

36

Fecha de presentación: febrero, 2020

Fecha de aceptación: marzo, 2020

Fecha de publicación: mayo, 2021

EL SISTEMA DE INDICADORES

PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DEL TRANSPORTE DE CARGAS

THE SYSTEM OF INDICATORS TO EVALUATE THE PERFORMANCE OF CARGO TRANSPORTATION

José Ramón Fuentes Vega¹

E-mail: jfuentes@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7321-8903>

Víctor Millo Carmenate¹

E-mail: vmillo@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6280-7884>

Juan Bautista Cogollos Martínez¹

E-mail: jcogollos@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4340-5705>

Anairys Pérez Chaviano²

E-mail: apchaviano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0422-6061>

Pedro Fundora Beltrán¹

E-mail: pfundora@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1540-7252>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

² Empresa procesadora de Café “Eladio Machín. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Fuentes Vega, J. R., Millo Carmenate, V., Cogollos Martínez, J. B., Pérez Chaviano, A., & Fundora Beltrán, P. (2021). El sistema de indicadores para evaluar el desempeño del transporte de cargas. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 342-353.

RESUMEN

Para una gestión adecuada de los vehículos de carga, se necesita de un sistema de indicadores que posibilite la evaluación integral del desempeño del proceso de transportación y herramientas que faciliten el análisis para la toma de decisiones. Para ello se propone en esta investigación un sistema de indicadores, usando la operacionalización de variables, tomando como criterios de evaluación del desempeño: la eficiencia, eficacia y efectividad. Los indicadores se estructuran en jerárquicos, imprescindibles para la toma de decisiones, y de apoyo, para analizar las causas del comportamiento de los indicadores jerárquicos, simplificando notablemente el sistema de indicadores. La aplicación de la operacionalización de variables de los criterios de eficiencia, eficacia y efectividad se considera una contribución en el caso de las empresas de transporte del país. Dentro del sistema de indicadores, se incluye la propuesta de uno más integral para evaluar la economía de consumo de combustible del transporte: el consumo de combustible unitario.

Palabras clave: Desempeño del proceso de transportación, indicadores jerárquicos y de apoyo, indicadores técnico-económicos, herramientas para la toma de decisiones.

ABSTRACT

For an appropriate management of truck transportation, a system of indicators that facilitates the integral evaluation of the transportation process is needed as well as tools that facilitate analysis for decision-making. To this a system of indicators is proposed by using the operationalization of variables, upon the base of efficiency, efficacy and effectiveness criterions. The indicators are structured in hierarchical, indispensable for the decisions-taking process, and support, to analyze the causes of the behavior of the hierarchical indicators, simplifying the system of indicators notably. The application of the operationalization of variables about the base of criterions of efficiency, efficacy and effectiveness is considered a contribution in the case of the companies of transportation inside the country. Together with the proposal, a more integral indicator of fuel economy of transport is included: the unitary fuel consumption.

Keywords: Performance of the transportation process, hierarchical indicators and of support, technician-economic indicators, tools for the taking of decisions.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la actividad económica en los últimos años, está indiscutiblemente unida al gasto energético, y por ello, la eficiencia energética, se ha instalado con fuerza en la agenda pública.

El incremento del costo de los combustibles fósiles, el cambio climático y los problemas de suministro energético, han sido factores que han contribuido al desarrollo de este proceso. Si existe un sector en el cual esta nueva realidad energética y ambiental implica una oportunidad, éste es el transporte. El impacto de este sector en la matriz de consumo energético de los países y su peso en las emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes, lo ubican en el centro de las enormes transformaciones impulsadas por esta nueva realidad.

En el caso particular del transporte de carga por carretera, prácticamente la totalidad de su consumo es de derivados de petróleo. En estos, si se aborda correcta y profesionalmente el tema de la eficiencia energética, sus resultados se verán reflejados directa y concretamente en mejoras de su rentabilidad económica, las que justifican por sí solas su adopción.

El desafío entonces es fortalecer las estructuras de gestión de las empresas de transporte de carga por carretera, para construir de forma acelerada y sistemática, una cultura de eficiencia energética, de acuerdo a las herramientas que hoy se encuentran disponibles para ello.

La sostenibilidad del modelo energético del transporte pasa por la mejora de la eficiencia de los modos de transporte. Es ahí donde existe un mayor potencial para establecer una estrategia eficaz de actuación. Para ello se recomienda en los vehículos de carga, entre otros: 1.-La evaluación del desempeño vehicular a través de un sistema de indicadores, que reflejen el comportamiento de los vehículos de carga independientemente, según su tipo, marca, capacidades de carga y condiciones de explotación; 2.-El análisis sistemático del comportamiento del sistema de indicadores y la toma oportuna de decisiones para lograr la mejora del desempeño.

El sector del transporte, por su complejidad, requiere de un sistema de indicadores que posibilite la evaluación integral de la marcha del proceso de transportación. Su correcta selección, en función de las características del proceso de transportación, el análisis de su comportamiento y la correspondiente toma de decisiones, van a determinar la efectividad del proceso.

desarrollo

Muchas entidades del transporte de cargas, poseen un parque variado de vehículos, necesarios para satisfacer demandas de transportación de cargas de diferente índole. La diversidad de modelos, marcas, capacidades de carga, destinos, recorridos y rutas, entre otros, hacen verdaderamente compleja la definición de un sistema de gestión, que compatibilice indicadores de vehículos y condiciones de explotación tan diversas.

Analizar el sistema de indicadores existente, proponer los indicadores que contribuyan a la toma de decisiones, desechar aquellos que no contribuyan a evaluar el desempeño del proceso de transportación y proporcionar las herramientas que faciliten el análisis de su comportamiento, es una tarea de primordial importancia.

Si bien la idea de evaluar el desempeño, a partir de la operacionalización de variables, y el empleo para tales fines de los criterios de eficiencia, eficacia y efectividad no son novedosos, constituye un aporte para las entidades del transporte en el país, que en la actualidad utilizan generalmente un numeroso grupo de indicadores, muchos de los cuales poco aportan a la evaluación del desempeño del proceso de transportación en sí.

El establecimiento de una estructura de indicadores jerárquicos y de apoyo, los primeros imprescindibles para la toma de decisiones y los segundos, importantes para valorar las causas del comportamiento de los indicadores jerárquicos, posibilita evaluar con objetividad el proceso de transportación, reduce el número de indicadores y facilita la toma de decisiones de la alta dirección. El uso de indicadores que valoren más integralmente el proceso, permite que afloren irregularidades que no se detectan con indicadores elementales.

Conociendo que la partida de consumo de combustible representa más del 30% del total de los costos de operación en vehículos de carga, es imprescindible que las normas de consumo de combustible se establezcan sobre la base de un indicador unitario, que posibilite evaluar el consumo en función de factores directamente vinculados al desempeño del parque automotor, lo cual no es posible con los indicadores de consumo recorrido, que generalmente utilizan las entidades de transporte.

La utilización de coeficientes de aprovechamiento del tiempo, una práctica no explotada, posibilita evaluar más racionalmente este factor, tan directamente relacionado con el desempeño general del proceso de transportación. La inclusión en el mismo de pérdidas de tiempo vinculadas con la planificación, organización y disciplina de los conductores, posibilitaría dar más integralidad a los análisis que en tal sentido se realicen.

Por último, la representación gráfica del comportamiento periódico de los indicadores fundamentales, posibilita apreciar las diferencias que se presentan en vehículos de iguales características y condiciones de explotación, e incluso entre vehículos diferentes con diferentes condiciones de explotación, facilitando el análisis y la toma de decisiones.

Generalmente los sistemas de gestión de las empresas de transporte poseen un enfoque administrativo y de dirección funcional, a lo cual se agrega que en muchas ocasiones: a).-no valoran la satisfacción del cliente; b).-cuentan con un número excesivo de indicadores que no posibilitan el análisis del comportamiento del proceso; c).-los indicadores se determinan para todo el parque vehicular y no se diferencian por tipo de vehículo o condiciones de explotación; d).-las normas de consumo se determinan con bajo rigor técnico y sobre la base de indicadores elementales, que posibilitan adulterar la información con facilidad; e).-los procesos de apoyo no se analizan independientemente del proceso de transportación de cargas, lo cual no permite evaluar la incidencia de cada cual en los resultados de la empresa; f).-se reportan indicadores económicos, de consumo, etc., en función de la carga transportada, que son irreales, pues no hay ni medición, ni estimación adecuada de la carga; g).-existe poca objetividad en la definición de los planes de transportación, lo cual falsea la valoración de su cumplimiento y el desempeño de la empresa; entre otros.

Para valorar este parámetro, de gran incidencia en el rendimiento, se utilizan el coeficiente total y los coeficientes parciales de aprovechamiento del tiempo. El coeficiente total (τ) considera el peso relativo del tiempo de movimiento (t_m) con respecto al tiempo total (t_t). Los coeficientes parciales muestran el peso relativo de cada uno de los elementos de tiempo, por ello se contemplan los que valoran el tiempo de espera para la carga-descarga (t_{ecd}), el tiempo empleado en la carga-descarga (t_{cd}), las pérdidas de tiempo por desperfectos técnicos o labores de mantenimiento (t_{dt}) y las pérdidas correspondientes a causas organizativas o ausencias al trabajo (t_o) (Dominico Díaz & Daquinta Gradaille, 2019; Fuentes Caballero, 2015):

$$\tau = \frac{\sum t_m}{t_t}; \quad \tau_{ecd} = \frac{\sum t_{ecd}}{t_t}; \quad \tau_{cd} = \frac{\sum t_{cd}}{t_t}; \quad \tau_{dt} = \frac{\sum t_{dt}}{t_t}; \quad \tau_o = \frac{\sum t_o}{t_t} \quad (1)$$

Donde: t_{ecd} , t_{cd} , t_{dt} , t_o - son los tiempos que se dedican a la espera para la carga-descarga, a la carga-descarga propiamente dicha, el tiempo por desperfectos técnicos o mantenimiento y el perdido por causas organizativas o ausencias al trabajo, h

Los indicadores de consumo de combustible.

Los indicadores de consumo de combustible utilizados en el transporte de cargas, no garantizan una evaluación integral, pues aún en el caso del consumo recorrido específico (Q_r , L/t.km), mucho más abarcador para vehículos de carga que el consumo recorrido (Q , km/L), pues contempla la carga útil y la distancia recorrida, no incluye la incidencia del tiempo, por lo cual no establece una dependencia entre el consumo y el rendimiento del proceso de transportación. Por tal razón, se propone el indicador de consumo unitario de combustible (Q_{wh} , L.h/t.km), probado con acierto en varios vehículos y más integral, al considerar el consumo de combustible en función del rendimiento (Fuentes Vega, et al., 2015; Pérez Gálvez, 2008):

$$Q_{wh} = \frac{q \cdot t_{téc}}{M_c \cdot \sum S} = \frac{q}{M_c \cdot V_{téc}} \left(\frac{L \cdot h}{t \cdot km} \right) \quad (2)$$

Dónde: q – consumo de combustible, L

$t_{téc}$ – tiempo técnico, es la suma de los tiempos de movimiento (t_m) y en paradas momentáneas (t_{par})

con el motor funcionando, $\sum t_m + t_{par} = t_{téc}$, h

$V_{téc}$ – velocidad técnica, km/h

M_c – masa de la carga útil, t

$\sum S$ - es la suma de los recorridos del vehículo, en km

En la figura 1, a manera de ejemplo, se representa el comportamiento del indicador de consumo unitario y del indicador de consumo recorrido en la marcha superior versus velocidad técnica, en el ómnibus MB OM-371 diesel, completamente cargado.

El consumo recorrido no presenta mínimo en marcha superior, lo cual es característico de los vehículos pesados diesel, tanto para el consumo recorrido como para el consumo recorrido específico. Por su parte, el consumo unitario muestra un mínimo a la velocidad de 74 km/h. Esta velocidad es consecuente, con las velocidades técnicas de los ómnibus de esta marca y modelo, que en la base ASTRO en el período estudiado, alcanzaban los mejores indicadores técnico-económicos. Esto demuestra la necesidad del uso de este indicador, para la normación del consumo y una mejor evaluación de la eficiencia energética del vehículo.

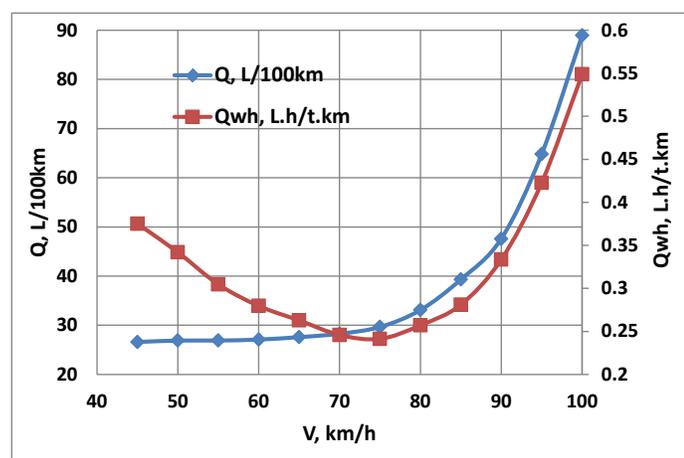


Figura 1. El consumo recorrido y el consumo unitario en el ómnibus OM-371.

Fuente: Fuentes Vega, et al. (2015).

A partir de un amplio estudio de la literatura existente sobre valoración del desempeño (Alcocer Quintero & Knudsen González, 2019; Penabad Sanz, et al., 2018; Fontalvo Herrera, et al., 2017; Arango Serna, et al., 2016; Ramírez Betancourt, et al., 2015; Medina León, et al., 2014 entre otros), se decide evaluarlo sobre la base de los criterios de eficiencia, eficacia y efectividad. Se aplicará en estos criterios, cuando sea factible, la operacionalización de variables para proponer indicadores jerárquicos, imprescindibles para su valoración integral e indicadores de apoyo, que en caso de irregularidades del comportamiento de los jerárquicos, contribuyan a determinar las causas más probables que lo determinan.

Como parte de la operacionalización de variables se procede a la etapa de definición conceptual de los criterios

de eficiencia, eficacia y efectividad, atemperados al proceso de transportación de cargas:

Eficacia:

La eficacia es la capacidad de emplear los recursos, métodos y procedimientos apropiados que posibiliten cumplir con los planes de transportación en cantidad, en tiempo y con calidad adecuada, evaluada a través de la satisfacción del cliente.

Eficiencia:

La eficiencia es la capacidad del proceso de transportación para lograr un resultado, empleando racionalmente los recursos económicos, financieros, materiales y humanos, haciendo énfasis en los costos totales y operativos, y en los tiempos del proceso, y con esto contribuir a incrementar la rentabilidad de la entidad.

Efectividad:

La efectividad es la categoría que integra la eficiencia y la eficacia de un servicio de transportación, pero considerando un punto de equilibrio entre ambos indicadores.

Partiendo de lo anterior, se buscan en cada definición conceptual, los elementos que definen su esencia, es decir, sus dimensiones principales, para determinar por criterios de expertos, los indicadores que deben emplearse para evaluar cada dimensión. Según criterio de los autores, debe establecerse una escala de valoración para cada indicador, una evaluación y una ponderación, que se establece en función de la importancia relativa del indicador en la valoración del criterio en función. Las evaluaciones ponderadas se suman y se dividen entre el número de indicadores, para obtener la evaluación del criterio correspondiente.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos, después de dos rondas con los expertos, en el caso de la eficiencia y la eficacia, pues se determinó que la efectividad debía evaluarse por otro método, dada su dependencia de la eficiencia y la eficacia.

Indicadores jerárquicos:

Con respecto a la **eficiencia**, dado que entre sus dimensiones se encuentra el uso racional de los recursos económicos, se propone, en primer lugar, la relación **Ingresos/Gastos totales**, que da una medida de cómo lo que se gasta está en función de generar ganancias. Como no se trata de un caso específico, de una empresa determinada, se toman como referencia, para establecer la escala, los resultados promedios de 3 empresas del territorio. Por su importancia se pondera como 1.30, pues evalúa la rentabilidad e implícitamente el uso de recursos materiales y

humanos, a partir de los gastos. En la tabla 1 se presentan los resultados de la operacionalización de variables para el caso de la eficiencia y la eficacia.

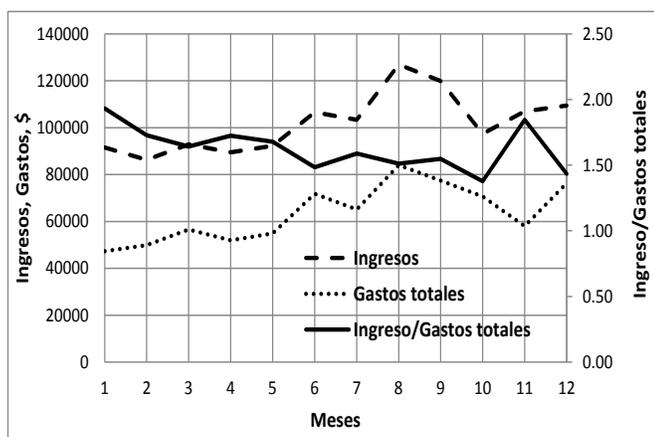
Tabla 1. Resultados de la operacionalización de variables para los criterios de eficiencia y eficacia.

Variable conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escalas	Evaluación	Ponderación
Eficiencia	Uso racional de recursos económicos, materiales y humanos	$\frac{\text{Ingresos}}{\text{Gastos totales}}$	<0.90 0.90-0.94 0.95-1.19 >1.20	2 3 4 5	1.30
		$\frac{\text{Gastos de operación}}{\text{Gastos totales}}$	<0.59 0.60-0.64 0.65-0.70 >0.70	2 3 4 5	0.70
		Coeficiente total de aprovechamiento del tiempo: $\tau = \sum T_m / T_t$	<0.6 0.60-0.79 0.80-0.89 ≥ 0.9	2 3 4 5	1.00
		Cumplimiento de la norma de consumo de combustible: $C_Q = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Q_{Wh}}{N_Q}}{n_V}$	>1.1 1.01-1.1 0.98-1 <0.97	2 3 4 5	1.00
Eficacia	Cumplimiento del plan	$\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado planificado}}$	<0.84 0.85-0.94 0.95-1.20 >1.20	2 3 4 5	1.00
	Calidad	Encuesta de satisfacción al cliente	<35 35-45 45-55 55-60	2 3 4 5	1.00

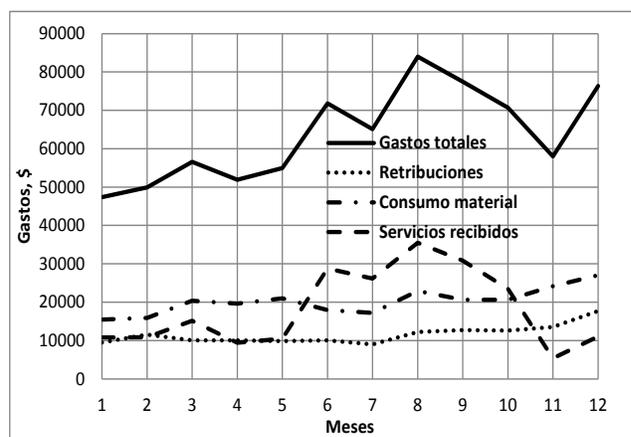
Indicadores de apoyo	Consumo unitario (L.h/t.km): $Q_{wh} = \frac{q}{G_{cr} \cdot V_{técn}} = \frac{q \cdot t_{técn}}{G_{cr} \cdot \sum S}$
	Coeficiente de disposición técnica: $\alpha_t = \frac{VD_{bet}}{VD_{ex}}$
	Coeficiente de empleo del buen estado técnico: $\alpha_e = \frac{VD_{tr}}{VD_{bet}}$
	Coeficiente dinámico de aprovechamiento de la carga: $\gamma_{dd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_v} G_{cri} \cdot l_{rci}}{G_{cnom} \cdot \sum_{i=1}^{n_v} l_{rci}}$
	Coeficiente de aprovechamiento del recorrido: $\beta_d = \frac{\sum_{i=1}^{n_v} l_{rci}}{\sum_{i=1}^{n_v} l_{rci} + \sum_{i=1}^{n_v} l_{sci} + \sum_{i=1}^{n_v} l_{oi}}$

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.a, se muestra un ejemplo de comportamiento de la relación Ingresos/Gastos totales y en la figura 2.b, de los componentes de los gastos totales. Puede observarse que existe un incremento significativo de los gastos totales entre los meses 5 y 8, que está relacionado con un incremento de los desperfectos técnicos, el cual incrementa el consumo material y los servicios recibidos, incidiendo también en este último, el gasto por concepto de fletes, pues este período coincide con un incremento de la demanda, lo cual provoca también incremento de los ingresos.



(a)



(b)

Figura 2. La relación Ingreso/Gastos totales y los componentes de los gastos totales.

Fuente: Pérez Chaviano (2019).

En segundo lugar, se propone la relación **Gastos de operación/Gastos totales** que identifica cuánto se gasta en los procesos de apoyo en relación con los gastos relacionados con el proceso estratégico. Como complementa a la

valoración de la relación Ingresos/Gastos totales, y se dirige a la evaluación de la eficiencia en el desarrollo de los procesos de apoyo, se pondera como 0.70.

Otra dimensión de la eficiencia es el uso racional de los recursos humanos y materiales. Se propone el **coeficiente de aprovechamiento del tiempo** para evaluar: a).-el uso racional de los recursos humanos: el conductor y todo el personal de apoyo, la eficiencia de cuyo trabajo se refleja en los componentes particulares del tiempo y 2).-para evaluar el uso racional de los recursos materiales: vehículos, remolques, equipamiento mecanizado para carga o descarga, equipamiento del taller de mantenimiento, entre otros. En este coeficiente inciden las distancias de viaje, el estado técnico de los vehículos, el tiempo de estancia en taller, el tipo de carga y la facilidad para su carga-descarga, el número de puntos de carga-descarga en el recorrido, la organización del proceso de transportación y del proceso de mantenimiento y reparación del vehículo, entre otras, por lo que sus magnitudes son específicas de cada empresa. Dado que este indicador evalúa directamente el uso de los recursos humanos y materiales se pondera como 1.0. En la figura 3 se muestra un ejemplo de comportamiento del coeficiente total y de los coeficientes parciales.

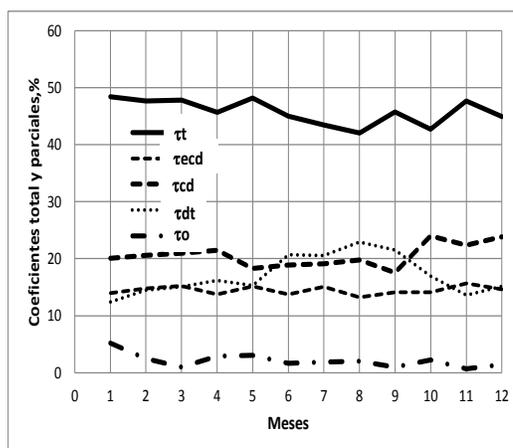


Figura 3. Los coeficientes de aprovechamiento del tiempo.

Fuente. Elaboración propia.

Su comportamiento en la figura, refleja cierta estabilidad a lo largo del año, pero siempre con valores menores del 50%, pues no se garantiza el retorno con carga.

Puede analizarse la correspondencia entre los coeficientes parciales, pues cuando se incrementan los tiempos de mantenimiento y por desperfectos técnicos, decrecen los tiempos de espera para la carga y descarga, los de carga descarga, y por supuesto, el tiempo de movimiento,

reflejado en el coeficiente total de aprovechamiento del tiempo.

Por último, por ser el principal material de explotación y por su incidencia en los gastos totales, se propone en la evaluación de la eficiencia, el indicador de **cumplimiento de la norma de consumo de combustible**, dada la importancia del consumo de combustible en los gastos de operación y como indicador de la adecuada implantación de la norma de consumo. Se pondera como 1.0 (Figura 4).

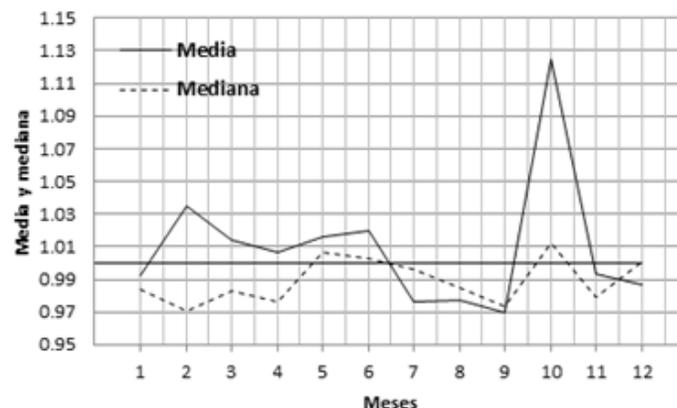
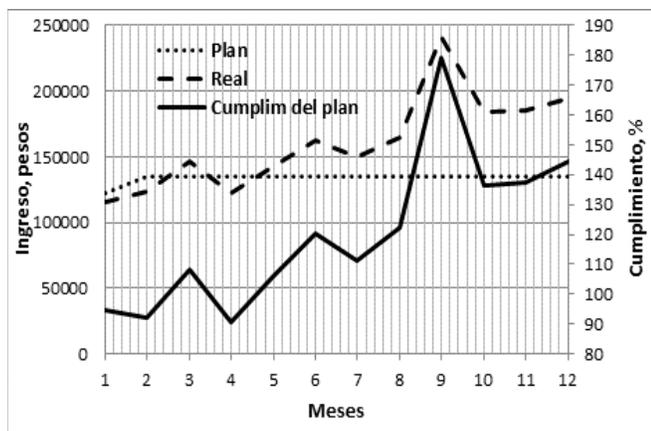


Figura 4. Cumplimiento de la norma de consumo de combustible.

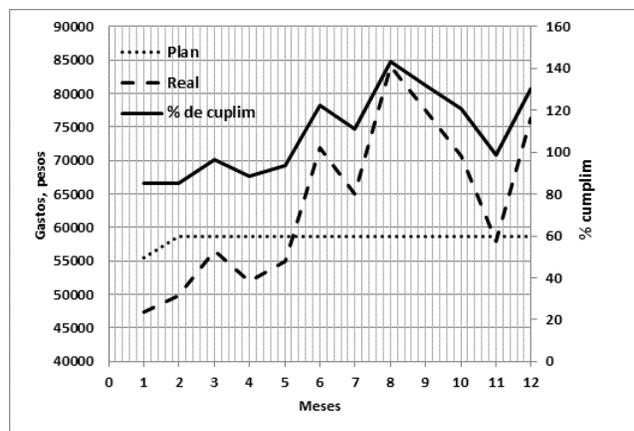
Fuente: Pérez Chaviano (2019).

Como puede notarse, las variaciones que aparecen amplificadas en la figura, no son significativas, pues no alcanzan el $\pm 5\%$, que se considera adecuado, dada la heterogeneidad de las condiciones de explotación. Este comportamiento se debe al uso del consumo recorrido, indicador inadecuado de normación para vehículos de carga. Sólo se exceptúa el mes de noviembre, en que hay una condición anormal en la entidad. La normación debe realizarse, como se indicó, por un indicador más integral: el consumo unitario.

Con relación a la **eficacia**, una de sus dimensiones es el cumplimiento de los planes y para evaluarlos se propone la relación **Resultado alcanzado/Resultado planificado**. Es un importante indicador, cuya calidad está determinada por la objetividad del establecimiento de los planes. A manera de ejemplo, en la figura 5.a se muestra el comportamiento del cumplimiento del plan de ingresos y en la figura 5.b el correspondiente al plan de gastos en una empresa de transporte, ambos a lo largo del año. Como pueden notar, inadecuadamente, esta empresa establece un plan constante, independiente de las oscilaciones de la demanda y del coeficiente de disposición técnica de los vehículos a lo largo del período, entre otros.



(a)



(b)

Figura 5. Cumplimiento del plan de ingresos (a) y gastos (b).

Fuente: Pérez Chaviano (2019).

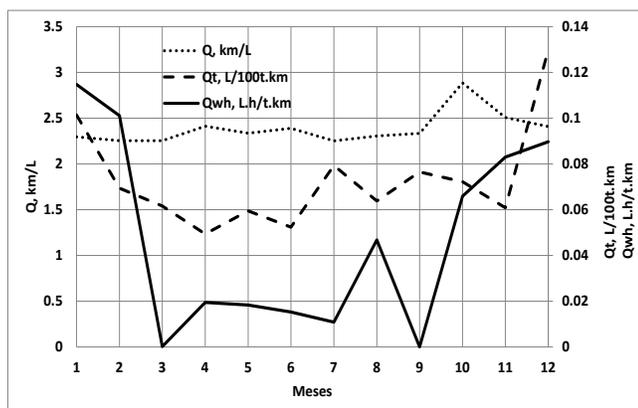
Contrastan los incumplimientos iniciales en el plan de ingresos y en el de gastos, producto de un bajo coeficiente de empleo del buen estado técnico (Figura 7a) y una caída en el coeficiente de disposición técnica de camiones y cuñas (Figura 7b), con los sobrecumplimientos del resto del período. Noten como se incorpora el flete a partir del mes 5 hasta el 10, y ello no se refleja en los planes ni de ingreso ni de gastos. En la figura 7b, puede resultar contradictorio no usar al 100% lo que tienes y utilizar fletes, pero no todas las cargas son aptas para todo tipo de vehículos.

El comportamiento a fines de año, en que se produce un incremento lógico de los ingresos, pero un incremento mayor de los costos, se debe a un incremento de las retribuciones y una caída del coeficiente de disposición técnica de cuñas y paneles, lo cual implica incremento de costos de mantenimiento y reparación.

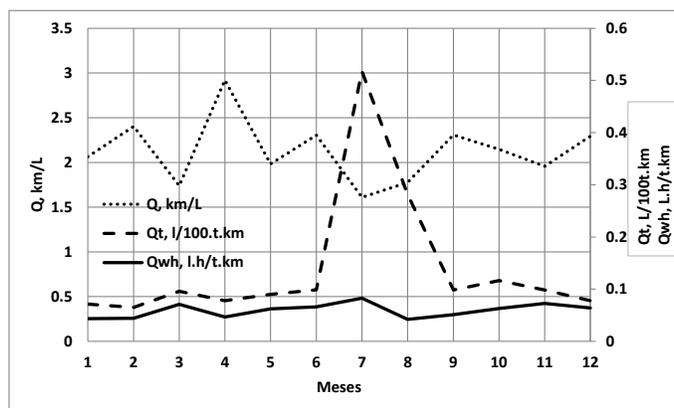
Los planes pueden cumplirse o sobre-cumplirse, pero deben hacerlo con calidad, por ello el cumplimiento del plan debe estar acompañado con la **valoración de la calidad del servicio**, a través de la satisfacción del cliente, que se propone desarrollarla por encuestas. Ambos criterios, cumplimiento del plan y calidad se ponderan de 1.0.

Indicadores de apoyo:

Cuando se detectan anomalías en los gastos, se debe contar con indicadores de apoyo que puedan brindar las respuestas más frecuentes a las mismas, por ello se propone el indicador **consumo unitario de combustible**, como indicador de apoyo, partiendo de que el combustible constituye generalmente más del 30% de los costos de operación del transporte y es el recurso que con mayor frecuencia se desvía, cuando no existe rigor en su control.



(a)



(b)

Figura 6. Comportamiento de los indicadores de consumo de combustible en un camión cuña. Aplicación (a)- antes de correcciones; (b)- después de correcciones.

Fuente: Fuentes Caballero (2015).

En la figura 6a puede observarse un comportamiento estable del consumo recorrido e inestable del consumo recorrido específico y del consumo unitario. Ello se debe a que la norma de consumo se estableció sobre la base del consumo recorrido (km/L), indicador muy elemental que le permite al conductor informar datos convenientes para garantizar el cumplimiento de la norma. Determinando con esa misma base de datos el consumo unitario, indicador más complejo, se detectan valores elevados de velocidades promedio, inalcanzables por esos vehículos, lo cual demuestra la poca confiabilidad de los datos. Dando respuesta a algunos señalamientos, se procede a evaluar el mismo vehículo (Figura 6b) y como se aprecia, hay un comportamiento regular del consumo unitario, que guarda cierta correspondencia con el consumo recorrido específico. Como es de esperar el consumo recorrido varía en rangos relativamente amplios, debido a las variaciones del grado de carga, de la velocidad del movimiento, del tipo de ruta, de la intensidad de tráfico y por otros muchos factores. Estos resultados reflejan con mayor objetividad el proceso de transportación.

El estado técnico de los vehículos incide en el incremento de los gastos de mantenimiento y reparación, que forman parte de los gastos totales, y reduce el rendimiento de los procesos de transportación, y por ende, los ingresos, lo que afecta doblemente la relación Ingreso/Gastos totales. Por otra parte, las roturas y estancias en taller afectan el coeficiente de aprovechamiento del tiempo. Por ello, se propone como indicador de apoyo el **coeficiente de disposición técnica (at)**, como un medio para explicar posibles causas de aumento de gastos, reducción de ingresos y mal aprovechamiento del tiempo, lo cual también incide en el cumplimiento de los planes, y por tanto, en la eficacia. Todo lo anterior muestra su carácter integral.

$$\alpha_t = \frac{VD_{bet}}{VD_{ex}} \quad (3)$$

Dónde: VD_{bet} , VD_{ex} –son, respectivamente los vehículos días en buen estado técnico y vehículos días existentes.

En otro sentido, ya sea por deficiencias en la gestión del trabajo, por problemas de disciplina laboral o por inadecuada selección del parque vehicular, en ocasiones los vehículos en buen estado técnico, permanecen inactivos, pues no cuentan con contenido de trabajo. La inactividad no contribuye al cumplimiento de los planes y no genera ingreso, mientras gravitan sobre el proceso, salarios, impuestos y amortizaciones. Por esta razón, se propone como indicador de apoyo el **coeficiente de empleo del buen estado técnico (ae)**.

$$\alpha_e = \frac{VD_{tr}}{VD_{bet}} \quad (4)$$

Dónde: VD_{tr} son los vehículos días trabajando en el período analizado.

En el uso efectivo de los recursos, humanos y materiales, no sólo incide el estado técnico, sino también el buen uso que se haga de lo que técnicamente está disponible, en tal sentido, el coeficiente de empleo del buen estado técnico, actúa como un valioso complemento en la evaluación del buen uso de los recursos.

En las figuras 7a y 7b se muestran los comportamientos de los coeficientes de disposición técnica y de empleo del buen estado técnico, respectivamente.

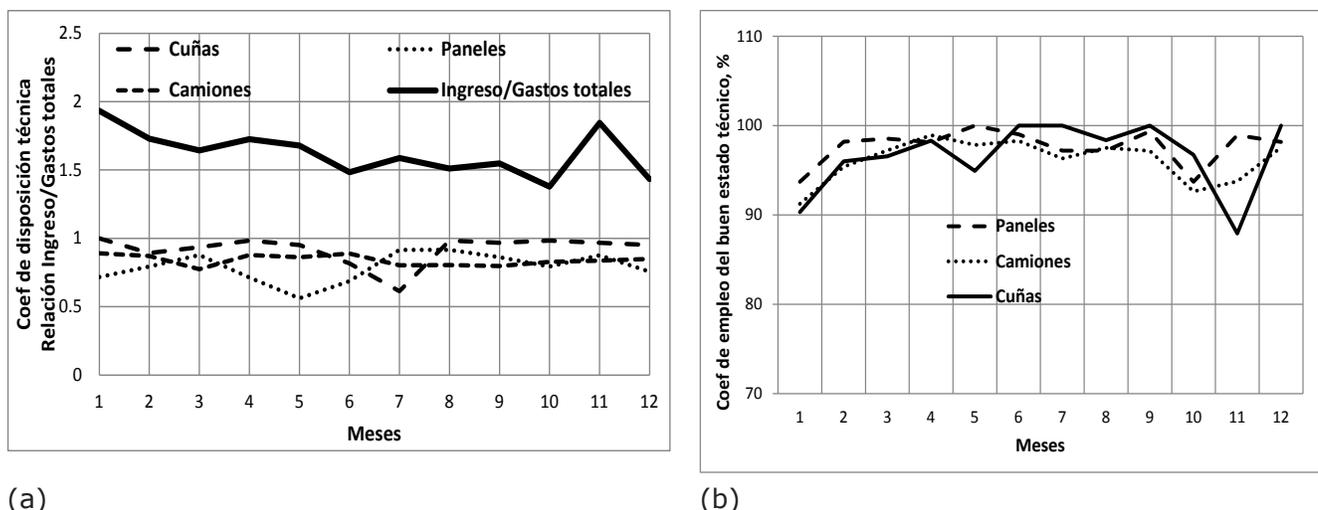


Figura 7. Los coeficientes de disposición técnica en vehículos de carga (a) y de empleo del buen estado técnico (b).

Fuente: Pérez Chaviano (2019).

El análisis de estas dos figuras, contribuye a la comprensión del comportamiento de la relación Ingreso/Gastos totales o de los componentes de los gastos, mostrados en las figuras 2a y 2b, o en el cumplimiento del plan de ingreso y de gastos, mostrados en las figuras 5a y 5b, entre otros. No obstante, en la figura 7a, se ha incluido el comportamiento de la relación Ingreso/Gastos totales, para facilitar el análisis.

Ahora bien, el coeficiente de aprovechamiento del tiempo mide los tiempos en movimiento con relación a los tiempos totales, pero no aclara cuánto del tiempo de movimiento se realiza en trabajo útil, es decir, en movimiento de la carga. Por tal motivo, se propone finalmente como indicador de apoyo el **coeficiente de aprovechamiento de los recorridos de trabajo (bd)**, que mide cuanto del recorrido total se realiza en movimientos con la carga útil (Fuentes Caballero, 2015).

$$\beta_d = \frac{\sum_{i=1}^{n_v} l_{rci}}{\sum_{i=1}^{n_v} l_{rci} + \sum_{i=1}^{n_v} l_{scli} + \sum_{i=1}^{n_v} l_{oi}} \quad (5)$$

Dónde: l_{rci} , l_{scli} , l_{oi} – son los recorridos con carga, sin carga y el denominado recorrido cero, comprendido entre el parqueo y los puntos de carga y descarga, respectivamente.

Este coeficiente tributa tanto a la eficiencia como a la eficacia. A la eficiencia porque tiene una incidencia en la relación Ingresos/Gastos totales. Un bajo coeficiente reduce los ingresos y aumenta los gastos sin respaldo productivo. En la figura 8, puede apreciarse su efecto en la relación Ingreso/Gastos totales, pues si la misma no está determinada únicamente por β_d , puede notarse como en un período apreciable de tiempo muestra coincidencia en su comportamiento. Por otro lado, el cumplimiento de los planes está en estrecha dependencia con el buen aprovechamiento productivo que se realice de los medios de transporte.

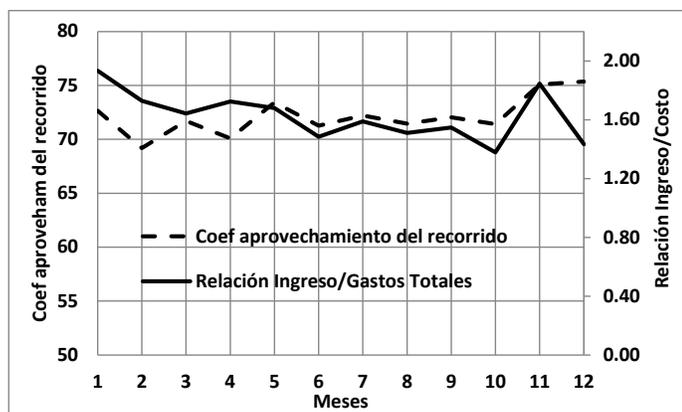


Fig. 8. La incidencia del coeficiente de aprovechamiento del recorrido en la relación Ingreso/Gastos totales.

Fuente: Pérez Chaviano (2019).

Dentro de los indicadores de apoyo debe contemplarse el **coeficiente dinámico de aprovechamiento de la capacidad de carga (gdd)**. En la medida que se aprovecha mejor la capacidad de carga del vehículo la productividad del proceso se incrementa, y por tanto, se realiza un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales, se reducen los gastos, pues se puede realizar la transportación de un volumen de carga con menor cantidad de vehículos (Fuentes Caballero, 2015).

$$\gamma_{dd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_g} G_{cri} \cdot l_{rci}}{G_{cnom} \cdot \sum_{i=1}^{n_g} l_{rci}} \quad (6)$$

Dónde: Gcri, Gcnom –son la capacidad de carga real y nominal, respectivamente, t.

En cuanto a la **efectividad**, la literatura expresa, que es un punto de equilibrio entre eficiencia y eficacia. Queda claro, no obstante, que no puede ser el promedio entre eficiencia y eficacia por razones obvias: no puede hablarse que la efectividad está Bien (4), cuando la eficiencia obtenga 5 y la eficacia 3 o viceversa. Si existen criterios divergentes en cuanto a la determinación de la eficiencia y la eficacia, en el caso de la efectividad no se aprecia una propuesta concreta de determinación. Variados criterios, diferentes concepciones teóricas, pero ninguna propuesta concreta. Por tanto, se propondrá un método que uniformice la determinación de la efectividad, susceptible de perfeccionamiento, pero al menos un punto de partida para el trabajo investigativo, que hoy no encontramos en la literatura.

Con tal objetivo se procederá de la forma siguiente:

- Partiendo de combinaciones posibles de valores de eficiencia y eficacia, proponer la evaluación de la efectividad en cada caso y consultar el criterio aplicado con especialistas de la rama.
- Como quiera que la evaluación de la efectividad va a estar determinada por los valores de eficiencia y eficacia, hay que determinar una combinación de ambas magnitudes que se utilice como variable independiente.
- De tal forma, podrá buscarse, utilizando el software Curve Expert, un modelo que, con un ajuste adecuado, posibilite determinar la eficacia en función de la mencionada variable independiente.
- Ahora bien, dado que resulta complejo, elegir un método de determinación de la efectividad y los resultados numéricos en ocasiones distorsionan la valoración, se propone, además, que una evaluación de eficiencia o eficacia por debajo de 2.5 represente una evaluación deficiente de la efectividad.

De esta forma, la determinación de la efectividad, a partir de la determinación de la eficiencia y la eficacia, se desarrolla por medio de una expresión que refleja criterios valorados por especialistas, lo cual imposibilita que la evaluación pueda ser afectada por criterios o conveniencias personales.

El procesamiento en el Curve Expert arroja que los modelos que más se ajustan son: el modelo cuadrático, el polinomial y el racional. Se desestimó trabajar con los modelos Shifted Power, Hoerl, Hoerl Modificado, Weibull y otros, porque lograban semejantes ajustes, pero poseían expresiones de cálculo más complicadas.

La evaluación del modelo cuadrático y el polinomial, mostró que no ofrecían los mejores resultados cuando una de las variables tenía bajos valores, por tal motivo se escogió el modelo racional, que muestra una pendiente de la curva más pronunciada a bajos valores de la variable independiente.

Rational Function: $y = \frac{a+b \cdot x}{1+c \cdot x+d \cdot x^2}$

Coefficient Data:

a = 0.87504617

b = 1.7618562

c = 0.25496656

d = -0.013519023

De tal forma, la dependencia gráfica que nos posibilita determinar el valor de la efectividad queda de la forma siguiente (Figura 9):

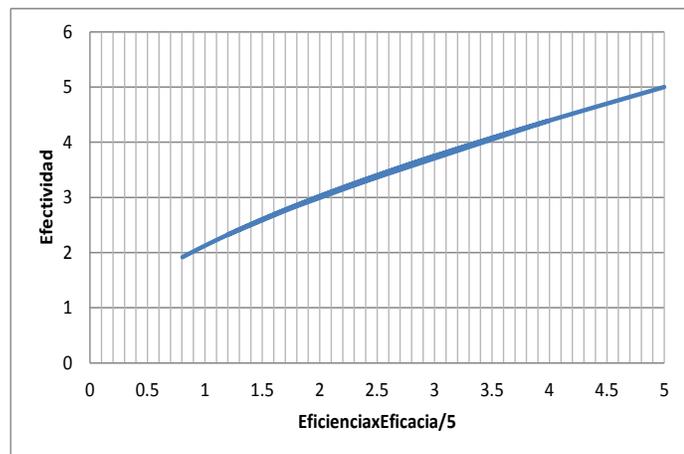


Figura 9. Gráfica de comportamiento de la efectividad a partir de los valores de la eficiencia y la eficacia.

Fuente: Pérez Chaviano (2019).

CONCLUSIONES

La operacionalización de variables arroja un número relativamente reducido de indicadores capaces de medir la eficiencia y eficacia del proceso de transportación. Los indicadores de apoyo definidos mostraron de forma práctica la importancia de su uso, como elementos que posibilitan explicar el comportamiento de los indicadores jerárquicos.

Los métodos gráficos demuestran su utilidad para la mejor valoración del comportamiento de los indicadores jerárquicos y de apoyo. El método de medición de la efectividad, si bien susceptible de perfeccionamiento, posibilita contar con un método que uniformiza su determinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcocer Quinteros, P. R., & Knudsen González, J. A. (2019). Desempeño integral de los procesos logísticos en una cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, 60(1), 78-87.

Arango Serna, M. D., Ruiz Moreno, S., Ortiz Vásquez, L. F., & Zapata Cortes, J. A. (2017). Indicadores de desempeño para empresas del sector logístico: Un enfoque desde el transporte de carga terrestre. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(4), 707-720.

Dominico Díaz, L., & Daquinta Gradaille, L. A. (2019). Evaluación de indicadores de explotación en el proceso de descarga de la caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), 1-12.

Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2017). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 47-60.

Fuentes Caballero, M. (2015). *El sistema de indicadores y las herramientas de análisis para el mejoramiento del sistema de gestión del proceso de transportación en la Base de Transporte del C.T.T., CIMEX, Cienfuegos*. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos.

Fuentes Vega, J. R., Cogollos Martínez, J. B., Millo Carmenate, V., & Pérez Gálvez, R. (2015). Modelación matemática de ciclos de viaje e indicadores dinámicos y de consumo para vehículos pesados. (*Ponencia*). V Congreso Internacional de Energías Alternativas (CINEA 2015). Instituto Politécnico Nacional, México.

Medina León, A., Ricardo Alonso, A., Piloto Fleitas, N., Nogueira Rivera, D, Hernández Nariño, A., & Cuétara Sánchez, L. (2014). Índices integrales para el control de gestión: Consideraciones y fundamentación teórica. *Ingeniería Industrial*, 35(1), 94-104.

Penabad Sanz, L., Iznaga Benítez, A.M., & Rodríguez Ramos, P. A. (2018). Valor límite del indicador: Utilización de vehículos de transporte de carga por carretera. *Ingeniería Industrial*, 39(3), 291-302.

Pérez Chaviano, A. (2019). *El sistema de indicadores para evaluar el desempeño del transporte de cargas*. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos.

Pérez Gálvez, R. (2008). *Modelación de ciclos de viajes e indicadores dinámicos y de consumo para vehículos pesados*. (Tesis doctoral.). Universidad de Cienfuegos.

Ramírez Betancourt, F. D., Viteri Moya, J. R., García Rodríguez, E., & Carrión Palacios, V. M. (2015). Valor óptimo de eficiencia de la gestión. Caso proceso de calzado. *Ingeniería Industrial. Habana*, 36(2), 163-174.