

Modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes

Conceptual model of management of logistic environmental costs in the Supply chain of fuels and lubricants

MSc. Lino Ferreira Sardinha da Costa Neto^{1*}

Dra. C. Milagros Caridad Pérez Pravia²

Dr. C. Carlos Vilariño Corella²

¹Depto. de Combustibles, Dirección de Logística del Comando del Ejército, Angola

²Facultad de Ciencias Empresariales y Administración, Universidad de Holguín, Cuba

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: linosardinha1@yahoo.com.br

RESUMEN

Tradicionalmente en la literatura especializada se reconocen modelos para la gestión de costos logísticos y la gestión de costos ambientales; pero no se evidencian propuestas teóricas que los integren. En este artículo se propone un modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes, que tiene como propósito que en cada ciclo de gestión se logre la disminución progresiva de las pérdidas asociadas a derrames físicos y evaporaciones en la manipulación/conservación de dichos materiales. Se validaron sus componentes a partir de su funcionamiento en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes, para lo que se utilizó un análisis factorial. Como principal resultado se presenta un modelo conceptual que sintetiza las áreas, variables, actores, la cuantificación de los costos en términos de eficiencia y pérdidas, entradas y salidas, de la gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de estas sustancias.

Palabras clave: costos logísticos ambientales; modelo conceptual; eficiencia; análisis factorial; cadena de suministros.

ABSTRACT

The traditional scientific literature acknowledges the existence of models of logistic cost management and environmental cost management; however, no theoretical proposals have been made for their integration. In this article, a conceptual model of environmental logistic cost management is recommended for the fuel and lubricant supply chain, whose purpose is to achieve a gradual decrease of losses linked to spills and evaporations during manipulation and preservation in each management cycle. Accordingly, their components were validated by factorial analysis, depending on their

role within the supply chain of fuels and lubricants. As a result, a conceptual model that synthesizes areas, variables, actors, cost quantification in terms of efficiency/loss and inputs/outputs of environmental logistic cost management within the supply chain was designed.

Key words: environmental logistic costs; conceptual model; efficiency; factorial analysis; supply chain.

Recibido: 30/10/2018

Aceptado: 23/11/2018

Introducción

Para satisfacer las necesidades de los clientes, con calidad y bajos costos, como fuente para lograr ventajas competitivas, se necesita gestionar estratégicamente los recursos humanos y los flujos informativos, materiales, financieros y de retorno asociados a la cadena de suministros (Sithole, Silva y Kavelj, 2016; Dossou y Nachidi, 2017; Sato, Murata y Katayama, 2017; Ferreira, Pérez y Vilariño, 2018).

Es una necesidad actual, buscar una forma de analizar la incidencia de los costos, que contribuya efectivamente para evaluar el cumplimiento de las funciones de la logística en cada eslabón de la cadena de suministro y su relación con el nivel de servicio (Estrada, Restrepo y Ballesteros, 2010; Forster, Zapp, Aelker, Westkämper y Bauernhansl, 2013; Kumar *et al.*, 2017).

Los costos encabezan el conjunto de medidas de desempeño utilizadas en las cadenas de suministros en el ámbito empresarial. Estos, como la expresión en valores de todos los gastos materiales, financieros y humanos incurridos en la producción o los servicios, son un indicador clave para el logro de la eficiencia económica en las cadenas de suministros. El incremento gradual de la producción o los servicios se acompañan de un correspondiente incremento del costo y de la elevación de la calidad.

Las cadenas de suministros eficientes económicamente son las que obtienen una mejora del aprovisionamiento de los productos, servicios e información, como resultado de una reducción de los costos a la vez que reducen su impacto ambiental (Angerhofer y Angelides, 2006; Kumar *et al.*; Sato *et al.*, 2017). Esto fundamenta la importancia de gestionar los costos logísticos ambientales en las cadenas de suministros, como principal vía para contribuir a su eficiencia económica.

El tratamiento dado en la literatura científica a la eficiencia de las cadenas de suministros, no es integral; al estar segmentado su análisis en los costos en la gestión logística o la gestión ambiental. No obstante, un modelo de gestión de costos logísticos ambientales en las cadenas de suministros se debe diferenciar, esencialmente en la

integración de los costos que se generan en las áreas logísticas e impactan al medio ambiente.

De igual forma constituye una necesidad la evaluación de la eficiencia de la cadena de suministros de combustibles y lubricantes de las Fuerzas Armadas angolanas, cuyos procesos logísticos impactan en el medio ambiente, donde se adolece de una concepción teórica que ofrezca una respuesta coherente. En este artículo se propone un modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes, que tiene como propósito que en cada ciclo de gestión se logre la disminución progresiva de las pérdidas asociadas a derrames físicos y evaporaciones en la manipulación/conservación de combustibles y lubricantes.

Desarrollo

Revisión de literatura

La consulta intencionada de la literatura especializada a la que se tuvo acceso, relacionada con modelos de gestión de costos logísticos ambientales, permitió comprobar la presencia de modelos de gestión logística (Estrada *et al.*, 2010; Garcés, 2010; Liu, 2011; Mantilla y Sánchez, 2012; Forster *et al.*, 2013; Brown *et al.* 2014; Urata, Yamada, Itsubo e Inoue, 2015; Durão, Christ, Anderl, Schützer y Zancul, 2016; Kumar *et al.*); y modelos de gestión ambiental (Payoso, 1996; Silva y Correa, 2010; Xuefeng y Wangcong, 2011; Ying y Lu, 2011; Cabrini, Calcaterra y Lema, 2013; Becerra y Hincapié, 2014; Ligus, 2017).

La valoración de los modelos consultados reafirma la dispersión en cuanto al objeto de estudio, el alcance de los análisis que proponen, su orientación específica a la gestión de costos logísticos o la gestión de costos ambientales, y las herramientas que proponen para su implementación. Dentro de los modelos que se enfocan en la gestión de costos logísticos, destacan los siguientes:

Estrada *et al.* (2010), incluyen elementos de análisis para el control y evaluación del complejo sistema de costos logísticos en las organizaciones. Proponen un procedimiento práctico para la determinación de los costos logísticos, aplicado en una empresa. Se realizan análisis horizontal y vertical a la estructura de costos logísticos causados en dos periodos. Proponen alternativas para controlar y reducir el impacto de los costos logísticos en la rentabilidad y productividad de las organizaciones. Se reduce al contexto empresarial, obviando elementos de la cadena de suministros en la que se inserta, con su respectivo impacto ambiental.

Garcés (2010) concibe el modelo como un sistema de gestión basado en el ciclo PHVA de Deming y probado a nivel piloto en una empresa manufacturera. Consiste en un modelo de entregas directas como estrategia de reducción de costos logísticos de distribución en empresas de consumo masivo. Permite reducciones del costo logístico

de distribución, manteniendo la calidad del nivel de servicio logístico. Concentra su análisis en los costos logísticos que se generan en el área de distribución.

Mantilla y Sánchez (2012) en su propuesta utilizan conceptos de cadena de suministros, logística, manufactura esbelta, Seis sigma y Lean six sigma; no obstante su modelo solo orienta a las empresas en el mejoramiento de su desempeño logístico. Enfatiza el incremento del nivel de servicio y reducción de costos, auxiliándose del ciclo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), soportado en diversas herramientas que conducen a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor.

En los modelos analizados, aunque destaca un marcado enfoque de gestión logística orientado en su mayoría al marco organizacional, se obvia la integralidad del análisis logístico al no considerar en su totalidad el componente ambiental en la cadena de suministros. Por otra parte, se consultaron modelos que en su concepción incluyen los costos ambientales. Dentro de estos se reconocen los siguientes:

Payoso (1996) aunque propone un método de evaluación ambiental cuantitativo, consistente en la modelación de los costos ambientales generados por las operaciones de cosecha forestal en bosques de plantación de *Pinus radiata* D. Don, no permite su generalización hacia la cadena de suministros. El resultado es una valorización de los costos ambientales por unidad de superficie que permite hacer estimaciones razonables a nivel de empresa, región y país, obviándose la estimación detallada de los costos logísticos asociados a las áreas.

Silva y Correa (2010) proponen un modelo de gestión ambiental en empresas floricultoras colombianas. Su incorporación promueve el aporte organizacional hacia el medio ambiente, se incentiva el mejoramiento económico de la actividad, aunque de forma global, sin particularizar en el mejoramiento económico de las áreas logísticas. Reconocen la competitividad y responsabilidad social, como componentes que pueden posibilitar el ingreso a nuevos mercados y lograr un mayor y mejor posicionamiento dentro de éstos.

Cabrini *et al.* (2013) gestionan el nivel de eficiencia relacionándolo con el uso de los recursos; a través de un modelo de frontera de producción estocástica analizan el nivel de eficiencia técnica, aunque particularizado a la producción de soja, maíz y trigo en empresas agropecuarias. Sus resultados sugieren que es posible reducir los costos ambientales de los sistemas de producción mediante cambios en la combinación de cultivos.

Becerra y Hincapié (2014) evidencian la postura empresarial respecto a la valoración, reconocimiento y representación de los costos ambientales en los informes financieros y contables de las compañías. Aunque se limitan a exponer la trascendencia histórica del tema a nivel mundial, las metodologías existentes para valorar este tipo de costos, su forma de cálculo, ventajas y algunas precisiones necesarias para incentivar su revelación en la contabilidad; no valoran la necesidad de la estimación de los costos ambientales en las cadenas de suministros, como garantía de su contabilización.

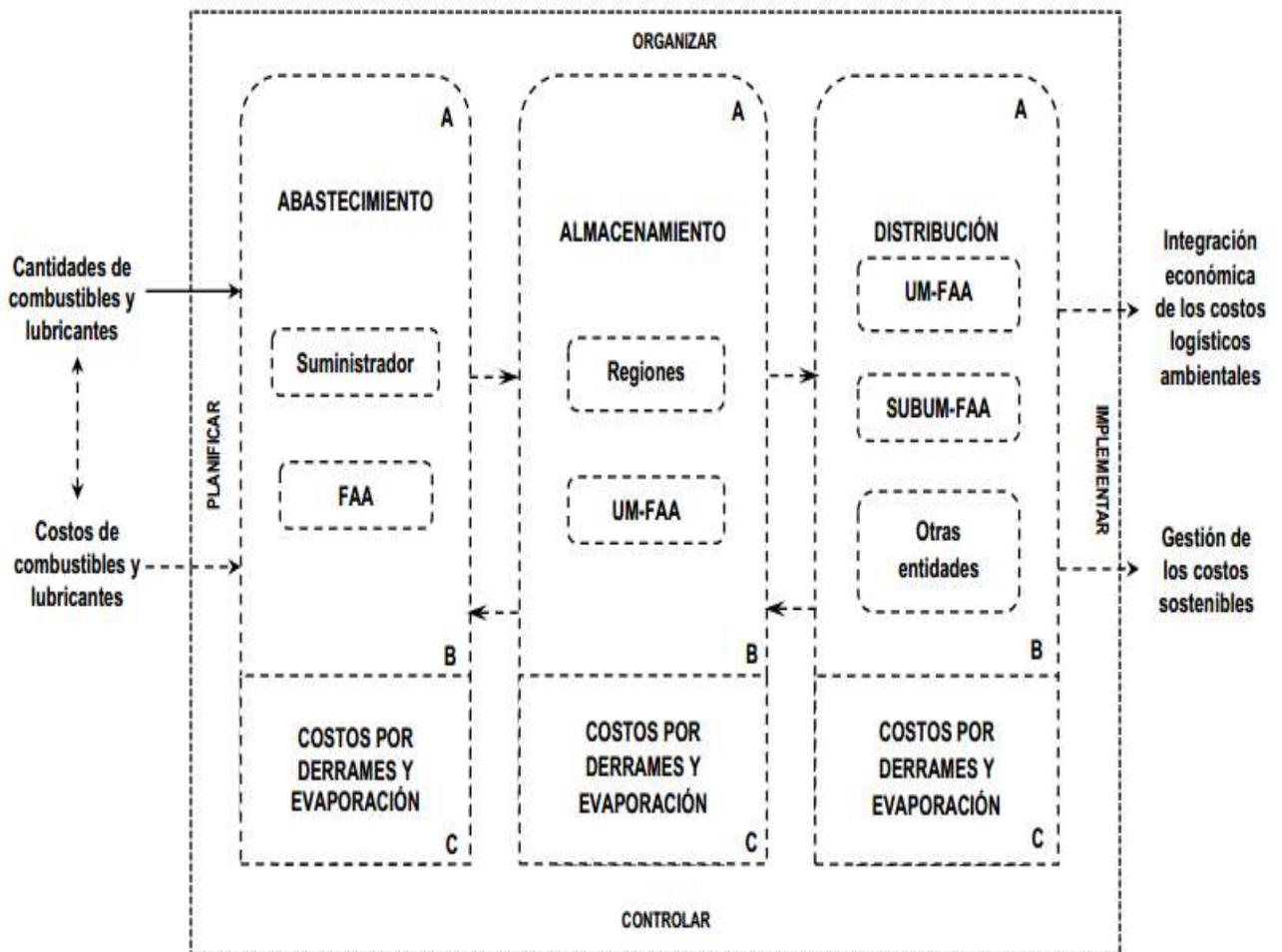
Las propuestas referenciadas confirman la importancia de la estimación detallada de los costos ambientales en su mayoría en las organizaciones empresariales. No contemplan los costos logísticos asociados a las áreas y su necesaria generalización en la cadena de suministros.

Modelo conceptual

El modelo conceptual que se propone parte de considerar las regularidades de los modelos analizados y posibilita la gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes. En su diseño se contemplaron las áreas reconocidas en la literatura científica asociadas a las cadenas de suministros: abastecimiento, almacenamiento, distribución y flujo de información; así como sus actores, la cuantificación de los costos en términos de eficiencia y pérdidas, y la gestión de la cadena de suministros (Fig. 1).

El funcionamiento del modelo presupone:

1. Abastecimiento: comprende todas aquellas actividades que permiten que se muevan —desde el suministrador/Fuerzas Armadas angolanas (FAA) hasta regiones/unidades militares (UM)—, los combustibles y lubricantes. Además del movimiento de estos desde su depósito hasta los vehículos. Comprende, por lo tanto, actividades de transporte, manipulación, almacenaje y control de calidad.
2. Almacenamiento: se ejecuta la conservación/custodia y el control físico y económico de los combustibles y lubricantes.
3. Distribución: mediante esta se logra dar respuesta a las demandas de combustibles y lubricantes de las UM, subUM y otras entidades al más bajo costo. Crea valor en la cadena de suministro mediante la optimización del tiempo en la transportación y entrega de los productos. Su ejecución comprende labores: de almacenaje, manipulación, transportación, embalaje y manejo de inventarios.



A-C Costos del área A-B Eficiencia del área B-C Pérdidas del área ---> Información

Fig. 1. Diseño de un modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes

La esencia del modelo es la gestión eficiente de los costos logísticos ambientales en cada una de las áreas, considerando la cooperación entre estas donde cada área recibe el resultado de la anterior y a su vez es proveedora de la siguiente, soportado esto en la gestión de la información que se genera en cada uno de sus procesos logísticos así como sus impactos ambientales. Los actores que se involucran en el modelo conceptual, interactúan en la cadena de suministros a partir de dos métodos de suministros identificados (Fig. 2).

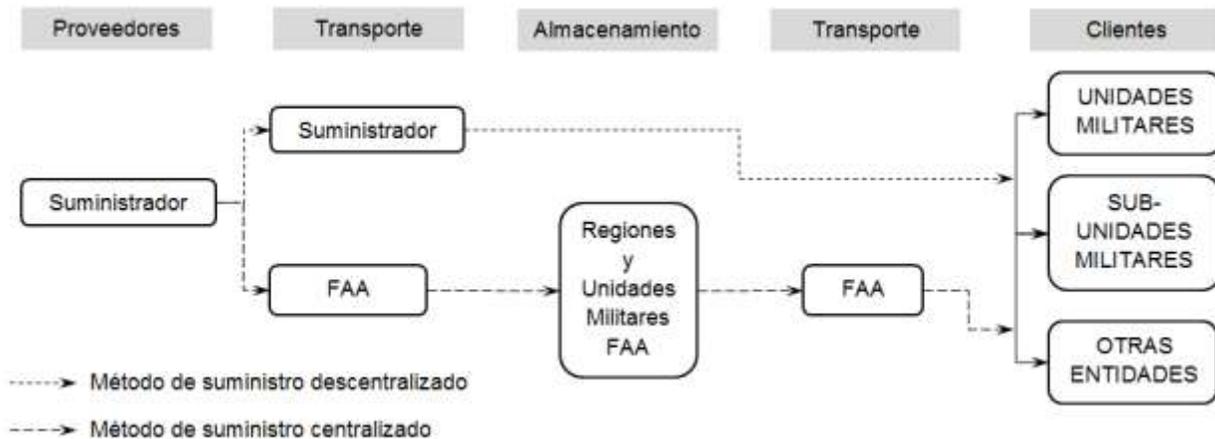


Fig. 2. Representación genérica de la cadena de suministros de combustibles y lubricantes de las Fuerzas Armadas Angolanas

El modelo presupone un flujo sincronizado de información de suministradores a clientes de la cadena de suministros de combustibles y lubricantes de las FAA. A los efectos del propósito del modelo que se propone, se particulariza en la información contable que se genera de la evaluación de los costos logísticos ambientales por concepto de derrames físicos y evaporaciones, en las áreas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de combustibles y lubricantes.

Como principales entradas, se necesita de la información asociada a las cantidades y costos de los combustibles y lubricantes, cuya adquisición inicia el proceso de gestión. Estos componen el elemento que se manipula, conserva y contabiliza, a lo largo de las diferentes áreas por las que transitan.

En estas áreas se generan impactos ambientales derivado de los procesos que se desarrollan, los cuales deben cuantificarse a partir de la identificación de los costos logísticos que en estos se incurren. La eficiencia (A - B) de estos procesos radica en la diferencia entre los costos logísticos del proceso (A - C) y las pérdidas contables que en este ocurren por concepto de derrames físicos y evaporaciones (B - C). En la medida en que se gestione la eficiencia de cada proceso, se contribuirá al logro de la eficiencia del área, como contribución a la eficiencia de la cadena de suministros.

En este sentido, las principales salidas resultantes de una eficiente gestión de los costos logísticos ambientales, se encuentran asociadas al nivel de su integración económica, al reducirlos al máximo posible y gestión sostenible, con la intencionalidad de reincorporar el valor residual de los recursos a los procesos.

La principal cualidad del modelo conceptual que se propone, es que en cada ciclo de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes, se logre la disminución progresiva de las pérdidas asociadas a derrames físicos y evaporaciones en la manipulación/conservación de estos. En correspondencia con la composición del modelo propuesto, se identificaron las dimensiones o factores: aprovisionamiento, almacenamiento, distribución e información (Tabla 1). Cada una de

estas dimensiones se conformó por variables (preguntas del instrumento), cuya validez de constructo se verificó a través del análisis factorial.

Tabla 1. Instrumento para medir el nivel de gestión de los costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes de las Fuerzas Armadas angolanas

CUESTIONARIO					
Objetivo: diagnosticar la gestión de los costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes de las Fuerzas Armadas Angolanas, que facilite la propuesta de un Modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales para incrementar la eficiencia de la cadena de suministros.					
Agradecemos su colaboración en la respuesta de este cuestionario y el esfuerzo en reportar los datos con alta confiabilidad. Los resultados obtenidos de su aplicación serán manejados con total confidencialidad ya que el estudio es estrictamente académico.					
Instrucciones: lea cuidadosamente todo el documento y circule la respuesta seleccionada (1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Indeciso 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo)					
Abastecimiento					
El proceso de suministros de combustibles y lubricantes satisface en oportunidad y calidad la demanda.	1	2	3	4	5
Se analizan en el proceso de suministro de combustibles y lubricantes sus precios.	1	2	3	4	5
Son cuantificadas las pérdidas por derrames en el suministro de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Se cuantifican las pérdidas por evaporación en la transportación de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Almacenamiento					
Están definidos y delimitados los centros de almacenamiento para facilitar las operaciones.	1	2	3	4	5
Se analizan las variantes de almacenamiento para dar respuesta a la capacidad demandas de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Se cuantifican las infiltraciones de los depósitos de almacenamiento.	1	2	3	4	5
Se cuantifican los derrames en el llenado de los depósitos de almacenamiento de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Se cuantifican los derrames en la extracción de los depósitos de almacenamiento de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Se cuantifican las evaporaciones durante el almacenamiento de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Distribución					
Se evalúan los tiempos de entrega de los pedidos en el proceso de distribución a las UM, SubUM y otras entidades.	1	2	3	4	5
El proceso de distribución de combustibles y lubricantes satisface en oportunidad y cantidad lo demandado.	1	2	3	4	5
Son cuantificadas las pérdidas por derrames en el suministro de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Se cuantifican las pérdidas por evaporación en la transportación de combustibles y lubricantes.	1	2	3	4	5
Flujo de información					
La información en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes facilita la integración entre las áreas.	1	2	3	4	5
La información interna necesaria para el funcionamiento de la cadena de suministros de combustibles y lubricantes es oportuna.	1	2	3	4	5
Se registran los datos relacionados con los derrames y evaporaciones de combustibles y lubricantes en los procesos de la cadena de suministros.	1	2	3	4	5
Se da seguimiento al valor residual de los envases y embalajes de los	1	2	3	4	5

combustibles y lubricantes en la cadena de suministros.					
---	--	--	--	--	--

Métodos

La investigación se realizó con la información primaria que proporcionó la Dirección de Logística del Comando del Ejército de las Fuerzas Armadas angolanas. La muestra utilizada fue de 66 unidades y sub unidades militares, considerada representativa estadísticamente de las presentes en el país.

Los datos fueron obtenidos durante el periodo enero-marzo del 2018 y procesados a través de las herramientas del software *Statistic Program for Social Sciences* versión 19.0 para *Windows*. El instrumento de medición fue una encuesta donde se plantearon 18 preguntas (variables). Se utilizó una escala de Likert de cinco opciones/alternativas, la cual transita desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo. Se evaluó la fiabilidad del instrumento de medición, para lo que se comprobaron los criterios de Taylor (2003) y Blanchard (2010), como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos

Estadísticos de fiabilidad		Estadísticos de contraste	
Alfa de Cronbach	N de elementos	N	63
,741	18	W de Kendall ^a	,527
		Chi-cuadrado	564,067
		gl	17
		Sig. asintót.	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Con el objetivo de identificar las dimensiones en que se agrupan las variables, se realizó un análisis factorial y se verificó que la matriz de datos tuviese suficientes correlaciones para justificar la aplicación del análisis. Se comprobaron los indicadores estadísticos formales que permitieron verificar que el modelo factorial es apropiado (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos para verificar modelo factorial

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,645
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	561,591
	gl	153
	Sig.	,000

Se comprobó que el determinante de la matriz de correlación fue 0,000, la prueba de Bartlett (X^2) de 561,591 y el KMO de 0,645. A partir de lo planteado por Mahlotra (2004) se acepta la validez del análisis. En esta investigación se tomaron 18 variables para analizar las que se relacionan con cada una de las preguntas de la encuesta. Se aplicó un total de 63 encuestas, lo que representa una relación de 3,5 encuestas por cada variable.

Para determinación del número de factores a extraer, se utilizó el método de análisis de componentes principales y el criterio de la raíz latente (autovalor [*eigenvalue*] de las

variables, menor que 1). En su extracción se utilizó como criterio que sus *eigenvalues* fuesen mayores a 1. En la extracción se produjeron seis factores que explicaron el 74,06 % de la varianza de los datos originales. Se ignoró el resto por considerarse no significativos (Tabla 4).

Comrey (1973) plantea que los niveles de carga de los factores por encima de 0,45 se considerarán válidos, por encima de 0,55 se reconocerán buenos, por encima de 0,63 se estimarán muy buenos y superiores a 0,71 serán considerados excelentes. Con la finalidad de lograr soluciones de factor significativas y más simples fue necesario emplear un método rotacional por lo que se utilizó el método rotacional ortogonal VARIMAX, ya que se debería reducir el número de variables a un conjunto más pequeño de variables no correlacionadas, pertenecientes a las funciones estratégicas y actividades claves del modelo conceptual. La rotación convergió en seis interacciones (Tabla 4).

Tabla 4. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación
	Total	% de la varianza	% acumulado	% acumulado	% acumulado
1	5,070	28,168	28,168	28,168	14,595
2	2,581	14,340	42,508	42,508	28,370
3	1,796	9,979	52,487	52,487	41,234
4	1,727	9,594	62,081	62,081	53,719
5	1,086	6,036	68,117	68,117	64,819
6	1,070	5,945	74,062	74,062	74,062
7	,966	5,365	79,427		
.
.
18	,092	,509	100,000		

Las variables se agruparon ocho en el primer factor, el segundo lo integraron cuatro variables, el tercero tres y los tres últimos con una variable cada uno como se puede observar en el Tabla 5. Se decidió eliminar los factores con una sola variable, por lo que las variables 13 y 18 pasaron al factor 1 por su afinidad, aunque se mantuvo la variable 17 en el cuarto factor, por no presentar afinidad con ningún otro. Para confirmar el resultado se realizó nuevamente la extracción y rotación del análisis factorial forzando este análisis a cuatro factores (Tabla 6), donde se verificó la nueva distribución.

Las evaluaciones de las preguntas denotaron un elevado grado de agrupamiento por cada uno de los factores; esto permitió su delimitación y posterior denominación. Esta obedeció a la concepción logística de “gestionar coordinadamente los flujos material, informativo y financiero desde los puntos de origen hasta los de destino para asegurar los bienes y servicios a los clientes en el tiempo, lugar y costo demandados” (Acevedo, 2008, p. 94). Esto es coherente con el objetivo de presentar un modelo conceptual de la gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes.

Tabla 5. Matriz de componentes rotados^a

	Componente			
	1	2	3	4
1. Se cuantifican las infiltraciones de los depósitos de almacenamiento.	,841			
2. Se cuantifican los derrames en el llenado de los depósitos de almacenamiento de combustibles y lubricantes.	,830			
3. Son cuantificadas las pérdidas por derrames en el suministro de combustibles y lubricantes.	,792			
4. Se cuantifican las evaporaciones durante el almacenamiento de combustibles y lubricantes.	,767			
5. Se cuantifican los derrames en la extracción de los depósitos de almacenamiento de combustibles y lubricantes.	,765			
6. Se cuantifican las pérdidas por evaporación en la transportación de combustibles y lubricantes.	,641			
7. Se analizan en el proceso de suministro de combustibles y lubricantes sus precios.	,575			
8. El proceso de suministros de combustibles y lubricantes satisface en oportunidad y calidad la demanda.		,850		
9. Están definidos y delimitados los centros de almacenamiento para facilitar las operaciones.		,860		
10. Se analizan las variantes de almacenamiento para dar respuesta a la capacidad demandas de combustibles y lubricantes.		,729		
11. El proceso de distribución de combustibles y lubricantes satisface en oportunidad y cantidad lo demandado.		,670		
12. Se registran los datos relacionados con los derrames y evaporaciones de combustibles y lubricantes en los procesos de la cadena de suministros.			,894	
13. Son cuantificadas las pérdidas por derrames en el suministro de combustibles y lubricantes.	,551			
14. La información interna necesaria para el funcionamiento de la cadena de suministros de combustibles y lubricantes es oportuna.			,657	
15. Se evalúan los tiempos de entrega de los pedidos en el proceso de distribución a las UM, SubUM y otras entidades.			,634	
16. La información en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes facilita la integración entre las áreas.			,599	
17. Se da seguimiento al valor residual de los envases y embalajes de los combustibles y lubricantes en la cadena de suministros.				,529
18. Se cuantifican las pérdidas por evaporación en la transportación de combustibles y lubricantes.	,556			

Tabla 6. Agrupación de las variables

Área	Pregunta de la encuesta	Factor	Carga de la variable	Definición del nuevo factor
Abastecimiento	1	1	,841	Flujo financiero
	2	1	,830	
	3	1	,792	
	4	1	,767	
Almacenamiento	5	1	,765	Flujo material
	6	1	,641	
	7	1	,575	
	8	2	,850	
	9	2	,860	
	10	2	,729	
Distribución	11	2	,670	Flujo informativo
	12	3	,894	
	13	1	,551	
	14	3	,657	
Flujo de información	15	3	,634	Flujo de retorno
	16	3	,599	
	17	3	,529	
	18	1	,556	

Resultados

Se concluye que el modelo conceptual contribuye a la gestión de los costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes (Fig. 3), al comprobarse que las variables contenidas en su diseño son pertinentes; no hubo pérdida de información aunque fue necesaria una nueva denominación de los factores en los que estas se agruparon.

El nuevo factor flujo financiero, incluye la cuantificación de las infiltraciones de los depósitos de almacenamiento, derrames en el llenado de los depósitos de almacenamiento, las pérdidas por derrames en el suministro, las evaporaciones durante el almacenamiento, derrames en la extracción de los depósitos, las pérdidas por derrames en el suministro, las pérdidas por evaporación en la transportación y el análisis de los precios en el proceso de suministro de combustibles y lubricantes.

Un adecuado desempeño se garantiza al contemplar en el factor flujo material la oportunidad y calidad en la satisfacción de la demanda, la definición y delimitación de los centros de almacenamiento para facilitar las operaciones, el análisis de las variantes de almacenamiento para dar respuesta a la capacidad demandas del proceso de suministro y la satisfacción en oportunidad y cantidad demandada en el proceso de distribución de combustibles y lubricantes.

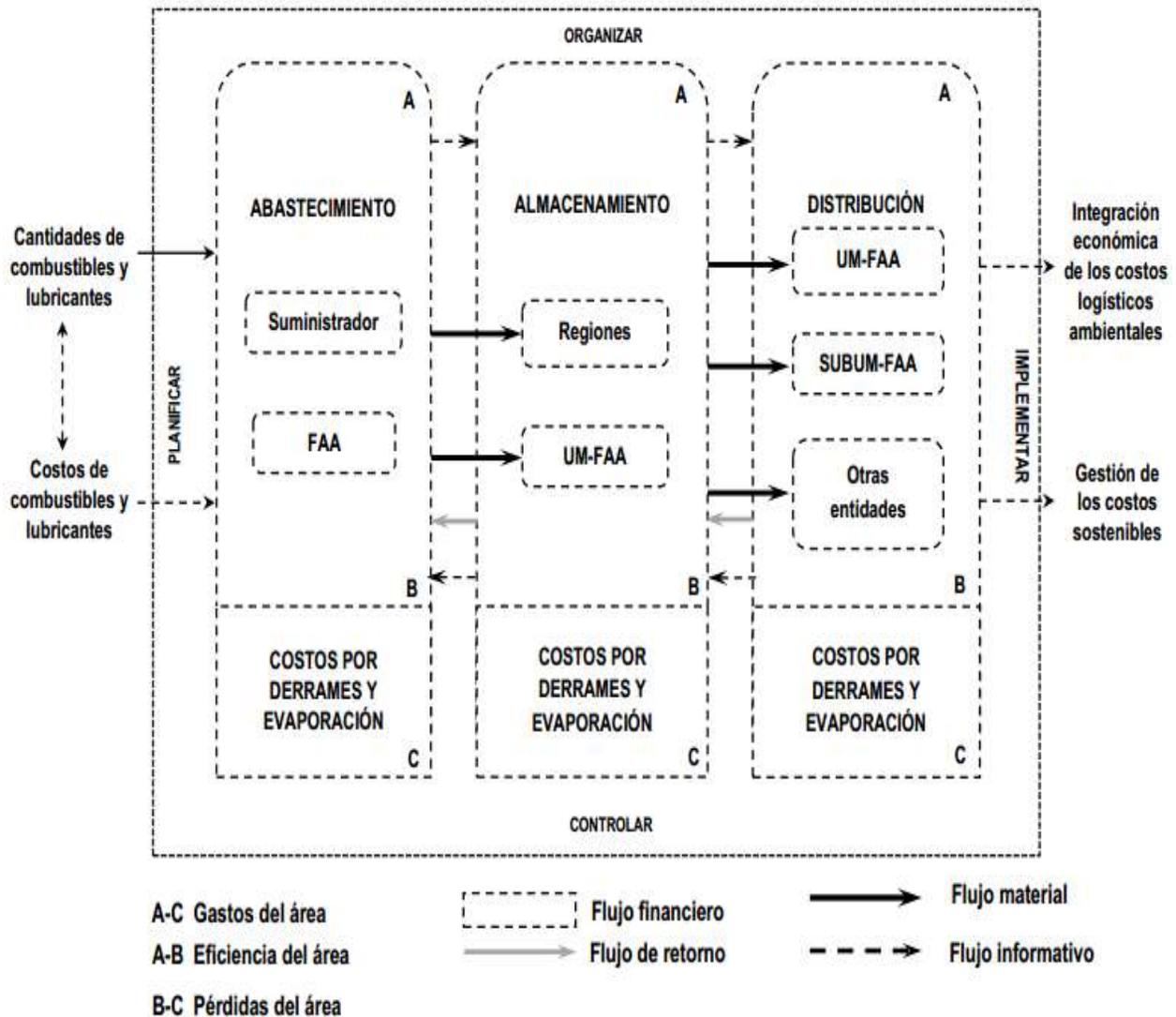


Fig. 3. Modelo conceptual de gestión de costos logísticos en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes

Un elemento importante a contemplar en el flujo de retorno es el seguimiento al valor residual de los envases y embalajes, como contribución a la reducción de los costos. La necesidad de contemplar en el factor flujo informativo, lo relativo al registro de los datos relacionados con los derrames y evaporaciones, la oportunidad en la información interna necesaria y la evaluación de los tiempos de entrega de los pedidos en el proceso de distribución a los clientes, facilitan la integración en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes.

Se impone una necesaria gestión de cada uno de los flujos, al establecer los objetivos en función de las potencialidades de la cadena de suministros; luego asignar los recursos y funciones para alcanzar estos; se necesitan garantizar condiciones durante los procesos y la garantía de información confiable para iniciar un nuevo ciclo y corregir

desviaciones. Estas son condiciones indispensables para una acertada gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes.

Conclusiones

Se evidenció que no existe un reconocimiento objetivo de los costos logísticos ambientales en la cadena de suministros en los modelos referenciados, al estar fragmentado su análisis en los costos logísticos y costos medioambientales, así como contextualizado a las organizaciones empresariales.

La verificación en la práctica del diseño teórico del modelo conceptual propuesto, permitió comprobar las variables a controlar en cada área logística con su flujo asociado.

El modelo conceptual propuesto garantiza en cada ciclo de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes, que se logre la disminución progresiva de las pérdidas asociadas a derrames físicos y evaporaciones en la manipulación/conservación de combustibles y lubricantes.

Referencias

- ACEVEDO, J. A. (2008). *Modelos y estrategias de desarrollo de la logística y las redes de valor en el entorno de Cuba y Latinoamérica*. Disertación doctoral no publicada, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" La Habana, Cuba. Recuperado el 17 de octubre de 2016, de <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios>
- ANGERHOFER, B. J. y ANGELIDES, M. C. (2005). A model and a performance measurement system for collaborative supply chains. *Decision Support Systems*, 42(1), 283-301. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2004.12.005>, VOL, NO. PP.
- BECERRA, W. L. y HINCAPIÉ, D. (2014). Los costos ambientales en la sostenibilidad empresarial; Propuesta para su valoración y revelación contable. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 65, 173-195.
- BLANCHARD, D. (2010). *Supply chain management. Best practices* (2nd. ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- BROWN, T., SCHREIBER, B., CAKOUROS, B. E., WATESKA, A. R., DICKO, H. M., CONNOR, D.L. et al.. (2014). The benefits of redesigning Benin's vaccine supply chain. *Vaccine*, 32(32), 4097-4103. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.04.090>.
- CABRINI, S. M., CALCATERRA, C. P. y LEMA, D. (2013). Costos ambientales y eficiencia productiva en la producción agraria del partido de Pergamino. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 20, 27-43. Recuperado el 8 de mayo de 2016, de http://www.redibec.org/IVO/IV_ASAUEE_03.pdf

- COMREY, A. (1973). *A first course in factor analysis* (2da ed.). New York: Academic Press.
- DOSSOU, P. E. y NACHIDI, M. (2017). Modeling Supply Chain Performance. *Procedia Manufacturing*, 11, 838-845. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.186>
- DURÃO, L, CHRIST, A., ANDERL, R., SCHÜTZER, K. y ZANCUL, E.. (2016). Distributed Manufacturing of Spare Parts Based on Additive Manufacturing: Use Cases and Technical Aspects. *Procedia CIRP*, 57, 704-709. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.122>.
- ESTRADA, S., RESTREPO, L. S. y BALLESTEROS, .P P. (2010). Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro. *Scientia Et Technica*, XVI(45), 272-277.
- FERREIRA, L., PÉREZ, M. C. y VILARIÑO, C. M. (2018). Indicadores de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes. *Ciencias Holguín*, 24(2), 78-89. Recuperado el 10 de julio de 2018, de <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/issue/view/93>
- FORSTER, C., ZAPP, M., AELKER, J., WESTKÄMPER, E. y BAUERNHANSL, T. (2013). Collaborative Value Chain Management between Automotive and Semiconductor Industry: An Analysis of Differences and Improvement Measures. *Procedia CIRP*, 12, 312-317. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.procir.2013.09.054>
- GARCÉS, C. D.. (2010). *Modelo de entregas directas para la reducción de costos logísticos de distribución en empresas de consumo masivo. Aplicación en una empresa piloto de caldas*. Tesis de maestría en Administración de Negocios, no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Colombia.
- KUMAR, V., CHIBUZO, N., GARZA, J. A., KUMARI, A., ROCHA, L. y LOPEZ, G. C. (2017). The Impact of Supply Chain Integration on Performance: Evidence from the UK Food Sector. *Procedia Manufacturing*, 11, 814-821. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.183>
- LIGUS, M. (2017). The Assessment of Environmental Benefits of Low-emission Electricity Generation, the Case of Poland. *Energy Procedia*, 107, 363-368. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.177>.
- LIU, L. (2011). Research on the Management System of Enterprises Using Modern Logistics Supply Chain Theory. *Procedia Engineering*, 24, 721-725. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2725>
- MAHLOTRA, N. (2004). *Investigación de mercados. Un enfoque aplicado* (4ta ed.). México: Pearson Prentice-Hall.
- MANTILLA, O. L. y SÁNCHEZ, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23-43.
- PAYOSO, J. (1996). Costos ambientales en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. *BOSQUE*, 17(2), 15-26.

- SATO, T., MURATA, K. y KATAYAMA, H. (2017). On Stability of Supply Performance by Work-in-Progress Management: A Case Analysis of Photovoltaics-based Electricity Supply System with Storage Batteries. *Procedia Manufacturing*, 11, 1077-1084. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.220>
- SILVA, S. . y CORREA, F. (2010). Los instrumentos económicos como incentivos a la internalización de costos ambientales en empresas floricultoras. *Pensamiento & Gestión*, 29, 25-55.
- SITHOLE, B., SILVA, S. G. y KAVELJ, M. (2016). Supply Chain Optimization: Enhancing End-to-End Visibility. *Procedia Engineering*, 159, 12-18. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.058>
- TAYLOR, D. A. (2003). *Supply chains: A manager's guide*. USA: Addison-Wesley Professional
- URATA, T., YAMADA, T., ITSUBO, N. e INOUE, M. (2015). Modeling and Balancing for Costs and CO₂ Emissions in Global Supply Chain Network among Asian Countries. *Procedia CIRP*, 26, 664-669. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.107>.
- XUEFENG, T. y WANGCONG, S. (2011). Study on Environmental Costs of Chinese Oil Field Companies. *Energy Procedia*, 5, 176-180, DOI: <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.031>
- YING, W. y LU, Z. (2011). Environmental Cost Analysis Based on Structure and Practice of Supply Networks in Manufacturing Enterprises. *Energy Procedia*, 5, 2132-2136. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.368>.