

## **Metodología para la definición de un sistema logístico que trate de lograr una distribución urbana de mercancías eficiente**

**Guillem Sanz Marzá<sup>1,2</sup>, Rafael Pastor Moreno<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Caprabo, S.A. Calle Ciències, 135, 08908 L'Hospitalet de Llobregat. gsanz@caprabo.es

<sup>2</sup> Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales. Universidad Politécnica de Catalunya. Avda. Diagonal, 647, Planta 11, 08028 Barcelona. rafael.pastor@upc.edu

### **Resumen**

*Es conocida la importancia del transporte urbano de mercancías, y, hasta donde los autores conocen, no existe en la literatura, ninguna metodología que ayude a la toma de decisión de cómo diseñar un modelo logístico que logre una distribución urbana de mercancías eficiente en un escenario dado. También se hace constar que habitualmente las soluciones logísticas no han sido estudiadas desde un punto de vista cuantitativo y tampoco han sido analizadas sus implicaciones aguas arriba en la cadena de suministro. Se propone una metodología estandarizada para la definición de un sistema logístico que trate de lograr un transporte urbano de mercancías eficiente, en el sector de la Gran Distribución Alimentaria*

**Palabras clave:** Distribución Urbana de Mercancías, Transporte Urbano de Mercancías, Logística Urbana de Mercancías

### **1. Introducción**

Actualmente las grandes ciudades, del mismo modo que las empresas, se encuentran frente a la gran problemática de la congestión del tráfico y, en consecuencia, con los graves impactos sociales y económicos que ello comporta. El coste del tiempo perdido debido a la congestión del tráfico y a las ineficientes operaciones asociadas a la distribución urbana de mercancías, se cuantifica aproximadamente en un 2% del PIB de cualquier país de la OCDE.

Las grandes ciudades se enfrentan a una contradicción entre la necesidad de mantener o incrementar las actividades comerciales en el centro y reducir los impactos negativos del tráfico rodado. Por un lado, el interés de la Administración pasa por mejorar la calidad de vida de los residentes en la ciudad. Es decir, por una buena gestión de la movilidad, por el respeto por el medio ambiente, y por el desarrollo económico, entre otros. Mientras que el interés privado pasa por objetivos comerciales. Ambos intereses pueden ser complementarios, aún más, deben serlo si se quiere crear un sistema urbano sostenible, tanto desde el punto de vista social como económico. Por tanto, la correcta organización del reparto urbano de mercancías es un elemento clave para el éxito del binomio medio ambiente – progreso económico.

El objetivo del trabajo consiste en presentar una metodología estandarizada para la definición de un sistema logístico que trate de lograr un transporte urbano de mercancías eficiente, en el sector de la Gran Distribución Alimentaria. Los inputs de actuación son varios, desde las restricciones impuestas por las Autoridades Locales, hasta las características del entorno. El output será un sistema logístico eficiente, tanto a nivel de costes como a nivel de servicio, bajo

dichas restricciones y condicionantes del entorno. La metodología consiste en proponer un conjunto de pasos que guían en cómo tomar la decisión del sistema logístico a implantar, bajo unas condiciones iniciales dadas. Dicho de otro modo, se trata de plasmar, de forma estructurada y estandarizada, cómo se hace el análisis de alternativas y la toma de la decisión final.

**2. Fases de la metodología**

Cuando se diseña el modelo de suministro de una tienda, se parte siempre de la solución más buena desde el punto de vista de la empresa de gran distribución alimentaria. Esta sería la solución más económica, que a priori, sería servir en vehículos de gran tonelaje, tipo tráiler, a cualquier hora del día, haciendo la carga y descarga delante de la tienda, utilizando una plataforma elevadora, y sirviendo la mercancía en contenedores logísticos de elevado cubicaje, tipo paletas. Ahora bien, esta solución, buena en términos económicos, probablemente no sea factible debido a restricciones urbanísticas (físicas), de tráfico, o de la Administración Local. La metodología debe ir reduciendo las posibilidades de cómo hacer la distribución capilar, hasta llegar a unas pocas opciones, para después valorarlas y decidir cuál es la mejor.

En la Figura 1 se muestran las diferentes fases de la metodología, así como su secuencia de actuación. La explicación detallada de cada fase se expone en los apartados 2.1 a 2.7.

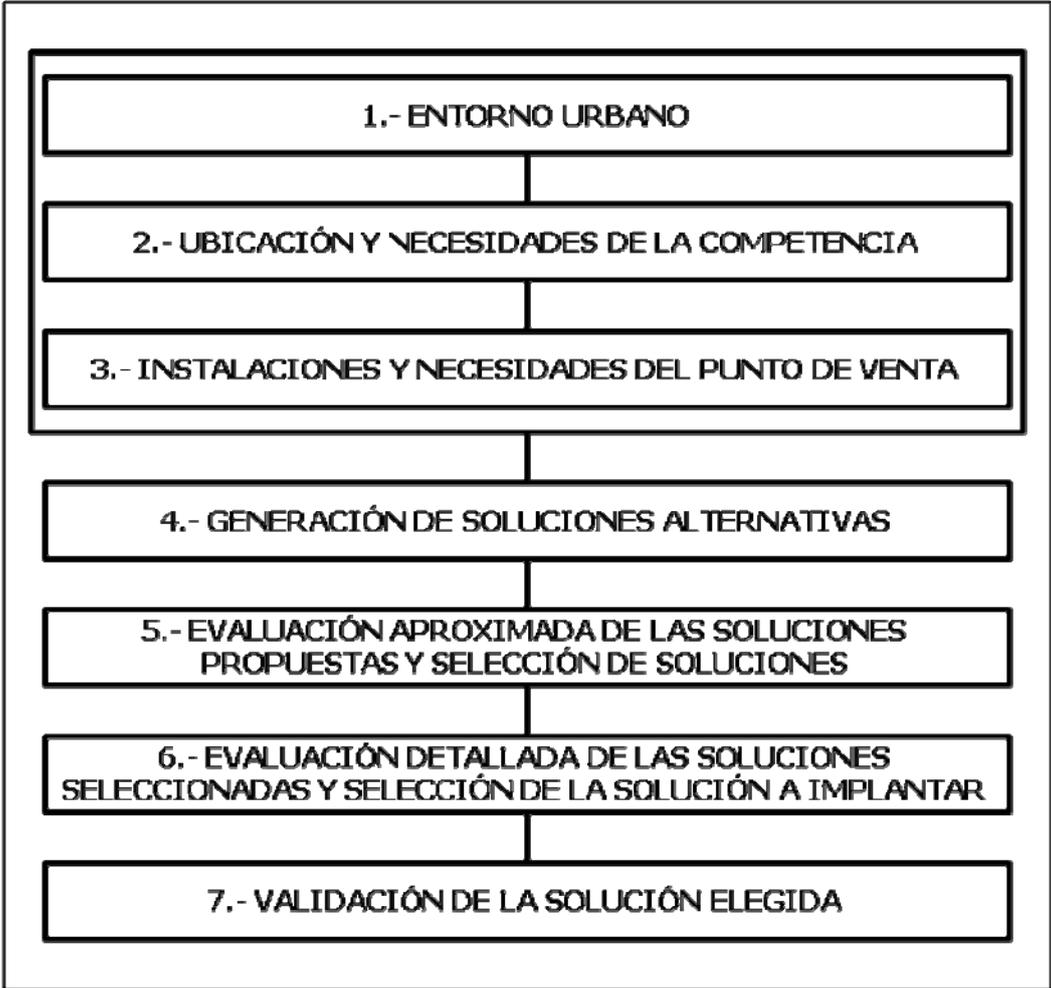


Figura 1. Fases de la metodología

## 2.1. Entorno urbano

En primer lugar se debe hacer un estudio del entorno urbano en el que se encuentra el establecimiento para ver qué problemáticas y casuísticas propias presenta. Para ello se debe analizar la ciudad, el barrio y la calle donde está ubicado el establecimiento. También se debe analizar las infraestructuras públicas para la descarga, así como la periferia de la ciudad para el desembarco desde fuera.

De este primer análisis, se obtendrá un conjunto de restricciones, tales como la tipología del vehículo y los horarios de entrega, entre otros.

### Ciudad

- Analizar los accesos a la ciudad. Analizar la complejidad de los diferentes accesos posibles a la ciudad, valorando atributos tales como congestión, peajes urbanos o interurbanos, restricciones impuestas por la Administración de índole horaria o de características de los vehículos o de su carga, ...
- Estudiar la periferia de la ciudad. Comprobar si existen plataformas logísticas periféricas y analizar los accesos al centro de la ciudad desde la periferia
- Estudiar el tamaño de la ciudad. El tamaño de la ciudad tiene una alta relevancia a la hora de conocer la problemática de la distribución urbana de mercancías. No es lo mismo una ciudad de 200.000 habitantes que una de 2.000.000 de habitantes, por motivos de desplazamientos y necesidades de equipamientos. Cabe destacar que esta metodología no contempla especialmente ciudades pequeñas, de menos de 150.000 habitantes, donde la problemática es salvable con simples correcciones en el sistema de transporte
- Examinar el nivel de congestión del tráfico de la ciudad
- Comprobar si en existen terminales urbanas
- Comprobar si la ciudad ofrece un servicio conjunto de logística urbana (city logistics)
- Comprobar si la ciudad ofrece un servicio de información del estado del tráfico en tiempo real
- Listar las restricciones municipales acerca de la distribución urbana de mercancías, en lo referente a accesos y también aquellas aplicables en todo el municipio

### Barrio o distrito

- Analizar los accesos al barrio. Analizar la complejidad de los diferentes accesos posibles a la barrio una vez dentro de la ciudad, valorando atributos tales como congestión, tiempo de tránsito, restricciones urbanísticas, restricciones de la Administración Local, ...
- Estudiar qué tipo de barrio es. Será muy diferente la distribución física de mercancías en función del tipo de barrio (barrio residencial, comercial, ...)

- Examinar el nivel de congestión del tráfico del barrio
- Analizar las limitaciones físicas derivadas de la anchura de las calles, de los ángulos de giro, y del tipo de calzada
- Comprobar si existen zonas lanzadera
- Listar las restricciones municipales acerca de la distribución urbana de mercancías, en lo referente a accesos al barrio y también aquellas aplicables en todo el barrio

## **Calle**

- Obtener qué tipo de calle es: peatonal, peatonal según horario, o de libre circulación
- Anotar el sentido de circulación de la calle
- Examinar el nivel de congestión del tráfico de la calle
- Analizar las limitaciones físicas derivadas de la anchura de la calle, de los ángulos de giro, y del tipo de calzada
- Estudiar si se debe bloquear la circulación de la calle para realizar la operación de carga y descarga
- Listar las restricciones municipales acerca de la distribución urbana de mercancías, en lo referente a accesos a la calle y también aquellas de aplicación exclusiva en dicha calle

Cabe destacar que el acceso a la tienda puede ser complicado pero la descarga puede ser de fácil ejecución, o al revés.

## **Exterior público tienda**

- Analizar las instalaciones disponibles para la operación de carga y descarga. Comprobar la existencia o no de los siguientes recursos:

Parking subterráneo para carga y descarga. En este caso puede existir limitaciones de altura y anchura. En el caso de problemas de altura se puede carrozar el camión especialmente para esa tienda. También se debe examinar la existencia o no de muelles de carga y descarga

Patio interior para la descarga, y si hay muelles de carga y descarga

Zona de carga y descarga de uso exclusivo, o compartido por una cantidad pequeña de establecimientos

Zona de carga y descarga común. Analizar la demanda real de esa zona y el nivel de utilización para saber si está saturada. Adicionalmente, cuantificar la distancia hasta la tienda. También se debe observar el horario de la zona de carga y descarga, y si debe ser reservada con anterioridad, así como si existe limitación temporal para la

carga o descarga, o si se debe pagar una cantidad económica por el uso de la zona de carga y descarga

Otras zonas habilitadas parcialmente para las operaciones de carga y descarga, tales como zonas de taxi, aparcamientos para discapacitados, aparcamientos para motocicletas, carriles multiuso, aparcamientos públicos o privados, ...

- Analizar el estado del pavimento
- Comprobar si hay rampas que permitan transportar las paletas. También se debe comprobar si existen desniveles pronunciados
- Comprobar si la mercancía circula por la tienda o, por el contrario, va directa al almacén
- Comprobar si hay un edificio de viviendas encima de la tienda
- Listar las restricciones municipales acerca de la distribución urbana de mercancías, en lo referente a las operaciones de carga y descarga

## **2.2. Ubicación y necesidades de la competencia**

En esta fase se debe realizar un análisis de la ubicación de la competencia así como de su demanda y su oferta comercial, con objeto de contrastar posibles sinergias de reparto de mercancías sin entrar en incompatibilidades. También se debe examinar su cadencia de suministro.

## **2.3. Instalaciones y necesidades del punto de venta**

Se debe examinar las instalaciones físicas del interior del punto de venta a servir, así como sus necesidades de servicio ligadas a la demanda y a las secciones de venta que explota. También se debe tener en cuenta aspectos relacionados con la disponibilidad de los empleados, así como su satisfacción en aspectos relacionados con la ergonomía de las operaciones.

De esta fase se obtendrá un conjunto de restricciones, tales como la tipología del vehículo, los horarios de entrega, y la tipología de los contenedores logísticos, entre otros.

### **Instalaciones del punto de venta**

- Comprobar si hay rampas o desniveles dentro de las tiendas. La altura y el peso del contenedor logístico se ve influenciado, debiendo ser más bajo y menos pesado en el caso de rampas con pendiente pronunciado. Este hecho provoca costes aguas arriba (transporte y preparación)
- Obtener qué superficie disponible existe en la zona de entrada a la tienda. Esta superficie puede ser aprovechada para ubicar temporalmente la mercancía o para ubicar taquillas de mercancías

- Estudiar si cuando se descarga en la tienda, la mercancía debe cambiar de nivel de piso (almacén en los bajos). En este caso se usan montacargas que no soportan paletas pesadas
- Comprobar si se dispone de medios mecánicos para la descarga y el transporte de los contenedores logísticos. En caso negativo, estudiar la viabilidad de disponer de estos en la tienda
- Obtener la superficie útil de almacén
- Obtener la superficie útil de sala de ventas

### **Características modelo comercial y comportamiento de la demanda**

- Estudiar el rol del punto de venta
- Analizar el comportamiento de la demanda, así como la previsión de ventas. Considerar la estacionalidad intra-semanal, intra-mensual, e inter-mensual
- Analizar los horarios de afluencia de clientes para causarles las menos molestias posibles, en especial en los casos de no disponer de un gran almacén, ya que el género va directo del camión a los lineales, ocasionando molestias a las personas que están realizando la compra
- Estudiar la amplitud y la profundidad de la gama (surtido)
- Anotar qué secciones de venta de productos frescos explota la tienda. En particular, se debe prestar mayor especial atención en las secciones de pescadería, frutería, y carnicería.
- Estudiar el comportamiento de las ventas de frescos en formato de libre servicio y en el de mostrador

### **Disponibilidad y satisfacción de los empleados**

- Conocer la cantidad de empleados que trabajan en la tienda
- Estudiar la polivalencia de los empleados de la tienda
- Conocer los horarios de los empleados, así como su flexibilidad
- Analizar los aspectos relacionados con la ergonomía de las operaciones en tienda

### **2.4. Generación de soluciones alternativas**

En esta fase se trata de generar un conjunto de soluciones factibles que serán evaluadas en las fases siguientes de la metodología. Estas soluciones deben contemplar las limitaciones existentes, así como las posibilidades u oportunidades que ofrece el entorno urbano, la competencia, y el propio punto de venta.

Cabe destacar que lo más habitual será utilizar soluciones conocidas, ya que rara vez se construyen nuevas soluciones en la fase de diseño de un sistema logístico para el suministro de una tienda.

### **Generación de soluciones conocidas**

Partiendo de un listado de soluciones logísticas conocidas y, a la vez, teniendo en cuenta todas las características, problemáticas y restricciones anteriores, se debe obtener un conjunto de sistemas logísticos que den respuesta a las necesidades de suministro respetando las condicionantes del entorno urbano y de la tienda. En esta fase de la metodología también se deben enumerar sus principales características.

### **Generación de soluciones novedosas**

En este punto se debe intentar diseñar soluciones novedosas que puedan vislumbrar un sistema logístico que logre un suministro adecuado y factible.

## **2.5. Evaluación aproximada de las soluciones propuestas y selección de soluciones**

Para la resolución del problema interesaría disponer de muchas soluciones variadas y, evaluar detalladamente todas ellas. Pero esto resultaría, en general, muy costoso, así que en esta fase de la metodología se propone evaluar las soluciones generadas en la fase anterior de forma aproximada.

Con el propósito de seleccionar una cantidad manejable de soluciones (no más de cinco), el método de selección será mediante una evaluación aproximada. En primer lugar, se analizarán y cuantificarán las ventajas, los inconvenientes, y los impactos económicos de las soluciones generadas teniendo únicamente en cuenta la etapa de distribución urbana de mercancías. Para después, realizar un análisis de los impactos en la cadena de suministro aguas arriba, ya solo de las soluciones preseleccionadas. De esta fase de la metodología saldrá una propuesta de unas cuantas soluciones.

En el caso que la cantidad de soluciones factibles y suficientemente buenas fuese aún elevado, se podrá aplicar un procedimiento de decisión multicriterio (en muchos casos bastará con que un grupo de trabajo experto analice las soluciones y decida las que van a ser objeto de desarrollo posterior).

Se deben analizar las ventajas e inconvenientes, y los impactos económicos, así como su viabilidad, de todas las soluciones posibles.

### **Foco en la distribución urbana de mercancías**

En una primera etapa, el análisis se realiza teniendo en cuenta únicamente el último eslabón de la cadena de suministro: la distribución urbana de mercancías y la tienda.

En primer lugar, se deben tabular todas las ventajas e inconvenientes desde el punto de vista social y desde el punto de vista empresarial. El punto de vista social recogerá aspectos relacionados con la calidad de vida de los ciudadanos, abarcando desde impactos medioambientales y del uso del espacio público, entre otros, hasta impactos económicos que recaen sobre la Administración. El punto de vista empresarial recogerá aspectos relacionados

con la eficiencia de las empresas, abarcando desde impactos económicos, en términos de costes de explotación, hasta de satisfacción de sus clientes y empleados.

En segundo lugar, para cada solución se cuantificará cada ventaja e inconveniente, social y empresarial, con objeto de disponer de valores numéricos asociados de carácter objetivo.

Seguidamente se debe detectar, mediante el establecimiento previo de un umbral para cada inconveniente, si existe algún inconveniente que ya haga no factible una solución dada. Este hecho provocaría descartar ya esa solución. Por último, se deben ponderar las ventajas e inconvenientes, con objeto de obtener una puntuación final de cada solución factible.

En resumen, el análisis se realiza desgranando las ventajas e inconvenientes sociales y empresariales, y puntuándolas. Tras una ponderación se obtiene una puntuación global para cada solución. De ahí se desprende una lista ordenada que ayuda a la toma de decisión.

Por otro lado, se presupuesta aproximadamente la implantación de cada solución, y así se obtiene una nueva puntuación de cada solución, pero ahora ya en dos dimensiones: bondad y coste de la inversión inicial.

### **Impactos en la cadena de suministro aguas arriba**

Llegado a este punto se deben analizar las ventajas e inconvenientes, y los impactos económicos, en términos de costes de explotación y también de inversión, así como su viabilidad, de todas las soluciones preseleccionadas en el punto 2.5.1, pero en este caso, este análisis se hace teniendo en cuenta toda la cadena de suministro de forma global, analizando todos los impactos aguas arriba.

Por tanto, también se examinará:

- La uniformidad con otros servicios a tienda. Ver si el sistema logístico de suministro para el punto de venta afecta al rendimiento global del sistema de distribución de la empresa
- La adecuación de la flota disponible o adquirible
- La adecuación de los centros de distribución
- La adecuación de los pedidos
- El respeto por la política logística de la empresa

La decisión debe ser consensuada y respetada por todos los agente implicados: tienda, transportista, centro de distribución, comunidad de vecinos, ...

### **2.6. Evaluación detallada de las soluciones seleccionadas y selección de la solución a implantar**

En esta fase se realiza un análisis al máximo detalle de las soluciones resultantes de la fase anterior, con especial atención a los impactos económicos, a los de servicio, y a los sociales.

Como resultado de lo anterior, se obtendrá una solución preferida.

## **2.7. Validación de la solución elegida**

Por último se debe validar realmente, por ejemplo con una prueba piloto durante varios servicios, si la solución elegida se comporta según lo esperado, tanto en la parte final de la cadena, distribución urbana de mercancías y tienda, como en los eslabones anteriores de la cadena de suministro.

Para ello se realizarán varias mediciones cualitativas y cuantitativas, como son:

- Comprobación del recorrido
- Medición del tiempo de tránsito
- Análisis de la descarga
- Evaluación del respeto por las restricciones de la Administración Local, por las necesidades del punto de venta, y por los clientes y los empleados
- Evaluación de los impactos aguas arriba
- Validación de los costes
- Recogida de los comentarios de todos los agentes
- 

## **3. Conclusiones y perspectivas de investigación**

El análisis del estado del arte realizado lleva a concluir que, con la información de la que disponen los autores, no se ha formalizado un análisis cuantitativo de las opciones ni se ha medido sus implicaciones en la cadena de suministro, y que tampoco existe una metodología para la definición de un sistema logístico para un transporte urbano de mercancías eficiente. En este trabajo se plantea esta metodología.

La metodología propuesta pasa por analizar el entorno urbano, la competencia y el punto de venta, para después cuantificar las diferentes opciones, que deben respetar las restricciones impuestas pero, a la vez, deben velar por no incrementar los costes de la cadena de suministro que soportan las empresas privadas, y finalmente seleccionar una solución preferida. Mediante la aplicación de esta metodología en el momento de diseñar un modelo logístico de suministro a tiendas de una empresa de gran distribución alimentaria, se tenderá a obtener una distribución urbana de mercancías eficiente.

A continuación se describen tres líneas de investigación futuras:

- Desarrollar con mayor precisión esta metodología y testarla mediante pruebas piloto en entornos reales, con objeto de validar la metodología, localizar los puntos fuertes y débiles de la misma, y vislumbrar pasos faltantes y, quizás, sobrantes
- Desarrollar un procedimiento, dentro de la fase de generación de soluciones alternativas, que combine soluciones, con objeto de encontrar una solución agregada mejor que las individuales

- Desarrollar un procedimiento, dentro de las fases de evaluación y selección de soluciones, para analizar y valorar los impactos positivos que se podrían obtener si no existiesen determinadas restricciones, con el propósito de plantear modificaciones en el conjunto de restricciones a cambio de, por ejemplo, un incremento de costes de explotación, siendo el caso más habitual el del pago de cierta cantidad económica, o mediante una inversión de capital inicial. Cabe destacar que dónde será más fácil incidir será en los propios establecimientos comerciales, y su exterior público, y en la cadena de suministro de la compañía de gran distribución alimentaria.

## Referencias

Abel, H.; Barrer, R. (2005). *Best Practices Handbook year 1. Best Urban Freight Solutions II (BESTUFS II)*. European Comisión.

AECOC. (2002). *Recomendaciones sobre la Colaboración y el Transporte Urbano de Mercancías Eficiente*. Recomendaciones AECOC para la Logística (RAL). Barcelona

Allen, J.; Anderson, S.; Browne, M.; Jones, P. (2000). *A framework for considering policies to encourage sustainable freight traffic and goods/service flows*. Transport Studies Group, University of Westminster

Bratton, T.W.; Mentzer, J.T.; Foggin, J.H.; Quinn, F.J.; Golicic, S.L. (2000). "Supply chain collaboration: the enablers, impediments, and benefits". *Annual Conference Proceedings, Council of Logistic Management*. New Orleans.

Button; Pearman. (1985). *Applied Transport Economics*, Gordon and Breach

Corominas, A.; Pastor, R. (2007). *Aproximación a un procedimiento general para el diseño y la asignación de tareas en líneas de producción y montaje*. Institut d'Organització i Control de Sistemes Industrials, Universitat Politècnica de Catalunya

Institut Cerdà. (2003). *Manual per a la gestió municipal de la distribució urbana de mercaderies*. Direcció General de Ports i Transports de la Generalitat de Catalunya.

Sanz, G. (2007). *Aportaciones a la definición de un modelo logístico que asegure una Distribución Urbana de Mercancías eficiente*. Proyecto de Tesis Doctoral, Institut d'Organització i Control de Sistemes Industrials, Universitat Politècnica de Catalunya

Taylor, S.Y. (1997). *A basis for understanding urban freight and commercial vehicle travel*. ARRB Transport Research Ltd.

Wegmann, F.J., Chatterjee, A., Lipinski, M.E., Jennings, B.E. y McGinnis, R.E. (1995). *Characteristics of urban freight systems*. Federal Highway Administration.