

Gestión de restricciones físicas a través de indicadores logísticos

Management of physical constraints through logistic indicators

<https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.24.5313>

Yosvani Orlando Lao-León¹

Milagros Caridad Pérez-Pravia²

Andrés Antonio Borges Sánchez³

Ingrid Steffanell De León⁴

RESUMEN

En este artículo se propone un proceder para la gestión de las restricciones físicas en los sistemas logísticos en empresas comercializadoras, que sigue la filosofía general de la Teoría de las Restricciones y utilización de indicadores logísticos como principal herramienta. Para evidenciar su pertinencia se presenta un caso de aplicación en una entidad comercializadora en Cuba. Se obtuvo un conjunto de indicadores de gestión logística que miden el desempeño de la entidad, y en función de estos se determinaron los recursos restrictivos que afectan su efectividad. A partir de su identificación se logró elevar la restricción física del sistema logístico.

Palabras Clave: Restricciones físicas, sistema logístico, empresa comercializadora, indicadores logísticos.

ABSTRACT

In this paper, a process for managing physical constraints in the logistic systems is proposed, following up the general philosophy of the Theory of Constraints and applying logistic indexes as a main instrument. In order to show its relevance, a case of study in a trading enterprise in Cuba is shown up. A group of indexes for logistic management that measure the performance of the enterprise was obtained and, in terms of these, it was determined the restrictive resources that affect its effectiveness. Due to its identification, it was possible to rise the physical constraint of logistic system.

Keywords: Physical constraints, logistic system, trading enterprise, logistic indicators.

1. Doctor en Ingeniería Industrial. Ingeniero Industrial. Profesor Auxiliar. Departamento de Comercialización de Servicios Académicos. Universidad de Holguín. Ave. XX Aniversario, Piedra Blanca, CP 80100. Holguín, Cuba. E-mail: ylaol@uho.edu.cu

2. Doctora en Ciencias Técnicas. Master en Matemática e Informática Aplicada a la Administración. Ingeniera Industrial. Profesora Titular. Facultad de Ciencias Empresariales y Administración. Universidad de Holguín. Ave. XX Aniversario, Piedra Blanca, CP 80100. Holguín, Cuba. E-mail: mpp@uho.edu.cu

3. Ingeniero Industrial. Profesor Instructor. Facultad de Ciencias Empresariales y Administración. Universidad de Holguín. Ave. XX Aniversario, Piedra Blanca, CP 80100. Holguín, Cuba. E-mail: a.borges@uho.edu.cu

4. Especialista en estudios pedagógicos y en Física general. Doctorante en ciencias técnicas. Ingeniera Química. Docente y Jefe de Área Básica. Facultad de Ingeniería Universidad Libre de Colombia, seccional Barranquilla. E-mail: ingridh.erikas@unilibre.edu.co

Cómo citar: I. Steffanell De León, Y. Lao-León, M. Pérez-Pravia, y A. Borges Sánchez, Gestión de restricciones físicas a través de indicadores logísticos, ingeniare, n.º 24, pp. 99-122, may 2018.

Fecha de recepción: 12 de Enero de 2018 | Fecha de aceptación: 9 de Abril de 2018

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la logística como filosofía y los sistemas logísticos en las empresas, juegan un papel fundamental en la actualidad para alcanzar estos resultados. En su concepto moderno, según [1], se describe como la acción del colectivo laboral, dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos material, informativo y financiero, en subsistemas que los componen. Para lograr que los productos estén disponibles en el momento y lugar oportuno, como respuesta a la necesidad de maximizar la oportunidad para el cliente, mejorar la rentabilidad del servicio, disminuir los costos y conservar su calidad.

Las empresas comercializadoras juegan entonces un papel importante en la conexión productor-cliente de la cadena de suministros. La cual se debe concebir como una cadena armónica de procesos que inicia y concluye en el cliente final [2];[3]. Al gestionar la cadena de suministros se hace referencia a la planificación, organización y control de los procesos que la integran, donde igualmente se tienen en cuenta recursos y flujos que se manifiestan, permitiendo robustecer el valor agregado del producto [4];[5].

La gestión logística constituye en la rama de la ciencia empresarial moderna un elemento de vital importancia en el logro de eficiencia y eficacia de las organizaciones comercializadoras, que funcionan como operadores logísticos por naturaleza, que permiten brindarle al cliente los servicios que les garantizan el producto en cantidades demandadas, con la calidad requerida y en el tiempo y espacio oportuno, en una concepción actual [6].

Lo anterior presupone que los directivos deben desarrollar métodos y técnicas que tributen a la eficiencia y eficacia de las producciones y/o servicios, garantizando un desempeño superior de las organizaciones, en un entorno muy dinámico, cambiante y cada vez más competitivo. Con ese fin se establece la importancia de los procesos de mejoramiento continuo para el logro de los objetivos organizacionales; por lo tanto se han desarrollado diferentes herramientas encaminadas a la creación de una nueva cultura administrativa con la finalidad de ampliar la búsqueda y el progreso de los procesos de calidad, tanto en la utilización de recursos como en solución de problemas y en gestión de resultados. Entre las diferentes filosofías y estrategias se considera oportuno destacar la Teoría de Restricciones (TOC, por sus siglas en inglés), desarrollada por el doctor Eliyahu Goldratt en 1983, la cual es una filosofía de la administración y de la gestión institucional, que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados y objetivos de manera lógica y sistemática, enfocándose en la restricción que impide a la organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su meta [7].

Según Goldratt [8], la gestión de las restricciones se traduce como "...el conjunto de acciones que se desarrollan sobre los elementos que impiden a una empresa mejorar en relación con un fin que se persigue. De este concepto se deriva la TOC como una propuesta que plantea que la determinación del óptimo de los resultados de un sistema no es igual a la suma de los óptimos locales, sino que los resultados del sistema estarán condicionados al máximo de capacidad del área restrictiva. Lo que quiere decir que el ritmo de los trabajos que se realizan en el sistema, deberán ser ejecutados al ritmo en el que puedan desempeñarse las áreas o puntos con restricciones; esto va a implicar que en algunos momentos existan áreas de trabajo en las cuales no se estén ejecutando labores, pues por poseer una capacidad productiva superior a la de la restricción tenerla trabajando sería sinónimo de generación de desperdicio [9];[10].

La TOC establece un enfoque innovador de los que dispone actualmente la administración obteniendo una rápida difusión y amplia aplicación en el mundo empresarial, debido a su resultado exitoso en diversas empresas en muchos países y en todas las áreas: operaciones (bienes y servicios), gestión de proyectos, toma de decisiones, marketing y ventas, gestión estratégica y recursos humanos [11];[12]. Lo anterior justifica la gestión de los sistemas logísticos mediante la gestión de sus restricciones físicas [13];[14].

Los autores de varias investigaciones han abordado la TOC, donde de forma general tratan el tema de la gestión de las restricciones físicas asociadas a uno u otro de los procesos de la cadena logística aisladamente, [10] propone un modelo y procedimiento capaz de integrar los diferentes elementos de la cadena logística incorporándole el carácter proactivo e integrador en la gestión logística de instalaciones hoteleras. De forma general se evidencia que aún son incipientes las investigaciones científicas que traten como temática la gestión de restricciones físicas asociada a toda la cadena logística [16];[17].

Las empresas cubanas requieren en condiciones actuales y futuras de la utilización de estos conceptos para obtener producciones y servicios con relevante eficiencia, que permitan el desarrollo del país y la inserción de sus productos en el mercado internacional. En este proceso de transformaciones, una correcta gestión logística le permite a la organización brindarles un mayor nivel de servicio a sus clientes, esto a su vez, garantiza ventajas competitivas sobre otras. Muchos autores han trabajado la gestión logística y han realizado múltiples propuestas, entre ellas están las referentes a la gestión de restricciones aplicadas a la logística.

Como empresa cubana actual que se proyecta en función del nuevo modelo económico del país, se propone dentro de sus principales objetivos, mantener un elevado nivel de competitividad y eficiencia en sus procesos, cumplir con los compromisos de ingresos con su Ministerios y elevar el nivel de satisfacción de sus clientes. Como su nombre lo indica, actividad principal de la entidad es producir y comercializar productos de talabartería a partir de materiales naturales o sintéticos, y textiles, como son: mochilas, maletines, portafolios, merenderos, gorras, cintos, entre otros. Además, se elaboran sombrillas y bisutería, así como de productos a partir del látex natural, sus derivados y diversos polímeros.

Como actividad secundaria brinda el servicio de distribución mayorista y a detalle, en función de los intereses y posibilidades de cliente y el proveedor. Esta investigación se desarrolló en la Distribuidora de la Unidad Empresarial de Base de Las Tunas (UEB 209), dado que es la entidad dedicada a la comercialización de las producciones transferidas desde los talleres y fábricas, sustentada en su estructura como empresa comercializadora y pertinente para el desarrollo de esta investigación, por la importancia que revisten sus resultados para la empresa en su conjunto.

De la revisión de informes en cuanto a los sistemas de gestión en la UEB 209 con cierre 2015, se infirieron síntomas que denotan deficiencias en su gestión logística, estos se relacionan a continuación:

-Incumplimientos en las entregas a los clientes, en cantidades y fechas de los productos pactados en contratos, de acuerdo al cronograma de entrega, ocasionado mayormente por la falta de materias primas

para las producciones que se traduce en la no disponibilidad de productos de la UEB 209 para cumplir con sus compromisos contractuales.

-Insuficiente distribución de las mercancías en un 17,85% fundamentalmente por el bajo Coeficiente de Disponibilidad Técnica de los vehículos, a causa de su obsolescencia.

-Se dificulta el trabajo con los clientes en la concertación de pedidos, trámites contractuales, coordinación de descargas de mercancías, conciliaciones y demás acciones que afectan los procesos de ventas y distribución de mercancías, al no estar completa la plantilla de vendedores por provincias.

Estos síntomas que presenta la entidad objeto de estudio se corresponden con el alcance de esta investigación, lo que permite concluir que las deficiencias en la gestión logística de la UEB 209, condicionadas por restricciones físicas en su sistema logístico, afectan su nivel de servicio al cliente, expresado en la eficiencia y eficacia del sistema, lo cual constituye el problema a resolver. En consecuencia, el objetivo que se plantea en este artículo es aplicar un procedimiento que permita gestionar las restricciones físicas en el sistema logístico de la UEB 209.

MÉTODO

Existen diversos enfoques de mejora continua como forma de gestionar los recursos dentro de las organizaciones en pos de su perfeccionamiento, de tal manera, como elemento distintivo para la gestión logística se encuentra la TOC, atendiendo a que esta se orienta al flujo logístico, a la necesidad de adopción de un enfoque de proceso, su alto nivel de integración, tener como objetivo final el logro de la eficiencia y la eficacia de la organización, es la más adecuada como filosofía de mejora para ser aplicada a la gestión logística de las organizaciones [15].

La TOC es una de las teorías más conocidas creada para enfocar problemas crónicos en la industria, incluyendo distribución, ingeniería, finanzas, ventas comercializadoras, estrategia y gestión de cambio. Esta es también conocida como el Proceso de Pensamiento, que es aplicable en cualquier situación de resolución de problemas [18].

La TOC posee un amplio rango de implementación. "La teoría puede aplicarse en: la producción, logística, cadenas de suministro, distribución, gestión de proyectos, contabilidad, investigación y desarrollo, ventas, marketing y más. Su idea central es que todo sistema posee al menos un punto débil..." [19]. Los procesos de pensamiento descritos en la TOC se han aplicado en diferentes áreas: en Gestión Empresarial [20]; [21]; [22]; [23]; [24], en la Gestión Económico Financiera [25]; [26]; [27]; [28], en la Administración de Operaciones [29] [30]; [31]; [32]; [33]; [27]; [34]; [24]; y en la Logística Empresarial [35]; [36]; [37]; [38]; [39] [40] no obstante, los autores consideran insuficiente su tratamiento metodológico.

Cuando se analiza la TOC su principio básico enfatiza la importancia de identificar y eliminar los cuellos de botella (restricciones) en los procesos que se gestiona, no solo para aumentar productividad, sino como herramienta para medir y controlar el flujo de materiales. El único problema es cómo identificar en verdad estas restricciones [41]. Los eslabones más débiles dentro de las empresas los conforman limitaciones, ellas son las que determinan su rendimiento global. “Todo sistema debe tener, al menos, una limitación”. [42]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de los indicadores de gestión logística a utilizar

Para seleccionar los indicadores se tomó en cuenta lo planteado por [10], se construyó la tabla 1.1, con las propuestas de indicadores de gestión logística, que además cumplieran requisitos planteados en la orientación de esta tarea. A continuación se relacionan los indicadores seleccionados por el grupo de cambio para el desarrollo de esta experiencia investigativa.

Tabla 1.1. Indicadores asociados a los subsistemas logísticos y variables que los definen

Subsistema	Indicadores	Variables
Aprovisionamiento	I1= Capacidad de recepción de la demanda	V1= Cantidad de productos demandados V2= Capacidad de recepción
	I2= Capacidad de volumen de recepción.	V3= Volumen de productos demandados V4= Capacidad en Volumen de recepción
	I3= Capacidad de transferencia de la demanda	V3 y V5= Capacidad de transportación
	I4= Aprovechamiento de la fuerza de trabajo en la recepción	V3 y V6= Capacidad de recepción por hombre
	I5= Aprovechamiento de tiempo de recepción	V7= Tiempo real empleado en recepción V8= Tiempo disponible para recepción
	I6= Aprovechamiento de tiempo disponible	V7 y V9=Tiempo total disponible
	I7= Capacidad diaria de recepción.	V1 y V10 = Capacidad diaria de recepción
Almacenamiento	I8= Rotación productos en almacén	V11=Cantidad de Productos Vendidos V12= Cantidad de productos almacenados
	I9= Aprovechamiento de la capacidad almacenamiento	V13=Volumen utilizado V14= Volumen disponible
	I10= Capacidad de Movimiento de Mercancías	V15= Unidades manipuladas V16= Cantidad máx. posible a manipular
	I11= Aprovechamiento del área disponible	V17= Área utilizada V18= Área Disponible
	I12= Aprovechamiento jornada laboral	V19= Horas de trabajo utilizadas V20= Horas de trabajo disponible
	I13= Aprovechamiento tecnológico	V21=Horas utilización equipos V22= Horas de equipo disponible
	I14= Capacidad de movimiento por su peso	V23=Peso de productos manipulados V24= Peso máximo posible a manipular
Distribución	I15= Cumplimiento de los despacho	V25= Cantidad de productos facturado V26= Capacidad de despachos
	I16= Aprovechamiento de la capacidad del transporte	V25 y V27= Capacidad distribución vehículos
	I17= Capacidad de transportación	V28=Cantidad de mercancías vendidas V29= Ciclos de transportación
	I18= Utilización del tiempo de trabajo	V20 y V30= Horas de trabajo con carga
	I19= Aprovechamiento jornada laboral	V20 y V31= Horas de trabajo utilizadas
	I20= Aprovechamiento del transporte por capacidad	V32= Kilómetros recorridos con carga V33= total de kilómetros recorridos
	I21= Capacidad de transporte por su peso	V34= Peso distribuido V35= Capacidad en peso de los vehículos

Fuente: Elaboración de los autores

Para seleccionar indicadores con los cuales se va a trabajar en la investigación, se determinaron pesos otorgados por los miembros del grupo de cambio a cada indicador, a través del método de Entropía, como se muestra a continuación en la tabla 1.2.

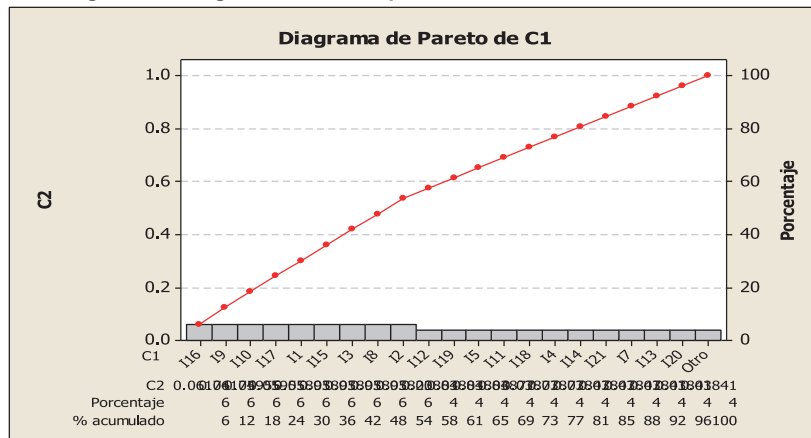
Tabla 1.2 Determinación de los pesos por el método de Entropía

Indicador	Criterios							Normalización							Ej	Dj	Wj
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7			
I1	1	2	1	3	2	1	1	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.15	0.85	0.06
I2	2	1	2	2	1	1	3	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.16	0.84	0.06
I3	1	1	3	1	2	1	2	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.15	0.85	0.06
I4	8	7	9	8	7	9	7	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.44	0.56	0.04
I5	9	8	7	8	6	9	8	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I6	8	7	8	9	7	9	8	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I7	9	8	8	7	9	8	7	0.08	0.08	0.07	0.06	0.09	0.07	0.07	0.44	0.56	0.04
I8	2	1	1	3	1	2	1	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.15	0.85	0.06
I9	1	1	1	1	1	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.89	0.06
I10	1	2	1	1	2	1	2	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.14	0.86	0.06
I11	8	7	9	8	7	9	7	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.44	0.56	0.04
I12	9	8	7	8	6	9	8	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I13	8	7	8	9	7	9	8	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I14	9	8	8	7	9	8	7	0.08	0.08	0.07	0.06	0.09	0.07	0.07	0.44	0.56	0.04
I15	2	1	1	3	1	2	1	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.15	0.85	0.06
I16	1	1	1	1	1	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.89	0.06
I17	1	2	1	1	2	1	2	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.14	0.86	0.06
I18	8	7	9	8	7	9	7	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.44	0.56	0.04
I19	9	8	7	8	6	9	8	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I20	8	7	8	9	7	9	8	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.44	0.56	0.04
I21	9	8	8	7	9	8	7	0.08	0.08	0.07	0.06	0.09	0.07	0.07	0.44	0.56	0.04
Totales	114	102	108	112	100	116	104										

Fuente: Elaboración de los autores

Se presentan los resultados obtenidos por el método de Entropía, para la aplicación del Pareto (procesado en el software MiniTab 17), a partir del cual se seleccionaron indicadores I1, I2, I3, I8, I9, I10, I15, I16, I17, como seleccionados para la investigación por el grupo de cambio, tal como se muestra a en la figura 1.1.

Figura 1.1. Diagrama de Pareto para la selección de los indicadores



Fuente: Elaboración de los autores

Como se puede apreciar en la figura 1.1, el corte se hace en el cambio de pendiente de la función, denotándose una diferencia en el comportamiento de criterios de los expertos del grupo de cambio. A continuación, se elaboraron las fichas técnicas para cada uno de los indicadores logísticos seleccionados, a partir de variables definidas como las más importantes en los subsistemas logísticos.

Tabla 1.3. Ficha técnica del indicador logístico Capacidad de recepción de la demanda

Indicadores Logísticos		
Subsistema Logístico: Aprovevisionamiento		
	Nombre del Indicador:	
	Capacidad de recepción de la demanda	
Fecha Revisión:	Página: 1	
Fecha Aprobado:	Documento 001	
Objetivo		
Controlar la capacidad de recepción de mercancía para cubrir la demanda de mercancías necesarias para cumplir el plan de ventas del período evaluado		
Definición		
Resultado de la relación entre la cantidad de productos demandados y la capacidad de recepción		
Cálculo	Fuentes información:	
$I_{CRD} = \frac{D}{C} \frac{e}{a} \frac{dmme}{\phi} \frac{ae}{rae} \frac{n}{ce}$	Versat Sarasola. Módulo: Facturación y Proceso de Planificación en la entidad	
Periodicidad:	Unidad de medida:	Responsable:
mensual	adimensional	Departamento de Ventas
Resultados:		
Referencia:		
Si $I_{CRD} < 1$: existe de recepción para cubrir la demanda de mercancías		
Si $I_{CRD} = 1$: situación de balance ideal del indicador		
Si $I_{CRD} > 1$: no existe capacidad de recepción para cubrir la demanda de estas.		
Causas de las desviaciones.		
Las causas están referidas con el aprovisionamiento de las mercancías para la venta, este indicador se puede calcular por tipos de productos para un nivel más detallado de información		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Fuente: Elaboración de los autores

Identificación de las restricciones físicas

Evaluar resultados en Indicadores de Gestión logística seleccionados

En esta fase comenzó el proceso de mejora continua, donde se hizo necesario partir de un estadio inicial para analizar los resultados de indicadores de gestión logística, a partir de las mediciones de las variables diseñadas para cada uno de estos indicadores.

Los resultados de la UEB 209 que fueron tomados como base para la determinación de los indicadores de gestión logística, correspondieron a los meses de enero a mayo de 2016, los cuales se relacionaron en la tabla 1.4 que a continuación se presenta:

Tabla 1.4. Resultados de la estimación de los indicadores logísticos en los meses de enero a abril de 2016

Indicador	Resultado	Valoración	Análisis de causas
I ₁ :Capacidad de recepción de la demanda	0.765	<1. Se puede recepcionar la demanda en cantidades de mercancías por el almacén	Existe cobertura para un aumento de los niveles de actividad en la demanda por cantidades de mercancías.
I ₂ :Capacidad de volumen de recepción	0.825	<1. Se puede recepcionar la demanda de/en volumen de mercancías por el almacén	Existe cobertura para un aumento de los niveles de actividad en la demanda. Por volumen de mercancías
I ₃ :Capacidad de transferencia de la demanda	1.37	>1. No es suficiente los niveles de transportación para transferir toda la demanda.	Los medios de transporte no son suficientes para cubrir la cantidad de mercancías demandadas.
I ₈ :Rotación productos en almacén	1.14	>1. No es suficiente la capacidad de almacenamiento para las mercancías a comercializar	Los medios de almacenamiento no satisfacen las capacidades para los niveles de actividad de la comercialización.
I ₉ :Aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento	0.888	<1. No se utiliza toda la capacidad tecnológica de almacenamiento.	Las paletas puestas en los estantes no se completan en la totalidad de su volumen.
I ₁₀ :Capacidad de movimiento de mercancías	1.101	>1. Se requiere sobre explotar los niveles de manipulación por el hacinamiento en el almacén	La ubicación en pasillos de la mercancía obliga a exceder los niveles de manipulación necesarios para el acomodo de la mercancía.
I ₁₅ :Cumplimiento de los despachos	0.96	<1. Se puede despachar la facturación de las cantidades de mercancías para la distribución.	Es suficiente la capacidad de despacho para la distribución a los clientes.
I ₁₆ :Aprovechamiento de la capacidad del transporte	1.53	>1. Los niveles de facturación son mayores que la capacidad de distribución por los medios de transporte.	No son suficientes los medios de transporte para asumir la distribución de la mercancía a los clientes.
I ₁₇ : Capacidad de transportación	2.14	>1. Los niveles de facturación son mayores que los ciclos de distribución.	No son suficientes los medios de transporte para completar los ciclos de distribución de la mercancía a los clientes.

Fuente: Elaboración de los autores

Para el cálculo de los indicadores se hizo inicialmente la estimación de las variables, algunas se pudieron obtener directamente de los resultados tabulados en las informaciones de la entidad; otras hubo que deducirlas a partir de ecuaciones que se relacionan a continuación:

Cantidad de productos demandados estimada para la investigación

$$CPD = \sum (CPD_{CADENASTIENDAS} + CPD_{ORGANISMOS} + CPD_n) \quad (1)$$

Capacidad de recepción CR estimada para la investigación

$$CR = \frac{\text{Cant PromdMercRecibenMes}}{\text{Tiempo empleado para hacerlo}} \times \text{TiempoTotal} \quad (2)$$

Volumen de productos demandados VPD estimada para la investigación

$$VPD = \sum (\text{Prod}_n \times V_{PRODn} \times \text{CantDem}_{PRODn}) \quad (3)$$

Capacidad en Volumen de recepción: se determina mediante las dimensiones del área de Recepción del Almacén.

Capacidad de transportación CT estimada para la investigación:

$$CT = \left(\sum_n \frac{\text{Prom Capacidad Carga}}{\text{Carga Unitaria}} \right) \times \text{CantTotalProductos} \quad (4)$$

La Cantidad de Productos Vendidos se obtiene del Reporte de Ventas por productos y cantidades que posee la entidad.

Cantidad de productos almacenados se obtiene del Reporte de existencia en el almacén

Volumen utilizado Almacén VUA estimada para la investigación:

$$VUA = \left(\sum_n \frac{\text{CantidadProductos}}{\text{CantidadFormato}} \right) \times \text{DimensionesEmbalaje} \quad (5)$$

Volumen disponible se obtiene de las Dimensiones del Almacén, con sus medios de almacenamiento como los estantes.

Unidades manipuladas $UManp$ estimadas para la investigación

$$UManp = \sum \text{ProdRecibidos} + \sum \text{ProdDespachados} + \sum \text{ProdInventariados} \quad (6)$$

Cantidad máx unidades posible a manipular $UMaxManp$ estimada para la investigación

$$UMaxManp = \frac{UManp}{\text{TiempoRealUtilizado}} \times \text{TiempoTotalTrabajo} \quad (7)$$

Cantidad de productos facturado se obtiene del Reporte de Ventas por productos y cantidades que posee la entidad.

Capacidad de despachos $CDesp$ estimada para la investigación

$$CDesp = \frac{\sum \text{ProductosPromdDespachados}}{\text{TiempoRealUtilizado}} \times \text{TiempoTotalTrabajo} \quad (8)$$

Volumen de mercancías facturadas VM_{Fact} estimada para la investigación

$$VUA = \left(\sum_n^1 \left(\frac{CantidadProductos}{CantidadFormato} \right) \times DimensionesEmbalaje \right) \quad (9)$$

Capacidad de los vehículos de distribución CVD en volumen estimada para la investigación

$$CVD = \sum_n^1 (Vehiculo_n \times Dimensiones(n) \circ CoefDispTec) \quad (10)$$

Cantidad de mercancías vendidas se obtiene del Reporte de Ventas por productos y cantidades de la entidad.

Ciclos de transportación CT estimada para la investigación

$$CT = \sum_n^1 \left(\frac{CantidadPromdMercanciasVehiculo_n}{TiempoPromdCiclosDistribucio} \right) \times Tiempototaldistribucion \quad (11)$$

Identificación de las restricciones físicas a partir de la construcción del ARA

Para la construcción de ARA se realizan sesiones de trabajo del grupo de cambio. Con las variables involucradas se determinan los recursos asociados a estas, clasificados en sus dimensiones fundamentales: de fuerza de trabajo, medios de trabajo y objetos de trabajo. Paso importante pues sobre la base de estos se determinaron las restricciones del sistema como se muestra en la tabla 1.5.

Tabla 1.5. Relación de las variables con los recursos del Sistema Logístico

Variables	Fuerza de trabajo	Medios de trabajo	Objeto de trabajo
Cantidad de productos demandados	Comerciales	Medios informáticos y documentales	Mercancías
Volumen de productos demandados			
Capacidad de recepción	Estibadores y operario de montacargas	Pesas, Transpaletas, Montacargas	
Capacidad en Volumen de recepción	-	Capacidad de almacenamiento	-
Capacidad de transportación	Estibadores, Chóferes y Distribuidores	Capacidad dinámica de los vehículos	Mercancías
Cantidad de Productos Vendidos	Estibadores	Medios informáticos y documentales	
Cantidad de productos almacenados	-	Mercancías	-
Volumen utilizado	-	Capacidad de almacenamiento	-
Volumen disponible	-		-
Unidades manipuladas	Estibadores	Capacidad dinámica de los vehículos	Mercancías
Cantidad máximo unidades posible a manipular			
Cantidad de productos facturado		Medios informáticos y documentales	
Capacidad de despachos	-	Capacidad de almacenamiento	-
Volumen mercancías facturadas	Estibadores	Medios informáticos y documentales	Mercancías
Capacidad de los vehículos de distribución volumen	Chofer-distribuidor	Capacidad de los vehículos	
Cantidad de mercancías vendidas	Estibadores	Medios informáticos y documentales	
Ciclos de transportación	Chofer-distribuidor		

Fuente: Elaboración de los autores

Se hace una lista de los recursos y se expresa cada uno como deficiencia o efecto no deseado, y la relación de cada uno con el resto, manteniendo la condición de causa efecto entre ellos, los que se representan en la tabla 1.6 que a continuación se presenta.

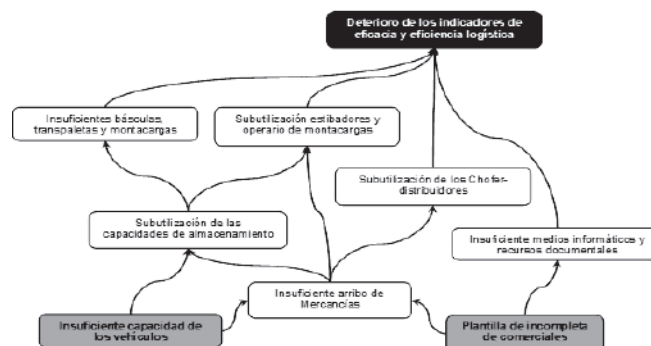
Tabla 1.6. Relación causa efectos entre los recursos del sistema logístico

Recurso	Deficiencias	Relación causa efecto
Básculas, transpaletas y montacargas	Insuficientes básculas, transpaletas y montacargas.	Deterioro de los indicadores de eficacia y eficiencia logística
Estibadores y operario de montacargas	Subutilización estibadores y operario de montacargas.	Deterioro de los indicadores de eficacia y eficiencia logística
Chofer-distribuidores	Subutilización de los chofer-distribuidores	Deterioro de los indicadores de eficacia y eficiencia logística
Capacidades de almacenamiento	Subutilización de las capacidades de almacenamiento	Insuficientes básculas, transpaletas y montacargas Subutilización estibadores y operario de montacargas
Medios informáticos y recursos documentales	Insuficiente medios informáticos y recursos documentales	Deterioro de los indicadores de eficacia y eficiencia logística
Capacidad de los vehículos	Insuficiente capacidad de los vehículos	Subutilización de las capacidades de almacenamiento Insuficiente arribo de Mercancías
Mercancías	Insuficiente arribo de mercancías	Subutilización de las capacidades de almacenamiento Subutilización estibadores y operario de montacargas Subutilización de los Chofer-distribuidores
Plantilla de comerciales	Plantilla de incompleta de comerciales	Insuficiente arribo de Mercancías Insuficiente medios informáticos y recursos documentales

Fuente: Elaboración de los autores

A partir de estas relaciones se construye el ARA, donde el grupo de cambio, siguiendo el procedimiento, hace lecturas reiteradas de este, buscando la correcta interrelación entre los recursos. Como resultado, se presenta la figura 1.2, donde se representa el ARA para esta etapa del procedimiento.

Figura 1.2. Árbol de Realidad Actual de los recursos restrictivos.



Fuente: Elaboración de los autores

Los recursos que se distinguen como causas raíces son: la Insuficiente capacidad de los vehículos y la plantilla incompleta de comerciales. De estas, para la investigación, el grupo de cambio consideró que sobre la segunda no se puede actuar porque el nivel de aprobación de la plantilla es a nivel de Empresa Nacional, aunque quedó evidenciado en el Epígrafe 1.5, la influencia de la falta de comerciales en las provincias de Granma y Guantánamo sobre el nivel de satisfacción al cliente expresado en las acciones comerciales. Por tanto, es el primero asumido como la restricción física del sistema, donde es causa y sub-causa directa de las deficiencias asociado a restricciones de capacidad, por lo que resulta más apropiada su determinación para la aplicación del procedimiento.

Conducción de las restricciones físicas

Subordinar a las restricciones

En esta etapa se ajustó el comportamiento del sistema logístico en función del recurso restrictivo, para lo cual se determinó la capacidad del sistema al recurso: Insuficiente capacidad de los vehículos, que se comportó como la restricción física. Se calculó a partir del recurso restrictivo el resto de las capacidades del sistema, utilizando para esto las expresiones matemáticas para calcular las variables que definen los indicadores logísticos.

I16= Aprovechamiento de la capacidad del transporte

$$I_{16} = \frac{V_{25}}{V_{27}} \quad (12)$$

La variable V25 (Cantidad de productos facturado) se obtiene directamente de los sistemas informativos de la entidad, y está referida a la mercancía vendida en el período de tiempo estudiado, por lo cual se mantienen constante para el cálculo de las nuevas capacidades.

V27= Capacidad distribución vehículos

$$V_{27} = CDT \cdot \left[\sum_v^1 (CCC_v) \right] \quad (13)$$

(14)

Donde

v: cantidad de vehículo.

CDT: coeficiente de disponibilidad técnica, se determina por

$$CDT = \frac{\text{Cantidad.de.equipos.trabajando}}{\text{Parque.total.de.equipos}} \quad (15)$$

y CCCv: capacidad de carga en cantidades, se determina por:

$$CCC_v = V_v \cdot \left(\sum_f^1 \frac{CPF \cdot PD}{VF_f} \right) / f \quad (16)$$

(17)

Donde:

V_v es el volumen nominal de cada vehículo, CPF es la cantidad de productos que se envasa en cada tipo de formato,

VFF es el volumen de cada tipo de formato,

PD es el peso de los productos sobre la demanda total por cantidades, que se emban de ese formato, y f es la cantidad de formatos.

Para la determinación de la variable V27, se calculó primeramente la relación matemática (17), para los tres tipos de formatos de embalaje fundamentales con los cuales se trabaja en la UEB 209, tabla 1.8, para determinar entonces por la relación matemática [27](16), los cuales se reflejan en la tabla 1.7. Luego, para los cinco vehículos de transportación de mercancías, se calculó la relación matemática [26](14) a partir de su volumen nominal, determinado posteriormente la relación matemática Hajek [21](13), las cuales se muestran en la tabla 1.9, donde el coeficiente de disponibilidad técnica en el período fue de 0.92, determinado por la relación matemática [13](15). Se calculó el valor del reto de las variables en función de los recursos restrictivos del sistema como muestra la tabla 1.10, estableciendo se subordinación de los recursos.

Tabla 1.7. Determinación de la capacidad distribución vehículos (V27)

Tipos de Formato	Volumen del Formato (m ³)	Relación 3.6
F1(Talabartería grande)	= 0,50 · 0,50 · 0,80 = 0,20	= (20 / 0,20) · 0,338 = 33,8
F2(Talabartería mediana)	= 0,40 · 0,40 · 0,60 = 0,096	= (25 / 0,096) · 0,119 = 30,94
F3(Talabartería pequeña)	= 0,25 · 0,25 · 0,30 = 0,01875	= (60 / 0,01875) · 0,042 = 134,4
Relación 3.5	Unidad: uf/ m³	= (33,8+30,94+134,4)/3 = 66,38

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 1.8. Determinación de la capacidad distribución vehículos (V27)

Tipos de Formato	Productos que agrupa
F1(Talabartería grande)	Maletín económico
	Maletín no económico
	Maleta de Viaje
	Programas especiales
	Medios de Protección
	Sombrilla o Paragua
	Sombrilla de Playa
F2(Talabartería mediana)	Mochilas no económicas
	Mochilas económicas
	Bolsos Económicos
	Bolsos no económicos
	Portafolio económico
	Portafoliono económico
	Carteras
F3(Talabartería pequeña)	Riñonera
	Cinto
	Gorras y Viseras
	Merenderos económicos
	Merenderos no económicos
	Monederos
	Billeteras económicas
	Billeteras no económicas

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 1.9. Determinación de la capacidad distribución

Vehículo	Volumen del Vehículo (m ³)	Relación 3.3
Panel Mercedes Benz	= 1,4 · 1,6 · 3,2= 7,168	= 7,168 · 66,38 ≈ 475
Furgón Mercedes Benz	= 2,4 · 2,1 · 3,4= 17,14	= 17,14 · 66,38 ≈ 1137
Furgón Mercedes Benz	= 2,4 · 2,1 · 3,4= 17,14	= 17,14 · 66,38 ≈ 1137
CIL 130 Furgón	= 2,4 · 2,3 · 4,8= 26,496	= 26,496 · 66,38 ≈ 1758
CIL 130 Furgón	= 2,4 · 2,3 · 4,8= 26,496	= 26,496 · 66,38 ≈ 1758
Relación 3.2	Unidad: uf	= 0,92 · 6268,91 ≈ 5767

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 1.10. Variables subordinadas a la restricción física planteada en uf

Deficiencias	Variables	Valor Sub Restricción	Valor Real	Subutilización	
Insuficiente capacidad de los vehículos	Capacidad de los vehículos de distribución	V ₂₇	5767	5767	0
Subutilización de los Chofer-distribuidores	Cantidad mercancías facturadas (1 año)*	V ₂₅	96892 2	13085 61	3396 40
Insuficiente arribo de Mercancías	Cantidad de productos demandados	V ₁	96892 2	12807 18	3117 96
Insuficientes básculas, transpaletas y montacargas	Capacidad de recepción**	V ₄	96892 2	15838 39	6149 17
Subutilización de las capacidades de almacena-miento	Cantidad de productos almacenados **	V ₁₂	96892 2	15216 92	5527 70
Subutilización estibadores y operario de montacargas	Unidades manipuladas **	V ₁₅	96892 2	16672 65	6983 43

Fuente: Elaboración de los autores

Explotar las restricciones

Para elevar la restricción del sistema logístico en función del recurso restrictivo definido por la insuficiente capacidad de vehículos, se logró un Coeficiente de Disponibilidad Técnica de 1, alcanzando las 6 269 uf, máximo de esta variable para las condiciones actuales del sistema. Se determinó el valor del resto de las variables obteniendo un resultado de 1 109 613 uf para cada una de ellas, manteniendo niveles de subutilización en todas, como se presenta en la tabla 1.11. Para lograr el parque automotor en plena disponibilidad se realizó un programa de mantenimientos, reparaciones y sustituciones de piezas y accesorios en los vehículos que posibilitara lograr esta situación más favorable.

Tabla 1.11. Variables calculadas para explotar la restricción física planteada en uf

Deficiencias	Variables		Valor Sub Restricción	Valor Real	Subutilización
Insuficiente capacidad de los vehículos	Capacidad de los vehículos de distribución	V ₂₇	6269	6269	0.0
Subutilización de los Chofer-distribuidores	Cantidad mercancías facturadas (1 año)*	V ₂₅	1109613	130856 1	1989 48
Insuficiente arribo de Mercancías	Cantidad de productos demandados	V ₁	1109613	128071 8	1711 05
Insuficientes básculas, transpaletas y montacargas	Capacidad de recepción **	V ₄	1109613	158383 9	4742 26
Subutilización de las capacidades de almacenamiento	Cantidad de productos almacenados**	V ₁₂	1109613	152169 2	4123 79
Subutilización estibadores y operario de montacargas	Unidades manipuladas**	V ₁₅	1109613	166726 5	5576 52

Fuente: Elaboración de los autores

Elevar las restricciones

Se tomó como referencia la tabla 1.11, donde el recurso con menor subutilización fue el insuficiente arribo de mercancías que implica llevar el valor de la restricción a 7 623 uf. Que para el resto de las variables se estimó en 1 280 718 uf, sin que surja otra restricción. Para lograr mejorar estas variables se implementaron las medidas siguientes:

1. Se mejoró el promedio de viajes semanales elevándolo a 3.65 viajes semanales, lo que implicó que en 36 semanas en el año se dieron cuatro viajes en vez de tres como en el resto de las semanas. Para lograr esto se utilizó la información mostrada en la tabla 1.12 que relaciona distancias y demandas por clientes, así como la cantidad de viajes.

Tabla 1.12. Relación de demandas en cantidades por clientes y km de distancia

Clientes	Plan año	Distancia	Cantidad de viajes
	U/F	km	
Caracol Holguín	1890	108	1
Caracol Tunas	6710	8	2
Caracol Granma	8210	87	2
Caracol Santiago	7796	213	2
CIMEX Holguín	87825	82	19
CIMEX Tunas	59106	6	13
CIMEX Granma	49987	92	11
CIMEX Santiago	62194	217	13
CIMEX Guantánamo	19363	362	4
CIMEX Mayorista Holguín	7000	78	2
CIMEX Mayorista Tunas	26300	6	6
CIMEX Mayorista Granma	1900	92	1
TRD Holguín	49384	73	11
TRD Tunas	22259	7	5
TRD Granma	18199	97	4
TRD Santiago	47079	222	10
MINCIN Holguín	76831	71	16
MINCIN las Tunas	73100	9	16
MINCIN Granma	73769	89	16
MINCIN Santiago	79610	236	16
MINCIN Guantánamo	63000	412	14
ATM Holguín	103321	86	22
ATM Granma	7575	92	2
ATM Santiago	6,800	235	2
AUSA Holguín	14500	71	3
Textilera	142000	242	30
S Agropecuarios	165010	256	35
Demanda Contratada	128071 8	3549	266

Fuente: Elaboración de los autores

Como se demuestra, el total de viajes estimado es de 266 viajes, que resulta de dividir la demanda por clientes entre V27, donde se requieren solo hacer 204 viajes, cuando se estima en función de la demanda total contratada. Para lograr esto se elaboraron enrutamientos combinando los niveles de demanda por clientes con las distancias a recorrer por días. Obteniéndose un balance de capacidad que permitió este objetivo.

2. Se hizo la contratación a terceros de carros para la distribución, con la entidad AUSA Las Tunas. La tarifa por kilometraje de esta entidad transportista es de 1.35 CUC/km según proforma de contrato, para suplir los 62 viajes que resultan de la necesidad estimada y la capacidad real que puede asumir la entidad. El camión contratado fue un IOWO de 10 Toneladas.

Tabla 1.13. Determinación de la capacidad distribución del vehículo contratado (V27)

Vehículo	Volumen del Vehículo (m3)	Relación 3.3 (uf / m3)
IOWO	$= 2,4 \cdot 2,6 \cdot 5,2 =$ 32,448	$= 7,168 \cdot 66,38 =$ 2153

Fuente: Elaboración de los autores

Resultado que $V27 + V27 = 2153 \text{ uf} + 6269 \text{ uf} = 8422 \text{ uf} > 7623 \text{ uf}$, por lo tanto con la contratación del vehículo se logró elevar la restricción hasta los niveles de la siguiente variable restrictiva. En la realización de esta alternativa se incurrió en un gasto de 2 790,9 CUC con 62 viajes y 2 658 km recorridos, se les asignaron los viajes de los clientes a CIMEX, TRD, MINCIN y Textilera en Santiago de Cuba y el MINCIN de Guantánamo.

Aplicación de las propuestas generadas y Control de los cambios

Aplicación de las propuestas generadas

Aunque la aplicación del procedimiento fue aprobada por la alta dirección y comienza su implementación en la UEB 209, no se pueden mostrar resultados sobre el comportamiento de los recursos restrictivos por el poco tiempo de aplicación. No obstante, se hace una determinación de los indicadores en un comportamiento ideal a partir de la determinación de variables que establecen los indicadores bajo estas condiciones.

Comparar los resultados de los Indicadores Logísticos IGL0 vs IGL1

En esta etapa se valoró el comportamiento de los indicadores de gestión logística antes y después de realizada la experiencia investigativa, mediante la estimación de resultados para las condiciones impuestas por las medidas propuestas donde la comparación de los resultados, significando el comportamiento ideal de indicadores como se muestra en la tabla 1.14, que a continuación se presenta.

Tabla 1.14. Comparación de los resultados de los indicadores antes y después de aplicado el procedimiento

Indicador	IG	IG	Comparación	Análisis de causas
I ₁ :Capacidad de recepción de la demanda	0.765	0.854	$I_0 < I_1$, mejora la capacidad de recepción, en función de los productos demandados.	Con las medidas tomadas aumenta la cantidad de productos a demandar.
I ₂ :Capacidad de volumen de recepción	0.825	0.926	$I_0 < I_1$, mejora la capacidad de recepción, en función del volumen de los productos demandados.	Con las medidas tomadas aumenta el volumen de los productos a demandar.
I ₃ :Capacidad de transferencia de la demanda	1.37	1.01	$I_0 > I_1$, mejora la capacidad de transferencia, en función de los cambios en la capacidad de transportación.	Con las medidas tomadas aumenta la capacidad de transportación por tanto la de transferencia.
I ₈ :Rotación productos en almacén	1.14	1.11	$I_0 > I_1$, mejora la rotación de los productos, en función del aumento de las ventas por la distribución	Con las medidas tomadas aumenta la capacidad de transportación por tanto las ventas.
I ₉ :Aprovechamiento de la capacidad almacenamiento	0.888	0.942	$I_0 < I_1$, mejora la capacidad de almacenamiento, en función del volumen de los productos almacenados.	Con las medidas tomadas facilita el mejor aprovechamiento del volumen en los estantes.
I ₁₀ :Capacidad de movimiento de mercancías	1.101	1.05	$I_0 > I_1$, mejora la capacidad de movimiento de mercancías, en función del aumento de las ventas por la distribución.	Con las medidas tomadas aumenta la capacidad de transportación, disminuye el hacinamiento en el almacén, por tanto disminuye la manipulación.
I ₁₅ :Cumplimiento de los despacho	0.96	0.99	$I_0 < I_1$, mejora la capacidad los niveles de despachos en función de la mercancía facturada	Con las medidas tomadas mejora los niveles de facturación y despacho de mercancías.
I ₁₆ : Aprovechamiento de la capacidad del transporte	1.53	1.02	$I_0 > I_1$, mejora la capacidad de transporte de mercancías, en función del aumento de los ciclos de distribución.	Con las medidas tomadas aumenta la capacidad de transportación, y el aprovechamiento del transporte.
I ₁₇ : Capacidad de transportación	2.14	1.57	$I_0 > I_1$, mejora la capacidad de transporte de mercancías, en función del aumento de la capacidad de los vehículos de distribución.	Con las medidas tomadas aumenta la capacidad de transportación, y mejoran los ciclos de transportación.

Fuente: Elaboración de los autores

Como se demuestra, la aplicación de las medidas propuestas tiene una respuesta positiva en los resultados de indicadores logísticos, tal como se esperaba de la aplicación del procedimiento.

Evaluación de la eficiencia y eficacia de los cambios introducidos

En la evaluación de la eficiencia y eficacia se realizará en función de los resultados de indicadores, determinando para cada uno cuál refleja sus resultados asociados a estos conceptos que rigen la calidad del desempeño de la organización en fusión de la satisfacción al cliente, como se muestra en la tabla 1.15

Tabla 1.15. Evaluación de los resultados de los indicadores en función de la influencia sobre la eficacia y la eficiencia del sistema.

Indicador Eficacia	Valoración
I ₁ : Capacidad de recepción de la demanda	Permite maximizar la demanda a los proveedores que se traduce en más mercancías para la venta
I ₃ : Capacidad de transferencia de la demanda	
I ₈ : Rotación productos en almacén	Permite evidenciar el movimiento de los productos en el almacén
I ₁₅ : Cumplimiento de los despacho	Mejora los niveles de facturación y despacho de mercancías.
I ₁₇ : Capacidad de transportación	Aumenta la capacidad de transportación, y mejoran los ciclos de transportación
Indicador Eficiencia	Valoración
I ₂ : Capacidad de volumen de recepción	Mejora este indicador posibilita el mayor aprovechamiento de la capacidad instalada de recepción
I ₉ : Aprovechamiento de la capacidad almacenamiento	Permite el mejor aprovechamiento del volumen en los estantes
I ₁₀ : Capacidad de movimiento de mercancías	Permite aumentar la capacidad de transportación, cuando disminuye el hacinamiento en el almacén y por tanto disminuye la manipulación
I ₁₆ : Aprovechamiento de la capacidad del transporte	Permite aumentar la capacidad de transportación, y el aprovechamiento del transporte

Fuente: Elaboración de los autores

Este comportamiento evidencia cómo las medidas adoptadas tienen una influencia positiva en los resultados de la entidad expresados en la eficiencia y eficacia de su desempeño que implican una mejoría en el nivel de satisfacción al cliente.

CONCLUSIONES

1. Existe una extensa obra teórico-conceptual y empírica sobre la Teoría de las Restricciones Físicas y los indicadores de Gestión Logística, enfocados en el procedimiento contextualizado de forma sinérgica en el estudio, evaluación y prospección de sistemas logísticos en empresas comercializadoras, las cuales favorecen la eficiencia y eficacia en sus desempeños, las hace más competitivas y con un servicio de más calidad a sus clientes.

2. El procedimiento planteado en el artículo, constituye un instrumento que permite a los miembros de la organización, la gestión de las restricciones físicas en el sistema a partir de los indicadores de gestión logística. Es una herramienta que mejora la gestión de las restricciones físicas en los sistemas logísticos, lo que permite elevar niveles de actividad de la empresa en función de las expectativas y requerimientos de los clientes.

3. De la aplicación del procedimiento se obtuvo importantes resultados que validan su utilización, entre los cuales se pueden destacar:

- En el análisis de la entidad el estudio de la encuesta sobre la aplicación e importancia de los preceptos de la filosofía gerencias demostró validez en la determinación de las deficiencias existente en los sistemas logísticos.
- La gestión de las restricciones físicas mediante la determinación de los recursos restrictivos utilizando los indicadores de gestión logística, probaron su capacidad y fiabilidad en el cumplimiento del objetivo propuesto.
- La jerarquización de los recursos restrictivos mediante el ARA, demostró su viabilidad en la determinación de la restricción subordinadora como causa raíz y su relación con el resto de los recursos en el sistema logístico.

4.La aplicación del procedimiento permitió determinar las restricciones físicas del sistema logístico en la UEB 209, determinando las estrategias para su manejo basado en la metodología general de la TOC. Para mejorar el nivel de satisfacción al cliente con un sistema logístico mejor balanceado en relación a capacidad de distribución de mercancías en función de las ventas.

REFERENCIAS

- [1] M. Gómez Acosta, J. A Acevedo Suárez. La Logística moderna y la competitividad empresarial. La Habana, Cuba: LOGESPRO, 2001.
- [2] J.A. Acevedo Suárez, M. Gómez Acosta, T. López Joy, A.J. Acevedo Urquiaga, y Y. Pardillo Báez, Modelo de Referencia de Redes de Valor para un desarrollo sostenible. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 1(2), 29-49, 2010.
Recuperado de:
<http://hemeroteca.unad.edu.co/revista1/index.php/riaa/article/download/903/897>.
- [3] A.J. Acevedo Urquiaga, Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba. Recuperado de: <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/> Tutor: José Antonio Acevedo Suárez y Ana Julia Urquiaga Rodríguez, 2012.
- [4] Y. Pardillo Baez, Modelo de Diseño de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba. Recuperado de: <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/> Tutor: Martha Ines Gómez Acosta y Udo Buscher, 2012.
- [5] T. J. López. Modelo y procedimiento para el desarrollo de la gestión integrada de cadenas de suministro en Cuba. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba. 2014. Recuperado de: <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/> Tutor: José Antonio Acevedo Suárez
- [6] B.M. Vallejo, J.E. Cortés y E. Olaya. Estudio descriptivo de los operadores logísticos como componentes estratégicos dentro de la cadena de valor del medicamento en Bogotá. Revista Colombiana de Ciencia Química y Farmacéutica, 39(2), 168-187, 2010.
Recuperado de: <http://repository.urosario.edu.co/flexpaper/handle/10336/4807/BarreroMunoz-Diana-2013.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [7] D. Lepore, y O. Cohen. Deming y Goldratt-El Decalogo. Bogotá, Colombia: Ediciones Piénsalo, 2002.
- [8] E. M. Goldratt. What is this thing called Theory Of Constraints and how should it be implemented?, 1995.
- [9] J. W. Penagos Vargas, M. B. Acuña Guerrero y L. L. Galvis Crespo. Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios. *INGENIARE*, 7(12), 79-86, ISSN: 1909-2458, 2012.
- [10] W. López. La teoría de restricciones y La función de comercialización. *Quality Progress*, 31-36, Recuperado de: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16859/walevska_lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2013.
- [11] Y. L. León Vanegas. Aplicación de la Teoría de Restricciones en la gestión de la seguridad del paciente., Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2012.
- [12] M. A. Ortiz Barrios. Teoría de restricciones y modelación PL como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones. *Prospectiva*, 11(1), 21-29, ISSN: 1692-8261, 2013.
- [13] N.R. Hernández Rodríguez, A. Roldán Ruenes y E. R. Ruano Ortega. La Logística y su papel en el desarrollo de las organizaciones. 93-99, 2003.
- [14] A. García Rodríguez, M. García González y H. R. Álvarez Puentes. La gestión logística de la empresa Comercializadora de Productos Universales de Pinar del Río y su incidencia en el desarrollo de los territorios *Revista Científica Avances*, 17(1), 68-78, ISSN: 1562-3297, 2014.
- [15] M. C. Pérez Pravia. 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), Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba. Recuperado de: <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/>, 2010.
- [16] L. Lao, O. Yosvani, F. Marrero Delgado, M. C. Pérez Pravia y J. González Ricardo. Identificación de restricciones físicas en el sistema logístico de empresas comercializadoras en Holguín, Cuba. *Visión de Futuro*, 21(1), 116 - 135, ISSN: 1668 – 8708. Recuperado de: http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=433&Itemid=92, 2017.
- [17] L. Lao León, O. Yosvani, L. O. Vega de la Cruz, F. Marrero Delgado y M. C. Pérez Pravia. Procedimiento para modelar recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras. *Ingeniería Industrial*, XXXVIII(1), 43-55, ISSN: 1815-5936, Recuperado de: <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/747>, 2017.

- [18] V. Sukalova y P. Ceniga, P. Application of The Theory of Constraints Instrument in The Enterprise Distribution System. *Procedia Economics and Finance*, 23, 134-139, ISSN: 2212-5671, DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00445-1](http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00445-1), 2015.
- [19] Z.T.Simsit, N.S. Gunay, y O. Vayvay. Theory of Constraints: A Literature Review. In Ozsahin, M. (Ed.), 10th International Strategic Management Conference (Vol. 150, pp. 930-936). Amsterdam: Elsevier Science Bv, ISBN: 1877-0428, 2014.
- [20] Q. R., Ren, Luo, L., C.X. Yang, J.J. Ji, y R.R. Gong, Applying the TOC five-step focusing process in surgical process. 10th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), 228-231, 2013.
- [21] J. Hajek. Product Mix Decisions with respect To TOC and Linear Programming. 8th International Days of Statistics and Economics, 434-444, 2014.
- [22] J. Costas, J., B. Ponte, D. de la Fuente, R. Pino, y J. Puche, J. Applying Goldratt's Theory of Constraints to reduce the Bullwhip Effect through agent-based modeling. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2049-2060, ISSN: 0957-4174, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.022>, 2015.
- [23] L. Demchuk, L. y R. Baitsar, Combined usage of Theory of Constraints, Lean and Six Sigma in quality assurance of manufacturing processes. *Key Engineering Materials*, 637, 21-26, DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.637.21>, 2015.
- [24] K. Wu, y N. Zhao. Dependence among single stations in series and its applications in productivity improvement. *European Journal of Operational Research*, 247(1), 245-258, ISSN: 0377-2217, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.028>, 2015.
- [25] P. Majercak, S. Cisko, y E. Majercakova, The Impact Of Theory Of Constraints On The Management Accounting. 7th International Days of Statistics and Economics, 894-904, 2013.
- [26] J. Hajek, y Tanger. Using The Theory Of Constraints And Activity-Based Costing For Optimal Product Mix Decision-Making In Metallurgy. *Metal 2014: 23rd International Conference on Metallurgy and Materials*, 1582-1587, Recuperado de: <http://konsys-t.tanger.cz/files/proceedings/17/reports/2785.pdf>, 2014.
- [27] O. P. Hilmola, y Gupta, M. Throughput accounting and performance of a manufacturing company under stochastic demand and scrap rates. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8423-8431, ISSN: 0957-4174, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.06.056>, 2015.
- [28] A. Myrelid, A. y J. Olhager. Applying modern accounting techniques in complex manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, 115(3), 402-418, ISSN: 0263-5577, DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/imds-09-2014-0250>, 2015.
- [29] E. A. Baptista, W. C. Lucato, N. L. Coppini, y F. Fortunato. Profit optimization in machining service providers using principles of the Theory of Constraints. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 35(4), 347-355, ISSN: 1678-5878, DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40430-013-0028-8>, 2013.

- [30] W. H. Tsai, H.C. Chen, J. D. Leu, Y. C. Chang, y T. W. Lin. A product-mix decision model using green manufacturing technologies under activity-based costing. *Journal of Cleaner Production*, 57, 178-187, ISSN: 0959-6526, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.011>, 2013.
- [31] C. Ok, C. y J. A. Park. A conceptual approach for managing production in consideration of shifting electrical loads. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 30(5), 499-507, ISSN: 0736-5845, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2014.03.005>, 2014.
- [32] V. A. Sobreiro, E. B. Mariano, y M. S. Nagano. Product mix: the approach of throughput per day. *Production Planning & Control*, 25(12), 1015-1027, ISSN: 0953-7287, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2013.798705>, 2014.
- [33] D. Golmohammadi, y S.A. Mansouri. Complexity and workload considerations in product mix decisions under the theory of constraints. *Naval Research Logistics*, 62(5), 357-369, ISSN: 0894-069X, DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/nav.21632>, 2015.
- [34] M. Rabbani, y F. A. Tanhaie. Markov chain analysis of the effectiveness of drum-buffer-rope material flow management in job shop environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 6(4), 457-468, DOI: <http://dx.doi.org/10.5267/j.ijiec.2015.6.001>, 2015.
- [35] X. Y. Jiang Jiang, y H.H. Wu. Optimization of setup frequency for TOC supply chain replenishment system with capacity constraints. *Neural Computing & Applications*, 23(6), 1831-1838, ISSN: 0941-0643, DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00521-013-1376-0>, 2013.
- [36] D. Oglethorpe, y G. Heron. Testing the theory of constraints in UK local food supply chains. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(10), 1346-1367, ISSN: 0144-3577, DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/ijopm-05-2011-0192>, 2013.
- [37] K. Selviaridis. Building Lean Supply Chains with the Theory of Constraints. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(4), 286-287, ISSN: 1478-4092, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pursup.2014.09.001>, 2014.
- [38] H. H. Wu, Lee, A. H. I. y Tsai, T. P. A two-level replenishment frequency model for TOC supply chain replenishment systems under capacity constraint. *Computers & Industrial Engineering*, 72, 152-159, ISSN: 0360-8352, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2014.03.006>, 2014.
- [39] M. Feitó Cespón, R. Cespón Castro, G. Martínez Curbelo, y D. Covas Varela. Diagnóstico ecológico y económico de la cadena de suministros para el reciclaje de plásticos en el contexto empresarial cubano. *Estudios Gerenciales*, 31, 347-358, ISSN: 0123-5923, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2015.03.005>, 2015.
- [40] D. Golmohammadi, A study of scheduling under the Theory of Constraints. *International Journal of Production Economics*, 165, 38-50, ISSN: 0925-5273, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.03.015>, 2015.

- [41] A. Izmailov. If your company is considering the Theory Of Constraints. In Ozsahin, M. (Ed.), 10th International Strategic Management Conference 2014 (Vol. 150, pp. 925-929). Amsterdam: Elsevier Science Bv, ISBN: 1877-0428, 2014.
- [42] E. M. Goldratt. El síndrome del pajar. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A., ISBN: 84-7978-129-7, 1990.