

Procedimiento para modelar recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras

Procedure to model restrictive resources in the logistic system of trading enterprises

Yosvani Orlando Lao-León^I, Leudis Orlando Vega-de-la-Cruz^I, Fernando Marrero-Delgado^{II}, Milagros Caridad Pérez-Pravia^I

^I Universidad de Holguín, Holguín, Cuba

E-mail: ylaol@uho.edu.cu, leudis.vega@facii.uho.edu.cu, mpp@facii.uho.edu.cu

^{II} Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba

E-mail: fmarrero@uclv.edu.cu

Recibido: 21 de noviembre de 2014

Aprobado: 21 de octubre de 2016

RESUMEN

La modelación multicriterio posee una significativa importancia para la toma de decisiones en la logística empresarial. Tradicionalmente, las decisiones de este tipo se han basado en el desarrollo de modelos que excluyen el tratamiento de múltiples criterios de decisión, que aunque en la práctica pueden entrar en conflictos, son necesarios. Partiendo de esta necesidad se desarrolló la investigación que se resume en el presente artículo. La propuesta que se realiza permitirá una vez aplicada, la identificación de los criterios y recursos físicos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras, el peso de los criterios a valorar en la selección de los recursos restrictivos y la implementación del modelo decisional para su modelación. En el transcurso de la investigación y en el diseño del procedimiento se emplearon diferentes técnicas: el análisis de conglomerado, el método de Analytic Hierarchy Process(AHP) de Saaty, el método de Saaty y el método de Entropía.

Palabras clave: procedimiento, modelación multicriterio, sistema logístico, recursos restrictivos, empresas comercializadoras.

ABSTRACT

Multi-criteria modeling has significant importance for decision-making in business logistics. Traditionally, such decisions have been based on the development of models that exclude the treatment of multiple criteria decision, although in practice they can come into conflict, but are necessary. Based on this need research summarized in this article was developed. The proposal is done will allow once applied, the identification of criteria and physical resources restrictive in the logistics system of trading enterprises, the weight of the criteria evaluated in the selection of the restrictive resources and implementation of the decisional model for modeling. During research and

design procedure different techniques were used: the cluster analysis, the method of Analytic Hierarchy Process (AHP) of Saaty, Saaty's method and Entropy's method.

Key words: procedure, multi-criteria modeling, logistic system, restrictive resources, trading enterprises.

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad del nuevo milenio se encuentra inmersa en un proceso de profundas transformaciones, derivadas fundamentalmente de la globalización de la economía, las crecientes exigencias a las empresas desde el punto de vista de su eficiencia y eficacia, la evolución de los mercados y la competencia por estos. Múltiples cambios en las relaciones comerciales, los efectos de las crisis capitalistas, las transformaciones tecnológicas y los adelantos científico-técnicos propician una significativa revolución en la organización de las actividades productivas y de servicios que alcanzan niveles mundiales. Por consiguiente, las estrategias que siguen las empresas van encaminadas a mejorar su competitividad; lo cual tiene un alcance que trasciende de su entorno inmediato, al proyectarse en la búsqueda y asimilación de las mejores prácticas, las cuales garantizan un desempeño superior. Lo anterior presupone que los directivos deben desarrollar métodos y técnicas que tributen a la eficiencia y eficacia en la producción de bienes y (o) servicios, lo que garantizará un desempeño superior de las organizaciones, aspectos que se encuentran en estrecha relación con la Investigación de Operaciones (IO).

La IO como generalidad, se asocia a la toma de decisiones en la gestión de operaciones por lo que se debe establecer un contacto auténtico con la realidad, por lo que en muchas áreas su objetivo no es científico sino más bien pragmático. Está orientada hacia finalidades prácticas, sin obviar las necesidades y exigencias sociales. En este contexto se torna esencial la modelación matemática, dentro de la que diversos autores [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7] utilizan un paradigma alternativo al tradicional, que permite acomodar con mayor precisión los procesos reales de decisión: la modelación multicriterio.

La gestión logística de una organización es "...la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos materiales, informativo y financiero desde su fuente de origen hasta sus destinos finales que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente"[8].

En el proceso de ayuda a la toma de decisiones logísticas, tradicionalmente, se han empleado técnicas de la IO (programación lineal, transporte, redes, etc.) carentes de una verdadera modelación de las preferencias del decisor. Esta dificultad hace que las técnicas existentes no satisfagan las expectativas de los logísticos, que en muchos casos, desisten de su aplicación. Este problema decisional presente tanto en el campo de la logística como en otros campos de la ciencia, ha provocado el surgimiento de un nuevo paradigma: el multicriterio. En la logística vista como la "...ciencia (y el arte) de que los productos adecuados lleguen al lugar adecuado, en la cantidad adecuada, en el momento adecuado para satisfacer las demandas del cliente; la modelación multicriterio se convierte en una potente herramienta para la ayuda a la toma de decisiones, principalmente en el modelado de los recursos para mejorar su eficiencia y eficacia"[9; 10; 11]. Por lo que se considera acertado plantear que en el proceso de toma de decisiones asociado a las actividades logísticas, intervienen variables y recursos de diversas naturalezas, que en su gestión demandan de la utilización de métodos y técnicas multicriterio.

Emanado de la investigación realizada con precedencia[12] y la consulta bibliográfica[13; 14], se reconoce la existencia de deficiencias que denotan la necesidad latente en las empresas comercializadoras y en especial las del territorio holguinero de perfeccionar su sistema logístico, afectado en la mayoría de las ocasiones por capacidades restrictivas de medios (M), insumos (I) y recursos humanos (RH). A partir de esta necesidad se reconoce la carencia de un enfoque multicriterio en la modelación de los recursos restrictivos en los sistemas logísticos de empresas

comercializadoras, constituyendo este el problema a resolver. Como consecuencia el objetivo de este artículo se enmarca en el diseño de un procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos que intervienen en los sistemas logísticos de empresas comercializadoras.

II. MÉTODOS

La posición competitiva de una empresa está muy condicionada por la competitividad de todos los integrantes de las cadenas de suministros de las que esta es parte [3; 15; 16]. De esta forma, el nuevo entorno exige rapidez y flexibilidad en procesos productivos y de servicios, implicando una nueva dinámica en la adquisición de recursos necesarios, los cuales no son producidas al mismo ritmo que se consumen. A partir de este planteamiento y el objetivo de la investigación, se profundizó en el tratamiento metodológico recibido en la literatura especializada nacional e internacional de la modelación matemática en la logística empresarial, para lo cual se consultaron repositorios nacionales e internacionales así como las bases de datos: Scopus, SciELO, Redalyc y Dialnet. Se tuvo acceso a 122 investigaciones, de las cuales el 45% correspondieron a investigaciones internacionales. Las investigaciones se realizaron entre los años 1997 y el 2014, concentrándose cerca del 73% en la última década. Constituyó un objetivo identificar el tratamiento dado a los recursos objeto de estudio, para esto se agruparon las investigaciones por la utilización o no de indicadores y ecuaciones (en su modelación matemática se tuvo en cuenta los medios, insumos o recursos humanos). De este análisis se concluyó que no existe un tratamiento profundo e integrador de los recursos ya que en la mayoría de las investigaciones se utilizaron simultáneamente los indicadores y ecuaciones asociados a recursos específicos y de forma individual.

Realizados los análisis explicados, se decidió, seleccionar las investigaciones que modelaron al menos uno de los tres recursos y de estos se obviaron los que no lo hicieron en ninguno de los cuatro subsistemas, luego de este proceso de decantación se trabajó con un grupo de 19 investigaciones [8; 10; 11; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30]. Seleccionado el grupo distintivo para la investigación, se procedió a un análisis más profundo de su comportamiento, para ello se procesaron las propuestas a través de un análisis de conglomerado jerárquico con la utilización del programa *Statistic Program for Social Sciences (SPSS)* para *Windows* versión 19.0, se empleó el análisis de clasificación de grupos o conglomerados bajo la metodología Cluster, utilizándose como método de agregación el método Ward (método jerárquico o aglomerativo), que posibilita la generación de conglomerados de manera tal que reduzcan la varianza dentro de los grupos y como medida de la proximidad entre las variables dicotómicas la distancia euclídea al cuadrado (recomendación del software). Los criterios bajos los cuales se compararon las propuestas fueron los siguientes:

- subsistema del sistema logístico que trabajan (aprovisionamiento, almacenamiento, distribución, reutilización e integral)
- recursos del sistema logístico que contemplan (medios, insumos y recursos humanos)
- sistema en el que desarrolla la propuesta (productivo, servicio o mixto)
- tratamiento matemático de los recursos en la propuesta (ecuaciones o ecuaciones/indicadores).

En la tabla 1 se resumen los resultados del cluster. Clasificadas las propuestas, se consideró que el grupo de autores con mayor relevancia para el estudio lo constituyeron los que trabajan integralmente los cuatro subsistemas y los tres recursos [8; 11; 15; 16; 17].

Tabla 1. Comparación de los enfoques

		Tratamiento matemático					
		Ecuaciones			Indicadores/Ecuaciones		
Subsistema/Recurso		I	RH	M	I	RH	M
Producción	Aprovisionamiento	Wu et al. (2014)		Gunnarsson (2007)	Vinajera Zamora (2011)		
	Transformación	Gunnarsson (2007), Badri et al. (2014)					
	Distribución	Gunnarsson (2007)					
	Integral				Gómez Acosta (1997)		
Servicios	Aprovisionamiento	Feitó Madrigal (2007)		Meneses Marcel (2009)	Camargo Pérez (2009)		
	Transformación	Meneses Marcel (2009)					
	Distribución	Abdul-JalbarBetancor (2005)	Cazull Imbert (2008)	Costa Salas (2010)			
	Reutilización						
	Integral	Acevedo Urquiaga (2013)			Pérez Pravia (2010)		
Mixta	Aprovisionamiento	Díaz Batista (2012)			Babiloni Griñón (2009)		
	Integral				Acevedo Suárez (2008), Pardillo Báez (2013)		

A partir de esta selección, se compararon las propuestas atendiendo a los elementos siguientes: contribución a la toma de decisiones, nivel de especialización, utilización de métodos multicriterio, área de aplicación y posibilidad de aplicación en los servicios. En la tabla 2 se muestra esta comparación.

Tabla 2. Comparación de las propuestas

Enfoques	Contribución a la toma de decisiones	Nivel de especialización	Utilización de Métodos Multicriterio	Área de aplicación	Posibilidad de aplicación en los servicios
Gómez Acosta (1997)	Sistema del Plan de Fechas Principales	Bajo	No	Flujos logísticos	Limitada
Acevedo Suárez (2008)	Modelo de valor de los procesos logísticos, a través de los elementos de la estructura del proceso	Bajo	No	Cadena de suministros	Amplia
Pérez Pravia (2010)	Gestión integrada y proactiva restricciones físicas, en los subsistemas logísticos en un hotel	Alto	No	Sistema logístico de hoteles	Limitada a servicios hoteleros
Pardillo Báez (2013)	Nodos de integración para las operaciones inter-empresariales	Bajo	Si	Cadena de suministros	Amplia
Acevedo Urquiaga (2013)	Planificación colaborativa en los procesos y actividades logísticos	Bajo	No	Cadena de suministros	Amplia

PROCEDIMIENTO PARA MODELAR RECURSOS RESTRICTIVOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS

Como resultado de este análisis los autores concluyen que no se tuvo acceso a una propuesta donde se utilice la modelación multicriterio, a partir de ecuaciones matemáticas, para los cuatro subsistemas y los diferentes recursos físicos que en el sistema logístico de una empresa comercializadora se gestionan. En consecuencia se diseñó el procedimiento que se presenta a continuación.

II. RESULTADOS

Como resultado de los análisis realizados se propone un procedimiento que permita modelar los recursos físicos potencialmente restrictivos que intervienen en el sistema logístico de una empresa comercializadora a partir de la modelación multicriterio. El procedimiento transita por dos etapas y cuatro pasos, en la figura 1 se muestra el algoritmo que los sustenta.

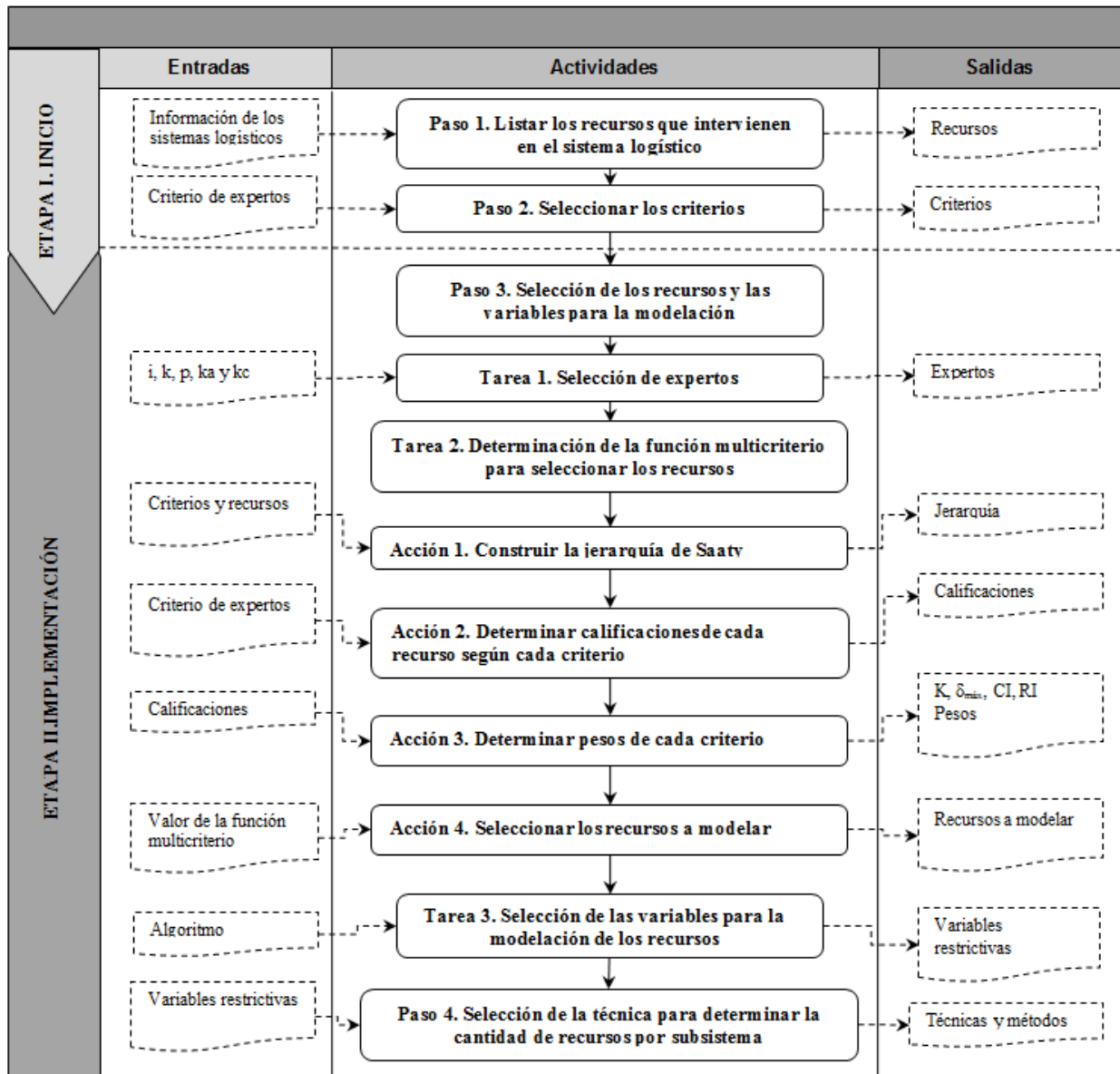


Fig. 1. Procedimiento para la modelación multicriterio de recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras

Etapa I. Inicio

En esta etapa se identifican los recursos y los criterios para la confección del instrumento, que permita la reducción de los recursos a modelar.

Paso 1. Listar los recursos que intervienen en el sistema logístico

En este paso se deben obtener los recursos que intervienen en el sistema logístico, atendiendo a la clasificación por los elementos que intervienen en un sistema (fuerza, medio y objeto de trabajo).

Técnicas: listas de chequeo, encuestas, método de Delphi, tormenta de ideas.

Paso 2. Seleccionar los criterios

Se deben obtener los criterios bajo los cuales posteriormente se ponderarán los recursos listados, para esto se deben tener en cuenta sus propiedades, el uso que se les da en el sistema, la importancia, criterios económicos de su explotación, la facilidad de ponderación de este, entre otros. Conjuntamente con su selección se debe tener en cuenta que el criterio tiene que clasificar como variable ordinal (o sea la escala a utilizar es ascendente o descendente). La cantidad de criterios a seleccionar, según la literatura especializada[2; 31] debe ser 7 ± 2 .

Técnicas: método de Delphi, voto ponderado, método del coeficiente de concordancia de Kendall.

Etapa II. Implementación

Se obtendrán las ecuaciones de los recursos seleccionados por subsistema.

Paso 3. Selección de los recursos y las variables para la modelación

Tarea 1. Selección de expertos

Para el desarrollo de esta, se recomienda que se sustente en el análisis de expertos, por lo que inicialmente deben seleccionarse estos cuidadosamente de forma que se garanticen juicios exactos y oportunos en las calificaciones otorgadas. Para la determinación de la cantidad de expertos se deben utilizar criterios probabilísticos asumiendo una distribución binomial. Con este fin se utilizará la expresión siguiente:

$$M = \frac{p(1-p)^k}{i^2} \quad (1)$$

Donde:

M: cantidad de expertos

i: nivel de precisión deseado

p: proporción estimada de errores de los expertos

k: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

De igual forma, se deben establecer los requisitos que resultan indispensables cumplir por el conjunto de expertos, que garanticen la integridad en los resultados. Para la selección de la comunidad de expertos se establecen los requerimientos generales siguientes (consultar [32]):

- Interés en participar en el estudio: el personal experto debe estar motivado de antemano a participar y a ofrecer sus criterios sin prejuicios de ninguna índole.
- Poseer una formación de tipo empresarial en general, sin importar las especializaciones.
- Competencia profesional: deben poseer un nivel de formación superior y estar relacionados, en alguna medida, con las teorías y conceptos sobre los que se fundamenta la problemática abordada.
- Objetividad: ser profundo y objetivo en los análisis y juicios aportados.
- No estar comprometido con los resultados, de manera tal, que sus motivaciones e intereses individuales no se superpongan con el problema abordado, para garantizar imparcialidad.

Tarea 2. Determinación de la función multicriterio para seleccionar los recursos

Obtenidas las calificaciones por los expertos, se procederá a aplicar el método AHP de Saaty, para obtener la función multicriterio que permitirá seleccionar los recursos a modelar. Para esto se deben realizar las acciones siguientes:

Acción 1. Construir la jerarquía de Saaty

A partir de establecer las relaciones de dependencia se construirá la jerarquía de los recursos, con los criterios y por último con la función multicriterio como se muestra en la figura 2.

PROCEDIMIENTO PARA MODELAR RECURSOS RESTRICTIVOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS

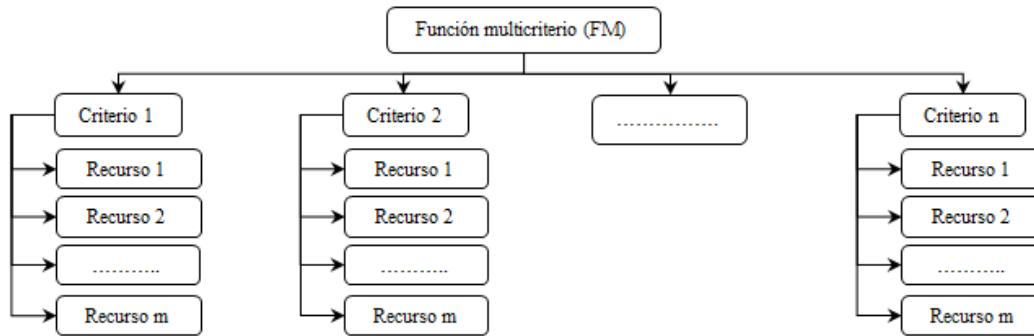


Fig. 2. Jerarquía de Saaty para la función multicriterio

Acción 2. Determinar calificaciones de cada recurso según cada criterio

Se recomienda confeccionar una matriz de decisión como se muestra en la tabla 3

Tabla 3. Matriz de decisión para calificar los recursos por criterio

Recurso \ Criterio	Criterio 1	Criterio 2	Criterio n
Recurso 1	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1,n}$
Recurso 2	$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	$x_{2,n}$
.
Recurso m	$x_{m,1}$	$x_{m,2}$	$x_{m,n}$

Donde:

x_{ij} : calificación del recurso i de acuerdo al criterio j, dado por el experto.

$i=1.....m$ y $j=1.....n$

Para la selección de las escalas en las que se calificarán los recursos de acuerdo al criterio, se recomienda utilizar escalas con ruptura, o sea que no permitan que el decisor se parcialice con la calificación otorgada.

Ejemplo: de 1 a 4; mal, regular, bien y excelente; si y no; entre otros.

Llenada la matriz por los expertos, se deberá determinar si hay concordancia entre estos. Luego se determinará para cada x_{ij} el coeficiente de variación de Pearson (Cv):

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad \text{Donde:} \tag{2}$$

S: desviación típica de las calificaciones de los expertos al recurso i en el criterio j

\bar{x} : media de las calificaciones dadas por los expertos al recurso i en el criterio j.

Si $Cv < 0,20$ se podrá adoptar la media (\bar{x}) como medida, en caso contrario se recomienda repetir la evaluación y si persiste agregar o restar expertos. Se continuará con la normalización de la matriz de decisión utilizando el procedimiento que se muestra a continuación:

$$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} \tag{3}$$

Acción 3. Determinar pesos de cada criterio

Se procederá a determinar los pesos W_j de los criterios. Para esto se deben obtener los pesos w_j^s subjetivos y los pesos w_j^o objetivos. Para la determinación de los primeros se aplicará el método de Saaty. Para la determinación de los pesos objetivos se utilizará el método de la Entropía. Para obtener el peso W_j de cada criterio y disminuir la subjetividad en su determinación, utilizando los pesos w_j^s subjetivos y w_j^o objetivos, se determinará la expresión siguiente:

$$W_j = \frac{W_j^o \cdot W_j^s}{\sum_{j=1}^n W_j^o \cdot W_j^s} \tag{4}$$

Acción 4. Seleccionar los recursos a modelar

Se obtendrá el valor de la FM para cada recurso a partir de la expresión siguiente:

$$FM_i = \sum_{j=1}^n W_j \cdot W_{i,j} \quad i = 1 \dots m \tag{5}$$

Donde:

W_j : peso del criterio j

$W_{i,j}$: peso del recurso i según criterio j

FM_i : valor de la función multicriterio del recurso i

Luego de tener listados los recursos y el valor de la función multicriterio para cada uno se aplicará el análisis de Pareto para seleccionar los que serán objeto de modelación. En la tabla 4 se muestra el proceder.

Tabla 4. Selección de los recursos para la modelación

Recursos	FM _i (*)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Recurso 1	FM ₁	$\frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	$\frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$
Recurso 2	FM ₂	$\frac{FM_2}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	$\frac{FM_2}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100 + \frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$
⋮	⋮	⋮	⋮
Recurso m	FM _m	$\frac{FM_m}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	100
Total	$\sum_{i=1}^m FM_i$	100	

(*) Esta columna se ordenará de manera descendente.

Tarea 3. Selección de las variables para la modelación de los recursos

Para desarrollar esta tarea se propone seguir la lógica del algoritmo que se muestra en la figura 3. Como resultado se obtendrán las variables más influyentes en los recursos seleccionados en función del subsistema logístico donde se manifiesten.

PROCEDIMIENTO PARA MODELAR RECURSOS RESTRICTIVOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS

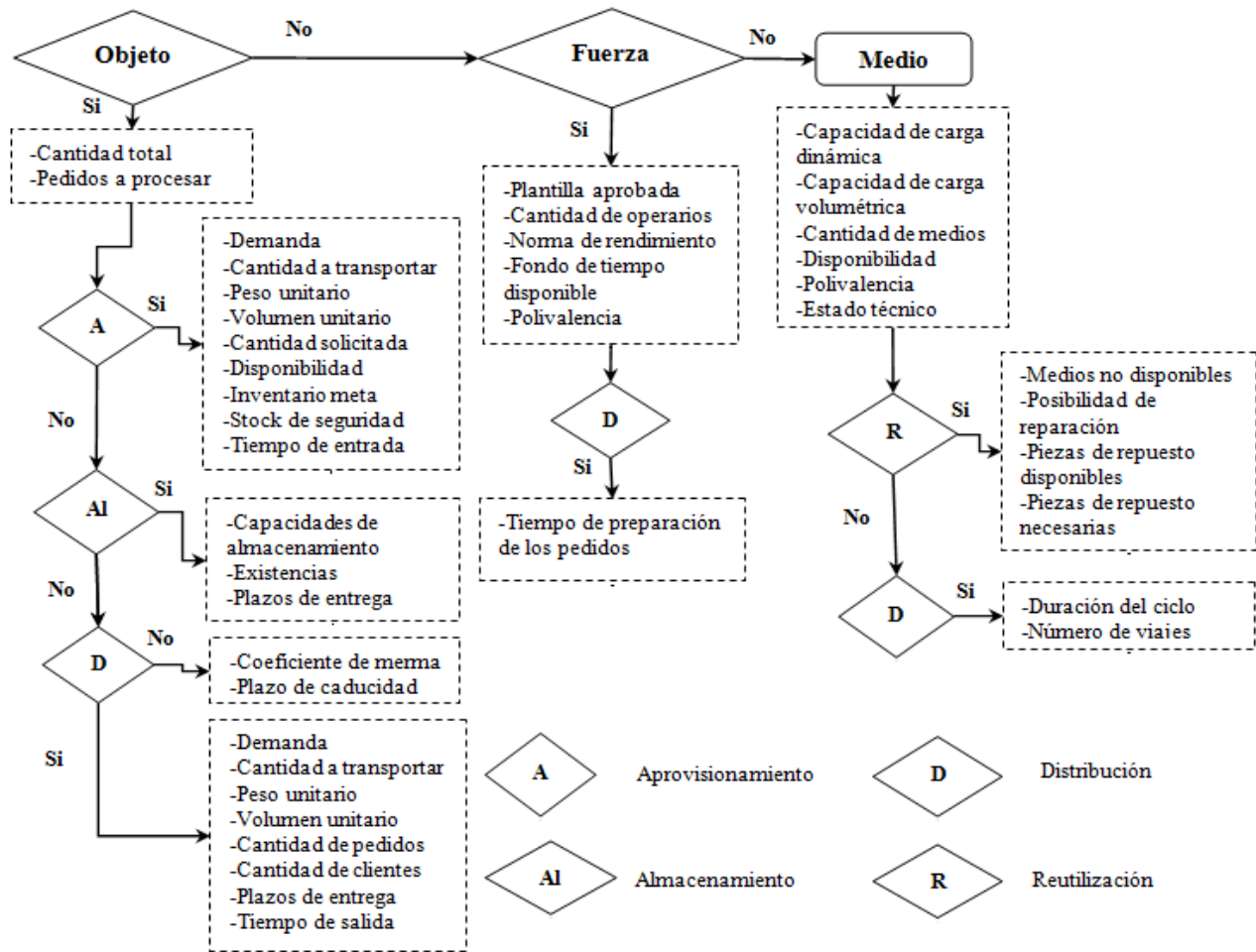


Fig. 3. Algoritmo para la identificación de las variables que influyen en la cantidad del recurso de acuerdo al subsistema logístico que se encuentre

A continuación se explican las variables cuya explicación se consideró necesaria:

Cantidad a transportar: cantidad de unidades de uno o varios productos que pueden ser trasladarlos por un medio de transporte según su capacidad, durante el ciclo de distribución desde un lugar de la organización a otro, o hasta un cliente.

Cantidad solicitada: cantidad de productos solicitados por la organización a sus proveedores en el proceso de aprovisionamiento.

Cantidad total: cantidad de objetos totales existentes en los subsistemas sin importar su fin o condición física.

Capacidad de almacenamiento: volumen útil, puede calcularse al realizar las mediciones de las áreas útiles (no se incluyen las áreas de recepción y despacho, área de completamiento y área de pasillo) y al multiplicar la suma de estas por la altura del puntal del almacén menos un metro.

Capacidad de carga dinámica: peso máximo que se puede colocar en un medio para su traslado.

Capacidad de carga volumétrica: volumen máximo que se puede colocar en un medio para su traslado o almacenamiento.

Coefficiente de merma: razón de la diferencia de rechazo de insumo y cantidad de insumo de un producto.

Demanda: cantidad de objetos de trabajo que la empresa necesita, depende de la demanda del producto o servicio con la cual la empresa debe cumplir y esta última se pronostica según los métodos cualitativos y cuantitativos (métodos de series de tiempo y casuales).

Disponibilidad: capacidad del proveedor de la organización de ofertar el producto demandado por esta.

Duración del ciclo: contempla el tiempo que transcurre desde que el medio de transporte llega al punto de carga en la empresa, el proceso de carga, su desplazamiento hasta los clientes en dependencia de las cualidades técnicas del vehículo y la distancia, el tiempo que se demora en realizar la descarga de los productos y su retorno hasta la organización, donde se emprende un nuevo ciclo.

Estado técnico: condición operativa en la que se encuentran los medios que posibilita o no su empleo

Existencias: cantidad de productos presentes en inventario en cierto período de tiempo.

Fondo de tiempo disponible: periodo de tiempo con el que se cuenta para la realización de la actividad laboral y depende del régimen de trabajo de la empresa.

Inventario meta: inventario máximo disponible según el sistema de gestión de inventario que adopta la empresa (sistema Q, P, Máx.-Min, *ManufacturingResourcePlanning*, *Just In Time*, etc.).

Norma de rendimiento: capacidad productiva de un trabajador calificado y que labore con habilidad e intensidad promedio para la ejecución de las actividades laborales en determinadas condiciones técnico – organizativas dentro de la jornada laboral.

Número de viajes: cantidad de viajes o ciclos que se deben realizar para poder distribuir los productos demandados hasta los clientes en dependencia de las capacidades de los medios de transporte; o cantidad de viajes que se pueden realizar dentro de la jornada laboral en dependencia de la duración de los ciclos.

Polivalencia: capacidad que tienen las personas o los medios de realizar más de una función o, en momentos específicos la facilidad que tengan para remplazar a otras personas o medios en el desempeño de una actividad diferente a la suya.

Posibilidad de reparación: disponibilidad con la que cuenta la entidad para reparar los medios que no se encuentren en el estado técnico necesario para su empleo, en correspondencia con la cantidad de las piezas de repuesto necesarias y las disponibles.

Tiempo de entrada: fecha de ingreso de los productos al sistema logístico.

Tiempo de salida: fecha de egreso del producto del sistema logístico.

Paso 4. Selección de la técnica para determinar la cantidad de recursos por subsistema

Para llevar a cabo esta tarea se recomienda seguir la lógica del algoritmo que se muestra en la figura 6. Este permite definir la técnica o método a utilizar para modelar los recursos por subsistema.

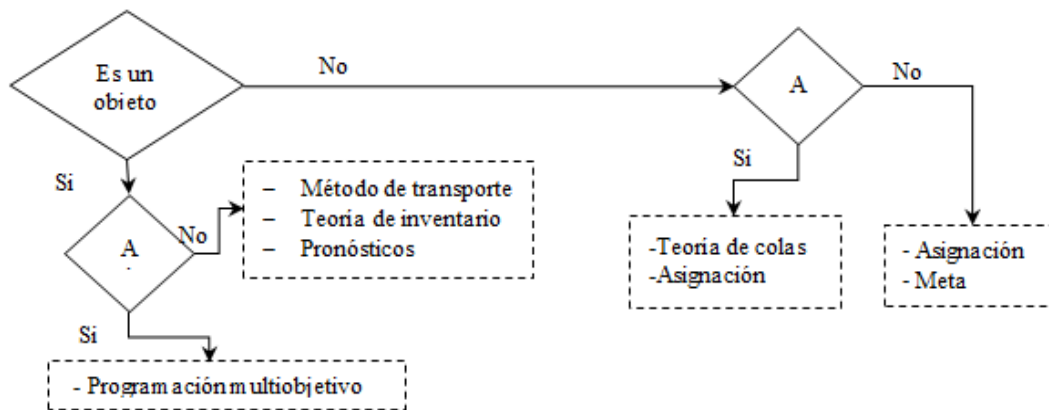


Fig. 4. Un algoritmo para decidir la técnica para determinar la cantidad de recursos

IV. DISCUSIÓN

Mediante los análisis realizados se demostró la necesidad de un enfoque metodológico para la modelación multicriterio, a través de la descripción de la situación de la modelación de los cuatro subsistemas del sistema logístico y los diferentes recursos que en este se gestionan. Con su desarrollo se pretende influya en la definición y logro de los objetivos generales de la organización y por consiguiente en la estrategia global para alcanzar las metas pendientes a satisfacer, este sin duda es decisivo en la definición los recursos humanos, medios e materiales, requeridos para cumplir los objetivos en el menor plazo posible. Por otra parte permitirá enfocar, en las empresas comercializadoras, los recursos que son limitados para que a partir de su aplicación se identifiquen las capacidades restrictivas o subutilizadas en su sistema logístico, influyendo positivamente en las toma de decisiones tácticas al relacionarse con la distribución de los recursos y las vías para lograr los objetivos de una forma racional. Como resultado de la identificación y selección de los recursos restrictivos del sistema logístico de una empresa comercializadora, se pueden organizar la división, agrupación, cooperación, coordinación e integración del trabajo combinando los recursos humanos, medios y materiales disponibles, creando un sistema de relaciones que asegure el desarrollo integral de la actividad que se dirige y la correlación efectiva de sus componentes, por lo que influye en la centralización de disponibilidad de recursos, sobre todo se promueve la integración de los procesos, actividades y subsistemas logísticos.

V. CONCLUSIONES

1. La modelación multicriterio de los recursos restrictivos con enfoque logístico requiere ser realizada bajo nuevos conceptos e instrumentos metodológicos que permitan integrar los conocimientos teóricos la gestión logística y la modelación matemática.
2. La investigación resumida en este artículo demostró la necesidad de un enfoque metodológico para la modelación multicriterio, a través de la descripción de la modelación matemática de los cuatro subsistemas del sistema logístico y los diferentes recursos que en este se gestionan.
3. El procedimiento diseñado para la modelación multicriterio de recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras, constituye un aporte científico importante para la integración entre la logística y las técnicas multicriterio. 📄

VI. REFERENCIAS

1. Najera AG, Bullinaria JA. An improved multi-objective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*. 2011;38(1):87-99. ISSN0305-0548. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2010.05.004>.
2. J S, Zhang G, Sha J. Optimal production planning for a multi-product closed loop system with uncertain demand and return. *Computers & Operations Research*. 2011;38(3):641-50. ISSN 0305-0548. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2010.08.008>.
3. Silvia MD, Silvia LT, Deus AD. UmaAnálise das Contribuições da Logística Reversa de Pós-Venda nasEstratégias da Cadeia de Suprimentos a través dos conceitos da Teoria das Restrições (TOC). *Journal of Engineering and Technology Innovation*. 2014;2(2):3-20. ISSN 2357-7797.
4. Soto de la Vega D, Vidal Vieira JG, VitorToso EA. Metodología para localización de centros de distribución a través de análisis multicriterio y optimización. *DYNA*. 2014;81(184):28-35. ISSN 0012-7353.
5. Pérez Rave J, Trujillo M, Castro G, et al. Modelación multicriterio del nivel de prevención de contaminación por mercurio en entidades odontológicas. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*. 2015;23(1):128-44. ISSN 0718-3305.
6. Costa R, Siluk J, Junior A, et al. A gestão da competitividade industrial por meio da aplicação dos métodos UP e multicritério no setor frigorífico de bovinos. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*. 2015;23(3):383-94,. ISSN 0718-3305.
7. Fernandez Bou AS, Soares de Mello JC. Análisis del método ordinal de decisión multicriterio del Veto. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería*. 2015;23(4):556-68. ISSN 0718-3305.

8. Acevedo Suárez J. Modelos y estrategias de desarrollo de la Logística y las Redes de Valor en el entorno de Cuba y Latinoamérica [Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias]. Cuba: Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"; 2008. Citado 20 de mayo de 2014. Disponible en: <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/>.
9. Marrero Delgado F, Asencio García J, Cespón Castro R, et al. Aplicación de la toma de decisiones multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. Ingeniería Industrial. 2001;22(3):21-5. ISSN 1815-5936.
10. Costa Salas YJ, Abreu Ledón R, Machado Osés C, et al. Asistencia decisión al en el proceso de optimización para el enrutamiento de vehículos. Ingeniería Industrial. 2010;31(1):1-7. ISSN 1815-5936.
11. Pérez Pravia MC. Modelo y procedimiento para la gestión integrada y proactiva de restricciones físicas en organizaciones hoteleras [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. Holguín, Cuba: Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya; 2010.
12. Lao León YO. Procedimiento para el perfeccionamiento de las funciones de la administración de operaciones en la EMPA Holguín [Tesis presentada en opción al título de Máster en Ingeniería Industrial. Mención Producción]. Holguín, Cuba: Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya; 2013. Citado 4 de mayo de 2014. Disponible en: http://www.researchgate.net/profile/Yosvani_Lao_Leon/publication/285414223_Procedimiento_para_el_perfeccionamiento_de_las_Funciones_de_la_Administracion_de_Operaciones_en_la_EMPA_Holguin/links/56aba0e508ae8f386569c5b7.pdf
13. Lopes Martínez I, González Carvajal A, Ruíz Alvarez D, et al. Problemas de codificación de productos que afectan la gestión de inventarios: Caso de estudio en empresas cubanas. DYNA. 2014;81(187):64-72. ISSN 0012-7353. DOI <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n187.40070>.
14. Saslavsky D, Shepherd B. Facilitating international production networks: The role of trade logistics. Journal of International Trade & Economic Development. 2014;23(7):979-99. ISSN 0963-8199. DOI <http://dx.doi.org/10.1080/09638199.2013.811534>.
15. Acevedo Urquiaga A. Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. Departamento de Ingeniería Industrial: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría; 2013.
16. Pardillo Baez Y. Modelo de Diseño de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría; 2013.
17. Gómez Acosta MI. La planificación y control del flujo logístico en empresas de producción contra pedidos de la Industria Mecánica [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría; 1997.
18. Betancor BA-J. Sistemas de distribución: avances en la gestión de inventarios [Tesis doctoral]. Tenerife, España: Universidad de la Laguna; 2005.
19. Feito Madrigal D. Procedimiento general para el diseño y la gestión de la cadena de suministro de los productos utilizados en el sector de las telecomunicaciones en Villa Clara [Tesis para optar por el título académico de Máster en Administración de Negocios]. Villa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas; 2007.
20. Gunnarsson H. Supply chain optimization in the forest industry [Doctoral Thesis]: Linköping University; 2007.
21. Cazull Imbert M. Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje: Métodos y procedimientos [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]: Universidad Central Marta Abreu de las Villas; 2008.
22. Meneses Marcel J. Perfeccionamiento de las rutas de distribución de la Empresa SuchelTrans para la provincia de Sancti Spíritus utilizando el método de Optimización por Colonia de Hormigas [Tesis en opción al título académico de Máster en Ingeniería Industrial]. Villa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2009.
23. Babiloni Griñon ME. Una metodología para la estimación eficiente del stock de referencia en políticas de revisión periódica con demanda discreta [Tesis Doctoral]. España: Universidad Politécnica de Valencia; 2009.

PROCEDIMIENTO PARA MODELAR RECURSOS RESTRICTIVOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS

24. Camargo Pérez J. Diseño de un Sistema Logístico para suplir la demanda de combustible en el Sistema de Transporte Masivo en Bogotá con biodiesel obtenido a partir de el piñón [Tesis para obtener el título de Máster en Diseño y Gestión de Procesos]. Colombia: Universidad de La Sabana; 2009.
25. Vinajera Zamora A. Modelo conceptual y procedimiento para mejorar el nivel de servicio al cliente en cadenas cubanas de suministro de productos electromecánicos en Cuba: caso contadores de energía eléctrica de la EPEM de Villa Clara [Tesis en opción al título académico de Máster en Ingeniería Industrial]. Villa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas; 2011.
26. Díaz Batista JA, Pérez Armayor D. Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro. Ingeniería Industrial. XXXIII(2):126-32. ISSN 1815-5936.
27. Wu HH, Lee AH, Tsai TP. A two-level replenishment frequency model for TOC supply chain replenishment systems under capacity constraint. Computers & Industrial Engineering. 2014;72:152-9. ISSN 0360-8352. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2014.03.006>
28. Godinho M, Uzsoy R. Assessing the impact of alternative continuous improvement programmes in a flow shop using system dynamics. International Journal of Production Research. 2014;52(10):3014-31. ISSN 0020-7543. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.860249>
29. Badri SA, Ghazanfari M, Shahanaghi K. A multi-criteria decision-making approach to solve the product mix problem with interval parameters based on the theory of constraints. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2014;70(5-8):1073-80. ISSN 0268-3768. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-013-5360-8>.
30. Tanhaei F, Nahavandi N. Algorithm for solving product mix problem in two-constraint resources environment. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2013;64(5-8):1161-7. ISSN 0268-3768. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-012-4054-y>
31. Berumen SA, Llamazares Redondo F. La utilidad de los metodos de decision multicriterio (como el AHP) en el entorno de competitividad creciente. Cuadernos de Administración. 2007;20(34):65-87. ISSN 0272-6963.
32. Cruz Ramírez M, Martínez Cepena MC. Perfeccionamiento de un instrumento para la selección de expertos en las investigaciones educativas. Revista Electrónica de Investigación Educativa. 2012;14(2):167-79. ISSN 1607-4041.