

# METODOLOGÍA DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE PEQUEÑAS EMPRESAS

Carlos Alberto González Camargo, Universidad Jorge Tadeo Lozano  
José Luis Martínez Flores, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, CIP  
Claudia Malcón Cervera, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, CIP  
Judith Cavazos Arroyo, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, CIP

## RESUMEN

*Las pequeñas empresas generalmente no cuentan con los recursos económicos para pagar una consultoría en logística. Esto implica que el manejo de sus procesos al interior de la organización se convierta en un problema para el empresario o en una oportunidad de mejoramiento. En este trabajo se presenta una metodología de apoyo para mejorar las operaciones logísticas de los pequeños negocios. El primer paso propuesto es realizar un diagnóstico a partir de una línea base conformada por indicadores de aprovisionamiento, almacenamiento, inventarios, transporte, distribución, servicio al cliente, logística inversa, responsabilidad social y costos logísticos. Adicionalmente se han diseñado herramientas para cada una de las áreas anteriormente mencionadas que permiten mejorar los problemas de logística interna de las empresas. Conforme a los resultados del diagnóstico la empresa debería decidir cuál de estas herramientas responden a sus necesidades para buscar un mejoramiento. Los primeros resultados de esta implementación se dan a conocer en este documento.*

**PALABRAS CLAVES:** Gestión Logística, Pequeños Empresarios, Toma de Decisiones

## LOGISTICS MANAGEMENT METHODOLOGY FOR THE IMPROVEMENT OF SMALL BUSINESSES

### ABSTRACT

*Small businesses generally lack financial resources to pay for a logistics consulting. This implies that management of processes within the organization becomes a problem for the employer or an opportunity for improvement. This paper presents a methodology of support to improve logistics operations of small businesses. The first step proposed is to make a diagnosis from a basis of indicators of procurement, warehousing, transportation, distribution, customer service, reverse logistics, social responsibility and logistics costs. Further tools are designed for each of the above areas that improve internal logistics problems of companies. According to the diagnostic results, the company should decide which of these tools meet their needs to find an improvement. The first results of this implementation are disclosed hereby.*

**JEL:** L11, L14, L19, L29, L69, L91, M14, M41, O18, R41

**KEYWORDS:** Logistics Management, Small Business, Decision Making

### INTRODUCCIÓN

**L**as pequeñas empresas generalmente no cuentan con los recursos económicos para pagar una consultoría en logística. Esto implica que el manejo de sus procesos al interior de la organización se convierta en un problema para el empresario o en una oportunidad de mejoramiento. En este trabajo se presenta una metodología de apoyo para mejorar las operaciones logísticas de los pequeños negocios. El primer paso propuesto es revisar desde la literatura los indicadores que pueden ayudar a

evaluar las deficiencias a nivel de logística en las empresas. Posteriormente se presenta un modelo de diagnóstico conformado por indicadores de aprovisionamiento, almacenamiento, inventarios, transporte, distribución, servicio al cliente, logística inversa, responsabilidad social y costos logísticos, que define una línea base en un momento del tiempo. Esta línea es medible y evaluable en otro segundo momento. Una vez se han detectado las debilidades en las áreas mencionadas, un grupo experto de consultores diseña un conjunto de herramientas, para mejorar los problemas de logística interna de las empresas. Conforme a los resultados del diagnóstico, la empresa decide cuál de estas herramientas responden a sus necesidades para buscar un mejoramiento. Los primeros resultados de esta implementación se dan a conocer en este documento. Actualmente se está desarrollando la fase final de implementación en otras empresas de la muestra seleccionada.

Esta investigación tiene la siguiente organización. En la sección de revisión de la literatura se plantean los argumentos que sustentan la construcción de la línea base y las herramientas para el mejoramiento empresarial. Posteriormente se presenta la metodología utilizada, en donde se describe como se seleccionó la muestra, el procedimiento para la elaboración del diagnóstico y la selección de las herramientas. Después de lo anterior se presentan los resultados de la investigación. Finalmente, las conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

En el mundo los profesionales de diferentes áreas se han interesado por diseñar metodologías que les permitan elevar su competitividad. En el tema del mejoramiento logístico se han estudiado y diseñado metodologías para la toma de decisiones en operaciones, compras, almacenamiento, transporte, servicio al cliente, infraestructura y comunicaciones. Para realizar un diagnóstico logístico es necesario tener en cuenta indicadores que permitan evaluar el desempeño en las áreas mencionadas.

En aprovisionamiento es importante medir pedidos efectivos, entregas a tiempo, desabastecimiento, medición del trade off y nivel de intermediación (Gómez, 1996; Del Rio, 2002; Heredia, 2007; Makridakis y Wheelwright, 1994; Montoya, 2002); en almacenamiento capacidad utilizada, costo por metro cuadrado, índice de rotación de mercancías, cantidad de mercancía averiada, cantidades óptimas de pedido, distribución del espacio (Muller, 2004; Ballou, 2004; Casanovas y Cuatrecasas, 2003; Sunil y Meindl, 2008; Soret, 2004; Presencia, 2004); en distribución incidencias de pedido, costos de transporte, seguridad en el transporte, rutas de distribución, ejercicios de inteligencia de transporte (Díaz, 1997; Bagchi, Bergougnoux, 2000; Blythe, 2007; Braun, 1987; Carvalho, 2007; Clifton, y Scuderi, 2007; Cohen, 2010; Der-Hong, Shin-Ting y Chandrasekar, 2004; Guisande y Subirada, 2001; Haluzová, 2008; Il-Gyo, Susan, y Chi-hyuck, 2007; Jiwattanakulpaisarn, Noland y Polak, 2008; Kamal, 2004; Kelly, 2006; Kumar, 2003; Lau, Choy, Tsui, y Choy, 2004; Montero, Codina, Barceló, y Barceló, 2001; Shawe, De Bie, y Cristianini, 2006; Sheng, Dianhai y Hongsheng, 2010; Stolzer, y Halford, 2007); en servicio al cliente entregas perfectas, indicador de quejas, devoluciones, revisión de órdenes de compra (Barabba y Zaltman, 1992; Albrecht y Zemke, 2000; Domínguez, 2006; Leppard y Molyneux, 2003; López, 2004; Lovelock, 2009; Maqueda, 2003; Newell, 2001; Serna, 1996; Serna, 1999) y en costos logísticos todo lo relacionado con el costo pedir, manejar inventarios, empaque, embalaje, almacenamiento, costos financieros, stock averiado, entre otros (Mauleón, 2006; Velásquez, 2008).

Para la elaboración de las herramientas también se consideraron recomendaciones sobre logística empresarial, manejo de la información y administración de operaciones (Ballou, 2004; Carranza, 2005; Christopher, 2000; Casanovas y Cuatrecasas, 2003; Chase, Jacobs, y Aquilano, 2009; Durán, 2001; Martin, 1999; Sunil y Meindl, 2008; Soret, 2004). El mejoramiento de la logística debe considerarse de manera integral en la cadena de valor. Fundamentalmente es necesario analizar los altos costos logísticos que enfrentan las empresas. Este estudio permitiría identificar los costos logísticos de los empresarios y

generar una política de mejoramiento, logrando un impacto a nivel científico, tecnológico, económico, ambiental y social.

## METODOLOGÍA

En este estudio se utilizan dos muestras, la primera es una muestra de empresas a las cuales se les realizó el diagnóstico y seleccionaron herramientas de mejoramiento entre el año 2010 y 2011, la segunda, es una muestra de empresas a las cuales se realizó el mismo procedimiento entre el año 2011 y 2012. Estas empresas se encuentran en Colombia ubicadas en ocho ciudades del país (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Distribución de la Muestra por Ciudades y Periodo

Ciudad	Cali	Medellin	Orito	Cucuta	Tibú	B/Bermeja	Cartagena	V/Vicencio	Neiva	Yopal
Número De Empresas 2010-2011	12	7	11	8	7	15	8	6	10	0
Número De Empresas 2011-2012	0	0	0	10	0	10	10	10	10	6

*Esta tabla presenta la distribución de las empresas seleccionadas para esta investigación, por periodo y ciudad de Colombia donde están ubicadas. El primer dato indica que para la ciudad de Cali se incluyeron doce empresas en la muestra durante el año 2010-2011. Para las ciudades de Cali, Orito y Tibú se seleccionaron empresas solamente durante el periodo 2010-2011 pero la intervención se realizó hasta marzo del año 2012. Las empresas de la ciudad de Medellín solamente se consideraron para el año 2010 por su buen nivel en las operaciones logísticas. Elaboración Propia.*

La muestra está conformada por pequeñas y medianas empresas que tienen entre 10 y 74 empleados. Estos negocios tienen ventas anuales entre 225.952 y 78.213.290 dólares, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Información de las Empresas de la Muestra

Tipo De Empresa	Número De Empresas	Número Promedio de Empleados	Ventas al Año en Promedio US
Sin Animo De Lucro	1	12	\$ 225,952
Cooperativa	3	56	\$ 4,273,000
Sociedad En Comandita Simple	3	38	\$ 2,608,368
Sociedad Unipersonal	6	10	\$ 1,033,857
Sociedad Anónima Simplificada	11	21	\$ 78,213,290
Sociedad Anónima	12	74	\$ 5,200,393
Persona Independiente	63	11	\$ 977,000
Compañía Limitada	41	30	\$ 1,794,090

*Esta tabla muestra el número de empresas según su registro legal, el número promedio de empleados y las ventas promedio al año. Por ejemplo, se tiene una empresa sin ánimo de lucro, con un promedio de 12 empleados y con ventas anuales de 225.952 dólares. Elaboración Propia.*

Estas empresas se dedican a actividades de ingeniería, alquiler de maquinaria y equipo, comercio al por mayor de materias primas, papel y cartón, prendas de vestir, artículos de ferretería, cerrajería, productos de vidrio, pinturas, muebles para oficina, autopartes, productos de madera, productos químicos, mantenimiento y reparación de maquinaria y equipos, trabajos de electricidad y otras actividades empresariales. De las 140 empresas 32 cuentan con la certificación ISO 9001, tres con OHSAS, tres cuentan con otras certificaciones, tres actualmente están en la implementación de la ISO 9001 y 103 no tienen ninguna certificación de calidad. Una vez seleccionada la muestra se realizó un diagnóstico empresarial a cada una de las empresas. Este diagnóstico evaluó aspectos de aprovisionamiento, almacenamiento, inventario, transporte y distribución, servicio al cliente y costos logísticos. Los aspectos evaluados se muestran en la Tabla 3.

Este diagnóstico determina si la logística está incorporada como un tema clave en la organización, si existen indicadores y mecanismo de medición y análisis de la información que permitan la toma de decisiones y por ultimo si se ha desarrollado un enfoque para el desarrollo de la cadena de abastecimiento.

Después de realizado el diagnóstico se realizó una capacitación de 120 horas los empresarios de la muestra seleccionada. En lo posible se sugirió que los asistentes fueran el gerente y el responsable de logística. Esta capacitación se inicio con una sensibilización al cambio en las organizaciones, la competitividad, el contexto global, fundamentos de logística y posteriormente se estudiaron cada una de las áreas consideradas en el diagnóstico. A través de un focus group realizado con cinco expertos en logística se diseñaron 15 herramientas para el mejoramiento logístico (Ver Tabla 4).

Tabla 3: Aspectos Evaluados en la Línea Base

Aspectos Considerados para Realizar el Diagnóstico	
<p><b>Indicadores De Aprovisionamiento</b></p> <p>1 Pedidos Efectivos</p> <p>2 Entregas A Tiempo</p> <p>3 Desabastecimiento</p> <p>4 Nivel De Intermediación</p> <p><b>Indicadores De Almacenamiento</b></p> <p>5 Capacidad Utilizada</p> <p>6 Costo Por Metro Cuadrado</p> <p><b>Indicadores De Transporte Y Distribución</b></p> <p>7 Incidencias De Pedido</p> <p>8 Costo De Transporte</p> <p>9 Seguridad Industrial En El Transporte</p>	<p><b>Indicador De Servicio Al Cliente</b></p> <p>10 Entregas Perfectas</p> <p>11 Indicador De Quejas De Clientes</p> <p>12 Devoluciones</p> <p>13 Revisión De Ordenes De Compra</p> <p><b>Indicadores De Inventario</b></p> <p>14 Índice De Rotación De Mercancías</p> <p>15 Índice De Mercancía Averiada</p> <p><b>Indicadores De Costos Logísticos</b></p> <p>16 Costos Logísticos Totales</p> <p>17 Ventas Perdidas</p>

*Esta tabla muestra los 17 aspectos evaluados en cada una de las empresas al realizar el diagnóstico de la situación logística. A partir de cada uno de estos indicadores se pudo establecer la situación de la empresa en las áreas de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte, distribución, inventarios, servicio al cliente y costos logísticos. Esto permitió identificar debilidades y elaborar un plan de mejoramiento logístico que permitiera mejorar cada una de estas áreas. Elaboración propia.*

La capacitación tuvo como objetivo que cada una de los asistentes por parte de las empresas se apropiara del conocimiento en logística y además seleccionara dos herramientas de las diseñadas para aplicarlas en su organización. Con base en los resultados obtenidos a partir de la primera muestra de empresas donde se realizó el diagnóstico, se evidenció el desconocimiento de los costos logísticos de la organización y la necesidad de su reducción, por lo cual se diseñó en el año 2011 una herramienta adicional que permite evaluar los costos logísticos de las empresas. En la Tabla 4 es la herramienta número 11. Finalmente, cuando el empresario conoce sus costos logísticos, el objetivo es llegar a su reducción. Para esto se propuso una estructura de Plan de Mejoramiento Logístico que incluye: problema, actividad, descripción de la actividad, meta, indicador, cronograma, fuente de financiación y resultado.

## RESULTADOS

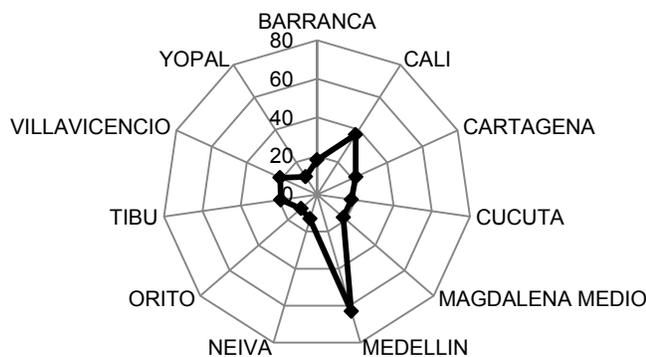
Aplicando la metodología descrita en la primera muestra de empresas se identificó a partir del diagnóstico que el puntaje promedio de las organizaciones analizadas es de 25,78%. El histograma muestra que la mayoría de las organizaciones tiene un puntaje entre 0% y 30%, lo cual permite inferir que son organizaciones que pueden mejorar la logística interna. Aunque tienen definidas algunas actividades relacionadas con la logística no han definido procesos sistemáticos o mecanismos de medición. En la escala definida para el diagnóstico se considera que la madurez y el desarrollo de la gestión organizacional es “confiable” para calificaciones superiores al 40%, “en desarrollo” para calificaciones entre el 20,1% y el 40% y es “incipiente” para calificaciones del 20% o menos.

Tabla 4: Herramientas para el Mejoramiento Logístico

Herramientas Diseñadas Para El Mejoramiento Empresarial		
Módulo	Nombre De La Herramienta	Breve Descripción
Almacenamiento	1. Trade off	El trade Off es una herramienta de trabajo que permite la visualización de los tiempos de aprovisionamiento y de las condiciones de trabajo con cada uno de los proveedores.
	2. Políticas de aprovisionamiento	Busca desarrollar en la empresa un perfil de políticas generales de abastecimiento que se identifique la filosofía empresarial.
	3. Evaluación de proveedores	Es una matriz que permite generar una evaluación para los proveedores, permitiendo determinar objetivamente su rendimiento.
	4. Distribución en planta	Desarrolla la habilidad en el usuario de optimizar el área dedicada al almacenamiento de sus mercancías.
	5. Indicadores de inventario	Identifica puntos de gestión en el almacenamiento de mercancías mediante indicadores de sencillo entendimiento
	6. Planeación del inventario	Mediante la construcción de modelo óptimo identifica los ahorros en costos de la gestión del inventario
	7. Rutas optimas	Permite construir el ruteo de un vehículo dados unos puntos de entrega donde se puede economizar el mayor kilometraje posible.
Distribución	8. Matriz DRP	Permite la Planeación de los Recursos de Distribución (DRP). Se dirige principalmente a mejorar la gestión del inventario de producto final y al control del transporte de productos en la cadena de distribución.
	9. Exactitud en la entrega	Identifica los errores más comunes en la entrega de productos y retroalimenta al usuario para subsanarlos
	10. Costo de Vehículo	Identifica y controlar los costos asociados al uso de vehículos.
Costos	11. Estimación de costos logísticos	Permite estimar los costos logísticos de la compañía o puede estimarlos por proceso: Compras, almacenamiento, inventarios, demoras, distribución, transportes, servicio al cliente, gestión de desperdicios, transportes, entre otros. Puede asociarlos a un producto o servicio en particular o también a un proyecto de crecimiento de la empresa.
	12. Logística inversa	Diagnóstica y sugiere la construcción de actividades de mejoramiento en la logística inversa de la compañía.
Servicio al Cliente	13. Encuesta de autodiagnóstico para la gestión de clientes y de mercados	Examina la prioridad e importancia que les da la empresa a sus clientes y usuarios finales, y la efectividad de los sistemas utilizados para conocer, interpretar, determinar y satisfacer sus necesidades, antes durante y después de la entrega de sus productos y servicios.
	14. Encuesta de satisfacción	Examina la visión que los clientes tienen acerca del servicio al cliente prestado por la compañía.
	15. Política de servicio al cliente	Busca desarrollar en la empresa un perfil de políticas generales de servicio al cliente que se identifique la filosofía empresarial.

Esta tabla muestra las catorce herramientas diseñadas por el grupo de expertos en logística para el mejoramiento empresarial. Cada una de las empresas identificó sus debilidades por áreas y para cada una de éstas se les suministraron dos o tres herramientas para mejorar. Por ejemplo, la primera es la herramienta trade off. Esta utilidad permite visualizar los tiempos de respuesta de un proveedor y las condiciones para la gestión de pedidos. Esto permite conocer el tiempo que demora el proveedor en colocar el pedido desde el momento en que se elabora la orden. También puede aplicarla cada empresario a su empresa, lo que le permite evaluar tiempos perdidos para mejorar su tiempo de respuesta. Elaboración propia.

Figura 1: Perfil de la Gestión Logística en las Organizaciones por Ciudad (Elaborado a Partir del Diagnóstico Realizado)



Esta figura permite evidenciar el desarrollo en el tema logístico en las diferentes ciudades de la muestra seleccionada. Calificadas de 1 a 100, se concluye que la ciudad de Medellín obtuvo un porcentaje mayor al 60% en el diagnóstico logístico. Esto evidencia que su desarrollo en el tema está por encima de las otras ciudades de la muestra donde se obtuvieron calificaciones entre el 10% y 27% en la gestión logística, estando todavía más del 70% por desarrollar.

A partir de los resultados se evidencia un desarrollo superior en los procesos de gestión de las organizaciones de Medellín y Cali, que son ciudades capitales de zonas industrializadas de Colombia. En estas ciudades se observan resultados del 60% en la madurez de la gestión logística de las empresas de Medellín y del orden del 40% en las empresas de Cali. Las empresas de la primera muestra seleccionaron las herramientas de trabajo, evaluaron sus costos logísticos a finales del año 2011 y estructuraron su plan de mejoramiento logístico para el 2012. Las empresas de la segunda muestra actualmente están en la fase de selección de herramientas y evaluación de sus costos logísticos.

Tabla 4: Herramientas Seleccionadas por los Empresarios

Herramienta Implementada	Número de Empresas Que la Han Utilizado	Porcentaje Utilización
Evaluación de proveedores	17	96%
Matriz DRP	12	98%
Autodiagnóstico servicio al cliente	11	100%
Planeación de inventario	11	93%
Costo de vehículo propio	8	98%
Indicadores de gestión de inventario	7	90%
Política de compras	7	99%
Trade off	7	94%
Distribución en planta	6	98%
Política de servicio al cliente	3	80%
Encuesta de satisfacción	2	100%
Total general	91	96%

*Esta tabla muestra para cada herramienta el número de empresas donde fue implementada, así como el porcentaje de implementación en todas las empresas de la muestra. Por ejemplo, la herramienta evaluación de proveedores 17 empresas la implementaron y el 96% la está utilizando en la actualidad. La herramienta autodiagnóstico de servicio al cliente 11 la implementaron y el 100% la está utilizando para identificar oportunidades de mejoramiento. Elaboración propia.*

La selección de las herramientas evidencia que los intereses de los empresarios principalmente apuntan a tener una buena selección de proveedores, planear la distribución, administrar inventarios y brindar un buen servicio al cliente. El 97% de las empresas de la muestra número uno ya ha implementado la herramienta de costos logísticos. A partir de la evaluación de esta herramienta se detectó que los mayores problemas estaban en el control de inventarios, stock averiado, faltantes, existencias obsoletas y evaluación de proveedores. El estado de avance de esta investigación está en un 90%. Actualmente se está desarrollando la fase final de la metodología que corresponde a la elaboración de los planes de mejoramiento logístico para cada una de las empresas. El resultado final del estudio es un procedimiento de diagnóstico para evaluar el estado de la logística por medio de indicadores para las áreas de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte, distribución y servicio al cliente, una metodología para el conocimiento de los costos logísticos de la empresa y las herramientas que permitirán mejorar los procesos por áreas, mejorando la forma de operación logística de la organización.

## CONCLUSIONES

Las empresas localizadas en las ciudades de Cali y Medellín cuentan con el mejor manejo logístico de la muestra seleccionada. Por esta razón para el año 2012 no se incluyó muestra de estas dos ciudades. Las empresas apartadas de las zonas capitales como Tibú y Orito tienen menores niveles de gestión logística. En general pueden decirse que la logística para estas dos ciudades es incipiente y para Yopal, Villavicencio, Cúcuta, Cartagena y Neiva está en desarrollo. Lo que se encuentra es que la forma como se manejan los procesos de negocio en las empresas seleccionadas puede mejorarse. La herramienta esencial es la de costos logísticos, porque a partir de esta evaluación se pueden identificar debilidades y utilizar las otras herramientas para disminuir costos por áreas.

La conclusión que se deduce de los resultados obtenidos es que a partir del diagnóstico y la identificación de los costos logísticos, se puede evaluar el estado de la logística por medio de indicadores para las áreas de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte, distribución y servicio al cliente, identificando problemas a solucionar mediante un plan de mejoramiento logístico, donde las herramientas diseñadas

pueden contribuir a la disminución de costos, mejoramiento de procesos y por tanto al aumento de la competitividad de las pequeñas empresas.

Dentro de las limitaciones hay que resaltar, por una parte, que el construir la estructura de costos logísticos requiere asesoría por parte de personal conocedor de esta metodología. Futuras investigaciones podrán evaluar si es posible el diseño de un software de gestión logística integral. Esta metodología es replicable a cualquier empresa pequeña en cualquier sector económico ya que la muestra incluyó empresas pequeñas dedicadas a diferentes negocios.

## BIBLIOGRAFÍA

Albrecht, K. y Zemke, R. (2000). *Gerencia del servicio: Cómo hacer negocios en la nueva economía*. (2ª Ed.). Bogotá, Colombia : 3R Editores.

Bagchi, P. (2003). Integration of information technology and organizations in a supply chain. *Journal of logistics management*, 14.

Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. (5ª Ed.). México, D.F., México : Pearson Prentice Hall.

Barabba, V. y Zaltman, G. (1992). *La voz del mercado : la ventaja competitiva a través del uso creativo de la información del mercado*. Fernández, España : Mc Graw Hill.

Bergougnoux, P. (2000). Geographic Information Systems and Intelligent Transportation Systems. *Geoinformática*. 4(2), 123-125.

Blythe, P. (2007). Future intelligent infrastructure: Transport in 2050. *Paper Presented at the Sage Faculty Seminar. Octubre 30, 2007*. Reino Unido.

Braun, A. (1987). *Expert Systems In Logistics: An Application to bulk cargo movement (Artificial Intelligence, Transportation, Freight)*. (Tesis doctoral). Polytechnic University, United States, New York. Disponible en la base de datos ProQuest Dissertations and Theses. (303487642)

Carranza, O. (2005). *Logística: Mejores prácticas en Latinoamérica*. México, D.F., México : Thomson.

Carvalho G. (2007). Methodology for Railway Demand Forecasting Using Data Mining. *Paper Presented at the SAS Global Forum 2007. Abril 16, 2007*. Orlando, Estados Unidos.

Casanovas, A. y Cuatrecasas, L. (2003). *Logística empresarial : Gestión integral de la información y material en la empresa*. Barcelona, España: Liberdúplex.

Chase, R, Jacobs, F y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México, D.F., México : Mc Graw-Hill.

Christopher, M. (2000). *Logística, aspectos estratégicos*. México D.F., México: Editorial Limusa.

Clifton, K. y Scuderi, M. (2007). Bayesian Approaches to Learning from Data: Using NHTS Data for the Analysis of Land Use and Transportation. *Journal of transportation and statistics*. 8(3), 2-26.

Cohen, J. (2010). The broader effects of transportation infrastructure: Spatial econometrics and productivity approaches. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 46(3), 317-326.

- Del Rio, C. (2002). *Adquisiciones y Abastecimientos*. (4ª Ed.). México, D.F., México: Thomson.
- Der-Hong, L., Shin-Ting, J. y Chandrasekar, P. (2004). Applying data mining techniques for traffic incident analysis. *Journal of the institution of engineers*. 44(2), 90-102.
- Díaz, E. (1997). *Distribución Comercial*. Madrid, España : Mc Graw Hill.
- Domínguez, H. (2006). *El servicio invisible*. Bogotá, Colombia : Eco Ediciones.
- Durán, A. (2001). *La logística y el comercio electrónico*. México, D.F., México : Mc Graw Hill.
- Gómez, E. (1996). *Aseguramiento de calidad en compras: Cómo desarrollar las relaciones comprador – proveedor*. (2ª Ed.). Bogotá, Colombia : RAM Editores.
- Guisande, C. y Subirada, Francesc. (2001). El cens de població: un assaig d'interpretació mitjançant data mining. *Questiú*. 25(3), 553-580.
- Haluzová, P. (2008). Effective Data Mining for a Transportation Information System. *Acta Polytechnica*. 48(1), 24-29.
- Heredia, N. (2007). *Gerencia de compras: La nueva estrategia competitiva*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
- Il-Gyo C., Susan, A. y Chi-hyuck, J. (2007). A data mining approach to process optimization without an explicit quality function. *IIE Transactions*. 39, 795-804.
- Jiwattanakupaisarn, P., Noland R., Graham, D. y Polak, J. (2008). Highway infrastructure and state-level employment: A causal spatial analysis. *Papers in Regional Science*. 88(1), 133-159.
- Kamal, M. (2004). Applications of Data Mining Technology in Highway Safety Management. *Paper Presented at the Transpo 2004. Diciembre 6, 2004*. Miami, Estados Unidos.
- Kelly, F. Data and Transport. (2006). *Paper Presented at the Faculty of Mathematics, University of Cambridge. Mayo 9, 2006*. Cambridge, Estados Unidos.
- Kumar, S. (2003). Data mining applications in transportation engineering. *Transport*. 18(5), 216-223.
- Lau, H., Choy, K., Tsui, W. y Choy, L. (2004). An intelligent logistics support system for enhancing the airfreight forwarding business. *Expert Systems*. 21(5), 253-268.
- Leppard, J. y Molyneux, L. (2003). *Cómo mejorar su servicio al cliente*. Barcelona, España : Ediciones Gestión 2000.
- López, R. (2004). *Logística Comercial: Gestión Comercial y Marketing*. México, D.F., México : Thomson.
- Lovelock, C. (2009). *Marketing de servicios personal, tecnología y estrategia* México D.F., México: Pearson.
- Makridakis, S. y Wheelwright, S. (1994). *Manual de técnicas de pronósticos*. México D.F., México: Editorial Limusa.

- Maqueda, J. (2003). *Protocolo empresarial: Una estrategia de marketing*. Madrid, España : ESIC Editorial.
- Martin, C. (1999). *Logística : aspectos estratégicos*. México D.F., México : Limusa.
- Mauleón, M. (2006). *Logística y costos*. Madrid, España : Ediciones Díaz de Santos.
- Montero, L., Codina, E., Barceló, J. y Barceló, P. (2001). A combined methodology for transportation planning assessment. Application to a case study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 9 (3), 213-230.
- Montoya, A. (2002). *Conceptos Modernos de Administración de Compras*. Bogotá, Colombia : Editorial Norma.
- Muller, M. (2004). *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá, Colombia : Grupo Editorial Norma.
- Newell, F. (2001). *Cliente leal.com: cómo manejar las relaciones con los clientes en la nueva era del comercio electrónico*. México D.F., México: Editorial Mc Graw Hill.
- Presencia, J. (2004). *Calidad total y logística : cómo alcanzar procesos logísticos eficientes mediante la gestión de la calidad total*. Barcelona, España : Logis Book.
- Serna, H. (1996). *Auditoría de servicios: Cómo medir y satisfacer las necesidades del cliente*. Bogotá, Colombia : RAM Editores.
- Serna, H. (1999). *Servicio al cliente: Métodos de auditoría y medición*. (2ª Ed.). Bogotá, Colombia : 3R Editores.
- Shawe, J., De Bie, T. y Cristianini, N. (2006). Data mining, data fusion and information Management. *IEE Proceedings. Intelligent Transport System*. 153(3), 221-229.
- Sheng J., Dianhai W. y Hongsheng, Q. (2010). Bayesian Network Method of Speed Estimation from Single-Loop Outputs. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 10(1), 54-58.
- Soret, I. (2004). *Logística comercial y empresarial*. (4ª Ed.). Madrid, España : ESIC Editorial. Grafos.
- Stolzer, A y Halford, C. (2007). Data mining methods applied to flight operations quality assurance data: a comparison to standard statistical methods. *Journal of Air Transportation*. 12(1), 6-24.
- Sunil, Ch. y Meindl, p. (2008). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. México D.F., México : Prentice Hall.
- Velásquez, A. et al. (2008). *Administración, diseño y modelamiento de cadenas de abastecimiento*. (1ª Ed.). Bogotá, Colombia : Universidad Autónoma de Colombia.

## RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo logístico y financiero de la Empresa Colombiana de Petróleos Ecopetrol. Asimismo, agradecen los comentarios de los árbitros y editores del IBFR, los cuales contribuyeron a mejorar la calidad de esta investigación.