



## DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES TÉCNICO Y DE EXPLOTACIÓN DE LA TERMINAL DE ÓMNIBUS “XI FESTIVAL”

### DETERMINATION OF THE TECHNICAL AND OPERATIONAL INDICES OF THE “XI FESTIVAL” BUS TERMINAL

YANARA RODRÍGUEZ LÓPEZ\*, LUIS MICHEL SOSA ORTEGA

Universidad Agraria De La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, Carretera Tapaste km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque. Cuba

\*Autor para la correspondencia. Yanara Rodríguez López, e-mail: [yanita@unah.edu.cu](mailto:yanita@unah.edu.cu)

#### Resumen

La presente investigación se realizó en la UEB “XI Festival” con el objetivo de determinar el comportamiento de los índices técnicos y de explotación de los ómnibus YUTONG ZK-6120. Se obtuvo que el coeficiente de buen estado técnico del parque fue de 0.58, el de aprovechamiento del tiempo (entre 0.996-0.999) y del camino de recorrido (entre 0.75 - 0.95) son elevados. El aprovechamiento de la capacidad de carga es alto lo que afecta el consumo de combustible y el estado técnico de los vehículos. El consumo de combustible real es superior al normado en 380.14 L diariamente lo que afecta el número de viajes comprometidos por la UEB. La mayor diferencia se observa en la ruta A10 donde se sirvian diariamente 86 L menos de los que se necesitan. El gasto específico por unidad de trabajo realizado ( $C_e$ ) varía entre 0.577 y 0.705 L/Km por ruta, mientras que el gasto por hora de tiempo de explotación ( $C_h$ ) varía entre 0.241 y 0.587 L/Km\*h por ruta. Se estableció el modelo de regresión lineal múltiple para predecir el comportamiento del índice de consumo a partir de los valores de velocidad de movimiento, consumo de combustible, número de paradas y distancia total recorrida.

**Palabras Claves:** Índices, consumo, aprovechamiento, Combustible

#### Summary

This research was conducted at the “XI Festival” UEB with the aim of determining the technical and operational performance of YUTONG ZK-6120 buses. It was found that the coefficient of good technical condition of the fleet was 0.58, the coefficient of time utilization (between 0.996-0.999) and the coefficient of route travel (between 0.75 - 0.95) are high. The utilization of the load capacity is high, which affects the fuel consumption and the technical condition of the vehicles. The actual fuel consumption is higher than the standard of 380.14 L daily, which affects the number of trips committed by the UEB. The greatest difference is observed on route A10 where 86 L less than necessary are served daily. The specific expenditure per unit of work performed ( $C_e$ ) varies between 0.577 and 0.705 L/Km per route, while the expenditure per hour of operating time ( $C_h$ ) varies between 0.241 and 0.587 L/Km\*h per route. The multiple linear regression model was established to predict the behavior of the consumption index from the values of movement speed, fuel consumption, number of stops and total distance traveled.

**Keywords:** Indices, consumption, utilization, Fuel

#### Introducción

Se conoce que el crecimiento económico genera mayor demanda de transporte (Iglesias, 2010). Evidencias empíricas correlacionan el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y el crecimiento de la demanda de transporte, aunque las elasticidades varían de unos países a otros. En países

industrializados se han obtenido elasticidades del transporte terrestre entre 0,7 y 1,5 en mercancías, y entre 0,6 y 1,4 en viajeros (Stambrook, 2006). Esas elasticidades tienden a reducirse con el nivel de desarrollo (Vickerman, 2002), por el nivel de saturación de la movilidad individual y un mayor peso de las actividades que requieren menor movimiento de mercancías en las economías desarrolladas.

Recibido: 14 de septiembre de 2025

Aceptado: 09 de octubre de 2025

**Conflictos de intereses:** los autores de este trabajo declaran no tener conflicto de intereses.

Los autores participaron en el diseño y redacción del trabajo, además del análisis de los documentos.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



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. Elementos como el consumo de combustible, el cronometraje de los tiempos de explotación, el aprovechamiento de la distancia recorrida, el coeficiente de buen estado técnico y de disponibilidad del parque, los gastos económicos por vehículo, forman parte de los índices técnico-económico y de explotación de los medios de transporte y del parque como tal. El estudio sistemático de los índices de consumo es imprescindible para realizar una comparación y determinar así la eficiencia bajo las condiciones de trabajo de los medios de transporte existentes en cualquier empresa, permite conocer las diferencias de las condiciones diseñadas de trabajo, descubrir las causas de los incumplimientos del plan de tráfico, mostrar las reservas de producción de los automóviles, para así poder adoptar medidas pertinentes para el mejoramiento del trabajo en general. (García, 2006).

Atendiendo al problema que resulta analizar los índices técnico-económicos y de explotación de la terminal de ómnibus “XI Festival”, se plantea como el Objetivo general de este trabajo:

Analizar los índices técnico-económicos y de explotación de la terminal de ómnibus “XI Festival”.

## Materiales y Métodos

### Metodología para determinar el consumo de combustible

Para determinar y evaluar el consumo de combustible de los ómnibus en la UEB.

Terminal Cotorro “XI Festival” se emplearon dos métodos de medición: **método aforado del tanque** y **el método de tanque lleno** en el primero se requiere adicionalmente una regla u otro instrumento calibrado para el control de la variación del volumen, el depósito debe estar en posición horizontal. El primer paso lo constituye el aforado del tanque para lo cual se tomó un recipiente con capacidad de 20 Litros. El mismo se llenó a plena capacidad, se vertió en el tanque (depósito) y se marcó a cuántos centímetros de la varilla previamente seleccionada correspondía ese volumen de combustible, esta operación se fue repitiendo hasta que se llenó el tanque (depósito). Luego del aforado del tanque se procede a la medición en la que se servicia el medio de transporte, una vez realizado el recorrido, se comprueba la cantidad de combustible existente en el tanque con la varilla y se resta de la cantidad serviciada inicialmente. El segundo método es uno de los

métodos más fáciles y económicos, por ende, es el más usado por la mayoría de los propietarios de vehículos. Este procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Llenar el tanque de combustible.
2. Llevar a cero el medidor de distancia recorrida (Odómetro).
3. Realizar un recorrido.
4. Llenar nuevamente el tanque.
5. Registrar la distancia recorrida.

Realizar el mismo procedimiento anterior varias veces procurando tener el mismo recorrido y sus condiciones cada vez.

### Metodología para la determinación de los índices técnicos y de explotación

Los índices principales para realizar el cálculo son:

- Coeficiente de buen estado técnico.
- Coeficiente del aprovechamiento del parque.
- Coeficiente de aprovechamiento del recorrido.
- Gasto específico por unidad de trabajo realizado.
- Gasto por hora de tiempo de explotación.
- Aprovechamiento del tiempo de trabajo.
- Aprovechamiento de la velocidad de movimiento.
- Aprovechamiento de la capacidad de carga.

### Coeficiente de buen estado técnico

El coeficiente de buen estado técnico, expresión (1), se define por la relación de los vehículos - días en buen estado técnico y los vehículos días en existencia. Se considera un vehículo - días en buen estado técnico, cuando los vehículos no han permanecido la jornada diaria de trabajo en reparación o mantenimiento.

$$\alpha_t = ADt/ADex \quad (1)$$

donde:

ADt vehículo- días en buen estado técnico.

ADex vehículo- días existentes.

### Coeficiente del aprovechamiento del parque

La relación entre los vehículos - días de trabajo y los vehículos - días existentes, representa el coeficiente de aprovechamiento del parque, expresión (2). Cuando los vehículos trabajan todos los días de la semana por igual este coeficiente coincide con el coeficiente de despacho.

$$\alpha_a = ADtr/ADtr \quad (2)$$

donde:

ADtr vehículos- días trabajando.

### **Coefficiente de aprovechamiento del recorrido ( $\beta$ )**

La relación entre el recorrido útil y el recorrido total del automóvil define este coeficiente y se determina por la expresión (3)

$$\beta = L/L_t \quad (3)$$

donde:

L= recorrido útil del vehículo con pasajeros, Km.

### **Gasto específico por unidad de trabajo realizado (Ce)**

El gasto específico por unidad de trabajo realizado por la expresión (4) indica el cociente entre el gasto de combustible durante el trabajo y el volumen de trabajo realizado. En el caso del transporte el volumen de trabajo es la distancia recorrida en un ciclo cerrado.

$$Ce = gm/Q(L/Km) \quad (4)$$

donde:

gm: gasto de combustible durante la realización del volumen de trabajo, L.

Q: volumen de trabajo realizado, Km.

### **Gasto por hora de tiempo de explotación**

El gasto por hora de tiempo de explotación, expresión (5), es la relación entre el gasto específico y el tiempo de explotación.

$$C_h \equiv Ce/T_{07} (L/Km*h) \quad (5)$$

Donde:

T 07 = tiempo de explotación en horas.

### **Aprovechamiento del tiempo de trabajo**

El coeficiente de utilización del tiempo de trabajo representa la relación entre el tiempo real de trabajo (Tr) y el tiempo de turno (TT).

$$\tau = Tr/T_t \quad (6)$$

Este coeficiente indica la parte que representan los gastos de tiempo en la carga y descarga y en las paradas durante el turno.

### **Aprovechamiento de la velocidad de movimiento**

Velocidad técnica: Es el coeficiente de la división entre la longitud recorrida en km (L) y el tiempo de movimiento real en horas ( $T_{mov}$ ). La velocidad técnica no tiene en cuenta el tiempo de las paradas durante el viraje a excepción de las que están relacionadas con las condiciones de movimiento.

$$V_t = L/T_{mov} \quad (7)$$

La velocidad de explotación depende mucho de la organización del proceso de transporte y de las distancias.

### **Aprovechamiento de la capacidad de carga**

La utilización de la capacidad de carga de una unidad de transporte se aprecia mediante el coeficiente de utilización

de la capacidad de carga (Y), la evaluación comparativa de la capacidad de carga de la unidad teniendo en cuenta las distancias de transporte, se haya mediante el coeficiente de capacidad de carga estático Ye.

Coefficiente de utilización de la capacidad de carga estático: es la relación entre la cantidad de carga realmente transportada y la cantidad de carga que se puede transportar si se aprovecha totalmente la capacidad nominal de carga del medio de transporte.

$$Y_e = Q_r/Q_{nom} = Q_r / q*z \quad (8)$$

donde:

q- capacidad nominal de carga

Z- número de trayectorias

Siendo el mismo coeficiente de la capacidad de carga, puede ser distinto el grado de utilización de la unidad de transporte en dependencia de las distancias de transporte. (Gonzales, 1993).

### **Metodología para los análisis estadísticos**

Para el procesamiento de la información recopilada se utilizaron Métodos matemáticos-estadísticos: para analizar el comportamiento del consumo de combustible (diésel) (Peña, 2000). El procesamiento se realizó utilizando el software STATGRAPHICS 5.1. Dentro de este análisis se usaron:

- El análisis estadístico descriptivo: Este análisis resume la masa de datos y los describe, no hace conclusiones sobre el grupo, tiene como objetivo esencial la caracterización de los conjuntos de datos numéricos, dicha caracterización pone de manifiesto las propiedades cuantitativas de estos conjuntos para su análisis (contiene las medidas de tendencia central (media, moda y mediana), las medidas de dispersión (Varianza, Desviación Estándar, Coeficiente de Variación) y las medidas de asimetría y apuntamiento (coeficiente de asimetría y Curtosis respectivamente)), se tomaron como estadígrafos la media, el error estándar y el coeficiente de variación, estos últimos para conocer la dispersión de los criterios con respecto a la media. Este análisis se utilizó para describir el comportamiento del consumo del combustible (diésel) en la UEB Terminal Cotorro “XI Festival”.
- El procedimiento de Regresión Múltiple está diseñado para construir un modelo estadístico describiendo el impacto de dos o más factores cuantitativos X sobre una variable dependiente Y. El procedimiento incluye una opción para realizar regresión por pasos, en la cual se selecciona una de las variables X antes establecidas. El modelo colocado puede ser usado para hacer predicciones, incluyendo límites de confianza y límites de predicción. Los residuos pueden también ser graficados observando la manera en que influyen.

El procedimiento contiene opciones adicionales para transformar los datos usando una transformación Box-Cox o Cochrane-Orcutt. La primera opción es útil para establecer la variabilidad de los datos, mientras que la segunda es útil para manejar datos de series de tiempo, en los que los residuos exhiben correlación serial (Ostle, 1974).

## Resultado y Discusión

### Caracterización del área experimental

La Unidad Básica Empresarial (UEB) “XI Festival” se encuentra ubicada en al AVE 101 esquina 34 en el municipio Cotorro en la Habana. El parque vehicular está integrado por ómnibus de marca YUTONG dedicados al transporte urbano de pasajeros, contando con 34 de estos, 20 de ellos están en buen estado técnico y el resto paralizados por averías en el motor.

Esta UEB presta servicios dentro y fuera del municipio organizado por rutas, en la [tabla 1](#) se relacionan las rutas, los destinos, el número de paradas (Np), la distancia recorrida en cada ciclo (S), el número de ciclos que realiza (Nc), el número de ómnibus destinado a cada ruta (No), así como el tiempo normado para recorrerlo (Trec).

Como se puede observar en la [tabla 1](#), el paradero cubre 11 rutas, de las cuales 4 recorren entre 20 y 45 km, otras 4 recorren entre 46 y 60 km y 3 entre 61 y 80 km. El número de paradas varía en función de la ruta, se reconocen las rutas C1 y C2 como rutas “sociales”, llamadas así pues por sus características se planifican paradas cercanas entre si y rutas como el A47 y el A21 que tiene paradas con distancias promedios de hasta 1 km. Los tiempos de recorridos planificados están en función de las características del propio recorrido, teniendo en cuenta las condiciones de camino, la velocidad establecida (si es zona urbana o rural), el número de semáforos e intercepciones, etc. De las 11 rutas que se ofrecen por la UEB, 5 realizan 3 ciclos con 1 ómnibus asignado, 3 realizan 6 ciclos utilizando 2 ómnibus por cada ruta, una ruta realiza 9 ciclos para lo

que tiene asignados 3 ómnibus, una realiza 12 ciclos (con 6 ómnibus) y una realiza 16 ciclos para lo que se le asignan 4 vehículos.

### Análisis de consumo de combustible de los ómnibus por ruta

El consumo de combustible es uno de los factores principales que inciden en el gasto de un vehículo y conocer la demanda del mismo y los daños que provoca al medio ambiente, hace que su estudio sea más prioritario. Varios los elementos que influyen en el consumo de combustible, por lo que, aunque dos vehículos tengan características técnicas similares y realicen recorridos similares su consumo puede variar. El peso con carga del vehículo, el número de paradas, las condiciones de camino, el estado técnico, el régimen de trabajo, la forma de conducir y hasta el estado de ánimo del chofer, son componentes que intervienen directamente en que el vehículo consuma más o menos combustible. Con este análisis se puede inferir que el consumo de combustible es variable y que no existe un consumo constante, al contrario, este siempre depende del comportamiento de las condiciones técnicas del vehículo, las condiciones del terreno y ambientales.

Para la determinación del consumo de combustible en la UEB se midió el consumo de combustible por ómnibus durante los meses de enero, marzo y junio del 2023 y se realizó un análisis estadístico descriptivo multivariado, en la [tabla 2](#) se muestran los resultados del análisis estadístico donde Rto es el recuento el número de datos introducido por cada ruta,  $m_e$  es la media,  $D_e$  es la desviación estándar,  $e_e$  es el error estadístico y  $C_v$  el coeficiente de variación.

Al analizar los valores de desviación estándar y coeficiente de variación se puede decir son bajas las desviaciones de los datos con respecto a la media y entre sí, lo que significa que el comportamiento del consumo de combustible es estable y durante el período de mediciones no hubo factores que afectaran el comportamiento del consumo de combustible.

**Tabla 1.** Caracterización de las rutas.

| Ruta | Destino               | Np | S, km | Trec, h | Nc | No |
|------|-----------------------|----|-------|---------|----|----|
| A5   | Parque Fraternidad    | 78 | 48    | 2.20    | 9  | 3  |
| A6   | Nazareno              | 68 | 51    | 2.00    | 6  | 2  |
| A7   | Villa Panamericana    | 62 | 42    | 2.20    | 6  | 2  |
| A9   | Santiago de las Vegas | 78 | 56    | 2.20    | 6  | 2  |
| A10  | Ceguera               | 50 | 43    | 1.50    | 16 | 4  |
| A19  | Hospital Julio Trigo  | 68 | 52    | 2.30    | 3  | 1  |
| A21  | Túnel Bahía           | 76 | 80    | 2.20    | 3  | 1  |
| A47  | Hospital Almejeiras   | 70 | 74    | 2.20    | 3  | 1  |
| A52  | La Palma              | 72 | 45    | 2.00    | 3  | 1  |
| C1   | Circular Santa Amelia | 68 | 26    | 1.00    | 12 | 6  |
| C2   | Comunidad Iro de Mayo | 82 | 64    | 2.50    | 3  | 1  |

Determinación de los índices técnico y de explotación de la terminal de ómnibus “XI Festival”

**Tabla 2.** Análisis estadístico por rutas

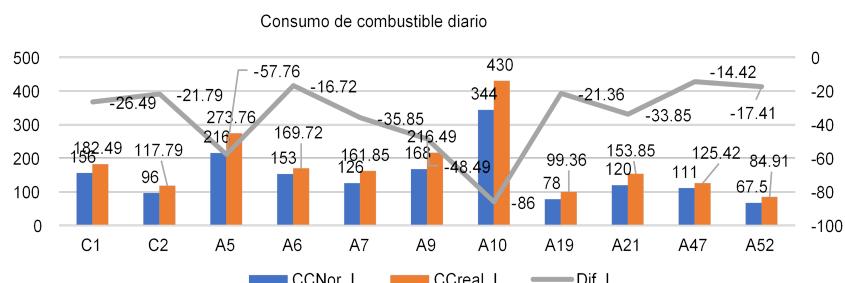
|                | C1     | C2     | A5     | A6     | A7     | A9     | A10   | A19   | A21    | A47    | A52   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Rto            | 5580   | 2790   | 8370   | 5490   | 5580   | 5580   | 11160 | 2790  | 2790   | 2790   | 2790  |
| m <sub>e</sub> | 182.49 | 117.79 | 273.76 | 169.72 | 161.85 | 216.49 | 430   | 99.36 | 153.85 | 125.42 | 84.91 |
| De             | 0.026  | 0.021  | 0.050  | 0.075  | 0.106  | 0.024  | 0.069 | 0.021 | 0.025  | 0.021  | 0.022 |
| ee             | 0.003  | 0.004  | 0.005  | 0.010  | 0.013  | 0.003  | 0.006 | 0.004 | 0.004  | 0.004  | 0.004 |
| CV             | 0.015  | 0.012  | 0.031  | 0.043  | 0.064  | 0.015  | 0.043 | 0.013 | 0.016  | 0.012  | 0.014 |

En la [figura 1, 2 y 3](#) se puede observar que el consumo de combustible varía en cada ruta, el paradero cubre 11 rutas, de las cuales poseen diferentes características que influyen de manera directa en el consumo de combustible.

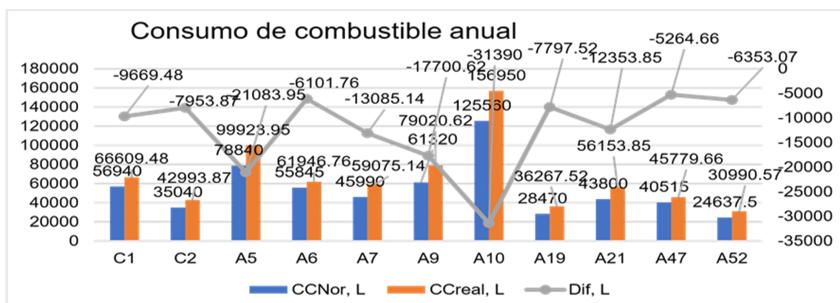
De las [figuras 1, 2 y 3](#) se puede resumir que:

- La Ruta C1, consume realmente en el día 183,46 L de diésel (66 961.44 L al año), cuando por norma técnica

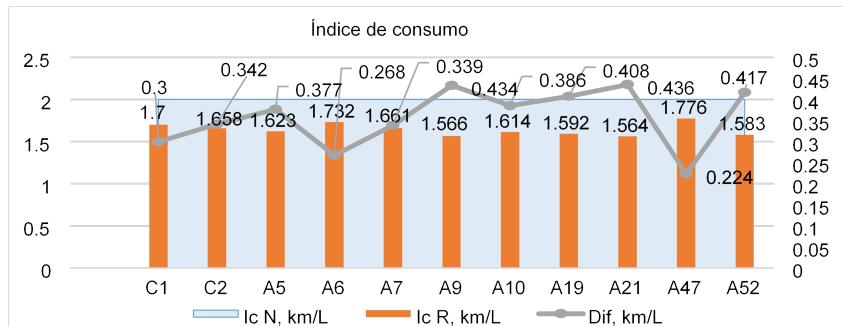
debiera consumir 156 L (56 940 L al año), lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 27,46 L (siendo 10 021 L al año) de diésel diarios, como se mencionó anteriormente, efectuando 12 ciclos en el día, realiza 408 paradas, para un total de 312 Km recorridos, contando con 2 ómnibus trabajando.



**Figura 1.** Consumo de combustible diario



**Figura 2.** Consumo de combustible anual



**Figura 3.** Índice de consumo por ruta de la Terminal de ómnibus ‘XI Festival’

- La Ruta C2, al día, consume realmente 231,55 L (al año consume 84 516,48 L) de diésel (ofrece 6 ciclos en los que hace 246 paradas y recorre 384 km), cuando por norma técnica debiera consumir 192 L (70 080 L al año) de diésel, lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 39,55 L de diésel sumándose al año un déficit de 14 436 L, contando con 1 ómnibus trabajando.
- La ruta A5, debe consumir al día 216 L (78 840 L al año) de diésel, mientras consume realmente 266,11 L (al año serían 97 130,88 L) de diésel, lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 50,11 L de diésel al día y 18 290L al año. En esta ruta se recorren diariamente 432 km, en 9 ciclos haciendo 702 paradas, contando con 3 ómnibus trabajando.
- La ruta A6, al día, consume realmente 23.56 L más del que tiene asignado (consumo real y normado 176,56 y 153 L de diésel respectivamente, al analizarlo anualmente habría un consumo de 8600 L de combustible consumido de por encima del establecido según el índice de consumo por el que se calcula la asignación de combustible en la UEB. El recorrido total de 306 km diarios se realiza en 6 ciclos acumulando 408 paradas planificadas, contando con 2 ómnibus trabajando.
- La ruta A7, al día, consume realmente 151,70 L (para un consumo real anual de 55371,96L) de diésel, cuando por norma técnica debiera consumir 126 L (al año serían 45 990 L) de diésel, lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 25,70 L de diésel al día y 9381 L al año. Recorre diariamente 252 Km en 6 ciclos y tiene 372 paradas, contando con 2 ómnibus trabajando.
- La ruta A9 al recorrer 336 km (en 6 ciclos y con 468 paradas planificadas) consume 46.37 L de diésel por encima del que debería consumir según la norma de consumo (214.37 y 168 L de combustible diésel real y planificado respectivamente. El consumo anual difiere del planificado en 16 924 L de combustible diésel, contando con 2 ómnibus trabajando.
- La ruta A10, al día, consume realmente 851,74 L, (para un consumo anual de 310 886,56L) de diésel cuando por norma técnica debiera consumir 688 L (251 120 al año) de diésel, lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible de 163,74 L de diésel al día y 59 776 al año. De cara a las 32 vueltas que proporciona en el día, y realizando 800 paradas, para un total de 1376 Km recorridos, contando con 4 ómnibus trabajando.
- La ruta A19, al día, consume realmente 195,94 L de diésel, (71516,64 L al año) cuando por norma técnica debiera consumir 156 L de diésel (56 940 al año), lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 39,94 L de diésel diario y 14 576 L al año. De cara a las 6 vueltas que provee en el día, y realizando 204 paradas, para un total de 312 Km recorridos, contando con 1 ómnibus trabajando.
- La ruta A21, al día, consume realmente 306,72 L de diésel, (para un consumo anual de 111 952,80L) cuando por norma técnica debiera consumir 240 L de diésel, (87600 L al año) lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 66,72 L de diésel al día y 24 352 L al año. De cara a las 6 vueltas que da en el día, y realizando 228 paradas, para un total de 480 Km recorridos, contando con 1 ómnibus trabajando.
- La ruta A47, al día, consume realmente 249,97 L de diésel, (al año serían 91 239,78) cuando por norma técnica debiera consumir 222 L de diésel, (81 030 L al año) lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 27,97 L de diésel diario y 10 209 L al año. De cara a las 6 vueltas que da en el día, y realizando 210 paradas, para un total de 444 Km recorridos, contando con 1 ómnibus trabajando.
- La ruta A52, al día, consume realmente 190,35 L de diésel, (69 477,75 L al año) cuando por norma técnica debiera consumir 135 L de diésel, (49 275 L al año) lo cual arroja una diferencia de consumo de combustible igual a 55,35 L de diésel al día y 20 202 L al año. De cara a las 6 vueltas que da en el día, y realizando 216 paradas, para un total de 270 Km recorridos, contando con 1 ómnibus trabajando.

La diferencia de consumo real al comparar con el asignado, se traduce en que al final del día puede haber rutas como el C1, A5 y A10 que son las que poseen el mayor número de vueltas por recorrido y varios vehículos, se vean afectadas al no poder realizar el número de vueltas planificadas dejando de transportar un número significativo de personas. El índice del gasto específico por unidad de trabajo arroja el valor de 0.641 L/Km para el parque vehicular de la terminal “XI

Festival” el cual comparamos con el parque vehicular de la UNAH cuyo índice del gasto específico por unidad de trabajo tiene un valor de 1.17L/Km, según García, 2006 lo cual igualmente atribuimos a la homogeneidad del parque vehicular de la terminal “XI Festival” y su radical diferencia con el parque vehicular de la UNAH lo cual hace incontrastable ambos resultados.

En el análisis de los índices de consumo combustible de los ómnibus por ruta de

La terminal de ómnibus “XI Festival” se obtuvo como comprensión que en todos los casos el índice de consumo real está por debajo del normado por lo que el consumo de combustible real está por encima del planificado. Diariamente se necesitan 380.14 L de combustible por encima del asignado.

### Análisis de los índices técnicos y de explotación de los ómnibus

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.

El conocimiento de los índices técnicos- económicos y de explotación permite mantener orden y organización del trabajo, las operaciones que se realizan en una determinada empresa o entidad. El transporte, como rama de la economía, vinculado a la producción, al servicio de la población y otros, requiere de control y análisis para que su eficiencia y utilización sea la mejor y más adecuada. Planificar las actividades y realizar revisiones periódicas al sistema de transporte es un factor que marca la calidad y eficiencia de cualquier entidad que se dedique a esta operación.

La determinación del valor de los índices antes mencionado, en la Terminal de ómnibus “XI Festival” del municipio Cotorro arrojó los resultados que se analizan a continuación.

El coeficiente del buen estado técnico ( $a_t$ ) fue de 0.58 (tabla 3) lo que significa que el 58% de los vehículos de la entidad se encuentran en buen estado técnico, teniendo en cuenta que se considera en buen estado técnico cuando los vehículos no han permanecido la jornada diaria de trabajo en reparación o mantenimiento. Este resultado, teniendo en cuenta la edad de los medios que componen el parque es aceptable, la mayoría de los vehículos ya poseen más de 8 años de explotación desde que se incorporaron al Parque Automotriz, sus condiciones técnicas y de funcionamiento no son las óptimas, por tanto, es necesario realizarle mantenimientos con frecuencia, por otra parte, existe carencia de piezas a insumos en el país lo que provoca que al romperse piezas que no existen, el ómnibus quede sin capacidad de trabajo hasta que se le da baja. El coeficiente de aprovechamiento del parque ( $a_a$ ) y el coeficiente del buen estado técnico ( $a_t$ ) tienen el mismo valor porque no se poseen vehículos de reserva, el estado técnico del parque permite cubrir las rutas planificadas siempre que no existan averías, en caso de alguna rotura se afecta la ruta a la que da

servicio el vehículo con dificultades hasta que recupere su capacidad de trabajo.

**Tabla 3.** Índices de explotación del parque de vehículos

| Índice | $a_t$ | $a_a$ |
|--------|-------|-------|
| Valor  | 0.58  | 0.58  |

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 ( $a_d$ ), 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. 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. (Pérez Chaviano 2019)

En la tabla 4 se muestran los índices técnicos y de explotación del parque por rutas donde se relaciona el aprovechamiento del camino recorrido ( $\beta$ ), del tiempo de turno ( $t$ ) y de la capacidad de carga ( $Y_e$ ). También se relacionan los valores del gasto específico por unidad de trabajo ( $C_e$ ), el gasto por hora de tiempo de explotación ( $Ch$ ), la velocidad de trabajo ( $V_r$ ), estos últimos el valor diario y mensual.

El coeficiente de aprovechamiento del recorrido ( $\beta$ ) establece la relación entre el camino recorrido con pasajeros y sin pasajeros, con carga y sin carga, por tanto, mientras mayor sea su valor más se aprovecha la distancia recorrida por el vehículo en trabajo útil, que en la entidad se basa en el transporte de pasajeros. Este índice tiene un valor entre 0.996 y 0.999 (el valor óptimo en operaciones de transporte) (tabla 4), lo que indica que existe un buen aprovechamiento del camino recorrido, la posición geográfica del paradero, así como la ubicación de la primera parada, hacen que el recorrido en vacío sea mínimo.

El coeficiente de aprovechamiento del tiempo ( $\tau$ ) representa la relación entre el tiempo real de trabajo ( $T_r$ ) y el tiempo de turno ( $T_T$ ), o sea el tiempo que transcurre desde que comienza el trabajo del vehículo hasta que finaliza cada día, teniendo en cuenta los vehículos horas de trabajo y vehículos día de trabajo entre el tiempo que debe trabajar,

**Tabla 4.** Datos de los índices técnicos y de explotación del parque por ruta.

| Ruta | $\beta$ | $\mathfrak{t}$ | Ce, L/Km |       | Ch, L*h/Km |       | Vtec, km/h | Vr, km/h |        | Ye    |
|------|---------|----------------|----------|-------|------------|-------|------------|----------|--------|-------|
|      |         |                | D        | M     | D          | M     |            | D        | M      |       |
| C1   | 0.996   | 0.75           | 0,588    | 0,588 | 0,587      | 0,588 | 21.818     | 25.874   | 25.900 | 1.375 |
| C2   | 0.998   | 0.93           | 0,603    | 0,603 | 0,241      | 0,241 | 25.500     | 25.550   | 25.560 | 1.450 |
| A5   | 0.998   | 0.87           | 0,616    | 0,616 | 0,279      | 0,280 | 19.091     | 21.674   | 21.773 | 1.425 |
| A6   | 0.998   | 0.75           | 0,577    | 0,577 | 0,287      | 0,288 | 25.455     | 25.323   | 25.450 | 1.450 |
| A7   | 0.998   | 0.87           | 0,602    | 0,602 | 0,270      | 0,274 | 28.667     | 18.789   | 19.045 | 1.475 |
| A9   | 0.998   | 0.87           | 0,638    | 0,638 | 0,291      | 0,290 | 22.609     | 25.525   | 25.409 | 1.500 |
| A10  | 0.998   | 0.91           | 0,619    | 0,619 | 0,407      | 0,413 | 36.364     | 28.224   | 28.600 | 1.450 |
| A19  | 0.998   | 0.87           | 0,628    | 0,628 | 0,275      | 0,273 | 33.636     | 22.763   | 22.565 | 1.400 |
| A21  | 0.999   | 0.87           | 0,639    | 0,639 | 0,293      | 0,290 | 22.500     | 36.651   | 36.318 | 1.475 |
| A47  | 0.999   | 0.87           | 0,563    | 0,563 | 0,255      | 0,256 | 26.000     | 33.439   | 33.591 | 1.425 |
| A52  | 0.998   | 0.75           | 0,705    | 0,705 | 0,354      | 0,353 | 25.600     | 22.563   | 22.450 | 1.475 |

en este estudio se tomó como valor para el tiempo de turno 8 h que es el utilizado por la entidad pues se debe tener en cuenta que el tiempo de turno en las operaciones de transporte es irregular. En la [tabla 3.3](#) se observa que las rutas C1, A6 y A52 es de 0.75, lo que significa que el vehículo posee más tiempo sin movimiento entre una salida y otra, en las rutas A5, A7, A9, A19, A21 y A47 están en el rango de 0.85 a 0.90 y que el A10 y el C2 en el rango 0.91 a 0.95 los cuales tienen el mínimo de tiempo sin movimiento entre una salida y otra, esto se debe en relación de ajuste y organización a las exigencias de la población y las posibilidades de la terminal dentro de una jornada laboral de 8h.

El aprovechamiento de la capacidad de carga (Ye) tiene un valor promedio de 1.375 y 1.500 ([tabla 4](#)) este coeficiente refleja la relación entre la cantidad de carga realmente transportada y la cantidad de carga que se debe transportar, al observar los resultados, demuestra que se aprovecha al máximo la capacidad de los vehículos, en cada ruta se ha comprobado que el número de pasajeros sobrepasa el número de pasajeros normados por lo que el índice siempre será mayor que 1 y esto implica que el aprovechamiento de la capacidad de carga es al máximo de su capacidad y en algunos casos hasta con exceso entre 1/3 y ½ de su capacidad debido a que el centro no cuenta con ómnibus suficientes para cubrir la demanda en el servicio, si bien es bueno socialmente que el ómnibus transporte más pasajeros de lo que se establece, desde el punto de vista técnico las repercusiones son negativas porque atenta contra el buen estado técnico del vehículo lo que implica que puedan surgir averías sin mencionar que afecta directamente el índice de consumo combustible variando negativamente los números

La velocidad técnica (V<sub>t</sub>) es la velocidad que el vehículo debe alcanzar y mantener teniendo en cuenta las condiciones técnicas de la misma, las regulaciones del tránsito, las

condiciones de camino, el tráfico y las paradas establecidas; es la relación entre el recorrido total y el tiempo en movimiento total, tiene un valor promedio diario entre 21.674 km/h y 36.651 km/h por ruta y sus valores oscilan durante el transcurso del año entre cómo puede observar en la [tabla 4](#) estos valores son tan bajos debido al estado técnico de los vehículos, las condiciones de camino (un porcentaje elevado de los viajes que se hacen es por caminos que están en malas condiciones e incluso muchos no están ni asfaltados) como son los terraplenes. El comportamiento entre la velocidad técnica media y la velocidad real ([Tabla 4](#)) revela que las rutas C1, A5, A9, A21 y A47 están por encima lo que implica un mayor consumo de combustible además con relación al estado técnico del vehículo un deterioro de los indicadores del mismo durante la explotación y las rutas A7, A10, A19, A52, A6 y C2 el comportamiento de este indicador es igual y hasta menor lo que significa que están dentro del rango de trabajo establecido, contribuyendo así al ahorro de combustible y cuidado de la técnica según lo establecido.

El gasto específico por unidad de trabajo realizado (C<sub>e</sub>) indica el gasto de combustible durante la realización del volumen de trabajo y el volumen de trabajo realizado por el vehículo. Este índice es el factor de rendimiento económico del conjunto y es elemental para medir la eficiencia de los medios de transporte, el mismo tiene un valor diario promedio entre 0.577 y 0.705 L/Km por ruta ([tabla 4](#)), con este análisis se puede inferir que el consumo de combustible es variable y que no existe un consumo constante, al contrario, este siempre depende del comportamiento de las condiciones técnicas del vehículo, las regulaciones del tránsito, las condiciones de camino, el tráfico, las paradas establecidas, condiciones ambientales, experiencia del chofer por solo mencionar algunos, el cual depende en mayor medida del proceso natural de deterioro de los indicadores del vehículo los cuales cuentan con 8 años de

**Tabla 5.** Resultado del análisis estadístico de regresión múltiple teniendo en cuenta el tiempo de recorrido.

| <b>Regresión Múltiple – Ic.</b>                   |                   |                |                |         |         |
|---|-------------------|----------------|----------------|---------|---------|
| Variable dependiente: Ic                          |                   |                |                |         |         |
| Variables independientes: S, T, Cc, Np y Vr.      |                   |                |                |         |         |
| Variable Ponderante: Ruta                         |                   |                |                |         |         |
| Número de observaciones: 11                       |                   |                |                |         |         |
| Parámetro   | Estimación        | Error Estándar | Estadístico    | T       | Valor-P |
| CONSTANTE   | 0.912893          | 1.16889        | 0.780989       | 0.4702  |         |
| S, km   | 0.0141759         | 0.0162094      | 0.778493       | 0.4715  |         |
| T, h  | 0.259523          | 0.49293        | 0.52649        | 0.6211  |         |
| Cc, l   | -0.0415378        | 0.00371786     | -11.1725       | 0.0001  |         |
| Np  | 0.00172205        | 0.00197248     | 0.87304        | 0.4226  |         |
| Vr, km/h  | 0.0256349         | 0.0419901      | 0.610499       | 0.5682  |         |
| Análisis de Varianza                              |                   |                |                |         |         |
| Fuente  | Suma de Cuadrados | G              | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
| Modelo  | 0.0886226         | 5              | 0.0177245      | 56.33   | 0.0002  |
| Residuo   | 0.00157323        | 5              | 0.000314647    |         |         |
| Total (CQTR)                                      | 0.0901958         | 10             |                |         |         |
| R-cuadrada = 98.26 %                              |                   |                |                |         |         |
| R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 96.516 %        |                   |                |                |         |         |
| Error estándar del est = 0.018                    |                   |                |                |         |         |
| Error absoluto medio = 0.007                      |                   |                |                |         |         |
| Estadístico Durbin-Watson = 2.165                 |                   |                |                |         |         |
| Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.140 |                   |                |                |         |         |

explotación. El gasto por hora de tiempo de explotación ( $C_h$ ) tiene en cuenta el gasto de combustible durante la realización del volumen de trabajo y de los tiempos de explotación en horas, o sea, que indica los litros consumidos por kilómetros - horas de trabajo, en este caso, como se indica en la [tabla 4](#) con un valor por día promedio entre 0.241 y 0.587 L/Km\*h por ruta, este indicador depende en mayor medida del gasto específico por unidad de trabajo realizado ( $C_e$ ), que como se mencionó anteriormente es variable y que no existe un consumo constante, además de cualquier eventualidad que pueda surgir en cuanto al tiempo normado por recorrido (desvíos, accidentes, intercepciones, condiciones ambientales), por solo mencionar algunos.

Se realizó un análisis estadístico de regresión múltiple para determinar la relación existente entre el índice de consumo (Ic) y elementos como: distancia total recorrida (S), tiempo de recorrido (T), consumo de combustible (Cc), número de paradas (Np) y velocidad de movimiento (Vr). En la [tabla 5](#) se muestra el resultado del mismo donde se puede comprobar que al ser el valor-P en la tabla ANOVA menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%. El modelo que describe el comportamiento de Ic con respecto al resto de los elementos mencionados es el que se muestra en la [expresión 9](#), el mismo es un modelo de regresión lineal múltiple

$$\begin{aligned} Ic = & 0.913 + 0.0141*S + 0.259*T - \\ & 0.042*Cc + 0.002*Np + 0.026*Vr \end{aligned} \quad (9)$$

El elevado valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) (98.26%) muestra la fuerte relación que existe entre el índice de consumo y el resto de los elementos analizados, lo que convierte en el modelo obtenido como muy fiable para predecir el comportamiento del Ic.

## Conclusiones

El valor del coeficiente de buen estado técnico del parque muestra que el uso del parque de vehículos es limitado

y no se cuenta con ómnibus de reserva. Los coeficientes de aprovechamiento del tiempo (entre 0.996-0.999) y del camino de recorrido (entre 0.75 - 0.95) son elevados. El aprovechamiento de la capacidad de carga es elevado lo que afecta el consumo de combustible y el estado técnico de los vehículos.

El consumo de combustible real es superior al normado en 380.14 L diariamente lo que afecta el número de viajes comprometidos por la UEB. La mayor diferencia se observa en la ruta A10 donde se sirvian diariamente 86 L menos de los que se necesitan.

El gasto específico por unidad de trabajo realizado ( $C_e$ ) varía entre 0.577 y 0.705 L/Km por ruta, mientras que el gasto por hora de tiempo de explotación ( $C_h$ ) varía entre 0.241 y 0.587 L/Km\*h por ruta.

Se estableció el modelo de regresión lineal múltiple para predecir el comportamiento del índice de consumo a partir de los valores de velocidad de movimiento, consumo de combustible, número de paradas y distancia total recorrida.

## Recomendaciones

Modificar la asignación de combustible según los resultados obtenidos en la presente investigación.

Realizar los mantenimientos según planificación con un periodo más corto respecto a los rangos para mejorar su estado técnico y junto con esto cumplir con las tareas que se asignan utilizando el vehículo correcto de acuerdo con la disponibilidad.

Gestionar los insumos que garanticen la recuperación de la capacidad de trabajo de los ómnibus que se encuentran fuera de servicio.

## Bibliografía

- García. Yelene. 2006. Estudio del Sistema de Transportación del Complejo CientíficoDocente.91 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanizador) Universidad Agraria de La Habana.

- Gonzales Valdés, R. 1993. Explotación del Parque de Maquinaria. Ciudad de La Habana. Editorial Félix Valera. 318 p.
- Iglesias Pérez, Casimiro. Efectos económicos del transporte. XXIV Curso general de transportes terrestres. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid. 8/4/2010. 40 p.
- Ostle, B. Estadística Aplicada. Edición Mexicana, 1974.
- Peña, D. Estadística Modelos y Métodos (parte I y II) Alianza Editorial. Madrid. 2000.
- Pérez Chaviano, A. (2019) El sistema de indicadores para evaluar el desempeño de transporte de cargas. Tesis de Maestría Universidad de Cienfuegos
- Stambrook, D. Key factors driving the future demand for surface transport infrastructure and services. OCDE Infrastructure to 2030. Telecom, land transport, water and electricity. 2006.
- Vickerman, R. Rapport introductif. CEMT Transport et development économique. Table redonde 119. 2002.