forma indirecta, el impacto ambiental del transporte de mercancías.

A continuación se presentan algunos ejemplos más concretos de cómo diversas aplicaciones de las TIC en el transporte de mercancías contribuyen a que este sea más eficiente (desde el punto de vista económico y ambiental).

Sistemas de optimización ▼

El cuadro 2, en página siguiente, presenta algunos modelos básicos de optimización combinatoria de amplia aplicación en el ámbito de los sistemas logísticos.

Gracias a la capacidad de cálculo de los ordenadores actuales, es posible encontrar la solución óptima de determinadas instancias de estos problemas.

CUADRO 2
MODELOS BÁSICOS DE OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA FRECUENTEMENTE UTILIZADOS EN LOGÍSTICA

TSP (Traveling Salesman Problem)

El problema del viajante, todo un clásico de la programación matemática, consiste en encontrar la ruta que, comenzando y terminando en un punto concreto, permite visitar una única vez todos los puntos señalados, de modo que la distancia recorrida por el viajante sea mínima. A pesar de su aparente sencillez, el TSP es uno de los problemas matemáticos más difíciles de resolver, ya que el número de soluciones posibles crece de forma exponencial con el número de puntos que se requiere visitar.

BPP (Bin Packing Problem)

Este problema consiste en determinar cómo organizar los elementos de un contenedor (por ejemplo, una paleta, un cajón, etc.) para que no sobrepasen un determinado peso o tamaño, mientras que se maximiza la ocupación del espacio disponible.

VRP (Vehicle Routing Problem)

Este problema, a caballo entre el TSP y el BPP, consiste en lo siguiente: dados un conjunto de pedidos para distribuir (con un volumen y peso asignados y un punto donde realizar cada entrega) y un conjunto de vehículos que comienzan y terminan su desplazamiento en una misma ubicación, determinar el conjunto de rutas de minimizan la distancia total recorrida por los vehículos. Existen variantes de este problema que tienen en cuenta restricciones adicionales como ventanas horarias de entrega en los clientes, necesidad de que una entrega concreta sea asignada necesariamente un determinado vehículo, etc.

FUENTE: Elaboración propia.

Sin embargo, en la práctica empresarial, generalmente no es tan importante encontrar la ruta que minimiza la distancia recorrida o la configuración de carga que aprovecha al máximo el espacio disponible, sino encontrar una solución del problema que se encuentre razonablemente cerca del óptimo pero que se pueda obtener en un tiempo de computación suficientemente corto. Los programas comerciales de optimización de rutas o de optimización de la carga usan modelos tipo VRP o BPP para representar situaciones logísticas reales. Suelen utilizar para su resolución algoritmos heurísticos que, sin llegar a resolver de forma exacta el problema (obtener la solución matemáticamente óptima) proporcionan buenas soluciones, habitualmente mejores que cuando se resuelve el problema «a mano», en un tiempo de cálculo muy corto. Este tipo de herramientas informáticas permiten conseguir ahorros significativos en el número de kilómetros recorridos por los vehículos de reparto o en el número de vehículos necesarios para llevar a cabo un determinado plan de distribución, al aprovechar mejor la capacidad de carga.

Asimismo, los sistemas de información actuales permiten aplicar muchas de estas técnicas de optimización en la operativa diaria de las terminales portuarias o en los almacenes de distribución y actualizar la toma de decisiones casi en tiempo real. En el centro de control de la instalación se calcula por ejemplo la secuencia óptima en que se deben descargar los contenedores de un barco o la ruta que debe seguir un preparador de pedidos para minimizar la distancia recorrida en un almacén de distribución. Estas instrucciones se transmiten en tiempo real al equipo automático o la persona que tiene que ejecutar la operación, generalmente mediante sistemas de comunicación inalámbricos (radiofrecuencia, WiFi, comunicaciones móviles). Koster *et al.* (2007) y Steenken *et al.* (2004) son dos buenas revisiones del

estado del arte sobre optimización en almacenes de distribución y en terminales portuarias. En Stahlbock y Voss (2008) se puede encontrar una revisión más actualizada sobre el tema.

Sistemas de gestión de flotas

Los sistemas de gestión de flotas utilizan un sistema de posicionamiento remoto (generalmente a través de GPS y cartografías digitales) y un sistema de comunicaciones móviles (GSM-GPRS - UMTS) entre vehículos y central para obtener en tiempo real la posición y estado de cada uno de los elementos que forman la flota y poder actuar de forma inmediata, en caso de que sea necesario, sobre alguno de los vehículos. De este modo, es posible, por ejemplo, desviar la ruta del vehículo más próximo para atender la entrega de un pedido urgente o comunicar de forma inmediata la existencia de un potencial cargador para evitar un desplazamiento en vacío. Al disponer en tiempo real de la localización y estado de los vehículos, se consigue una mejor gestión de la flota, reduciendo el número de vehículos y conductores necesarios. El uso de terminales de mano (PDA) con comunicaciones móviles integradas permite a su vez facilitar el flujo de información a lo largo de toda la cadena logística y simplificar los procesos administrativos asociados a la entrega de las mercancías.

Sistemas de identificación automática y seguimiento de elementos de carga

Un elemento clave para que un sistema de trazabilidad sea fiable es el uso de tecnologías de identificación automática que eviten la introducción manual de datos en el sistema. Una tecnología que se ha venido utilizando con mucho éxito para estos fines es el código de barras, qué según la simbología

utilizada puede representar únicamente un número de identificación (código de barras de una dimensión: UPC, EAN, etc.) o incluir algo más de información como una dirección postal, el nombre del fabricante o el nombre del subconjunto en que debe montarse una pieza (código de barras de dos dimensiones: PDF 417, Datamatrix, etc.). Sin embargo, y especialmente en el caso de los elementos de carga (contenedores intermodales, paletas, etc.), existen otras tecnologías de identificación automática y seguimiento que pueden ser de interés, como GPS, RFID u OCR.

El uso de receptores GPS en los contenedores intermodales permite seguir la localización de un contenedor a lo largo de todas las etapas de su viaje, independientemente de que el vehículo que lo transporta vaya equipado o no de otro receptor. Sin embargo, el apilamiento de contenedores en las terminales intermodales y el margen de error propio de la señal GPS del orden de unos pocos metros, limitan su uso, a día de hoy, para la identificación de la posición exacta de un contenedor en la terminal. Una alternativa en este caso es la identificación por radiofrecuencia (RFID), tecnología que permite determinar automáticamente la «identidad» de un objeto (un contenedor, un vehículo, una grúa portuaria) ante un sistema de información, de forma similar a como lo haría un código de barras, pero sin necesidad de establecer un contacto directo entre la etiqueta RFID que identifica al objeto y el lector. La etiqueta RFID puede estar incluso oculta dentro del objeto y el lector puede llegar a ubicarse a una distancia respecto a la etiqueta del orden de la decena de metros. La etiqueta RFID puede utilizarse para identificar al contenedor mismo, al elemento de manutención (grúa) que lo maneja o al vehículo que acude a la terminal para retirar un contenedor.

También es cada vez más frecuente el uso de programas de reconocimiento óptico de caracteres (*Optical Character Recognition*), que reconocen un texto a partir de una imagen del mismo y transforman los píxeles de la imagen en un formato comprensible para otras aplicaciones informáticas, como ASCII o Unicode. Los contenedores ISO están unívocamente identificados mediante un número de serie grabado y claramente visible en su exterior. Si se utilizan elementos de manejo de cargas equipados con una cámara digital y un programa OCR, es posible identificar de forma automática el contenedor concreto sobre el que se está realizando una determinada operación y enviar esa información de forma telemática al centro de control de la terminal para su registro.

Estas tres tecnologías de identificación automática no son en modo alguno elementos disjuntos, sino complementarios. Es posible por ejemplo utilizar GPS para hacer un seguimiento en tiempo real del vehículo que transporta un contenedor (barco o cabeza tractora), RFID para detectar qué grúa lo manipula y registrar en qué hueco de la terminal lo deposita y OCR para identificar el número de serie del conte-

nedor concreto sobre el que se están realizando todas estas operaciones. Algunos de los puertos más importantes del mundo como el puerto de Oakland o el de Rotterdam ya utilizan alguna de estas tecnologías de identificación y seguimiento de contenedores o han realizado pilotos sobre su viabilidad.

Etiquetado inteligente y logística inversa

Las TIC, y en particular el etiquetado «inteligente» de los productos (con RFID o algunos tipos de códigos de barras), pueden facilitar en gran medida los procesos de reciclaje y reutilización propios de la logística inversa. El uso de las TIC para la gestión de los productos al final de su vida útil sigue estando relativamente inexplorado, tanto en la literatura académica como en la práctica industrial. Sin embargo, a continuación se proporcionan algunos ejemplos interesantes de este tipo de prácticas.

Saar y Thomas (2003) argumentan que los códigos de barras y RFID pueden aumentar la eficiencia en las industrias de reciclaje y reutilización, de la misma manera que la introducción de los códigos de barras en los años 80 incrementó de forma muy destacada la eficiencia logística en el sector de la gran distribución. Por un lado, el etiquetado inteligente permite acelerar los procesos de clasificación de productos al final de su vida útil en las plantas de reciclado o refabricación. Por otro lado, estas etiquetas permiten al refabricante de bienes de equipo establecer un enlace entre el equipo usado y sus instrucciones de desensamblado, que se encuentran almacenadas en una base de datos remota.

Un ejemplo de la primera aplicación (clasificación rápida) son las baterías. Típicamente, en los procesos de reciclado de pilas y baterías, éstas se recogen mezcladas, encontrándose muchos tipos distintos de baterías en un mismo contenedor. Los códigos de barras permitirían una rápida clasificación de los distintos tipos de baterías con el fin de enviarlas al reciclador adecuado en función de sus características técnicas. Los equipos electrónicos constituyen un ejemplo de la segunda aplicación (enlace a las instrucciones de desensamblado). Los fabricantes pueden desarrollar instrucciones de reciclado para cada modelo, en las que se especifique la secuencia de desmontaje recomendada para el producto, las piezas o módulos que presentan un mayor potencial para recuperar valor o cómo deben ser eliminados de forma segura los residuos peligrosos presentes en el aparato. El refabricante o reciclador podría acceder a estas instrucciones a través de un código de barras o etiqueta RFID adherida al producto.

Klausner *et al.* (1998) y Simon *et al.* (2001) proporcionan experiencias prácticas sobre cómo utilizar el etiquetado inteligente para facilitar la reutilización de determinadas piezas y componentes en electrodomésticos. Por lo general, en este tipo de equipos algunos componentes específicos tienen un elevado potencial de reutilización. Por ejemplo, los motores

son componentes de alto valor y presentan una vida útil superior a la del equipo en el que están montados, por lo que su reutilización tiene sentido desde el punto de vista económico. Sin embargo, el fabricante necesita conocer el estado de ese componente reutilizable con el fin de determinar si el módulo usado está en condiciones de ser reutilizado o no. Con este fin, se añade al equipo un registro electrónico de datos (Electronic Data Log, EDL). Este sistema consiste en una memoria no volátil muy sencilla y un enlace de comunicaciones. Durante la fase de uso del equipo, el EDL registra información sobre el patrón de utilización del aparato. Cuando el usuario se deshace del equipo y este pasa a reciclado, se extrae la información registrada en el motor equipado con la EDL y, de este modo, el fabricante puede determinar qué motores son reutilizables al haber sido muy poco usados y en cuáles se presume un uso intensivo que hace más recomendable el reciclado. El artículo de Klausner et al. (1998) presenta un ejemplo de este tipo de aplicación en los taladros eléctricos de Bosch. Simon (2001) reporta una experiencia similar en el Reino Unido para lavadoras.

CONCLUSIONES †

El auge del comercio internacional y el desarrollo de redes globales de suministro han incrementado de forma importante la demanda de servicios de transporte de mercancías de larga distancia. Una correcta gestión de la logística contribuye sin duda a la creación de valor de estos sistemas logísticos.

Eficiencia. La logística juega un papel clave en la optimización de procesos y recursos. Esto permite hacer un mejor uso de los recursos, con la consecuente reducción de costes.

Reducción de gastos operacionales. Consecuencia de una gestión más eficiente, redundará en una mejora de los resultados financieros del negocio.

Además de lo anterior, una correcta gestión logística a través de la coordinación de los diferentes flujos de materiales e información contribuye al crecimiento de las ventas (véase caso Nestlé) y por tanto a la creación de valor de las empresas.

Sin embargo, si hablamos de transporte de mercancías y sostenibilidad, una primera reflexión debería girar en torno a la perdurabilidad a largo plazo de nuestros modelos actuales de producción-distribución. Para que estos modelos perduren, es necesario analizar no sólo la componente económica, también las componentes medioambiental y social. En la actualidad, las emisiones de GEI que corresponden al transporte internacional de mercancías por vía aérea y marítima no contabilizan en los instrumentos y compromisos relativos al protocolo de Kyoto, dado lo complejo que resultaría asignar esas emisiones a un país concreto. El rápido crecimiento del transporte de mercancías supone también un incremento en las emisiones de CO₂ y de contaminantes atmosféricos

asociadas al mismo. Además de facilitar la intermodalidad, la aplicación de las TIC a los sistemas logísticos permite reducir ineficiencias y optimizar procesos en todas las etapas del transporte de mercancías. Las empresas logísticas buscan reducciones de costes a través de la implantación y uso de tecnologías como las herramientas de identificación automática (como código de barras, etiquetas RFID o software OCR), los programas de optimización (software de optimización de rutas o de carga, por ejemplo), los sistemas de navegación y posicionamiento por satélite (GPS) o los sistemas de comunicaciones móviles (GSM-GPRS y UMTS). El objetivo es conseguir un transporte de mercancías más eficiente, que permita mantener o incluso mejorar el nivel de servicio ofrecido al cliente, a la vez que se realiza un menor consumo de recursos en términos de combustible, mano de obra, espacio, etc.

Una gestión logística eficiente contribuye sin duda a la creación de valor de las empresas, al mismo tiempo que repercute indirectamente, pero de forma beneficiosa, en el medioambiente. En las redes de suministro del futuro, el reto pendiente es atender a la creación de valor desde una perspectiva sistémica, que tenga en cuenta múltiples dimensiones en dicha creación de valor. Esto implica reportar no sólo acerca del rendimiento financiero de la organización, sobre sus prácticas de buen gobierno corporativo o sobre la reducción del impacto ambiental de sus operaciones, sino también rendir cuentas acerca de la contribución de la organización (y de sus redes de suministro) a la creación de valor social atendiendo a los distintos grupos de interés.

BIBLIOGRAFÍA †

- COLLINS, J. y PORRAS, J. (2002): *Build to Last. Successful habits of visionary companies*. Harper Business Essentials, New York.
- HOFMAN, D.; ARONOW, S. y NILLES, K. (2013): *The Gartner Supply Chain Top 25 for 2013*. Gartner Group Report, G00252126, pp. 1-28.
- KLAUSNER, M.; GRIMM, W.M. y HENDRICKSON, C. (1998). «Reuse of electric motors in consumer products». *Journal of Industrial Ecology*, vol. 2, nº 2, pp. 89-102.
- KOSTER, R.; LE DUC, T. y ROODBERGEN, K. (2007). «Design and control of warehouse order picking: A literature review». *European Journal of Operational Research*, vol. 182, nº 2, pp. 481-501.
- PEREZ ARRIBA, J.I. y MORENO ROMERO, A. (coord.) (2009): *La contribución de las TIC a la sostenibilidad del transporte en España*. Madrid: Real Academia de Ingeniería. http://www.real-academia-de-ingenieria.org/docs/2009/06/10/16420001_4_10_2.pdf
- REY-MARSTON, M. (2013). «La creación de valor de la logística en las compañías». *Concepto Logístico*, nº 6, pp. 6-20.
- SAAR, S. y THOMAS, V. (2003): «Towards trash that thinks». *Journal of Industrial Ecology*, vol. 6, nº 2, pp. 133-146.
- SIMON, M. et al. (2001): «Modelling of the life cycle of products with data acquisition features». *Computers in Industry*, vol. 45, pp.111-122.
- STAHLBOCK, R. y VOSS, S. (2008): «Operations research at container terminals: a literature update». *OR Spectrum*, nº 30, pp.1-52.
- STEENKEN, D.; VOSS, S. y STAHLBOCK, R. (2004): «Container terminal operation and operations research – a classification and literature review». *OR Spectrum*, nº 26, pp. 3-49.
- UNCTAD (2013): *Review of Maritime Transport 2013*. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva: United Nations Publications. http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2013_en.pdf.

