

PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

(Procedure for the design of nets of logistical distribution)

Ing. Eugenio Reyes Chávez (Profesor)

eugenio.reyes@facii.uho.edu.cu

Ing. Yamilés Tamayo García (Profesora)

yamiles@facii.uho.edu.cu

Ing. Margaret Leyva Zaldívar (Profesora)

margaret@vrea.uho.edu.cu

Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya" Ave. XX

Aniversario, Piedra Blanca, Holguín, Cuba

RESUMEN

La gestión logística se ha convertido en elemento de carácter estratégico en el mundo empresarial de la actualidad, dentro de la misma se destaca, por su impacto en los clientes e importancia económica, el subsistema de distribución. En la presente investigación se propone un instrumento cuyo principal objetivo es partiendo de un adecuado diagnóstico que incluye elementos geográficos, de tráfico, de tiempo y de costo, favorecer el diseño de sistemas de redes que contribuya a mejorar la efectividad de la distribución física, posibilitando ofrecer un elevado nivel de servicio con el mínimo costo posible para cumplir con los objetivos empresariales y lograr la satisfacción de los clientes.

ABSTRACT

The logistical administration has become element of strategic character in the managerial world; one of the most important subsystems, because of their impact in the clients and economic importance, is the distribution. In the present investigation its proposed an instrument whose main objective is, beginning of a

diagnostic that includes geographical, traffics, time and cost elements, to favor the design of nets systems, who will contributes to improve the effectiveness of the physical distribution, facilitating to offer a high level of service with the minimum possible cost to accomplish the managerial objectives and to achieve the satisfaction of the clients.

Palabras Claves: procedimiento, diseño, redes, distribución, logística

Key words: procedure, design, nets, distribution, logistics

Código de clasificación: L91 - Transportation: General

INTRODUCCION

La Logística Empresarial, o Cadena de Suministros (Supply Chain) ha cobrado una notoria relevancia en la gestión empresarial actual, debido a su incidencia altamente significativa en el éxito de los sectores de la producción y los servicios. Ella se ha convertido no solo en un factor clave de la gestión, sino en un elemento diferenciador, que impone y(o) contribuye a superar las barreras de la competencia de mercado. El éxito se concentra en su enfoque sistémico, materializado en la coherencia entre sus diferentes eslabones, que genera un efecto multiplicador que agrega continuamente valor a los procesos. Por lo que se hace necesario corregir desviaciones negativas y explotar todas las reservas de productividad existentes para mejorar sostenidamente sus resultados, alineando la gestión de cada uno de sus cuatro subsistemas; aprovisionamiento, producción, distribución y logística inversa.

Este material se concentra en el subsistema de distribución, específicamente en la actividad de transporte, donde se propone un procedimiento que favorece el diseño de sistemas de redes que contribuye a mejorar la efectividad de la distribución física, posibilitando ofrecer un elevado nivel de servicio balanceado con el mínimo costo posible, todo lo cual tributa al cumplimiento de los objetivos empresariales y al logro de la satisfacción de los clientes, elementos indispensables, fundamentalmente, para el mantenimiento y(o) crecimiento de las empresas distribuidoras.

PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA

Sobre la base del estudio de la bibliografía especializada en la materia, donde se consultaron diferentes metodologías para el subsistema de distribución, así como fundamentados en las necesidades de las investigaciones propias de los autores, se desarrolla el presente procedimiento, que consta de 3 fases y 13 pasos, los cuales se muestran en la figura 1.

FASES	PASOS
FASE I: Diagnóstico del sistema de distribución	Paso 1: Inventario del equipamiento actual
	Paso 2: Obtener información de la organización actual del sistema de distribución
	Paso 3: Descripción y análisis de mapas y (o) gráficas del territorio objeto de estudio
	Paso 4: Descripción de la ruta existente
	Paso 5: Investigación de la vialidad
	Paso 6: Estudio de tiempos de recorrido
	Paso 7: Estudio de la demanda por segmentos y por clientes
	Paso 8: Estudios de costos
FASE II: Diseño de la red logística	Paso 9: Descripción de la ruta propuesta
	Paso 10: Análisis de la factibilidad del diseño
	Paso 11: Desarrollo del sistema informativo
FASE III: Implementación de la red logística	Paso 12: Implementación de la nueva red logística
	Paso 13: Medición y análisis

Figura 1. Procedimiento propuesto

Fase I: Diagnóstico del sistema de distribución

En esta fase inicial del procedimiento se comienza efectuando un análisis del sistema actual, con el objetivo de conocer las características del sistema objeto de estudio, el cual se tomará como base para el diseño de la red logística.

Paso 1: Inventario del equipamiento actual

Como punto de partida se realiza un levantamiento del equipamiento con que cuenta la organización objeto de estudio, se debe conocer la cantidad de equipos, la descripción de los mismos, su número de identificación, su capacidad dinámica, el consumo de combustible por kilómetro recorrido,

además de otros indicadores que se consideren pertinentes para caracterizar el parque de equipos con que cuenta la entidad, con el objetivo de diseñar la red logística.

Paso 2: Obtener información de la organización actual del sistema de distribución

Una vez que se logra inventariar el parque de equipos se procede a obtener información del estado actual del sistema de distribución. El objetivo de este paso es reunir información de los elementos que se consideren importantes a tener en cuenta para el diagnóstico del sistema, se deben aplicar técnicas de recopilación de la información al personal implicado en la actividad logística de distribución, se recomienda consultar a choferes, trabajadores de control de flota, mantenimiento y transporte. Es vital contar con elementos que reflejen por los implicados directos en este proceso su valoración del estado del sistema e identificar los factores susceptibles a mejorar según el criterio de los mismos.

Paso 3: Descripción y análisis de mapas y (o) gráficas del territorio objeto de estudio

Para el diseño de sistemas de distribución, dados sus potencialidades, se ha generalizado el empleo de mapas y (o) gráficas: En este paso se deben emplear para la representación de el(los) origen(es) y el(los) destino(s). En dependencia de la complejidad del sistema de distribución se deben apoyar en ellos para desarrollar el macro y (o) microruteo.

Paso 4: Descripción de la ruta existente

Una vez que ya se tienen ubicados en el mapa el(los) origen(es) y el(los) destino(s), se traza la(s) ruta(s) existente(s), pudiendo realizarse este paso sobre el mapa o en otro formato. De la ruta debe especificarse las distancias entre cada uno de los puntos, por lo que se recomienda elaborar una matriz de distancias, así como describir los puntos y la secuencia del recorrido a través de la construcción de la red logística.

Paso 5: Investigación de la vialidad

Para valorar alternativas se hace necesario efectuar un análisis de la vialidad, con el objetivo de conocer si la ruta que se sigue actualmente es la única posibilidad o si existen otras variantes de acceso para realizar un nuevo diseño de la red de distribución. La vialidad puede ofrecer información para apoyar la

toma de decisiones sobre la base de diversos elementos como: los sentidos de las calles, la capacidad permisible de tonelaje transitable y otros que sirvan de fuente de información fiable.

Paso 6: Estudio de tiempos de recorrido

Es muy importante contar con información sobre el tiempo que demora en cada recorrido entre los diferentes elementos que componen la ruta de distribución. Para ello es favorable realizar análisis retrospectivos. En aquellas entidades que cuenten con sistema de GPS¹ se facilita la obtención de datos para efectuar este tipo de estudio, en aquellas que no cuenten con esta tecnología se deberá realizar mediante el análisis de los documentos de los choferes donde describen el tiempo empleado para trasladarse de un punto a otro. Se recomienda elaborar una base de datos para procesar esta información, y aplicar herramientas estadísticas para obtener la descripción de los datos con medidas de tendencia central para el estudio de los tiempos de recorrido.

Paso 7: Estudio de la demanda por segmentos y por clientes

Se debe efectuar un estudio de las necesidades de los clientes, cuantificando su demanda y desglosarla por tipos de productos y(o) servicios. Para ello se debe clasificar si la demanda es regular, o sea, con patrones cuantitativos y cualitativos estables y homogéneos; o si es una demanda irregular donde esos patrones son inestables o heterogéneos. Para estos últimos se considera factible aplicar análisis prospectivos sobre la base de datos por series temporales, para llegar a la proyección de la demanda con márgenes confiables. El objetivo fundamental de este paso es asignar valores fiables de demanda a los clientes, para conocer las necesidades reales de distribución de mercancías.

Paso 8: Estudios de costos

Como último paso de esta fase se culmina con un estudio de costos asociado al sistema de distribución actual. Se cuantifica los gastos asociados a la fuerza de trabajo por concepto de salario, a los medios de trabajo, a través de diversos indicadores económicos como pueden ser gasto de combustible, depreciación, entre otros.

¹ Por sus siglas en inglés, referido al sistema de posicionamiento geosatelital

Fase II: Diseño de la red logística

Esta fase es donde se plantean las mejoras al sistema de distribución, sobre la base del diagnóstico se elabora la ruta propuesta y se analiza su factibilidad.

Paso 9: Descripción de la ruta propuesta

Con toda la información analizada en la fase anterior se procede a diseñar la ruta que será propuesta. Los métodos para realizarla pueden ser diversos, los mismos se clasifican en tres grupos: de prueba y error; heurísticos y metaheurísticos; y los denominados de optimización. Los más empleados son los dos primeros, ya que los métodos de optimización no garantizan encontrar la solución exacta en un tiempo razonable de cómputo cuando el número de clientes es grande. Dentro de los métodos de prueba y error se señala como uno de los más utilizados el del Barrido; dentro de los heurísticos se encuentran el Método del agente viajero, Método de los ahorros; Método de emparejamientos y Heurístico de mejora de multirrutas. Dentro de los metaheurísticos se destacan: Algoritmos de hormigas; Programación restringida; Recocido simulado; Algoritmos genéticos; Búsqueda tabú; Tabú granular y el procedimiento de memoria adaptativa. El empleo de programas computacionales ha demostrado ser muy factible para la solución de muchos de estos métodos, por lo que se recomienda su uso en aras de simplificar tiempo y minimizar posibles errores.

Método del barrido

La naturaleza de su procedimiento resulta muy práctica, dado que obedece al sentido lógico que requiere un análisis de rutas. Constituye quizás la herramienta que mayor empleo posee en la práctica, dado que el propio sentido común lleva a su concepción. Se recomienda en situaciones relativamente sencillas para el profesional encargado de trazar las rutas y en aquellos casos en que las distancias entre los puntos a recorrer son similares, tanto a la ida como al regreso, por lo que mayor atención se dirige hacia la cantidad de materiales o productos que deben ser distribuidos y la capacidad estática de los medios de transporte seleccionados.

Método del agente viajero

Es un método muy conocido y utilizado para definir rutas de distribución y a diferencia del Método del Barrido considera las distancias entre los diferentes

puntos a distribuir, estableciendo secuencias de recorrido. Existe una gran cantidad de variantes de este procedimiento, muchas de las cuales pueden considerarse como métodos de optimización, aplicables fundamentalmente cuando no son muchos los puntos a distribuir. Sin embargo, la complejidad de las mismas y la limitación en cuanto al número de puntos, hizo que se desarrollaran toda una gama de procedimientos basados en reglas heurísticas, que si bien no siempre ofrecen un resultado óptimo, si permiten lograr buenos resultados de una manera mucho más rápida.

Otro método intuitivo podría ser el método del vecino más cercano. En este caso las rutas se construyen secuencialmente, añadiendo en cada paso el cliente que se encuentre a menor distancia del último cliente insertado.

Método de los ahorros

Desarrollado por Clarke y Wright en 1963 (Clarke y Wright, 1964) se basa en una idea muy simple: si se debe llevar una determinada mercancía desde Pamplona a Zaragoza y otra desde Pamplona a Teruel, no se harán dos viajes diferentes, cada uno de ellos de ida y vuelta, desde Pamplona a cada uno de los destinos citados. En su lugar se realiza un único viaje saliendo de Pamplona pasando por Zaragoza y Teruel y regresando a Pamplona. Este concepto de ahorro de distancia, tiempo y costes, es precisamente en el que se basa el método de los ahorros. Es la aplicación del sentido común a la hora de construir rutas de transporte.

En el año 1971 el francés B. Lemaire presentó en su defensa de doctorado el método de “La Margarita”, en el mismo se consideran “ n ” clientes (puertos, ciudades, puntos, etc.), X_1, X_2, \dots, X_n , que son atendidas por un centro receptor-distribuidor mediante medios de transporte con una capacidad “ C ” cada uno. Las demandas de cada cliente X_j son conocidas y denotadas por $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$.

Se define también la matriz de distancia $D = [d_{ij}]$, donde d_{ij} identifica el valor del camino más corto desde el cliente X_i al X_j ($i \neq j$) y $d_{ij} = 0$; $d_{ij} = -\infty$ si no existe camino entre ellos.

El método es llamado “La Margarita”, pues parte de la solución inicial de que cada recorrido comienza en el origen y va a un único destino.

Destacándose que:

$$Q = \sum q_i$$

C: Capacidad de los medios de transporte.

Entonces:

Si $Q \leq C$ el problema consiste en satisfacer la demanda de los clientes y volver al punto inicial, lo que define el problema el viajante (determinar en la red el circuito de menor valor).

Si $Q \geq C$ el problema está restringido a encontrar el mejor conjunto **S** de rutas o recorridos R_k ($k = 1, 2, \dots, n$), que partiendo del centro X_0 retorne a el una vez satisfecha la demanda de los clientes X_1, X_2, \dots, X_n para cada una de las rutas, además se tiene que para cada una $\sum q_i \leq C$.

Si se define $L(Sx)$ como la suma de las distancias totales de los m recorridos que constituye una solución **S**, entonces el objetivo es hallar una solución **S** que logre el menor valor de $L(Sx)$.

Por lo que se define el **ahorro** (A_{ij}) del destino X_i al X_j con respecto al centro X_0 como:

$A_{ij} = d_{io} + d_{oj} - d_{ij}$, donde R_1 y R_2 son rutas diferentes que pertenecen al arco $(X_i; X_j)$, R_1 concluye en X_i antes de ir al centro, y R_2 comienza en X_j luego de salir del centro y suponiendo que $q_i + q_j \leq C$, Sx es una solución con R_1 y R_2 para el problema y se pasa a la solución $S(X+1)$ uniendo X_i con X_j eliminando d_{io} y d_{oj} , siendo:

$LS(x+1) = L(Sx) - (d_{io} + d_{oj} - d_{ij}) = L(Sx) - A_{ij}$, lo cual permite que minimizar $L(Sx)$ sea equivalente a minimizar la suma de los ahorros.

Si la red es simétrica debido a que $d_{ij} = d_{ji}$, entonces $A_{ij} = A_{ji}$, y $A_{ij}=0$ cuando $i=j$

Bifurcación:

Si en la nueva solución se va a unir R_1 con R_2 ya no se podrá partir más de X_i y no llegar más a X_j , es decir que no pueden introducirse los arcos (X_i, X_j') ni (X_i', X_j) porque formarían una bifurcación (o sea un ciclo que no es circuito). Para garantizar esto se elimina de la matriz de los ahorros $A' = [A_{ij}]$ la fila X_i y la columna X_j .

Restricciones de cada solución:

Con el objetivo de mejorar una solución escogemos en la matriz de los ahorros el arco (X_i, X_j) de mayor ahorro y que satisfaga las restricciones siguientes:

1. El arco (X_i, X_j) no forme una bifurcación con los arcos seleccionados. Esto se logra tachando la fila X_i de la matriz si $LS(X_i) \neq X_0$, y la columna X_j si $\gamma^{-1}(X_i) \neq X_0$.
2. Que $q_i + q_j \leq C$.
3. El arco (X_i, X_j) no forme un trayecto inútil (circuito que no pasa por el centro) con los arcos ya seleccionados.

De forma general el método ofrece buenas soluciones, además de presentar una gran flexibilidad en cuanto a las restricciones que puedan influir en las soluciones.

Cabe destacar, por último, que la selección del método a aplicar deberá estar en función del grado de complejidad del problema a resolver, por lo que no es recomendable el uso de técnicas muy sofisticadas para problemas que no lo requieran.

Paso 10: Análisis de la factibilidad del diseño

Luego de ser diseñada la ruta por el método seleccionado, se procede a efectuar un análisis de la factibilidad del mismo, donde se deben destacar los elementos de la nueva ruta que demuestran una mejora con respecto al diseño anterior, destacando la distancia y el tiempo de recorrido como variables básicas a analizar, aunque pueden incluirse otros elementos específicos de la organización. Estos análisis en la medida de lo posible deben contener un estudio económico que avale su condición para su diseño e implementación.

Paso 11: Desarrollo del sistema informático

Como último paso de la fase se recomienda el desarrollo de un sistema informático que contribuya a facilitar los procesos de captura de datos, procesamiento, análisis, presentación y conservación de la información, como elementos adecuados para el soporte a la toma de decisiones en torno al sistema de distribución.

Para el desarrollo del mismo se deben identificar los sujetos, objetos y medios del sistema informático. Se pueden emplear las herramientas informáticas más favorables de acuerdo a las características de la empresa y(o) su tecnología implementada.

Fase III: Implementación de la red logística

Como última fase del procedimiento se propone la implementación de la red logística diseñada. El éxito de la misma puede depender en gran medida de los factores inhibidores que imponen las barreras para el cambio, dadas por el querer, poder (que implica el saber y el tener) y el querer cambiar.

Paso 12: Implementación de la nueva red logística

Para la implementación de la nueva red logística se propone realizarla a través de sesiones donde intervengan todos los implicados en el proceso de distribución, desde la alta gerencia hasta los choferes, comunicándoles la factibilidad del nuevo diseño, en aras de darle un tratamiento al cambio y minimizar los efectos resistentes.

Una vez realizado este proceso se debe trazar un plan de acción con hitos temporales, para asegurar la correcta implantación del diseño, definiendo las acciones, los responsables, las fechas de cumplimiento y los indicadores de medida.

Paso 13: Medición y análisis

Como paso concluyente del procedimiento se propone el monitoreo y análisis del nuevo sistema con el objetivo de evaluar los resultados de la red logística implementada para la mejora continua del sistema de distribución.

CONCLUSIONES

El procedimiento propuesto contribuye a perfeccionar el desempeño organizacional a través de un efectivo diseño de redes de distribución física que posibilita ofrecer un elevado nivel de servicio con el mínimo costo posible para cumplir con los objetivos empresariales y lograr la satisfacción de los clientes. El mismo posibilita un adecuado diagnóstico que incluye elementos geográficos, viales, de tiempo y de costo que avalan la factibilidad del diseño propuesto. Se considera que el presente procedimiento es ampliamente generalizable a cualquier tipo de organización, aunque cobra especial importancia en aquellas dedicadas a la distribución de mercancías.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Acevedo Suárez, J. A.** et al. (2001) Gestión de la Cadena de Suministro. Ediciones Imprenta CUJAE, Ciudad de La Habana
2. **Arias Castillo, E.** (2005) “Logística: un enfoque de gestión en la administración y desarrollo de las zonas francas y otros regímenes especiales en Cuba.” Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Económicas. Universidad de La Habana
3. **Audicana, J.** (1993) Logística: Área Clave del Negocio en la Distribución Comercial. Rev. Código 84, No 37 (julio- agosto). Editora AECOC. España. pp 34-46
4. **Ballou, R. H.** (1991) Logística Empresarial. Control y Planificación. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
5. **Ballou, R. H.** (2004) Logística. Administración de la cadena de suministro. Quinta edición. Pearson Educación, México, S.A.
6. **Casanovas, A & Cuatrecasas, L.** (2001) Logística empresarial. Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona
7. **CEL, El Consorcio: Colectivo de autores.** (2002) La Logística en España. Estudio de situación 2001. (Editado por El Consorci de la Zona Franca de Barcelona y el Centro Español de Logística). Barcelona
8. **Cespón Castro, R. & Auxiliadora Amador, M.** (2003) Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial. Universidad tecnológica centroamericana, Unitec.
9. **Christopher, M** (1992) “Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Service”. Pitman, London
10. **Conceptos de logística 1: ¿Arte o ciencia?** Consultado Marzo del 2011
<http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/mar/log1cll.htm>
11. **Documentos en línea** <http://www.unizar.es/distribucion> Consultado abril 2011
12. **García del Valle, A.** (2004) Optimización de rutas, seguridad en el transporte y sistema GIS
13. **Gómez Acosta, M. & Acevedo Suárez, J. & otros** (2007) La Logística Moderna en la Empresa. Vol. I. Editora LOGICUBA, La Habana
14. **Gutiérrez Rodríguez, M. y Ortega Segre, T.** (1986) Manipulación de Materiales

15. **Hernández Rodríguez, N. R., Roldán Ruenes, A. & Ruano Ortega, E. R.** (2003) La logística y su papel en el desarrollo de las organizaciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba
16. **Kotler P., Cámara D., Grande I., Cruz I.** (2000) Dirección de Marketing. Edición del Milenio. Décima Edición. Madrid
17. **Las redes de distribución** www.monografias.com consultado abril 2011
18. **Marzo Cervera, D. (2009)** Metodología para la gestión de capacidades de prestación de servicio en restaurantes con un enfoque logístico. Tesis en opción al título académico de Master en Ingeniería Industrial
19. **NC: 01-04-1 87** Ordenamiento y regulaciones generales. Marcación de las cargas. Marcas de manipulación
20. **NC 49:1981 C.** Calidad. Métodos de expertos
21. **Pérez Campaña, M., Marrero Fornaris, C. & Leyva Rodriguez, M.** (2003) Logística Empresarial. Monografía para la Maestría en Administración de Empresas de Servicios. Universidad Popular de Nicaragua. Nicaragua
22. **Pérez Campaña, M.** (2005): Contribución al Control de Gestión en elementos de la cadena de suministros. Tesis en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central de Las Villas, Cuba
23. **Perodín Rodríguez, N.** (2003) Procedimiento para la Gestión de Distribución Física de la Cerveza Embotellada en la EMBER Holguín. Universidad de Holguín. Cuba
24. **Redes de distribución.** Consultado en abril 2011
http://www.swagelok.com.mx/servicio/red_de_distribucion/
25. **Reyes Selva, A.** (2008) Procedimiento para el diseño de secuencias de desensamble. Aplicación en la empresa de producción y servicios mecánicos de Holguín. Ingeniería Industrial. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
26. **Tamayo Diéguez, Y.** (2008) Aplicación de un procedimiento para la mejora continua de la función de transporte dentro de la Distribución Física en la Unidad Básica de Comercio Mayorista del Municipio "Rafael Freyre". Trabajo de Diploma. Universidad de Holguín. Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo
27. **Transporte.** Consultado en abril 2011
http://www.acercar.org.co/transporte/memorias/docs/01cap_logistica.pdf

28. **Torres Gemeil, M, Daduna, JR & Mederos Cabrera, B.** (2004) Logística. Temas Seleccionados. Tomo I, II y III. Editorial Imágenes
29. **Torres Gemeil, M, Daduna, JR & Mederos Cabrera, B.** (2007) Fundamentos Generales de la Logística. Ciudad de La Habana y Berlín. ISBN 978-959-16-0531-3 Editorial Universitaria Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca".