

Reverse logistics applied to building companies. Demolition stage

Logística inversa aplicada a las empresas de edificación. Fase demolición

MERCEDES DEL RÍO MERINO

Universidad Politécnica de Madrid, Construcciones Arquitectónicas y su Control, Grupo TEMA, Avda. Juan de Herrera, 6 28040 Madrid. e-mail: mercedes.delrio@upm.es

PAOLA VILLORIA SÁEZ

Universidad Politécnica de Madrid, Construcciones Arquitectónicas y su Control, Grupo TEMA, Avda. Juan de Herrera, 6 28040 Madrid.

FERNANDO TORRIJOS ANTELO

ARYS Diseño y Construcción, Av. de España, 23, 28100 Alcobendas, Madrid.

- ◊ Reverse logistics can be applied to the building sector and obtain significant benefits.
- ◊ The production of materials and demolition of a building are the stages that can mostly benefit from the Reverse Logistics system.
- ◊ The Management System proposed establishes control, preventive and corrective measures on the keys processes.

The building activity entails a series of environmental impacts that negatively affect the environment if they are not managed effectively. This negative impact is mainly caused because this activity consumes a large amount of natural resources and energy, modifies the land and soil, and a huge amount of waste throughout the building life cycle. In this sense, it is necessary to implement new management processes to reduce the environmental impact. Reverse logistics is a methodology widely implemented in other industrial sectors and has obtained interesting results in terms of improving waste reduction and resource consumption. In this article, some of the results obtained in a research project aiming to develop a new management system for the demolition stage of a building, which incorporate good practices used in other industrial sectors implementing reverse logistics in their processes. In order to obtain this objective, a bibliographical and documentary review on good practices of reverse logistics applied to the industry was developed, selecting the most suitable ones for the construction sector. Moreover, a series of processes are proposed to incorporate in a Quality Management System of a construction company.

Reverse Logistics; Construction and Demolition Waste; Management; Quality Management Systems appraisal

- ◊ La cultura de la logística inversa puede aplicarse al sector de la edificación y obtener de ella importantes beneficios.
- ◊ Las fases de obtención y producción de materiales y la de derribos son las que más pueden beneficiarse del sistema de Logística Inversa.
- ◊ El Sistema de Gestión planteado establece medidas de control, preventivas y correctoras sobre los aspectos que se han definido como claves.

La actividad edificatoria conlleva una serie de repercusiones medioambientales que afectan de forma negativa si no se gestionan de una forma eficaz. Esto es así porque en gran parte de dicha actividad se utilizan una gran cantidad de recursos naturales, se modifican los terrenos para la construcción de edificios, se genera un elevado consumo de energía y se deposita una ingente cantidad de residuos durante todo el ciclo de vida de los edificios. En este sentido, es necesario implementar nuevos procesos de gestión que reduzcan dicho impacto medioambiental. La logística inversa es una metodología ampliamente utilizada por otros sectores industriales habiendo obtenido resultados interesantes en cuanto a la mejora de la reducción de residuos y consumo de recursos. En este artículo, se resumen algunos de los resultados obtenidos en un proyecto de investigación cuyo objetivo es desarrollar un nuevo sistema de gestión para la fase de demolición del edificio, que reúne buenas prácticas utilizadas en otros sectores industriales que incorporan la logística inversa en sus procesos, para conseguir reducir el impacto medioambiental del sector. Para conseguir el objetivo se realizó una búsqueda bibliográfica y documental sobre buenas prácticas de logística inversa aplicadas a la industria seleccionando las más adecuadas para la edificación, así como se propusieron una serie de procesos para incorporar en un Sistema de Gestión de la Calidad tipo de una empresa de construcción.

Logística inversa; Residuos de construcción y demolición; Gestión; Sistema de gestión de calidad

1. INTRODUCCIÓN

La logística puede definirse según el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), una de las

organizaciones del mundo más especializadas e influyentes en el tema de logística, como "parte de la gestión de la cadena de suministro, que planifica, implementa y controla el flujo directo e inverso y el almacenaje efectivo y eficiente de bienes y

servicios, con toda la información relacionada desde el punto de vista de origen al punto de vista de consumo, para poder cumplir con los requerimientos de los clientes" [1].

En esta definición quedaría incluida la logística directa

(figura 1) como "el conjunto de procesos interrelacionados que van desde la búsqueda de proveedores para la obtención de materias primas hasta el consumo final del producto, pasando por la fabricación y distribución del mismo, de una forma eficiente y lo más económica posible" [2].



Figura 1: Esquema de la logística directa.

Sin embargo, en la actualidad, la creciente preocupación social por la naturaleza y el medio ambiente, el aumento de la presión legislativa, la publicidad negativa hacia las empresas que desarrollan actividades poco respetuosas con el medio y la necesidad de reducir el despilfarro de recursos, residuos y emisiones de dichas actividades, han generado que las empresas busquen nuevos sistemas de gestión medioambiental que sean capaces de reducir los impactos negativos.

En la búsqueda de estos nuevos sistemas de gestión medioambiental aparece el concepto de Logística Inversa. La Logística Inversa se define como el "proceso por el cual se planean, se ejecutan y se controlan los flujos de productos, bienes, información, dinero, etc. mediante la identificación y el diseño de procesos eficientes que permitan su reuso, recuperación, reciclaje o eliminación, con el fin de minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios económicos de la empresa" [3].

La implantación de sistemas de gestión que consideran criterios de logística inversa originan beneficios en tres líneas; la medioambiental, la económica y la social, cuyo conjunto representa la sostenibilidad.

El desarrollo sostenible ha ido adquiriendo relevancia a nivel mundial en todos los sectores industriales y en el caso concreto de la edificación ha generado una nueva forma de construir que denominamos construcción sostenible. Considerada como aquella que con especial respeto y compromiso con el medio ambiente, que implica el uso sostenible de los recursos, prestando especial atención al impacto que ocasiona la aplicación de los materiales de construcción y buscando la minimización del consumo de energía en la utilización de los edificios durante su vida útil [4].

Si bien es cierto que a día de hoy las bases de la construcción sostenible son la eficiencia energética y el uso de energías renovables, cabe destacar que dichas bases no tienen influencia en todas las fases del ciclo de vida del edificio, y las soluciones para una construcción totalmente sostenible pasan por dar respuesta a todas las fases, hecho que si considera la logística inversa.

Numerosos autores coinciden al definir la logística inversa en ser un proceso de movimiento de bienes desde su destino final hasta su destino inicial, con el propósito de recuperar el valor de estos bienes o asegurar su correcta eliminación (figura 2) [5-11].



Figura 2: Esquema de la logística inversa.

De esta forma, lo que hace diferente a la logística inversa de la logística directa es la recuperación y el reciclaje de los productos, lo cual supone una importante revolución con una enorme proyección de crecimiento a nivel mundial.

Los primeros trabajos sobre la recuperación de productos fuera de uso en el ámbito de la empresa, datan de la década de los años 90, aunque ya en los años 70 se publican algunos trabajos en los que se analizaba el problema de la distribución en la industria del reciclaje. Por ejemplo, Guiltinan

y Nwokoye (1975) [12] y Ginter y Starling (1978) [13] estudian la estructura de los canales de distribución para el reciclaje. En estos primeros trabajos se hace referencia explícita a algunos de los aspectos que caracterizan las redes de distribución inversa como, por ejemplo:

- ♦ La existencia de muchos orígenes (consumidores) y pocos destinos (recuperadores) en la red de distribución.
- ♦ La importancia que tienen las actividades de clasificación de los bienes recuperados.

Ginter y Starling (1978) ya señalaban como motivo principal del desarrollo de canales de distribución inversa, la existencia de una legislación medioambiental que condiciona o influye en el esquema operativo tradicional de las empresas.

Sin embargo, no es hasta los años 90 cuando se comienza a estudiar con mayor profundidad la gestión de los productos fuera de uso. En esta década se realizan una serie de trabajos en los que se aborda la problemática de la escasez de recursos y materias primas, así como las oportunidades que la recuperación y reutilización de productos usados representan para la empresa y para la sociedad.

Uno de los primeros trabajos es el de Stock (1992) [14] en el que se analizan, entre otras cuestiones, los procesos logísticos relacionados con el retorno de productos desde el consumidor al productor, el reciclaje, la reutilización de materiales y componentes, la eliminación de residuos y las operaciones de restauración, reparación y re-fabricación.

Más adelante recupera el tema de la Logística Inversa en lo que pretende ser un Libro Blanco sobre esta materia. Este autor analiza el papel que desempeña la logística en aspectos tales como la devolución de productos, reducción en la generación de residuos, reciclaje, reparación y re-fabricación, desarrollando para ello modelos de gestión que combinan las técnicas de ingeniería logística y los modelos de decisión empresarial con objeto de rentabilizar el flujo de retorno de los productos fuera de uso.

Pero el desarrollo de la Logística Inversa empieza a ser una realidad con los trabajos de Thierry (1995) [15]; Fleischmann et al. (2000) [16] o a través de publicaciones científicas más recientes que permiten la apertura de nuevas líneas de investigación o la constitución de grupos de investigación específicos sobre esta materia como por ejemplo el grupo REVLOG o RELOOP [17, 18].

1.1. LOGÍSTICA EN EDIFICACIÓN

En el sector de la edificación, se define la logística como la *“planificación, coordinación y supervisión de flujo de materiales dentro de la obra”* [19].

Cierto es, que de forma general, dicho flujo de materiales dentro de la obra siempre se ha asimilado a un flujo lineal y hacia adelante, es decir, siguiendo una cadena de logística directa. Hasta hace poco tiempo, todos los materiales que comprendían el edificio acababan en un vertedero una vez que el edificio ya no era capaz de cumplir los requisitos y funciones para los que fue construido.

Sin embargo, en la última década, la aparición del RD 105/2008 [20] por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y la necesidad de las empresas constructoras y de demolición de reducir los recursos y residuos generados en la producción de sus actividades ha determinado que se empiece a introducir la logística inversa en el sector, consiguiendo que el flujo ideal de los materiales de edificación sea aquel que se ejecute como un mecanismo natural, utilizando los recursos de manera eficiente sin generar residuos.

Es decir, una cadena de suministros de bucle cerrado, en la cual, la vida de los materiales se extendería más allá de la vida útil de los edificios ya que podrían volver a utilizarse en otros edificios o mercados secundarios.

En este sentido, se establecen una serie de redes para prolongar la vida de los materiales como (figura 3):

- ♦ Redes para el reciclaje: red de estructura simple que se caracteriza por requerir una alta cantidad de productos recuperados, pero de poco valor unitario. Los productos pasan de la fase de consumo a la de materias primas.

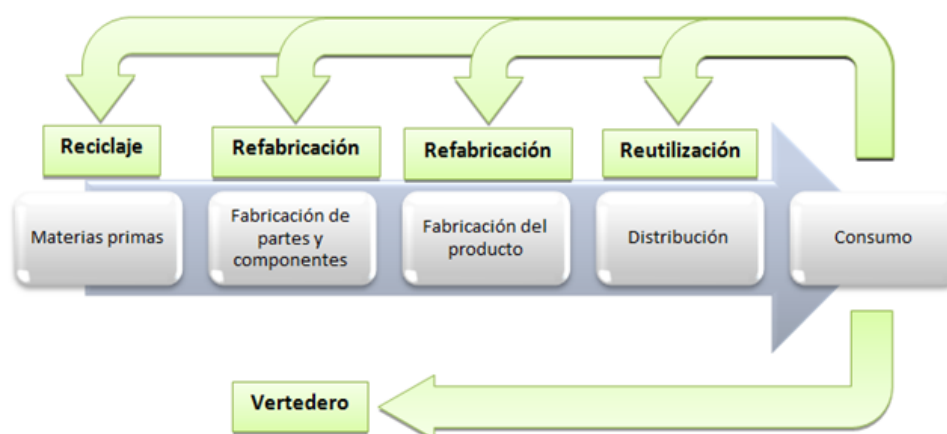


Figura 3: Redes de logística inversa.

- ♦ Redes de re-fabricación: red utilizada para recuperar partes o componentes de los productos con un alto valor añadido. Los productos pasan de la fase de consumo a la de fabricación.
- ♦ Redes de reutilización: red de circulación simultánea de productos originales y reutilizados, en la cual, el coste de

transporte es el más significativo. Los productos pasan de la fase de consumo a la de distribución.

Por tanto, la logística inversa en el sector de la edificación podría definirse como el proceso que permite gestionar los residuos generados en el edificio a lo largo de todo su ciclo de vida, de manera que se asegure la recuperación del

máximo valor de los mismos, garantizando una reducción del impacto ambiental.

En cuanto a los trabajos y estudios de investigación realizados en torno a la logística inversa en sectores como el de la construcción y más concretamente en el de la edificación, son pocos y tocan el tema tangencialmente, centrando la mayoría de estudios en la gestión de los residuos de construcción y demolición, como los trabajos de Arenas Cabello (2007) [4], Villoria Sáez (2014) [21] y Salazar Rodríguez (2014) [22] o los informes técnicos elaborados por n'UNDO [23].

Sin embargo, en los últimos años se ha incorporado al sector de la Edificación una nueva metodología para la gestión de proyectos, el *Lean Construction* [24]. Esta nueva metodología está relacionada en parte con la logística inversa pues comparte alguno de sus objetivos como minimizar las pérdidas y maximizar el valor del producto final. El fundamento de Lean es mejorar la rentabilidad a través de eliminar los desperdicios, es decir todo aquello que no agrega valor al producto final. Y es en este aspecto, el de la gestión eficiente de los recursos materiales donde se vincularía con los procesos de logística inversa en un sentido más amplio.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En este artículo, se resumen algunos de los resultados generados en un proyecto de investigación cuyo objetivo es desarrollar procesos para un sistema de gestión tipo para la fase final de la edificación, esto es la demolición del edificio, que incorpore algunas de las buenas prácticas utilizadas en otros sectores industriales que implementan la logística inversa

en sus procesos y de esta manera conseguir reducir el impacto medioambiental del sector.

Para conseguir el objetivo se realizó una búsqueda bibliográfica y documental sobre buenas prácticas de logística inversa aplicadas a la industria seleccionando las más adecuadas para la edificación (Fase I), así como se propusieron una serie de procesos para incorporar en un Sistema de Gestión de la Calidad tipo según la metodología utilizada por Villoria Sáez (2014) en su tesis doctoral (Fase II) [21].

Para la primera Fase, se han extraído una serie de buenas prácticas que ya están implementadas en otros sectores industriales, que a día de hoy no se entenderían sin el uso de técnicas de Logística Inversa, tales como el automovilístico, electrodoméstico, equipos médicos, textil, comercio electrónico y sector editorial [22, 25-29].

Para la segunda Fase, se diseñan procesos para la última fase del ciclo de vida, la demolición. Se escoge esta fase por ser una de las que más residuos genera (38,40%) junto con la de obtención de materias primas (figura 4).

El ciclo de vida de un edificio consiste en una serie de fases de largo recorrido que van desde la obtención de materias primas hasta la demolición final, pasando por la fabricación de materiales y componentes, la ejecución, el uso, el mantenimiento y las reparaciones, y en todas estas fases pueden aplicarse algunas de las buenas prácticas consideradas en la fase anterior, ya que en todas ellas existen materiales o se generan residuos que podrían ser devueltos a la cadena del ciclo de vida para un nuevo uso.

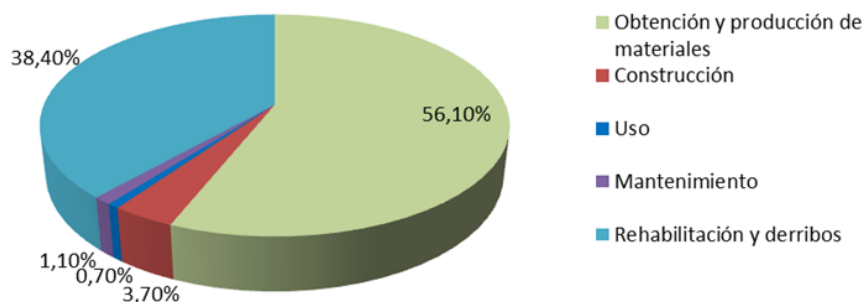


Figura 4: Residuos generados a lo largo del ciclo de vida de los edificios [30].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 FASE I: BUENAS PRÁCTICAS DE LOGÍSTICA INVERSA IMPLEMENTADAS EN OTROS SECTORES PARA SU POSIBLE ADECUACIÓN AL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN

Se ha llevado a cabo un profundo estudio sobre las buenas prácticas (BP) que se llevan a cabo en cuanto a obtención, fabricación, consumo, suministro, almacenamiento, transformación y eliminación de materiales o productos, seleccionando las que se relacionan a continuación por su posible adecuación en el sector de la edificación:

- ♦ BP 1. Uso de materias primas poco contaminantes.
- ♦ BP 2. Uso de tecnologías amigables al medio ambiente.

- ♦ BP 3. Utilización de materiales prefabricados.
- ♦ BP 4. Reducción del consumo de productos de usar y tirar.
- ♦ BP 5. Uso de útiles más duraderos y de menor consumo.
- ♦ BP 6. Uso de equipos energéticamente eficientes.
- ♦ BP 7. No generación de residuos.
- ♦ BP 8. Optimización de residuos no peligrosos reciclables.
- ♦ BP 9. Suministro de los materiales en envases retornables.
- ♦ BP 10. Adopción de las infraestructuras para una correcta segregación en origen de los residuos.
- ♦ BP 11. Disposición de contenedores adecuados para cada residuo.

- ♦ BP 12. Uso de envases reutilizables.
- ♦ BP 13. Retorno de productos por rechazo.
- ♦ BP 14. Retorno de productos por excedencia.
- ♦ BP 15. Uso de energías renovables.
- ♦ BP 16. Eliminación de piezas de forma segregada.
- ♦ BP 17. Extracción de sustancias y componentes peligrosos.

- ♦ BP 18. Reutilización de materiales.
- ♦ BP 19. Reacondicionamiento del producto.
- ♦ BP 20. Minimización del empleo de métodos que limiten las posibilidades de reutilización.

La tabla 1, muestra cuales son las buenas prácticas que se están llevando a cabo en cada uno de los sectores enumerados.

SECTORES	BUENAS PRÁCTICAS																			
	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20
Industria automovilística																				
Industria electrodoméstica																				
Industria equipos médicos																				
Industria textil																				
Comercio electrónico																				
Sector editorial																				

Tabla 1: Buenas prácticas seleccionadas sobre Logística Inversa en la industria española.

Todas estas prácticas suponen una mejora en todas las fases del ciclo de vida de los edificios pues tienen como objetivo:

- ♦ Obtener materias primas lo menos contaminantes posible, mediante tecnologías que provoquen un mínimo impacto ambiental, y evitando en la medida que sea posible la generación de residuos.
- ♦ Fabricar productos a través de técnicas y métodos que no dañen el medio ambiente y que generen pocos residuos. Dichas técnicas serán compatibles con la fabricación a partir de materiales reciclados.
- ♦ Suministrar los productos en envases reciclables y que permitan el retorno del producto por motivos como el rechazo del cliente o la excedencia.
- ♦ Favorecer el consumo de productos más duraderos y cuya fabricación suponga un menor consumo, disminuyendo así el uso de productos de usar y tirar.
- ♦ Almacenar los residuos en lugares adecuados y protegidos de cualquier riesgo mediante contenedores adaptados a cada uno de ellos.
- ♦ Transformar o eliminar los productos de forma segregada, extrayendo en primer lugar las sustancias y componentes peligrosos.
- ♦ Disponer de infraestructuras que permitan esta segregación de manera óptima en origen, favoreciendo así la reutilización y el reacondicionamiento de los materiales y emplear para dicha segregación técnicas que no dañen el medio ambiente y que generen la mínima cantidad de residuos posible.

3.2 FASE II: DISEÑO DE PROCESOS PARA LA DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS

Desde la perspectiva de la logística empresarial, la logística inversa está integrada por los procesos de gestión de:

- ♦ Retorno de productos que fueron rechazados por agentes en el canal de comercialización o por el consumidor final, así como excedentes de inventarios por fin del ciclo de vida.
- ♦ Retorno para la reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo.
- ♦ Reutilización de materiales.
- ♦ Reacondicionamiento del producto rechazado.

El establecimiento de estos mecanismos, para la recuperación y el aprovechamiento de los productos desechados por los consumidores, esta originado, principalmente, por dos tipos de motivos:

- ♦ Motivos legales: La legislación en el ámbito europeo está propiciando un cambio de paradigma en la industria al hacer responsables a los empresarios de todo el ciclo de vida de sus productos, desde que entra en la fábrica hasta que se convierte en residuo. En este nuevo criterio de gestión, el empresario debe atender los costes empresariales asociados a la fabricación y distribución de un producto y también debe controlar los costes relacionados con la correcta gestión de ese producto convertido en residuo por el consumidor final.
- ♦ Motivos Económicos: Los flujos de retorno de los productos suelen tener unos costes elevados, principalmente a causa

de la gran capilaridad, de la manipulación adicional que supone y de los controles de calidad que deben pasar los productos retirados. Pero el operador logístico tiene herramientas para contribuir a su reducción. Para ello, puede adaptar su red logística y de transporte a los retornos o puede integrarlos como un componente más de la cadena. También se puede llevar a cabo una gestión y optimización de los stocks, lo que derivará en la reducción o, incluso la eliminación, de las vueltas a fábrica.

De esta forma, las empresas no estarían considerando la gestión de los productos fuera de uso, únicamente, como una necesidad motivada por presiones legislativas, sino que encontrarán en estas actividades formas de lograr ventajas competitivas sostenibles y con ello la consecución de sus objetivos empresariales.

Se pretende que estos procesos sirvan de base para todas aquellas empresas que quieran incorporar la logística inversa en su Sistema de Gestión de Calidad. Dicho Sistema de Gestión de Calidad estará formado por tres tipos de procesos diferentes: Procesos clave; Procesos estratégicos y Procesos de apoyo.

3.2.1. MAPA DE PROCESOS

En la figura 5 está recogido el mapa de procesos. Este mapa consiste en la representación gráfica de los procesos que están presentes en una organización o actividad, mostrando la relación que existe entre ellos y sus relaciones con el exterior.

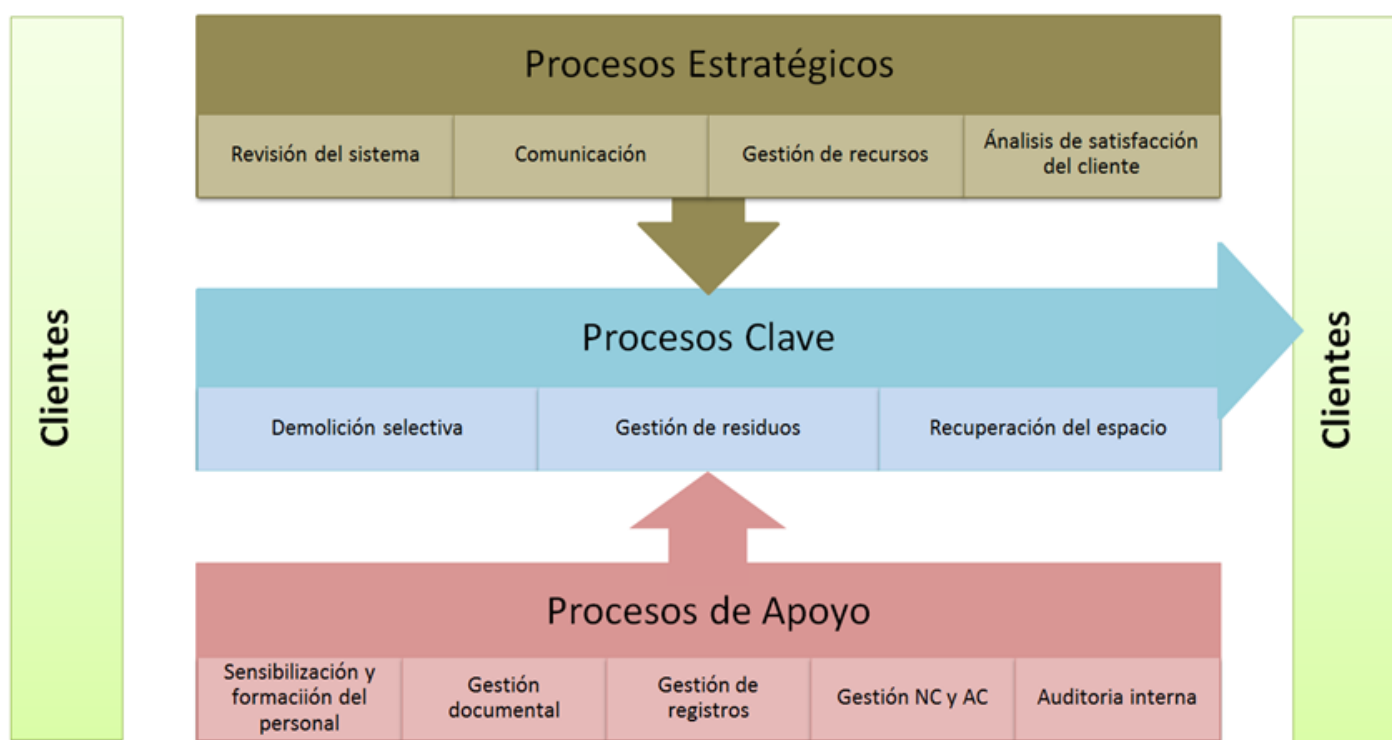


Figura 5: Mapa de procesos.

A continuación se describen cada uno de los procesos en los que se desarrollaría el sistema para la fase de demolición del edificio así como las buenas prácticas seleccionadas en la Fase I que se incorporarían en los mismos.

3.2.1.1. PROCESOS CLAVE (PC)

Son los procesos que tienen contacto directo con el cliente, los procesos operativos necesarios para la realización del producto/servicio, a partir de los cuales el cliente percibirá y valorará la calidad del mismo.

Estos procesos intervienen en la misión, pero no necesariamente en la visión de la organización. En el caso analizado se han definido los siguientes procesos claves:

- ♦ PC01. Demolición selectiva.

- ♦ PC02. Gestión de residuos.
- ♦ PC03. Recuperación del espacio.

A continuación se exponen las ideas principales de cada uno de estos procesos de forma individual.

3.2.1.1.A PROCESO CLAVE PC01. DEMOLICIÓN SELECTIVA

El objetivo de este proceso es llevar a cabo el desmantelamiento selectivo de la edificación de manera gradual y coordinada, de manera que permita el aprovechamiento posterior de los materiales y minimice el transporte de estos al vertedero. Muchos de los materiales que resultan de la demolición de un edificio pueden incorporarse al ciclo productivo, bien de forma directa, mediante la reutilización de ciertos elementos constructivos o a

través de los correspondientes procesos de tratamiento.

Cuanto mayor grado de mezcla presente el residuo de partida, más comprometida se verá la viabilidad técnica y medioambiental del producto reciclado. Por lo tanto, el proceso de demolición selectiva debe contemplar la separación de materiales a pie de obra.

Este proceso contará con dos subprocesos:

1. Elaboración de proyecto de demolición selectiva.
2. Ejecución material de la demolición.

Cuanto mayor grado de mezcla presente el residuo de partida, más comprometida se verá la viabilidad técnica y medioambiental del producto reciclado. Por lo tanto, el proceso de demolición selectiva debe contemplar la separación de materiales a pie de obra.

Este proceso contará con dos subprocesos:

1. Elaboración de proyecto de demolición selectiva.
2. Ejecución material de la demolición.

Buenas prácticas: BP1; BP2; BP3; BP4; BP5; BP6; BP7; BP9; BP11; BP12; BP13; BP16; BP20.

3.2.1.1.B PROCESO CLAVE PC02. GESTIÓN DE RESIDUOS

Como consecuencia del propio proceso de demolición selectiva, surgen materiales de diferente naturaleza con un diverso aprovechamiento en diferentes actividades productivas y constructivas.

El objetivo de este proceso es el análisis y posterior gestión de los residuos generados en la demolición selectiva, incluyendo la elaboración de un plan de gestión y designando a los responsables encargados de ello.

Este proceso es fundamental para la sostenibilidad de la demolición.

Los residuos de construcción han llegado a estimarse en nuestro país en cantidades muy superiores a los residuos sólidos urbanos, llegando a superar los 30 millones de toneladas anuales.

El estudio y consideración de estos residuos, de cara a su valoración y aprovechamiento, es fundamental. Sin embargo, por tradición es una parte del proceso generalmente obviada o poco rigurosa, a pesar de que se producen graves agresiones ambientales debidas a la generación de residuos de las demoliciones.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Elaboración de plan de gestión de residuos de construcción y demolición.
2. Designación de responsabilidades.
3. Relación con proveedores y contratistas.
4. Implementación de medidas de segregación.
5. Gestión de RCD inertes o no peligrosos.
6. Gestión de RCD peligrosos.

Buenas prácticas: BP8; BP10; BP14; BP16; BP17; BP18; BP19.

3.2.1.1.C PROCESO CLAVE PC03. RECUPERACIÓN DEL ESPACIO

El objetivo de este proceso es reducir el impacto ambiental que supone una demolición a través de la reutilización, la prefabricación y el reciclaje de los residuos que dicha demolición genere, y siempre que sea posible, elaborando planes de recuperación ambiental.

La recuperación del espacio aboga por el diagnóstico de cada situación concreta y por la mínima intervención, lo cual se alinea con los principios del desmantelamiento selectivo.

Se trata por tanto de proceder de manera quirúrgica, recuperando la funcionalidad, la complejidad y la resiliencia del sistema, de manera que se asegure la permanencia de los servicios en el tiempo y la capacidad del propio sistema de recuperarse frente a futuras perturbaciones. Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Análisis de las barreras de entrada.
2. Reutilización de los residuos.
3. Re-fabricación de los residuos.
4. Reciclaje de los residuos.
5. Planes de recuperación ambiental.

Buenas prácticas: BP10; BP15

3.2.1.2. PROCESOS ESTRATÉGICOS (PE)

Son los procesos responsables de llevar adelante la organización. Están en relación muy directa con la misión y visión de la organización, e involucran a trabajadores de primer nivel de la organización, es decir, son responsabilidad de la dirección.

En el caso analizado se han definido los siguientes procesos estratégicos:

- ♦ PE01. Revisión del sistema.
- ♦ PE02. Comunicación.
- ♦ PE03. Gestión de recursos.
- ♦ PE04. Análisis de la satisfacción del cliente.

3.2.1.2.A PROCESO ESTRATÉGICO PE01. REVISIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de este proceso es analizar los datos obtenidos de los Procesos del Sistema de Gestión de Calidad con el fin de determinar si se han alcanzado los objetivos propuestos, si se han cumplido los requisitos establecidos y si son necesarios nuevos recursos.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Revisión de la Política del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.
2. Análisis de los objetivos.
3. Análisis de los procesos.

4. Análisis de las propuestas de mejora.

3.2.1.2.B PROCESO ESTRATÉGICO PE02. COMUNICACIÓN

El objetivo de este proceso es mantener una comunicación adecuada, tanto a nivel interno como externo, acerca de los asuntos y decisiones relacionadas con los Procesos definidos.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Reuniones interdepartamentales entre los equipos de obra y de producción.
2. Comunicaciones internas.
3. Tablones de anuncios.

3.2.1.2.C PROCESO ESTRATÉGICO PE03. GESTIÓN DE RECURSOS

El objetivo de este proceso es determinar los recursos disponibles para mantener el Sistema de Gestión de Calidad y determinar los recursos necesarios para cumplir los requisitos del cliente.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Evaluación de los recursos disponibles.
2. Análisis y planificación de los recursos necesarios para cumplir con los requisitos de cada cliente.

3.2.1.2.D PROCESO ESTRATÉGICO PE04. ANÁLISIS DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

El objetivo de este proceso es analizar los resultados obtenidos en la evaluación de la satisfacción de los clientes con el objetivo de alcanzar la mayor eficiencia y calidad posible en los servicios ofertados.

Los clientes en este caso concreto serían los promotores de la demolición del edificio.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Análisis de los cuestionarios de satisfacción recibidos, los certificados de trabajo terminado, la fidelización de clientes y las impresiones de los jefes de proyecto.

3.2.1.3. PROCESOS DE APOYO (PA)

Son los procesos responsables de proveer a la organización de todos los recursos necesarios en cuanto a personas, maquinaria y materia prima, para poder generar el valor añadido deseado por la empresa promotora de la demolición.

En el caso analizado se han definido los siguientes procesos de apoyo:

- ♦ PA01. Sensibilización y formación del personal.
- ♦ PA02. Gestión documental.
- ♦ PA03. Gestión de registros.
- ♦ PA04. Gestión de NC y AC.
- ♦ PA05. Auditorías internas.

3.2.1.3.A PROCESO DE APOYO PA01. SENSIBILIZACIÓN Y FORMACIÓN DEL PERSONAL

El objetivo de este proceso es definir los procedimientos para la realización de actividades de sensibilización y formación en materia de gestión de residuos generados a partir de actividades de construcción y de demolición.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Planificación de actividades formativas para el personal de obra, así como de los equipos encargados de la ejecución de la demolición.
2. Actividades formativas.
3. Formación y sensibilización a nuevas contrataciones de apoyo a la demolición.

3.2.1.3.B PROCESO DE APOYO PA02. GESTIÓN DOCUMENTAL

El objetivo de este proceso es definir el sistema de elaboración, control y accesibilidad de los documentos que forman parte del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa que realizará los trabajos de demolición para su correcta gestión.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Elaboración de borradores.
2. Revisión y aprobación de dichos borradores.
3. Edición y archivo de documentos originales.
4. Codificación de nuevos documentos.
5. Modificación de lista de documentos en vigor.
6. Gestión de documentos externos.

3.2.1.3.C PROCESO DE APOYO PA03. GESTIÓN DE REGISTROS

El objetivo de este proceso es definir el método de identificación, formato, cumplimentación, almacenamiento, conservación y disposición de los registros del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Identificación y cumplimentación de los registros.
2. Almacenamiento de los registros.
3. Conservación y archivo.
4. Disposición de los registros.

3.2.1.3.D PROCESO DE APOYO PA04. GESTIÓN DE NO CONFORMIDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS

El objetivo de este proceso es determinar las acciones a llevar a cabo para que todas las no conformidades sean registradas y que se apliquen las acciones correctivas adecuadas.

Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Detección de no conformidades.
2. Registro de no conformidades.

3. Acciones correctivas.

4. Asignación de responsables y plazos de corrección.

3. Apertura de no conformidades

4. Elaboración de informes de auditorías.

3.2.1.3.E PROCESO DE APOYO PA05. AUDITORÍAS INTERNAS

El objetivo de este proceso es obtener evidencias del funcionamiento del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa y evaluarlas de forma objetiva con el fin de determinar el cumplimiento de los requisitos del mismo. Este proceso se desarrolla en los siguientes subprocesos:

1. Planificación y programación de auditorías
2. Realización de auditorías

3.2.2. FICHAS DE PROCESOS

Todos estos procesos se definen en las denominadas fichas de procesos. Estas fichas contienen la siguiente información:

- ♦ **Código:** Codifica la ficha de procesos.
- ♦ **Nombre del proceso:** Indica la denominación del proceso.
- ♦ **Subprocesos y Procedimientos:** Nombra los distintos subprocesos y/o procedimientos que conforman el proceso.

PC01: DEMOLICIÓN SELECTIVA

Fecha de revisión

-

Código

PC01

Objetivo

Llevar a cabo el desmantelamiento selectivo de la edificación pertinente de manera gradual y coordinada que permita el aprovechamiento posterior de los materiales y minimice el transporte de estos al vertedero

Subprocesos y Procedimientos

- ♦ Elaboración de proyecto de demolición selectiva
- ♦ Ejecución material de la demolición

Propietario / Responsable

- ♦ Dirección de la empresa
- ♦ Responsable del Departamento
- ♦ Responsable del Sistema de Gestión de Calidad

Ámbito

Este proceso abarca desde la elaboración del proyecto para llevar a cabo el desmantelamiento hasta la propia ejecución material del mismo

Entrada del proceso

- ♦ Proyecto de demolición selectiva

Salida del proceso

- ♦ Informe de demolición selectiva

Destinatarios

Todos los intervinientes en todos los procesos del Sistema de Calidad

Indicadores

- ♦ % del edificio demolido de manera selectiva

Documentos asociados

- ♦ Proyecto de demolición selectiva
- ♦ Manual del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa

Figura 6: PC01: Demolición selectiva.

- ♦ *Propietario / Responsable:* El propietario del proceso es la persona que se responsabiliza de principio a fin de la gestión del proceso, dentro de la unidad funcional, y de la mejora continua del mismo. Debe ser una persona que conozca en profundidad el proceso.
- ♦ *Ámbito:* Se trata de determinar los límites del proceso. Para ello, analizaremos cuáles son la primera y la última actividad que se realiza para desarrollarlo.
- ♦ *Destinatarios:* En este apartado pondremos para quién hacemos el proceso, qué personas o servicios utilizan los productos o servicios que realizamos
- ♦ *Entradas-Salidas:* En el apartado de entradas indicaremos qué productos, información o documentos son requeridos para iniciar o realizar las actividades del proceso. Las salidas son el producto o servicio creado por el proceso.
- ♦ *Indicadores:* Se nombrarán los diferentes indicadores asociados al proceso para realizar el seguimiento del mismo.
- ♦ *Documentos asociados:* En este apartado se nombrarán aquellos documentos que están asociados al proceso.

A modo de ejemplo, la figura 6 muestra la ficha del proceso PC01: Demolición selectiva.

3.3. VENTAJAS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA LOGÍSTICA INVERSA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN

La aplicación de estos procesos supondría la implantación de la Logística Inversa en las empresas que realizan demolición de edificios. Y esta implantación, al igual que ha sucedido en otros sectores industriales, puede conseguir una serie de ventajas asociadas a las buenas prácticas.

Estas ventajas se pueden englobar en 3 grupos, económicas, sociales y ambientales:

3.3.1. VENTAJAS ECONÓMICAS

- ♦ Se reduce el coste de la demolición, ya que la demolición selectiva supone una menor inversión que la demolición tradicional.
- ♦ Se garantiza el ahorro de dinero a las empresas ya que el sistema implantado permite la sustitución de materias primas vírgenes por el uso de material reciclado. El valor de adquisición de este último será siempre inferior al valor de los nuevos materiales.
- ♦ Disminuyen los costes de producción de las materias primas vírgenes.
- ♦ Se recupera el valor de los materiales empleados en obra por la demolición selectiva y la gestión de los residuos obteniendo un segundo uso para ellos.
- ♦ Se aumentan los beneficios por la venta de los materiales recuperados. La correcta gestión de estos residuos permitiría la recuperación de la mayor parte de los residuos generados.

- ♦ Se disminuyen los gastos por transporte, al reducir el número de desplazamientos a los vertederos.
- ♦ Se posibilita la apertura de nuevos mercados para los materiales reutilizados, que gracias a una correcta gestión de los mismos, podrían pasar a forma parte de otros sectores.
- ♦ Se reducen los costes y el riesgo por obsolescencia gracias a la reutilización de los materiales. Muchos pueden volver a utilizarse sin pasar por un proceso de transformación lo que también reduciría los costes por retorno.

3.3.2. VENTAJAS SOCIALES

- ♦ Se genera una imagen verde para la empresa que mejora la reputación de la misma. El cuidado por parte de las empresas del medio ambiente mejora la satisfacción del cliente.
- ♦ Se generan recursos materiales reciclados de gran calidad.
- ♦ Se abren nuevos mercados. La re-fabricación de los residuos generados en obra permite que estos puedan destinarse a otros sectores.
- ♦ Se fomenta la especialización de mano en obra en cuanto a demolición y gestión de residuos, dando lugar a un nuevo campo de trabajo.
- ♦ Se aumenta la investigación y la generación de nuevos proyectos en la gestión de los residuos.

3.3.3. VENTAJAS SOCIALES

- ♦ Se reduce de forma notable el envío de residuos a vertedero.
- ♦ Se reduce el impacto ambiental que supone la industria de la construcción al medio ambiente.
- ♦ Se elimina la fase de obtención de materias primas y la gran cantidad de residuos que se generan en esta fase. Además se disminuye también la energía necesaria para la obtención de estas materias primas.
- ♦ Se fomenta el empleo de equipos y tecnologías que causen el menor daño posible al medio ambiente.

3.4. PUNTOS CRÍTICOS

Respecto a los puntos críticos de la incorporación de este sistema de gestión destacan los siguientes:

- ♦ Costes iniciales de adopción elevados. Incorporar el sistema implica la necesidad de instalaciones adecuadas para llevar a cabo una gestión de residuos en origen óptima. Además se suma el elevado coste de la mano de obra encargada de llevar a cabo dicha gestión.
- ♦ Falta de concienciación acerca de las ventajas potenciales que supondría la incorporación de la logística inversa. La mayoría de empresas de construcción y demolición se

resisten a implantar esta filosofía en sus estructuras de trabajo y este es el principal motivo.

- ♦ La mayoría de edificios actuales no están diseñados para favorecer el desmantelamiento selectivo. Esto supone un incremento en el tiempo de trabajo que encarece el proceso.
- ♦ Falta de incentivos financieros y de apoyo técnico por parte de la administración.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión general se puede afirmar que la cultura de la logística inversa puede aplicarse al sector de la edificación y obtener de ella importantes beneficios.

Existen numerosas buenas prácticas sobre logística inversa implantadas en distintos sectores, implantadas en sus estructuras y formas de trabajo que consiguen importantes beneficios. Además, las buenas prácticas consiguen evitar la generación de residuos, optimizar los residuos no peligrosos reciclables, reutilizar los materiales y no emplear métodos que limiten las posibilidades de reutilización son las más extendidas.

Las buenas prácticas extraídas de estos sectores que pretendan ser incorporadas al de la edificación tienen que estar relacionadas con la obtención, fabricación, consumo, suministro, almacenamiento, transformación o eliminación de materiales o productos, es decir, con alguna de las fases del ciclo de vida de los edificios.

Todas las fases del ciclo de vida de un edificio pueden beneficiarse del sistema de Logística Inversa, pero las fases de obtención y producción de materiales y la de derribos son las que más residuos de construcción y demolición generan.

El Sistema de Gestión planteado establece medidas de control, preventivas y correctoras sobre los aspectos que se han definido como claves, reduciendo así posibles problemas. Acota las responsabilidades de la empresa, sus empleados y la administración en materia de gestión de residuos.

Por otra parte, establecer como procesos claves de un Sistema de Gestión de Calidad la demolición selectiva, la gestión de residuos y la recuperación del espacio, supone una correcta integración de la logística inversa en las empresas edificatorias, puesto que en estos procesos se albergan la mayor parte de buenas prácticas adaptadas del resto de sectores.

Haría falta complementarlo con un estudio más profundo del tema, pero probablemente las mayores ventajas de la implantación de la logística inversa en el sector están relacionadas con el sector económico y con la reducción de costes que supondría a las empresas de demolición.

Por último, el sistema de gestión propuesto recoge los procesos (clave, estratégicos y de apoyo) más relevantes para llevar a cabo la implementación de la logística inversa en una empresa de demolición.

5. REFERENCIAS

- [1] CSCMP, "Annual Global Conference Annual Global Conference Report," Council of Supply Chain Management Professionals, San Antonio, Texas, USA 2014.
- [2] Oltra Badenes, R., "La Logística Inversa: Concepto y Definición," Universidad Politécnica de Valencia, Valencia 2014.
- [3] Cabeza, D., Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro: Marge books, 2012.
- [4] Arenas Cabello, F.J., El impacto ambiental en la edificación: criterios para una construcción sostenible: Edisofer, 2007.
- [5] Rogers, D. and Tibben-Lembke, R., "RS Going backwards: reverse logistics trends and practices. Reverse Logistics Executive Council. University of Nevada, Reno," Center for Logistics Management, 1998.
- [6] De Brito, M.P. and Dekker, R., "Reverse logistics-a framework," Erasmus School of Economics (ESE) 2002.
- [7] Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., and van Wassenhove, L.N., Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains: Springer Science & Business Media, 2013.
- [8] Hawks, K., "What is reverse logistics," Reverse logistics magazine, vol. 1, 2006.
- [9] Barker, T.J. and Zabinsky, Z.B., "Reverse logistics network design: a conceptual framework for decision making," International Journal of Sustainable Engineering, vol. 1, pp. 250-260, 2008.
- [10] Lee, C. and Chan, T., "Development of RFID-based reverse logistics system," Expert Systems with Applications, vol. 36, pp. 9299-9307, 2009.
- [11] Mihi-Ramírez, A., Arias-Aranda, D., and García-Morales, V.J., "La gestión de la logística inversa en las empresas españolas: Hacia las prácticas de excelencia," Universia business review, 2012.
- [12] Guiltinan, J.P. and Nwokoye, N.G., "Developing distribution channels and systems in the emerging recycling industries," International Journal of Physical Distribution, vol. 6, pp. 28-38, 1975.
- [13] Ginter, P.M. and Starling, J.M., "Reverse distribution channels for recycling," California Management Review, vol. 20, pp. 72-82, 1978.
- [14] Stock, J.R., Reverse logistics: White paper: Council of Logistics Management, 1992.
- [15] Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., and Van Wassenhove, L., "Strategie issues in product recovery management," California Management Review, vol. 37, pp. 114-135, 1995.
- [16] Fleischmann, M., Krikke, H.R., Dekker, R., and Flapper, S.D.P., "A characterisation of logistics networks for product recovery," Omega, vol. 28, pp. 653-666, 2000.
- [17] REVLOG. (2017). Reverse Logistics Group. Available: <http://www.rev-log.com/>
- [18] RELOOP. (2017). Reverse Logistics Executive Council Group. Available: [http://www.2020-horizon.com/RELOOP-Reverse-logistics-chain-optimisation-in-a-multi-user-trading-environment\(RELOOP\)-s64453.html](http://www.2020-horizon.com/RELOOP-Reverse-logistics-chain-optimisation-in-a-multi-user-trading-environment(RELOOP)-s64453.html)
- [19] Hosseini, M.R., Rameezdeen, R., Chileshe, N., and Lehmann, S., "Reverse logistics in the construction industry," Waste Management & Research, vol. 33, pp. 499-514, 2015.
- [20] Gobierno de España, "Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se Regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. "Royal Decree 105/2008, of February 1, on the Production and Management of Construction and Demolition Waste", ed. Official state bulletin (BOE), 2008, pp. 7724-7730.

- [21] Villoria Sáez, P., "Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra (Tesis Doctoral)," PhD Thesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid: , 2014.
- [22] Salazar Rodriguez, H.D., "Procesos logísticos en empresas de construcciones civiles," Universidad Militar Nueva Granada, 2014.
- [23] n'UNDO, "El Algarrobico. La oportunidad bajo los escombros. Análisis ambiental y socio-económico de la recuperación de la playa del Algarrobico," N'UNDO, Madrid, 2012.
- [24] Pons Achell, j.f. INTRODUCCIÓN AL LEAN CONSTRUCTION: EDIT: FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN. MADRID, 2014
- [25] López Parada, J., Incorporación de la Logística Inversa en la Cadena de Suministros y su influencia en la estructura organizativa de las empresas: Universitat de Barcelona, 2010.
- [26] Díaz Fernández, A., Álvarez Gil, M.J., and González Torre, P., Logística inversa y medio ambiente: McGraw-Hill, 2004.
- [27] Rubio Lacoba, S., El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones: Universidad de Extremadura, 2003.
- [28] Guillermo Cruz, A., "Propuesta de aplicación de logística inversa para el mejoramiento del centro de distribución puma abarrotero," 2009.
- [29] MAPAMA, "Manuales de Buenas Prácticas Ambientales en las Familias Profesionales," A. y. M. A. Ministerio de Agricultura y Pesca, Ed., ed. Madrid: Gobierno de España, 2017.
- [30] Universitat de les Illes Balears, "Análisis de Ciclo de Vida de los hoteles elaborado por el grupo de investigación en Ingeniería de la Edificación y la Gestión Energética de la UIB," 2011.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.