

DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS: DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES EXISTENTES E IMPLEMENTACIÓN DE DOS SOLUCIONES NOVEDOSAS

URBAN FREIGHT TRANSPORT: DESCRIPTION AND CLASSIFICATION OF EXISTING MEASURES AND IMPLEMENTATION OF TWO NOBEL SOLUTIONS

GUILLEM SANZ

PhD., Director General Bebitus.com

RAFAEL PASTOR

PhD., Catedrático, Universitat Politècnica de Catalunya, España, rafael.pastor@upc.edu

ERNEST BENEDITO

PhD., Profesor, Universitat Politècnica de Catalunya, España ernest.benedito@upc.edu

Recibido Diciembre 3 de 2012, aceptado Abril 19 de 2013, versión final Mayo 5 de 2013.

RESUMEN: En este trabajo se describen y clasifican las soluciones existentes para la distribución urbana de mercancías (DUM) y se proponen dos soluciones novedosas aplicables a la DUM. La descripción de las soluciones proviene de una extensa revisión de la literatura existente. La clasificación de las soluciones existentes es fruto del análisis realizado por los autores, gracias al cual se propone una nueva clasificación en 6 categorías distintas. En cuanto a las soluciones novedosas, se describen y se analiza su utilidad mediante dos pruebas piloto en España en establecimientos de las enseñas Eroski, Caprabo y Mercadona. A lo largo de las pruebas piloto queda patente que dichas dos soluciones pueden ser de gran utilidad para el sector de la DUM.

PALABRAS CLAVE: distribución urbana de mercancías, logística urbana, transporte de mercancías, clasificación de soluciones, transporte sostenible.

ABSTRACT: In this paper we describe and classify the existing measures for urban freight distribution (DUM) and we propose two new solutions applicable to the DUM. The description of the solutions comes from an extensive review of the literature and the classification from the analysis made by the authors on the existing measures. The new solutions are described and its utility is analyzed by two pilot tests carried on several Eroski and Mercadona Caprabo stores. During pilot testing has become clear that these two solutions can be very useful to the field of DUM.

KEYWORDS: urban freight distribution, urban logistics, freight transport, sustainable transport.

1. INTRODUCCIÓN

La distribución urbana de mercancías (DUM) es una actividad extremadamente importante para los sistemas urbanos: resulta fundamental para mantener la actividad comercial y productiva, así como para abastecer a la población. Por ese motivo, un sistema de transporte y distribución eficiente tiene un peso muy destacado en la competitividad de una área urbana y constituye, a su vez, un elemento crucial de la economía urbana, tanto por los ingresos que produce como por los niveles de empleo que genera y que mantiene [1]. Sin embargo, el tráfico urbano de mercancías provoca un gran impacto

sobre la movilidad dentro de las ciudades. Si bien es una actividad que impulsa la economía urbana, también causa importantes efectos sociales y medioambientales. El más notorio es su implicación en la congestión y en la contaminación de las zonas urbanas [2]. A pesar de estos efectos adversos, la contribución de la DUM a la sostenibilidad urbana es netamente positiva. No hay que olvidar que un camión que distribuye productos a una tienda situada en el centro urbano, que abastece a los hogares de su entorno, causa menos contaminación y congestión que los coches particulares (de esos hogares) que van a un centro comercial periférico para comprar los productos distribuidos por ese camión. Por

tanto, no se trata de eliminar los vehículos de reparto de mercancías del centro de las ciudades, sino de avanzar en la búsqueda de soluciones logísticas eficaces para la distribución urbana, como factor clave para asegurar un crecimiento sostenible desde el punto de vista económico, social y medioambiental.

La creciente demanda de movilidad del siglo XXI, estimula a los investigadores de diversos campos a diseñar y desarrollar sistemas de transporte más eficaces, incluyendo dispositivos de control, técnicas para optimizar la red existente y los sistemas de información [3, 4], y también a diseñar metodologías para optimizar la DUM desde un punto de vista sistémico [5]. Existen diversos estudios con soluciones aplicables al transporte urbano de mercancías. Algunas de las soluciones propuestas están plenamente implementadas, otras están implementadas en fase piloto y otras no se están implementando. Disponer de una descripción y clasificación de las soluciones existentes puede ser de gran utilidad para las administraciones públicas y las compañías del sector, a la hora de priorizar la aplicación de soluciones de la DUM. Los objetivos principales de este artículo son, en primer lugar, establecer una nueva clasificación de las soluciones aplicables a la DUM y, especialmente, proponer dos soluciones novedosas de utilidad para la DUM y sus correspondientes pruebas piloto.

2. SOLUCIONES EXISTENTES APLICABLES AL TRANSPORTE URBANO DE MERCANCÍAS

En esta sección se realiza una clasificación y descripción de las soluciones actualmente existentes para la DUM. El objetivo es ofrecer un estado del arte actual de la materia. Con este propósito se ha llevado a cabo una investigación bibliográfica de las publicaciones sobre el tema, con una especial atención a las soluciones relativas a la distribución urbana de mercancías en las grandes ciudades ([1],[2],[6]-[12]). Se han encontrado diversos trabajos que proponen clasificaciones de las soluciones para la DUM. En particular, [13] propone una clasificación con el fin de identificar las características homogéneas de las soluciones que nos permiten identificar quién debe tomar decisiones o quién tiene que cumplir con ellas. Por su parte, [6] propone clasificar las soluciones aplicables por la administración pública local según el campo de aplicación. En este artículo se propone una clasificación

con un conjunto de categorías diferente y más amplio que los anteriores, que se ha considerado más funcional para clasificar las soluciones. La clasificación y descripción de las soluciones contempla las seis categorías siguientes (para más detalle sobre cada solución se remite al lector a [14]):

1. Mejora de la calidad de vida de los ciudadanos: son restricciones (por tanto, también soluciones) que la Administración impone para paliar los impactos negativos que la distribución urbana de mercancías provoca sobre los residentes de las ciudades: tráfico, contaminación, ruido, etcétera.

- Peajes urbanos: cobrar una tasa por utilizar determinadas rutas urbanas o acceder a algunas zonas de la ciudad.
- Restricciones horarias de acceso a la ciudad: limitar el acceso de los vehículos de transporte de mercancías a las zonas céntricas de la ciudad en determinados periodos de tiempo.
- Restricciones de acceso a la ciudad según el peso máximo autorizado del vehículo.
- Restricciones de acceso a la ciudad según la antigüedad del vehículo.
- Restricciones de acceso a la ciudad según el grado de carga: impedir el acceso a determinadas zonas de la ciudad a los vehículos de transporte de mercancías que no alcancen un porcentaje de carga fijado.
- Cierre del centro urbano a los vehículos privados.
- Limitación temporal en las zonas de carga y descarga: limitar el tiempo durante el cual los vehículos de transporte de mercancías pueden estar estacionados en las zonas de carga y descarga.

2. Mejora en la distribución de las mercancías: esta categoría incluye las soluciones impulsadas por la Administración para mejorar la distribución urbana de mercancías. A diferencia de las anteriores, estas soluciones no se plantean principalmente pensando en los ciudadanos, sino que tienen en cuenta las necesidades de las empresas de distribución.

- Uso de espacios reservados. Esta solución

contempla el uso, como zonas de carga y descarga de mercancías, de tres tipos de espacios reservados en el entorno urbano: paradas de taxis, aparcamientos para discapacitados y aparcamientos para motocicletas.

- Utilización de la zona azul: utilizar las áreas de estacionamiento limitado, conocidas popularmente como “zona azul”, para la carga y descarga de mercancías, sin tener que pagar cada vez por su uso.
- Uso combinado de las zonas de carga y descarga: habilitar determinados espacios de aparcamiento como zona de carga y descarga, únicamente durante las horas en las cuales se registra la mayor afluencia de vehículos de transporte en el centro urbano.
- Carril multiuso: esta solución plantea la utilización, en el transporte urbano de mercancías, de los carriles reservados exclusivamente para el transporte público de viajeros.
- Zonas de carga y descarga de uso exclusivo para los vehículos de transporte de mercancías: habilitar zonas de carga y descarga de uso exclusivo por parte de los vehículos de transporte urbano de mercancías, que no pueden ser utilizadas por los vehículos privados.
- Reserva de las zonas de carga y descarga: las empresas de transporte pueden reservar zonas de carga y descarga para sus operaciones, a cambio de un importe reducido.
- Vigilancia de las zonas de carga y descarga: incrementar la vigilancia de las zonas reservadas a la carga y descarga de mercancías, para sancionar a los infractores y retirar los vehículos estacionados ilegalmente, especialmente en las horas punta de reparto de mercancías.
- Permisos para el bloqueo temporal de calles: cerrar el tráfico de una calle durante un breve periodo de tiempo, para facilitar las operaciones de carga y descarga.

3. Habilitación de espacios físicos: estas soluciones apuestan por crear infraestructuras que faciliten la distribución urbana de mercancías.

- Plataforma logística periférica: creación de plataformas logísticas periféricas, que son recintos

situados en las proximidades de las áreas urbanas.

- Terminal urbana: creación de terminales urbanas, que son pequeños centros de transbordo (y quizás de almacenaje) situados dentro de la ciudad, cerca de las zonas de elevada densidad comercial y que precisan, por tanto, de abundantes suministros de mercancías.
- Consignas externas para la entrega de mercancías: creación de un centro de almacenaje de mercancías para depositar las entregas urbanas de los operadores en uno o varios puntos estratégicos del ámbito urbano.
- Plataforma logística urbana subterránea: construir un espacio subterráneo, bajo el viario, que funcione como almacén de distribución y/o consolidación. Las operaciones de carga y descarga se realizan en superficie, en zonas del viario reservadas para ello, y las mercancías entran y salen del almacén a través de un montacargas.
- Zonas lanzadera: introducción en el centro de la ciudad de una serie de “zonas lanzadera”, que serían aparcamientos reservados para los vehículos de reparto, a los que podrían acceder a primera hora de la mañana. Desde ellos, la entrega final de la mercancía se realizaría a pie o utilizando vehículos pequeños. Estas zonas lanzadera vendrían a sustituir a las actuales zonas de carga y descarga.
- Uso de aparcamientos públicos y privados: uso de aparcamientos públicos y privados para estacionar vehículos de mercancías y realizar las operaciones de carga y descarga.

4. Adaptación de los equipos de reparto: son soluciones que consisten en adecuar los vehículos y los equipos usados para la distribución urbana de mercancías.

- Última milla con vehículos eléctricos: uso de vehículos eléctricos para realizar el último tramo de la distribución urbana de mercancías, ya sea hasta la tienda o hasta el domicilio del cliente.
- Tranvía o metro para mercancías: utilizar trenes dedicados, o algunos vagones de los convoyes de pasajeros, para el transporte de mercancías.
- Sistemas especiales para el posicionamiento de

los vehículos: utilización de sistemas especiales para el posicionamiento adecuado de los vehículos de reparto de mercancías en los portales de descarga, sin la necesidad de que el vehículo disponga de espacio para maniobrar. Se trataría de infraestructuras mecánicas sobre las cuales se aparcaría el vehículo sin maniobrar.

- Contenedores logísticos fácilmente manejables: uso de contenedores logísticos más manejables para la descarga y desplazamiento de la mercancía desde la unidad de transporte (camión o furgoneta) hasta la tienda.
- Equipos apropiados para la carga y descarga: incorporar a los vehículos de reparto equipos apropiados para realizar las operaciones de carga y descarga, con objeto de favorecer la rapidez de estas operaciones. Por ejemplo: horquillas elevadoras y elevadores hidráulicos.

5. Aplicación de las tecnologías de la información:

estas soluciones aprovechan las nuevas tecnologías para mejorar la distribución urbana de mercancías.

- Equipos de comunicación en vehículos: incorporación en los vehículos de sistemas de comunicación que permitan la gestión, en tiempo real, del transporte urbano de mercancías. Estos sistemas permiten al conductor acceder a información como el estado del tráfico en cada momento, el seguimiento de su ruta, posibles alteraciones de la misma, etc.
- Sistemas avanzados de gestión del transporte: implantación de sistemas avanzados de gestión del transporte, denominados también TMS (Transport Management System), que son aplicaciones informáticas que tienen como objeto mejorar la eficiencia del transporte de una organización.
- Sistemas inteligentes de transporte: implementación de los denominados Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT). Se trata de un conjunto de aplicaciones que abarca un amplio espectro, pero que generalmente incluye la utilización de tecnologías de posicionamiento por satélite (GPS) y de sistemas de información geográfica (GIS), que permiten localizar los vehículos y monitorizar su movimiento en tiempo real.

6. Rediseño de los procedimientos del reparto:

son soluciones centradas en la optimización de los procedimientos de la distribución urbana de mercancías. Se trata de estrategias ideadas para aumentar la eficacia y reducir los costes.

- Reparto nocturno: concentrar las tareas de distribución urbana de mercancías durante la noche.
- Compartir vehículos con otros cargadores: incentivar la cooperación entre diferentes cargadores en el ámbito de la distribución urbana de mercancías.
- Servicio conjunto de logística urbana: construcción de un servicio conjunto de logística urbana (comúnmente denominado city logistics). Consiste en la creación de una empresa pública, con participación económica de todas las compañías cooperantes, que se encargaría de llevar a cabo el reparto de mercancías en la ciudad, o en determinadas zonas urbanas.
- Taquillas internas para la descarga de mercancías: uso de taquillas individuales para cada receptor, localizadas en el frontal de su establecimiento. Los transportistas podrían acceder a estas taquillas fuera de los horarios comerciales y depositar la mercancía, que se recibiría a la mañana siguiente.
- Centralización de los proveedores en los centros de distribución: consiste en que los comercios centralicen el suministro de las mercancías a través de centros de almacenaje y distribución situados fuera de la ciudad. Estos centros de distribución pueden ser propios, o bien estar gestionados por operadores logísticos.
- Integración eficiente de la logística inversa: integrar, de una forma eficiente, la logística inversa de los comercios (retorno de envases y embalajes, devoluciones de mercancía, etc.) dentro de la logística directa, es decir, la del suministro de mercancías.
- Logística de la entrega a domicilio: potenciar el reparto a domicilio con objeto de disminuir la cantidad de vehículos, turismos y vehículos de distribución urbana de mercancías que circulan

por las ciudades. La idea básica es que resulta más eficiente repartir la compra de una familia junto a la de otras, que no que cada familia transporte su compra con su propio coche, cuando éstas utilizan su vehículo privado para ir al supermercado a realizar compras de peso.

3. SOLUCIONES NOVEDOSAS

En este apartado se presentan dos soluciones novedosas de distribución urbana de mercancías propuestas por los autores y que han sido evaluadas mediante dos pruebas piloto reales realizadas en supermercados de las enseñas Caprabo, Eroski y Mercadona en España. Las soluciones consisten en la creación de *cuadrantes horarios en zonas de carga y descarga* y en la *compartición pactada de zonas de carga y descarga* entre las empresas que las utilizan. Estas propuestas han surgido a partir de la experiencia profesional y académica de los autores, concretamente uno de ellos como Director de Logística de Supermercados Caprabo, y de la investigación de la distribución urbana de mercancías. Se trata de soluciones básicas que no están documentadas en la bibliografía del sector, hasta donde conocen los autores. Dicho carácter novedoso ha sido verificado mediante la realización de encuestas y entrevistas a 26 expertos relacionados con el sector de la DUM ([14]).

3.1. Solución 1: Cuadrantes horarios en zonas de carga y descarga

3.1.1. Descripción de la solución

Esta solución consiste en que el establecimiento de gran distribución alimentaria establezca unos horarios concretos para cada recepción de mercancías de cada uno de los proveedores de suministro directo, y para los envíos que se reciben desde el centro de distribución de la enseña.

El objetivo es conseguir que no coincidan diversos vehículos de reparto de mercancías a la vez en una misma zona de carga y descarga, con el consiguiente peligro de colapsar la calle y dificultar las operaciones de reparto de dichos vehículos. Esta situación se da con mucha frecuencia en la distribución urbana de mercancías.

Se trata de una medida semejante, en su planteamiento, a la *Reserva de zonas de carga y descarga* presentada la categoría 2 de la sección 2, pero concebida específicamente para aquellas zonas de carga y descarga que son de uso exclusivo por parte de un solo comercio. También tiene similitudes con los cuadrantes de descarga que se utilizan habitualmente en los grandes centros de distribución, pero aplicada a los establecimientos urbanos. En la actualidad, la medida más parecida a esta solución que se practica en el sector de la gran distribución alimentaria es una regulación parcial y genérica del horario de entrega. Dicha medida consiste en establecer, por ejemplo, que los envíos de mercancía procedentes de los proveedores de suministro directo sólo se recepcionen en horario de mañana; y que las mercancías suministradas desde los centros de distribución propios se entreguen en un horario fijo, con intervalos de 1 a 2 horas. Estas medidas son efectivas, pero tienen unos beneficios limitados. Sin embargo la solución que aquí se propone va más allá de esta simple ordenación parcial: se pretende racionalizar globalmente el limitado espacio disponible para las operaciones de carga y descarga en las cercanías de los establecimientos, mediante la fijación de unos horarios u horquillas horarias para cada recepción que se tenga que realizar en la tienda, y extendidos a todos los proveedores del establecimiento.

De acuerdo con las categorías presentadas y definidas en el apartado anterior, esta solución se clasifica dentro de la categoría “6. Rediseño de los procedimientos del reparto”. Es decir, se trata de una medida enfocada a optimizar los métodos que utilizan los operadores en la distribución urbana de mercancías.

3.1.2. Prueba piloto

Para valorar la efectividad de la solución se realizó una prueba piloto. La prueba se llevó a cabo en varios supermercados urbanos de las enseñas Eroski Center y Eroski City en España que disponen de zonas de carga y descarga de uso exclusivo o restringido a un número reducido de comercios. La prueba tuvo una duración de tres meses y coincidió con un periodo de gran actividad comercial.

La actuación consistió en asignar un horario para cada una de las entregas procedentes de las plataformas logísticas que abastecen a estos supermercados, y

también para los proveedores que entregan de forma directa. En concreto, un supermercado de estas enseñas recibe mercancía centralizada de un máximo de 6 plataformas logísticas, en función de la región de España en la que esté ubicado, por lo que reciben hasta 6 vehículos al día. A cada uno de estos vehículos se le asignó un horario de entrega a lo largo de la jornada. Adicionalmente, también se asignó unos días y horarios fijos de entrega a los proveedores de suministro directo que abastecen a estos establecimientos. Los horarios de entrega se determinaron en función de la mercancía a suministrar. Por ejemplo, se asignaron las horas más tempranas de la mañana a las entregas de productos frescos, en especial el pescado y la carne, siguiendo con la fruta y verdura, la charcutería y el refrigerado. De esta forma se consigue racionalizar el flujo de entrega, preservar la cadena de frío en los productos que la requieren y evitar colapsar la zona de carga y descarga, además de evitar retrasos a los vehículos que deben realizar otros repartos a más supermercados.

Los resultados obtenidos en la prueba piloto fueron los siguientes: el nivel de disponibilidad de las zonas de carga y descarga se aproximó al 100%, y el tiempo destinado a la descarga se redujo en un 20%. Como consecuencia de ello, el tiempo de viaje disminuyó en un 7% y los costes de explotación se redujeron en un 3%, al aumentar la rotación de los vehículos. Adicionalmente se mitigó considerablemente el estacionamiento ilegal de los vehículos. El coste económico de la puesta en marcha de la solución fue muy limitado, ya que únicamente se requirió de una mayor planificación de las entregas por parte de las empresas de distribución.

Tras la realización de la prueba piloto en los diferentes supermercados, se analizaron los resultados obtenidos. Los aspectos que se analizaron fueron los impactos (positivos y negativos) sobre la sociedad en general y en las empresas participantes, la valoración económica, y el nivel de aplicación (viabilidad). La principal ventaja que ha aportado esta solución es que reduce la ocupación de la vía pública, así como el ruido, el consumo energético y la contaminación que supone que los vehículos de reparto tengan que esperar o maniobrar para acceder a la zona de carga y descarga. A la vez, aumenta la seguridad vial durante las operaciones y se reducen los riesgos laborales de los operarios de carga y descarga, además de garantizar a

la empresa de transporte la disponibilidad de la zona de entregas en el horario establecido, hecho que permite realizar una operación más rápida y menos costosa. El principal inconveniente de esta solución es el aumento de la complejidad operativa al tener que adaptarse las plataformas logísticas a unos horarios fijados. En cuanto al impacto económico de la medida, se ha constatado que el resultado de aplicar esta solución no ha supuesto un incremento de costes. El nivel de aplicación de esta solución es alto para aquellos supermercados que disponen de zonas de carga y descarga de uso exclusivo.

La evaluación de la prueba piloto ha sido muy positiva, así que esta solución ya se ha extendido a parte de la red de supermercados urbanos de estas enseñas en todo el territorio estatal. La aplicación de esta solución en supermercados Eroski Center y Eroski City, y la generalización al resto de la red de ambas enseñas, ha sido relativamente sencilla gracias al elevado nivel de centralización que presentan. Cabe señalar que, en enseñas con un nivel de centralización menor, la aplicación de esta solución sería lógicamente más compleja debido a la dificultad de coordinar a multitud de proveedores.

3.2. Solución 2: Compartición pactada de zonas de carga y descarga

3.2.1. Descripción de la solución

Esta solución consiste en compartir, de forma consensuada, una zona de carga y descarga entre diversos comercios en diferentes franjas horarias fijas. Se asigna un horario concreto para la descarga de cada comercio, de forma que se consigue eliminar la coincidencia de vehículos de transporte de mercancías de diferentes tiendas, una congestión que dificulta el trabajo de los operarios y puede llegar a colapsar una calle.

Se trata de una solución similar a la *Reserva de zonas de carga y descarga* presentada en la categoría 2 de la sección 2, pero en este caso con unos horarios fijos, y específica para aquellas zonas de carga y descarga que tienen un uso limitado a determinados comercios. De esta forma no hace falta establecer una estación de control ni equipos para gestionar las reservas de espacio en la zona de entregas, lo que reduce significativamente los costes de implantación y los operativos.

Esta solución se sitúa, de acuerdo con la clasificación presentada en el apartado anterior, dentro de la categoría “6. Rediseño de los procedimientos del reparto”, al centrarse en la mejora de la eficacia de los métodos de trabajo que se utilizan para la distribución urbana de mercancías.

3.2.2. Prueba piloto

La solución se ha probado en un supermercado de Caprabo en Gerona capital, ciudad que tiene 687.000 habitantes. Este establecimiento comparte la zona de carga y descarga con un supermercado de Mercadona y era frecuente que los camiones de reparto de ambas enseñas coincidieran en los mismos horarios, especialmente por la mañana. Estas coincidencias originaban conflictos, ralentizaban las operaciones de carga y descarga y, en ocasiones, provocaban el colapso de la calle donde están situados los establecimientos: se trata de una zona de carga y descarga ubicada en una calle muy estrecha, por lo que si coinciden dos camiones de medio o alto tonelaje se provocan retenciones y molestias generales a los vecinos de la zona. Para resolver estas deficiencias se ha pactado que Caprabo utilice esta zona compartida de carga y descarga por la mañana, mientras que Mercadona la usa a partir de las 14 h.

Los resultados obtenidos en la prueba piloto fueron los siguientes: el nivel de disponibilidad de las zonas de carga y descarga se aproximó al 100%, y el tiempo destinado a la descarga se redujo en un 30%. Al poder estacionar sin tener que esperar, el tiempo de viaje disminuyó en un 10% y los costes de explotación se redujeron en un 5%, al aumentar la rotación de los vehículos. Al igual que en la solución anterior, se mitigó considerablemente el estacionamiento ilegal de los vehículos. El coste económico de la puesta en marcha de la solución fue muy limitado. Bastó con que cada una de las empresas participantes mejorara la planificación de los pedidos y las entregas procedentes de los centros de distribución, además de adecuar los horarios de entregas de los proveedores de suministro directo.

Tras la realización de la prueba piloto, se analizaron los resultados obtenidos. Los aspectos que se evaluaron fueron los impactos (negativos y positivos) sobre la sociedad y las empresas, la valoración económica y el

nivel de aplicación (viabilidad). También se analizó el nivel de satisfacción de las empresas participantes en la experiencia.

La principal ventaja obtenida de esta solución es la reducción de la ocupación de la vía pública, la congestión, el ruido y la contaminación que generan las actividades de reparto de mercancías, que se pueden completar más rápidamente. Con esta medida, las empresas de transporte ven garantizada la disponibilidad de las zonas de carga y descarga, por lo que pueden realizar las operaciones de reparto más deprisa y disminuyen los costes vinculados a las esperas y a la búsqueda de aparcamiento en caso de encontrar la zona ocupada. También se observa que se han mitigado los conflictos y incomodidades que aparecían en la operativa diaria de carga y descarga de estos establecimientos: la necesidad de asistir al chófer en sus maniobras de estacionamiento, tener que descargar un vehículo mal estacionado, o verse obligado a transportar la mercancía por tramos no acondicionados y recorriendo además una mayor distancia, lo que reduce la efectividad y la seguridad de las operaciones de descarga.

El único inconveniente observado es que se complica ligeramente la gestión operativa de las empresas al tener que planificar mejor las entregas a los comercios. Cabe destacar que esta medida sólo puede aplicarse a los establecimientos comerciales que tengan zonas de carga y descarga de uso limitado, una circunstancia que actualmente no se da con suficiente frecuencia en los supermercados urbanos.

En cuanto al impacto económico de la prueba, se ha constatado que la aplicación de esta solución no ha provocado un aumento de los costes de la gestión operativa de ninguna de las dos empresas participantes.

El nivel de aplicación de la solución es muy alto para los supermercados que disponen de una zona de carga y descarga de uso restringido a un número limitado de comercios, dado que la puesta en marcha de esta solución no es compleja y no ha requerido introducir cambios significativos en la cadena de suministro de ambas enseñas.

Los resultados han sido enteramente satisfactorios para ambas empresas: se han reducido notablemente

las ocasiones en las que coinciden dos camiones en la zona de carga y descarga. En particular nunca coinciden dos camiones de tonelaje medio o elevado, puesto que éstos son los que se reciben desde los centros de distribución propios (cada enseña ha planificado adecuadamente las franjas horarias para la llegada de dichos camiones). Actualmente las coincidencias sólo se dan entre los pequeños camiones que utilizan los proveedores de suministro directo y algún camión procedente de los centros de distribución propios, lo cual no supone grandes perjuicios para la circulación de la zona, al haber suficiente espacio en la calle para absorber este volumen de vehículos. Tras pactar los horarios entre ambas empresas, para implantar de forma efectiva la solución sólo ha hecho falta mejorar la planificación de la preparación de los pedidos en los centros de distribución, y de las rutas de reparto desde estos puntos y desde los almacenes de los proveedores de suministro directo.

4. CONCLUSIONES

En el presente artículo se han descrito las soluciones aplicables a la distribución urbana de mercancías y se ha propuesto una nueva clasificación de las mismas. También se han presentado e implementado dos soluciones novedosas que no se encuentran descritas en la literatura, y se han clasificado junto con las existentes.

Se han realizado dos pruebas piloto para evaluar las soluciones novedosas propuestas. Se ha constatado que las soluciones son muy interesantes para las empresas del sector de la DUM. Además, en estos momentos una de las pruebas piloto ya se ha extendido a toda la red de distribución de las enseña Eroski en Cataluña (España).

REFERENCIAS

- [1] Bestufs, Best Urban Freight Solutions II, Best Practices Handbook Year 2005, European Community. www.bestufs.net.
- [2] Fernández, I., Modelización de la distribución urbana de mercancías [Tesina]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.
- [3] Arango, M. D., Serna, C. A. and Alvarez, K. C., Collaborative autonomous systems in models of urban logistics, *Dyna*, 172, pp. 171-179, 2012.
- [4] Sicilia, J., Larrode, E., Royo B. y Escuin, D., Sistema inteligente de planificación de rutas para la distribución de mercancías, *DYNA Ingeniería e Industria*, 0 (DYNA Acelerado), 2013.
- [5] Delaitre, L., Molet, H., Awasthi, A., and Breuil, D., Characterising urban freight solutions for medium sized cities, *International Journal of Services Sciences*, 2(3-4), pp. 281-302, 2009.
- [6] Muñuzuri, J., Larrañeta, J., Onieva, L. and Cortés, P. Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement, *Cities*, 22(1), pp. 15-28, 2005.
- [7] Anderson, S., Allen, J.A. and Browne, M. Urban logistics-how can it meet policy makers' sustainability objectives?, *Journal of Transport Geography*, 13, pp. 71-81, 2005.
- [8] Taniguchi, E., Thompson, R.G. and Yamada, T. Modelling city logistics, En: *City Logistics I* (Eds. E. Taniguchi and R.G. Thompson), Institute of Systems Science Research, Kyoto, 3-37, 1999.
- [9] Almoguera, J.M., La distribución urbana de mercancías, *Ingeniería y Territorio*, 86, pp. 84-91. 2009.
- [10] DFN, Distribución urbana de mercancías: metodología de análisis y mejora, San Sebastián: España, Diputación Foral de Navarra, 2008.
- [11] Browne, M., Allen, J., Steele, S., Cherrett, T. and McLeod, F. Analysing the results of UK urban freight studies, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, pp 5956-5966, 2010.
- [12] Alvarez, E. and Calle, A., Sustainable practices in urban freight distribution in Bilbao, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4, pp. 538-553, 2011.
- [13] Russo, F. and Comi, A., A classification of city logistics measures and connected impacts, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, pp. 6355-6365, 2010.
- [14] Sanz, G. Metodología para la definición de un sistema logístico orientado a lograr una distribución urbana de mercancías eficiente [Tesis doctoral]. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2010.