
Saber y Hacer
Revista de Ingeniería de la USIL
Vol. 1, Nº 1. Primer semestre 2014. pp. 103 - 121

II- Contenedores inteligentes, ¿un packaging factible para integrar la logística hacia adelante y logística inversa en Latinoamérica?
II- Smart containers: Is this a possible packaging to integrate the forward and reverse logistics in Latin America?

Carlos A. Mariño¹
Universidad San Ignacio de Loyola

Recibido: 15.12.13
Aprobado: 13.01.14

¹ Doctorando en Industrial and Systems Engineering, Bagley College of Engineering en Mississippi State University (EE.UU.); MSc. Engineering Management, California State University East Bay (EE.UU.), candidato a máster in Transportation and Logistics Management concentración in Reverse Logistics, magíster en Administración por la Universidad del Pacífico, Ingeniero Industrial por la Universidad de Lima y Licenciado como Professional Engineer (PE) en el Estado de California, EE.UU. Actualmente se desempeña como director de la Carrera de Ingeniería Logística y de Transporte en la USIL. Correo electrónico: cmarino@usil.edu.pe

Resumen

La logística es un concepto que está siendo objeto de mucho interés por su impacto estratégico para las empresas. Una logística eficiente no solo les genera ahorros y mayor rentabilidad, sino que produce un impacto positivo en el ambiente. Este artículo se enfoca en un componente principal dentro de la logística, que es el packaging de los productos (empaqué), y también se evalúa como una alternativa el uso de π - contenedores inteligentes propuesto por la Physical Internet Initiative en países en desarrollo.

Este documento describe los beneficios de los contenedores inteligentes pero, sobre todo, analiza sus principales aspectos en relación con su modularidad, la adopción tecnológica y la complejidad de la red logística. El resultado esperado es el hecho de que la integración de la logística hacia adelante y la logística inversa es compleja, pero estos contenedores podrían ser una posibilidad interesante para los países latinoamericanos, especialmente porque les permitiría una mejor direccionalidad de recursos en inversión de infraestructura. Los hallazgos podrían ser útiles para proporcionar puntos de vista cuando se incorpora el concepto de logística inversa en la Physical Internet Initiative.

Palabras claves: Logística inversa, Closed-Loop Supply Chain, Physical Internet Initiative, π - contenedores inteligentes.

Abstract

Logistics is a concept that is the subject of much interest due to the strategic impact for businesses. Efficient logistics will not only generate savings and higher returns but will also have a positive impact on the environment. This article focuses on a main component of logistics such as packaging of products and the use of π - Smart Containers proposed by the Physical Internet Initiative is evaluated as an alternative in developing countries. This document describes the benefits of smart containers, but especially it analyzes its main aspects regarding container modularity, technology adoption, and complexity of the logistics network. The expected result is that the integration of forward and reverse logistics is complex but these smart containers could be an interesting possibility to consider in Latin American countries, especially due to the fact that it might allow better resource directionality for infrastructure investment. The findings may be useful in providing insights when the concept of reverse logistics is incorporated into the Physical Internet Initiative.

Keywords: Reverse Logistics, Closed-Loop Supply Chain Network, Physical Internet Initiative, π - Smart Containers.

Introducción

La logística es, sin duda, un área estratégica y con la mayor atención en todo tipo de industria en el mundo. El Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP) define la gestión logística como parte de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el funcionamiento eficaz de los flujos hacia adelante y los flujos inversos, así como el almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes (CSCMP, 2013).

Si bien la definición previa ya incluye los flujos inversos, con el incremento de la complejidad de los mercados globales y de la heterogeneidad de los consumidores se hace más importante desarrollar mejor el entendimiento de la logística inversa dentro de las empresas.

A diferencia de la logística hacia adelante (concepto tradicional), la logística inversa es definida por el European Working Group on Reverse Logistics (REVLOG) como el planeamiento, implementación y control de los flujos de retorno de los inventarios de materias primas, productos en proceso, empaque y productos terminados, desde la manufactura, distribución o un punto de uso, hacia un punto de recuperación o de adecuada eliminación (Dekker et al., 2010). Así, la logística inversa solo se enfoca en los flujos que retornan y que tienen algún valor para ser recuperados.

En términos de costo, la logística hacia adelante ha sido medida como un porcentaje del producto bruto interno. Estos datos (figura 1) muestran que los países de Latinoamérica tienen un mayor costo de logística que países como Estados Unidos, Singapur y los del OECD. Esa brecha entre países en desarrollo y países desarrollados se debe a factores específicos, como una pobre infraestructura de transporte, la necesidad de mantener altos niveles de inventario y otros costos logísticos (Gonzales, Guasch & Serebrisky, 2007).

Por otro lado, esos datos no incluyen los costos de la logística inversa ni la data que existe al respecto. Se menciona que, para una economía como la estadounidense, los costos de logística inversa alcanzan un 5% de los costos logísticos (Rogers & Tibben-Lembke, 1998). En tanto, no hay data de los costos de logística inversa en países de Latinoamérica. Sin embargo, si existe información de muy pocos casos empíricos, pero muy exitosos, de implementación de logística inversa en esta región. Por ejemplo, Liverpool es una empresa mexicana de retailing que, implementando un programa de logística, ha logrado una reducción de costos de casi 1 millón de dólares (Valenzo, Galeana & Martínez, 2013). Esto nos da indicios de la importancia de la logística y de lo fundamental que es integrar la logística hacia adelante con la logística inversa.

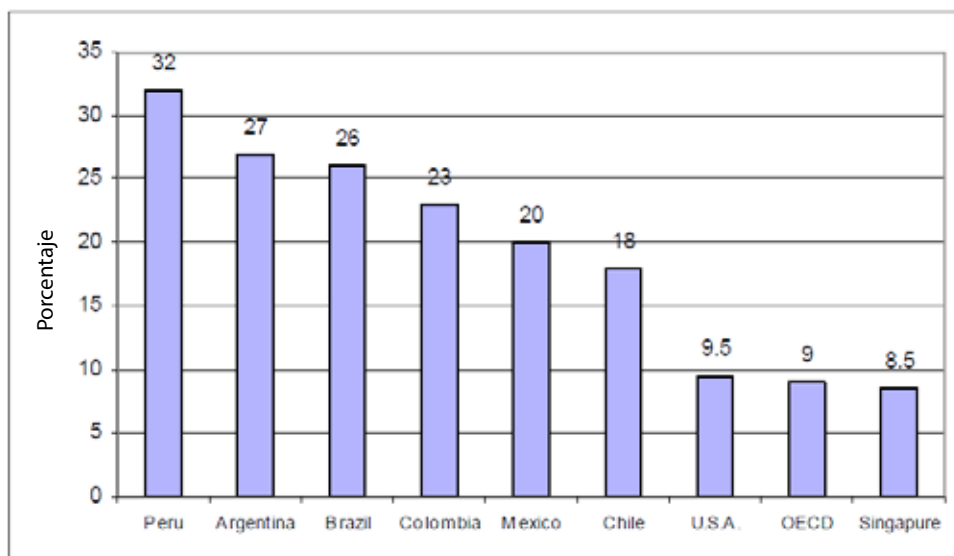


Figura 1. Costos logísticos como porcentaje del PBI.

Fuente: Gonzales, J., Guasch, J. & Serebrisky, T. (2007). *Latin America: Addressing High Logistics Costs and Poor Infrastructure for Merchandise Transportation and Trade Facilitation*. San José: The World Bank.

En este entendimiento, dentro de la logística hacia adelante y la logística inversa, el packaging (empaques, envases, embalajes, contenedores) juega un rol muy importante. De hecho, considerando sus diferentes tamaños y configuraciones, el packaging impacta mucho en los costos asociados a la logística en general, como el transporte, el manipuleo, el costo de espacio y almacenaje y el costo en sí del propio packaging. Asimismo, y siendo consistente con la definición de la logística inversa, el packaging tiene mucho valor ya que puede ser retornado e incorporado nuevamente a la cadena de suministro, lo que incrementa los beneficios económicos y ambientales.

Es así que, dentro de los flujos a ser gestionados en una red de logística, el packaging es un reto estratégico que ha sido identificado. Además, se considera como una tendencia mundial el hecho de que el packaging debería ser retornable porque esto reduciría los desechos en el cliente final y la relación costo-beneficio sería mejor en las empresas (Lopes et al., 2013). Un ejemplo de este manejo del packaging retornable pueden ser los contenedores reusables –mayormente hechos de plástico– que se han estado utilizando en los últimos años frente a la alternativa de las tradicionales cajas de cartón corrugado.

Entre las experiencias más notables y de mayor crecimiento figuran las cajas de plástico reutilizables, que son empleadas para transportar los productos desde el lugar

de producción hasta los centros de distribución de los detallistas. Después son exhibidas para que sean compradas por los clientes. Una vez vacías, las cajas son limpiadas por los detallistas y enviadas de regreso a los productores para su próximo uso (Twede & Clarke, 2004). La figura 2 muestra estas cajas de plástico reutilizables que se pueden apreciar en los supermercados.



Figura 2. Cajas de plástico reutilizables.

Fuente: LeBlac, R. (2012). *Rattan Style RPC Designed to Generate Retail Sales*. Recuperado el 20 de octubre, 2013; disponible en <http://recycling.about.com/b/2012/07/03/rattan-style-rpc-designed-to-generate-retail-selling.htm>.

Un análisis efectuado por IFCO SYSTEMS (líder mundial en la fabricación de cajas de plástico reutilizables), conducido por la doctora Susan Selke, del School of Packaging en Michigan State University, y que ha sido remitido para que sea arbitrado por pares, muestra que estas cajas generan un 82% menos de residuo sólido, consumen 92% menos de agua y requieren 49% menos demanda de energía (Selke, Curran & Miller, 2013).

Por consiguiente, es de gran importancia estudiar nuevos métodos y modelos para diseñar y gestionar packaging considerando la logística hacia adelante y la logística inversa con el objetivo de alcanzar el menor costo total y el éxito de los clientes. Esto quiere decir que, en lugar de buscar la optimización individual en la logística directa e inversa (modelos tradicionales de optimización), la integración operativa juega un papel importante pues las empresas requieren un ajuste en sus sistemas logísticos para proporcionar un desempeño eficiente de logística inversa.

En este marco de desarrollo de nuevas alternativas, el Physical Internet Initiative, proyecto financiado por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF por sus siglas en inglés) en los Estados Unidos, aparece como una propuesta que busca la transformación del sistema logístico actual, que es ineficiente e insostenible (Montreuil, 2011). De hecho, los costos de logística en general, como se detalló anteriormente, representan un alto porcentaje

del PBI de la mayor parte de los países y son el más alto generador de contaminación, consumidor de energía y materiales de residuos.

El Physical Internet Initiative propone un sistema logístico abierto (compartido) sustentado en la interconectividad y con el uso de contenedores modulares. Así, los objetos (productos) se mueven, almacenan, suministran y utilizan a través de dicho sistema para lograr eficiencia y sostenibilidad (Montreuil, 2011). La figura 3 muestra el concepto propuesto: contenedores estandarizados que se consolidan (encapsulan) y fluyen mediante un sistema logístico abierto (compartido).

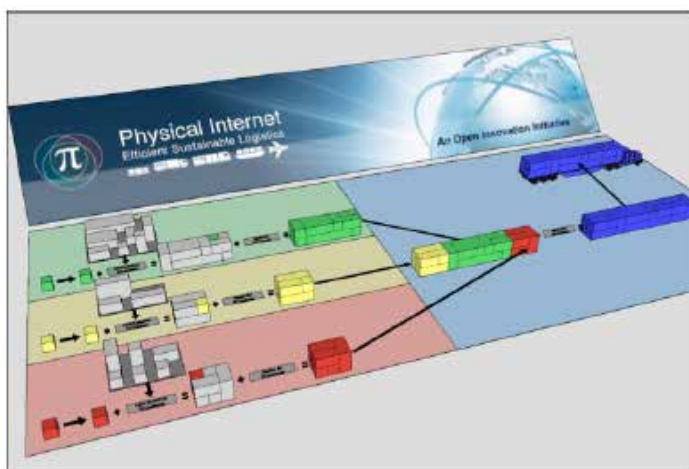


Figura 3. Modelo modular logístico propuesto por Physical Internet Initiative.

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

El eje central de la propuesta del Physical Internet Initiative es una innovación en el packaging gracias a contenedores inteligentes (π - contenedores) de diferentes tamaños donde los productos serán transportados (y donde también podrían ser retornados), y que tienen modularidad ya que pueden adherirse unos a otros y ser armados según la conveniencia del transporte y las necesidades del cliente. La figura 4 los muestra en detalle:

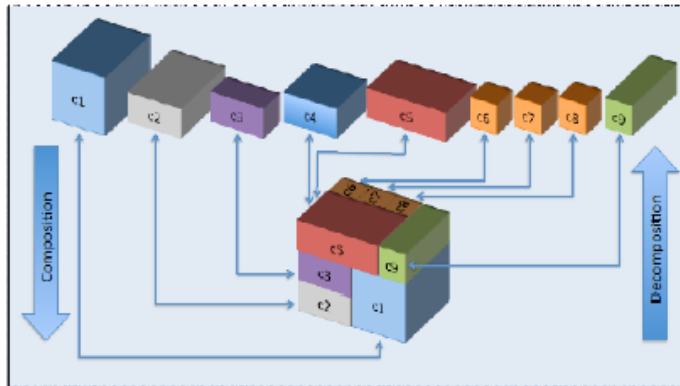


Figura 4. Modularidad de los π - contenedores inteligentes.

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

Propósito del artículo.

El propósito de este artículo es explorar de manera cualitativa el packaging que propone el Physical Internet Initiative, considerando la logística hacia adelante y la logística inversa en Latinoamérica y cómo podría integrarse a esta propuesta para revertir la poca eficiencia y sostenibilidad del modelo logístico mundial. El Physical Internet Initiative solo se enfoca en la logística hacia adelante, pero está incorporando la logística inversa como área de discusión e investigación.

Como cuestión central se plantea: ¿Cuáles serían las consideraciones a tomar en cuenta para implementar los π - contenedores inteligentes en economías emergentes, específicamente en Latinoamérica, y poder incorporarse a un sistema logístico global sostenible?

La importancia del presente estudio radica en dar a conocer algunas ideas que puedan enriquecer la discusión en cuanto a cómo incorporar el packaging propuesto en una red logística integrada y abierta, pero incluyendo la logística inversa y no solo la logística hacia adelante, tal como lo plantea el Physical Internet Initiative. Si bien este artículo solo se enfoca en detallar los beneficios y las posibles barreras al incorporar los contenedores inteligentes en países como los latinoamericanos, ello es fundamental para ir avanzando en el entendimiento de la complejidad de los sistemas logísticos globales y cómo lograr su sostenibilidad.

De acuerdo con la Universidad de Virginia Tech y la Universidad de Arkansas, el impacto de la operación en una red logística interconectada no solo aumenta las ganancias notablemente en las empresas, sino que también permitiría lograr una extraordinaria reducción en las emisiones de dióxido de carbono y, lo que es mejor, los clientes tendrían precios más cómodos (University of Arkansas, 2012).

Metodología

La metodología para realizar este ensayo exploratorio incluyó publicaciones especializadas en el campo de la logística inversa y el packaging retornable dentro de la misma, así como toda la literatura reciente del Physical Internet Initiative, desde 1998 hasta la fecha. Entre las categorías para la búsqueda de publicaciones relevantes de logística tradicional y logística inversa se consideró mayormente palabras en inglés como MANAGEMENT, OPERATION RESEARCH, LOGISTICS y MANAGEMENT SCIENCE.

Para el presente estudio se ignoró editoriales, comentarios profesionales, reseñas de libros y de revistas especializadas, que no pueden ser consideradas como publicaciones. Igualmente, se ha excluido tesis doctorales y tesis de maestría porque la mejor fuente han sido publicaciones científicas en el campo de la logística integral y la logística inversa.

Una vez recogida la literatura relevante, se llevó a cabo un análisis comparativo de la información trascendental del tópico de este trabajo, examen en el que se consideró la metodología, el contexto y el ámbito geográfico de las publicaciones. Luego se hizo la argumentación debida de lo encontrado en ellas.

Literatura.

Existe una vasta literatura de la logística hacia adelante con modelos cuantitativos robustos y un marco para apoyar el proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, el transporte, el tamaño del lote, los inventarios de seguridad, la planificación de la capacidad y la optimización multicanal. También hay publicaciones considerables de la logística inversa en modelos cuantitativos en los últimos 10 años, literatura que se ha enfocado principalmente en cuatro componentes: los insumos (productos utilizados, packaging, materiales reciclados, reparaciones), la naturaleza (calidad y cantidad), los procesos actuales (re-manufactura) o nuevos procesos (diseño, desmontaje o montaje) y las salidas (productos refabricados, restaurados y recuperados) [Shaligram Pokharel, Akshay Muthab, 2009]. Sin embargo, muchas áreas todavía requieren atención, como la evaluación de logística inversa considerando procesos estocásticos e incluyendo precios y la obsolescencia en los retornos.

La literatura previa de *packaging* –que no es abundante– menciona que *existe* una coincidencia en las empresas que deben diseñar, desarrollar y controlar, bajo la perspectiva de una gestión integral, un *packaging* (empaque y embalajes) que asegure el cumplimiento de las funciones logística (manipulación y protección), comercial (consumidor) y medioambiental (gestión de logística inversa) (García & Prado, 2006).

Esto se acentúa en el hecho de que es fácil visualizar la gran cantidad de desechos o de material a reciclar que la logística genera principalmente por el *packaging*, percibiéndose no solo a nivel del consumidor final, sino a través de toda la cadena de suministro: entre el proveedor y el fabricante, el fabricante y los centros de distribución, los mayoristas y los detallistas.

Estudios previos plantean una clasificación de los niveles de *packaging*: un nivel primario, para el consumidor; un nivel secundario, para el detallista, y un nivel terciario, para el transporte (Chan, Chan & Choy, 2006). En la figura 4 se aprecia esta interacción de niveles en una cadena de suministros donde solo el *packaging* de transporte en los Estados Unidos genera ventas de cartón corrugado por 15 billones de dólares al año, lo cual arroja, a su vez, 24 millones de toneladas de desperdicio (Rogers & Tibben-Lembke, 1998).

Esta complejidad se encuentra atada a un tema importante de costos que ha puesto sobre la mesa el hecho que las fábricas evalúen con más detalle los impactos financieros y los efectos que la actividad logística genera en el medio ambiente, esto sumado a la creciente responsabilidad social que las empresas vienen asumiendo al hallarse en la búsqueda de nuevas formas de reducir el *packaging* y, así, considerar el uso de contenedores reusables como una alternativa de reducción de costos, mayores beneficios y mejor operatividad, a pesar de que el costo involucrado es una variable a considerar (Mollenkopf et al., 2005).

Sin embargo, hay una escasa investigación respecto a nuevas formas de empaque que consideren la logística de manera integral, en parte debido a que el *packaging* aún es visto como un medio de protección en el transporte y manipuleo en la logística hacia adelante, con un nivel de complejidad que se ha ido incrementando con el tiempo, pero no se aprecia el rol que podría jugar un *packaging* en la búsqueda de integrar la logística hacia adelante con la logística inversa. Un avance importante sería que el desarrollo del producto se efectúe de manera simultánea con el desarrollo del empaque para que haya un sistema eficiente de logística (Chan, Chan & Choy, 2006).

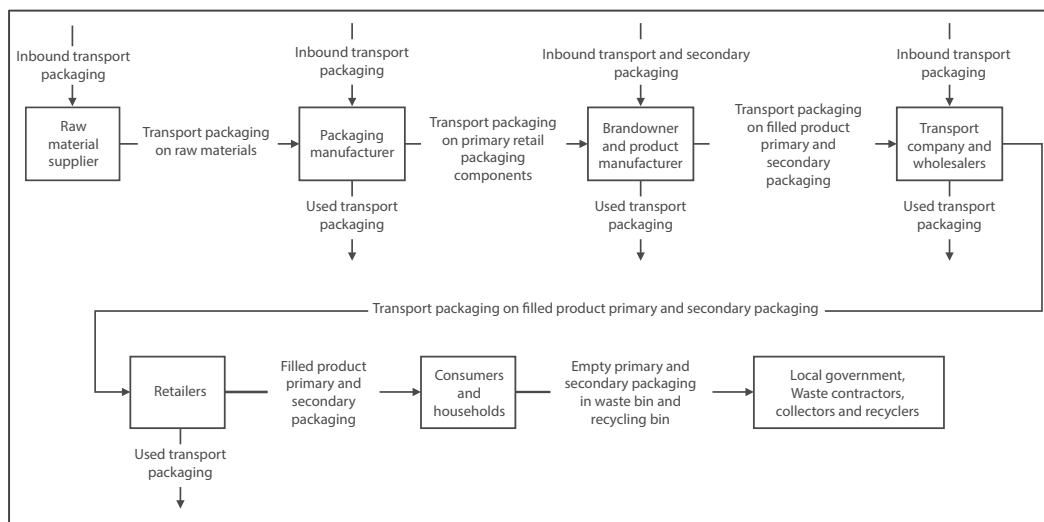


Figura 5. Packaging en la cadena de suministros.

Fuente: Verghese, K. & Lewis, H. (2007). Environmental innovation in industrial packaging: A supply chain approach. *International Journal of Production Research*, 45, p. 4384.

También hay poca literatura específica sobre la integración de flujos logísticos hacia adelante e inversos. Por tal razón, en la actualidad surge un concepto muy importante: lograr un Closed-Loop Supply Chain (CLSC), que se define como la administración de un sistema de logística hacia adelante e inversa que mejora la creación de valor teniendo en cuenta el ciclo de vida del producto y la recaptura del valor de sus rendimientos con el tiempo (Guide & Van Wassenhove, 2008).

Existen pocas publicaciones científicas relacionadas con el Physical Internet Initiative, y la mayor parte son del Centro de Excelencia en Logística y Distribución (CELDi), entidad de investigación aplicada y educación formada por cinco universidades (University of Arkansas, Clemson University, Virginia Tech University, University of Missouri y University of California at Berkeley), 15 organizaciones privadas, militares y del gobierno estadounidense y la National Science Foundation. El CELDi es una iniciativa internacional con equipos de investigación –en Alemania, Canadá, Francia y Suiza– que están enfocados en determinar el impacto de los tamaños de los contenedores estandarizados y de las redes de distribución optimizadas dentro de la cadena de suministro (CELDi, 2013).

El aspecto central de estudio del Physical Internet Initiative parte de la base de identificar las ineficiencias del sistema logístico actual, diagnóstico que se halla plasmado en la figura 6, donde se mencionan los principales síntomas de esas ineficiencias y se

explica por qué el sistema logístico global actual es insostenible. Como se puede apreciar, los 13 síntomas indicados tienen un impacto económico, ambiental y social. En los países en desarrollo como los latinoamericanos, estos son más evidentes. Tal es el caso del síntoma 7, que tiene mucha más relevancia (Montreuil, 2011).

| SÍNTOMAS DE INEFICIENCIA E INSOSTENIBILIDAD | | Económico | Ambiental | Social |
|---|--|-----------|-----------|--------|
| 1 | Estamos transportando aire y empaque | ● | ● | |
| 2 | Viajes vacíos es la norma mas que la excepción | ● | ● | |
| 3 | Los conductores se han convertido en los modernos cowboys | ● | | ● |
| 4 | Productos fuera de uso, almacenados donde no se les necesita, y no disponibles rapido donde son requeridos | ● | | ● |
| 5 | Instalaciones de producción y de almacenamiento estan pobremente utilizados | ● | ● | |
| 6 | Varios productos nunca son vendidos, o nunca utilizados | ● | ● | ● |
| 7 | Productos no llegan a quienes más lo necesitan | ● | | ● |
| 8 | Productos son innecesariamente trasladados, entrecruzando el mundo | ● | ● | |
| 9 | Un rápido y confiable transporte multimodal es un sueño | ● | ● | ● |
| 10 | Hacer que los productos ingresen o salgan de las ciudades es una pesadilla | ● | ● | ● |
| 11 | Las redes logisticas y cadenas de suministro no son ni seguras ni robustas | ● | | ● |
| 12 | Automatización inteligente y tecnología son difíciles de justificar | ● | | ● |
| 13 | La innovación esta estancada | ● | ● | ● |

Figura 6. Cuadro de síntomas de ineficiencia e insostenibilidad logística.

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

El Physical Internet Initiative plantea una red logística global compartida y que se interconecta a través de interfaces y protocolos que se basan en la implementación de un packaging innovativo: los π - contenedores inteligentes. Además, hace una analogía con el desarrollo del Internet digital. Sin Internet había millones de computadoras que no estaban conectadas y eran ineficientes. Hoy, todas las computadoras y los servidores están interconectados porque ha sido posible desarrollar –de manera estandarizada– ‘paquetes’ formateados de información que se transmite mediante equipos heterogéneos con el protocolo TCP/IP (Montreuil, 2012). Entonces, el Physical Internet Initiative plantea el Internet de las cosas empleando una nueva forma de almacenar, transportar, manipular y abastecer los productos: a través de los π - contenedores inteligentes.

Argumentación

El *packaging* propuesto por el Physical Internet Initiative mediante la implementación de los π - contenedores inteligentes proporcionaría beneficios importantes para la logística global. Este artículo se centra en el análisis de tres de sus aspectos principales: la modularidad de los π - contenedores inteligentes, la adopción tecnológica de las etiquetas de identificación de estos y las implicaciones de la infraestructura de la red logística.

El Physical Internet Initiative propone los π - contenedores inteligentes con el fin de “suavizar” el flujo físico de una red logística. La característica de estos objetos es su modularidad—es decir, diferentes tamaños de contenedores para los productos—y su diseño con materiales ecológicos. El núcleo de la idea es que esta modularidad proporciona una característica incomparable de compactibilidad (*stowability* en inglés), de manipulación y de acoplamiento, con el fin de lograr lo que los promotores de la Physical Internet Initiative llaman “encapsulación física” de los productos, la cual implica que los contenedores tendrán la característica de acoplarse entre sí y serán fáciles de manipular, transportar, almacenar, agruparse y desagruparse (Montreuil, 2011).

Si bien, como se menciona líneas arriba, ya existen los contenedores retornables, esta encapsulación es muy innovadora porque logrará una máxima utilización de la capacidad del transporte, en una logística hacia adelante, como en la logística inversa con los retornos.

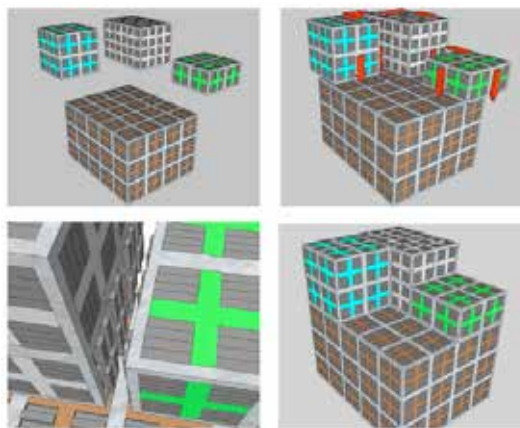


Figura 7. Diseño conceptual de los π - contenedores propuesto por Physical Internet Initiative.

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

Muchas ventajas pueden preverse gracias a esta modularidad en cualquier red logística. Contenedores específicos con dimensiones estandarizadas (figura 8) se integrarían en un sistema de logística compartido e interconectado en todo el mundo. Tanto la logística hacia adelante como los retornos (logística inversa) se podrían hacer en los mismos π - contenedores. Los clientes podrían tramitar sus devoluciones a través de la web de la empresa y, a continuación, obtendrían un número de identificación de rastreo. De esta manera, al tener toda la información, muchas devoluciones se podrían consolidar y se optimizaría el transporte bajo el mismo concepto: la encapsulación. Así, el proceso sería fluido y se lograría la satisfacción del cliente, la eficiencia y la sostenibilidad.

De hecho, se estima un ahorro de costos del 10% a nivel pallet con la utilización de los contenedores estandarizados a nivel de transporte (Meller et al., 2012). Sin embargo, hay una limitación principal en ellos: su impacto en los costos finales del producto. El hecho de tener recipientes reutilizables tendría un impacto impredecible en el costo del producto, y medir de antemano el impacto en el costo total será difícil. Por otra parte, para el manejo de los flujos de la logística inversa entre los consumidores finales y los detallistas –el más importante de toda la logística–, es imprevisible determinar si se lograría la sincronización de la cantidad de contenedores inteligentes y los retornos de los productos. Balancear estos flujos podría ser muy complicado. En países en desarrollo, tanto el costo del producto como el tener una logística inversa muy incipiente ocasionaría un alto grado de incertidumbre en su factibilidad de implementación.

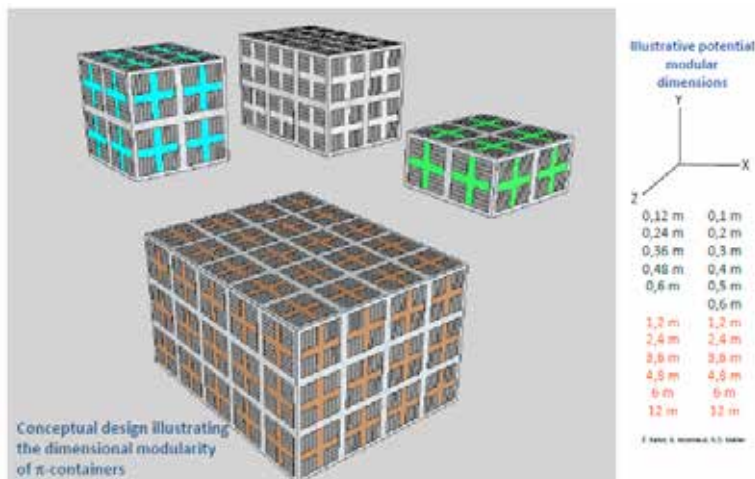


Figura 8. Dimensiones modulares de los π - contenedores.

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

Otra característica de estos π - contenedores es la tecnología RFID (siglas de Radio Frequency IDentification; en español, identificación por radiofrecuencia), que captura información a través de ondas de radiofrecuencia y que estos π - contenedores tendrían gracias a un chip inteligente para proveerlos de identificación y trazabilidad. Hasta ahora, los grandes minoristas como Wal-Mart, en los Estados Unidos, y un creciente número de empresas de manufactura en el mundo ya han implementado la tecnología RFID en los últimos ocho años para el seguimiento de inventario, y muchas compañías planean invertir en dicha tecnología en un tiempo no muy lejano (Sower et al., 2012).

No obstante, cabe mencionar que, como bloque, Latinoamérica representa solo el 2% de las implementaciones de RFID en el planeta, pero países como Brasil (la empresa Unilever en almacenamiento y embarques), Argentina (empresa Swift en trazabilidad de flota) y Colombia (empresa NOEL en gestión de inventarios y despacho) han tenido implementaciones exitosas (Rodríguez et al., 2012).

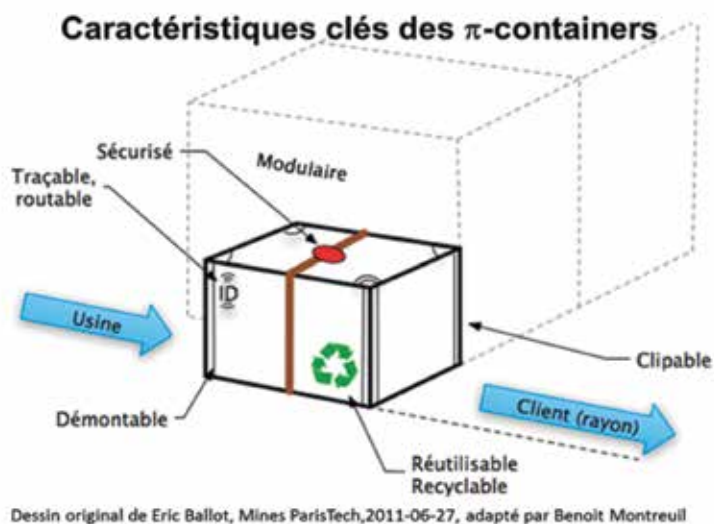


Figura 9. Detalle de los π - contenedores inteligentes

Fuente: Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.

A pesar de que estas implementaciones han venido creciendo en Latinoamérica en los últimos años, se debe mencionar que el costo de las mismas es un problema importante para

las empresas. No es solo una aplicación de la tecnología, sino que este tipo de proyectos tiene que ser visto como un proyecto integral de la empresa que implica la revisión de todos los procesos e interacciones con otros actores de la cadena. Ello significa que no solo en Latinoamérica, sino a nivel global, las mayores barreras de una implementación que requiera RFID demandan una gran inversión y se tiene que lidiar con la falta de estándares a nivel mundial.

Además, la tecnología RFID todavía tiene una baja aceptación pública. Hay muchos problemas de privacidad que difícilmente se superarán en el corto plazo. Estas preocupaciones son más visibles en el sector minorista, que sería el foco principal de la aplicación de los π - contenedores. Sin el consentimiento del consumidor final, y con su preocupación por la posibilidad de que el minorista haga un mal uso de información personal, una implementación masiva sería imposible.

Un segundo factor a abordar es el costo asociado para ajustar la infraestructura física de la logística de cualquier empresa a este modelo de logística abierta. Es claro que los costos de implementación harán a las compañías muy cuidadosas debido al hecho de que esos costos adicionales tendrían un impacto en su retorno de la inversión, pero la complejidad de los procesos logísticos es bastante considerable e incluso mayor al tomar en cuenta la logística inversa.

Esta complejidad se debe a las diferentes configuraciones e interacciones de las redes logísticas para gestionar los flujos hacia atrás (devoluciones) y a la incertidumbre de la colección de los retornos (devoluciones) en términos de volumen, calidad y tiempo. Cuestiones importantes a considerar que añaden complejidad en la gestión de las devoluciones de productos son la naturaleza estocástica que tiene el tamaño del lote y la planificación del transporte y el ruteo, que requieren de un análisis cuidadoso.

En países desarrollados, el desarrollo de la infraestructura logística es muy grande, y la diferencia con países en desarrollo es muy amplia. Ver figura 10.

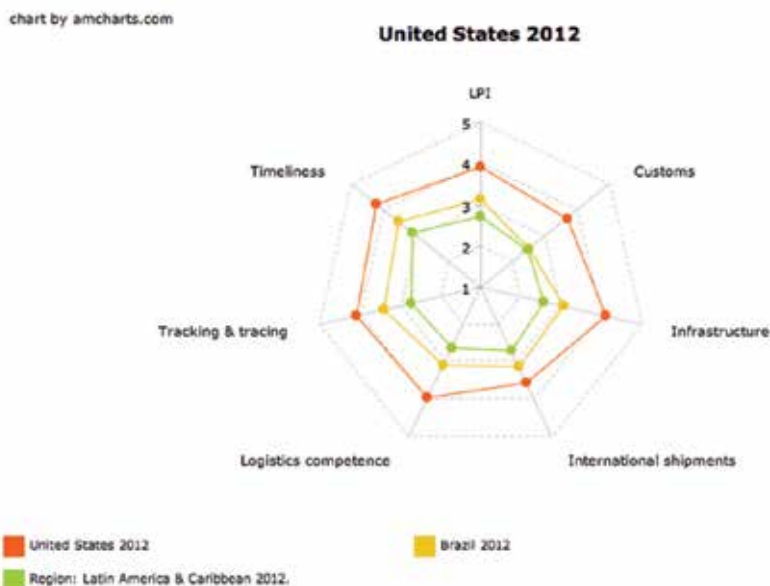


Figura 10. Cuadro de indicadores Estados Unidos versus Latinoamérica y el Caribe y Brasil.

Fuente: Logistics Performance Index (2013). *LPI Results 2012*. Recuperado el 2 de octubre, 2013; disponible en <http://lpi.worldbank.org/international/scorecard/radar/254/C/USA/2012/C/BRA/2012/R/LAC/2012>.

Esto es muy claro pues los países en desarrollo tienen un atraso importante en inversiones de infraestructura que los hace no tan competitivos en términos logísticos actuales. De hecho, los costos logísticos son el mayor componente en las operaciones de intercambio comercial entre los países, más que las barreras tarifarias (Gonzales, Guasch & Serebrisky, 2007). Sin embargo, una de las razones para que el sistema logístico actual sea ineficiente e insostenible es que ha sido desarrollado sobre la base de cadenas de suministro privadas, con centros de producción y distribución propios o con operadores logísticos con los cuales se tiene contratos a largo plazo.

Solo Estados Unidos cuenta con 535,000 almacenes y centros de distribución (Montreuil, 2012). Por lo tanto, un beneficio evidente de implementar los π - contenedores inteligentes en países en desarrollo sería el de direccionar los pocos recursos existentes para desarrollar una infraestructura sostenible, como la idea propuesta por el Physical Internet Initiative: invertir en el desarrollo de redes de suministro compartidas y diseñadas para la operación de todos los actores de la cadena de suministro, lo cual únicamente se podría lograr a través del desarrollo de una red logística interconectada que pueda mover, manipular y almacenar un *packaging* estandarizado, esto es los π - contenedores inteligentes.

Conclusión

La integración de la logística hacia adelante y la logística inversa es muy compleja, y la Physical Internet Initiative proporciona una alternativa visionaria para convertir nuestro actual modelo global de logística ineficiente e insostenible en un modelo logístico compartido, abierto, muy eficiente y económica, ambiental y socialmente sostenible. Dado el impacto que tienen los costos logísticos para países en desarrollo como los latinoamericanos, por sus ineficiencias y su incipiente infraestructura, el desarrollar un modelo logístico interconectado y abierto podría representar una alternativa muy interesante de desarrollo. La implementación de un modelo de logística inversa dentro de un entorno del Physical Internet Initiative parece muy atractiva, y los π - contenedores inteligentes podrían representar una solución para la eficiencia y sostenibilidad de un sistema global logístico.

Tras revisar algunas consideraciones de los π - contenedores inteligentes como eje central de esta iniciativa, en su modularidad, la tecnología a incorporar y la complejidad de la red logística, es necesario hacer estudios para tener la data de los costos logísticos y de variables adicionales en regiones de países en desarrollo como los latinoamericanos. Esta es una limitación del presente estudio, el cual es cualitativo, y que requiere expandirse para proveer mayor información de cómo podría ser una implementación en América Latina.

También es necesario ahondar en trabajos de investigación referentes a los patrones y comportamientos de los flujos inversos y explorar más sobre cómo desarrollar modelos integradores de logística inversa en relación con la logística hacia adelante, considerando los π - contenedores inteligentes. Adicionalmente, cuestiones como los tipos de retorno, los costos, la calidad de los retornos, el transporte y el diseño de rutas añaden complejidad y deben formar parte de futuras investigaciones que se realicen en este campo en países como los latinoamericanos.

Carrera de Ingeniería Logística y de Transporte en la Universidad San Ignacio de Loyola.

El aumento de la competencia internacional, con consumidores finales más heterogéneos y demandantes, y con cada vez más estrictas restricciones ecológicas, genera muchos retos en la gestión de la logística y el transporte, como los expuestos en este artículo. La Universidad San Ignacio de Loyola es la primera universidad del Perú en brindar la Carrera de Ingeniería Logística y de Transporte, dando un paso importante para proveer de profesionales altamente calificados, con habilidades muy altas en innovación y muy bien preparados para responder a esos desafíos a través de su formación multidisciplinaria, con gran énfasis en tecnologías de información de última generación, sistemas inteligentes y nuevas herramientas de análisis y gestión, todo lo cual contribuirá a consolidar la ventaja competitiva de sus empresas, haciéndolas eficientes, eficaces y sostenibles.

Referencias

- CELDi (2013). *CELDi Physical Internet Project*. Recuperado el 18 de octubre, 2013; disponible en <http://faculty.ineg.uark.edu/rmeller/web/CELDi-PI/index-PI.html>.
- Chan, E.T.S., Chan, H.K. & Choy, K.L. (2006). *A systematic approach to manufacturing packaging logistics*. International Journal of Advance Manufacturing Technology, 29, pp. 1088-1101, doi: 10.1007/s00170-005-2609-x.
- CSCMP (21 de enero de 2013). *CSCMP Supply Chain Management*. Recuperado el 21 de octubre, 2013; disponible en <https://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions>.
- Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., Van Wassenhove, L. (2010). *Reverse Logistics Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*. Germany: Springer.
- García, J. & Prado, J. (2006). *La mejora de la eficacia en la cadena de suministro mediante el adecuado diseño de los envases y embalajes*. Universia Business Review, 2(10), pp. 80-95.
- Gonzales, J., Guasch, J. & Serebrisky, T. (2007). *Latin America: Addressing High Logistics Costs and Poor Infrastructure for Merchandise Transportation and Trade Facilitation*. San José: The World Bank.
- Guide, D. & Van Wassenhove, L. (2008). *The Challenge of Closed-Loop Supply Chains Research*. Pittsburgh, PA: Cargenie Mellon University Press.
- LeBlac, R. (2012). *Rattan Style RPC Designed to Generate Retail Sales*. Recuperado el 20 de octubre, 2013; disponible en <http://recycling.about.com/b/2012/07/03/rattan-style-rpc-designed-to-generate-retail-selling.htm>.
- Logistics Performance Index (2013). *LPI Results 2012*. Recuperado el 2 de octubre, 2013; disponible en <http://lpi.worldbank.org/international/scorecard/radar/254/C/USA/2012/C/BRA/2012/R/LAC/2012>.
- Lopes, D., Santos, G., Sevegnani, G., Berkenbrock, T. & Serra O. (2013). *Comparison of disposable and returnable packaging: A case study of reverse logistics in Brazil*. Journal of Cleaner Production, 47, pp. 377-387.
- Meller, R., Ellis, K., Thomas, L., Lin, Y. (2012). *Standardizing Container Sizes Space in Trailer: A Result of the CELDi Physical Internet Project*. Recuperado el 19 de octubre, 2013; disponible en <http://faculty.ineg.uark.edu/rmeller/web/CELDi-PI/Results%20Summary.pdf>.
- Mollenkopf, D., Closs, D., Twede, D., Lee, S., Burges, G. (2005). *Assessing the viability of reusable packaging: A relative cost approach*. Journal of Business Logistics, 26(1), pp. 169-197, doi: 10.1002/j.2158-1592.2005.tb00198.x.

- Montreuil, B. (2011). *The Physical Internet Manifesto: Transforming the way physical objects are moved, stored, realized, supplied and used, aiming towards greater efficiency and sustainability*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en http://www.physicalinternetinitiative.org/Physical%20Internet%20Manifesto_ENG_Version%201.11.1%202012-11-28.pdf.
- Montreuil, B. (2012). *Meeting the Global Logistics Sustainability Grand Challenge*. Québec: Interuniversity Research Center on Enterprise Networks.
- Pokharel, S. & Muthab, A. (2009). *Perspectives in reverse logistics: A review*. Resources, Conservation and Recycling, 53(4), pp. 175-182.
- Rodríguez, L., Huerta, M., Alvizu, R. & Clotet, R. (2012). *Overview of RFID Technology in Latin America*. Andean Region International Conference (ANDESCON) (pp. 109,112). Caracas: Simon Bolivar University.
- Rogers, D.S. & Tibben-Lembke, R.S. (1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council.
- Selke, S., Curran, M. & Miller, S. (15 de abril de 2013). *Reduce your impact with RPCS*. Recuperado el 16 de diciembre, 2013; disponible en http://www.ifco-us.com/america/na/en/environment/Reusable_Plastic_Containers/index.php?exp=Reduce_Your_Impact_with_RPCs.
- Sower, V., Green, K., Zelbst, P. & Morgan, T. (12 de junio de 2012). *U.S. Manufacturers Report Greater RFID Usage*, *RFID Journal*. Recuperado el 28 de junio, 2013; disponible en <http://www.rfidjournal.com/articles/view?9589>.
- Twede, D. & Clarke, R. (2004). *Supply Chain Issues in Reusable Packaging*. Journal of Marketing Channels, 12(1), pp. 7-26.
- University of Arkansas, Fayetteville (16 de octubre de 2012). *Physical Internet: Shared transportation system would increase profits, reduce carbon emissions*. ScienceDaily. Recuperado el 26 de octubre, 2013; disponible en <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/10/121016092158.htm>.
- Valenzo, M., Galeana, E. & Martínez, J. (2013). *Exploración de la logística inversa en la competitividad empresarial en México (Spanish)*. Global Conference on Business and Finance Proceedings, 8(2), pp. 1603-1612.