



*Determinación numérica de la demanda de energía en rueda de un autobús de servicio urbano de la ciudad de Riobamba mediante el ciclo real de conducción*

*Numerical determination of the energy demand in the wheel of an urban service bus in the city of Riobamba through the real driving cycle*

*Determinação numérica da demanda energética na roda de um ônibus urbano de serviço na cidade de Riobamba através do ciclo real de condução*

Ángel José Quevedo-Ríos <sup>I</sup>  
[angel.quevedo@esPOCH.edu.ec](mailto:angel.quevedo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2304-018X>

Fabián Celso Gunsha-Maji <sup>II</sup>  
[fabian.gunsha@esPOCH.edu.ec](mailto:fabian.gunsha@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5637-1052>

Juan Carlos Castelo-Valdivieso <sup>III</sup>  
[j\\_castelo@esPOCH.edu.ec](mailto:j_castelo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9542-8074>

Wilson Javier Villagrán-Cáceres <sup>IV</sup>  
[wilson.villagran@esPOCH.edu.ec](mailto:wilson.villagran@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4592-2909>

**Correspondencia:** [angel.quevedo@esPOCH.edu.ec](mailto:angel.quevedo@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 \* **Aceptado:** 12 de septiembre de 2022 \* **Publicado:** 28 de octubre de 2022

- I. Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- II. Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- III. Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador
- IV. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.



## Resumen

El presente trabajo de investigación determina el ciclo real de conducción de la ruta 14 de autobuses urbanos de la ciudad de Riobamba, para calcular la demanda de energía que a diario consumen los autobuses, además se establece el perfil de altitud del trayecto y estima el estilo de conducción de los choferes de los autobuses de la ruta 14. La selección de la metodología para establecer el ciclo real de conducción se realizó mediante un análisis de estudios realizados en ciudades de Quito y Cuenca en Ecuador para determinar ciclos de conducción, posteriormente se realizaron un total de 21 viajes en las diferentes unidades de autobuses urbanos que cubren la ruta 14 en la ciudad de Riobamba, para obtener la base de datos con los parámetros necesarios en cada viaje para establecer el ciclo real de conducción, mediante el método de los promedios ponderados (MPP).

**Palabras Clave:** Ciclo de conducción; demanda de energía; rendimiento de energía; autobús urbano.

## Abstract

The present research work determines the actual driving cycle of route 14 of urban buses in the city of Riobamba, to calculate the energy demand that the buses consume daily, in addition, the altitude profile of the route is established and the style is estimated. of the drivers of the buses on route 14. The selection of the methodology to establish the real driving cycle was carried out through an analysis of studies carried out in the cities of Quito and Cuenca in Ecuador to determine driving cycles. a total of 21 trips in the different urban bus units that cover route 14 in the city of Riobamba, to obtain the database with the necessary parameters in each trip to establish the real driving cycle, through the method of averages weighted (MPP).

**Keywords:** driving cycle; energy demand; energy yield; urban bus.

## Resumo

O presente trabalho de pesquisa determina o ciclo real de condução da rota 14 de ônibus urbanos na cidade de Riobamba, para calcular a demanda energética que os ônibus consomem diariamente, além disso, é estabelecido o perfil de altitude da rota e o estilo é estimado. os motoristas dos ônibus da rota 14. A seleção da metodologia para estabelecer o ciclo real de condução foi realizada através de uma análise de estudos realizados nas cidades de Quito e Cuenca no Equador para determinar

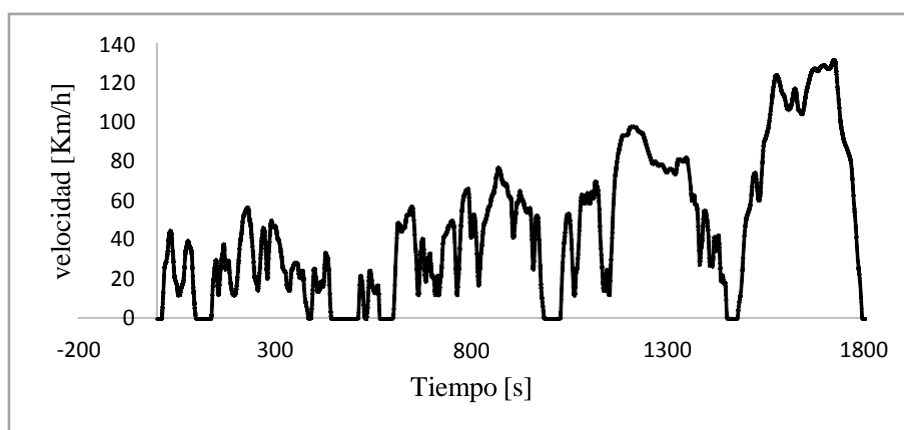
os ciclos de condução. as diferentes unidades de ônibus urbanos que percorrem a rota 14 na cidade de Riobamba, para obter o banco de dados com os parâmetros necessários em cada viagem para estabelecer o ciclo real de condução, através do método de médias ponderadas (MPP).

**Palavras-chave:** ciclo de condução; demanda energética; rendimento energético; ônibus urbano.

## Introducción

El transporte público en todo el mundo constituye base de la movilidad de personas en la zona urbana, siendo en la actualidad un factor fundamental en el desarrollo económico y social de las ciudades a nivel mundial. La ciudad de Riobamba se encuentra ubicada en la región Sierra del Ecuador a una altura de 2750 msnm, la movilidad de las personas en la zona urbana es en autobuses propulsados por motor de combustión interna, este trabajo considera un recorrido diario de una línea de autobús para la determinación del ciclo real de conducción.

Un ciclo de conducción representa un patrón típico de velocidad que realizan los vehículos de una ciudad en el tiempo, esto se representa mediante una gráfica de velocidad vs tiempo, y se utiliza para estimar las emisiones contaminantes y consumo de combustible de los automotores, bajo diferentes condiciones de circulación de un lugar específico [1]. En la figura 1, se muestra el ciclo de conducción WLTC (Worldwide harmonized Light Vehicles Test Cycle), el cual representa un modo más real de conducción, el ciclo WLTC nace a partir de la base de datos de conducción procedentes de todas partes del mundo y cubre todas las posibles realidades que se dan en el uso del automóvil [2].



**Figura 1.** Ciclo de conducción WLTC

La obtención de ciclos de conducción no tiene una metodología estándar, sin embargo, se deben utilizar métodos basados en procesos validados y elaborados en diferentes partes del mundo, en

donde para obtener un ciclo de conducción, es necesario fijar una ruta de estudio y utilizar un método confiable de recolección y procesamiento de datos mediante un análisis estadístico que permita la construcción de los ciclos de conducción [3].

En una ciudad, la variabilidad de las condiciones de tráfico presentes durante el día, generan diferentes gráficas que representan el patrón de conducción de cada vehículo [4]. Para realizar el estudio de una ruta que recorre un autobús, por ejemplo, es conveniente emplear los ciclos de conducción que deberían ser obtenidos de acuerdo con las condiciones de cada ciudad, estos ciclos permiten estandarizar las condiciones de prueba, en el caso de la medición de emisiones contaminantes y consumo de combustible. En Ecuador, los autobuses de transporte masivo urbano son importados, por ende, el diseño del tren de potencia no está basado en el uso de ciclos de conducción exclusivos, sino más bien, son diseñados empleando el Ciclo Transiente Pesado Europeo (ECE – 15 + EUDC y ECE-49), según menciona la norma con la cual se homologan los autobuses en el país INEN 2207 e INEN 2202:002. Es necesario establecer un ciclo real de conducción local de autobuses urbanos en rutas fijas, mediante una metodología que considere las condiciones reales de operación en las cuales el autobús va a desempeñarse [1].

Este artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se determina la demanda de energía en rueda mediante la selección de ruta urbana, instrumentación, parámetros y variables del recorrido del autobús. En la sección 3 se presentan los resultados de la demanda de energía en rueda y ciclo real de conducción, finalmente se establecen las conclusiones del artículo en la sección 4.

## **1. Determinación de la demanda de energía**

La energía necesaria para que el autobús realice su recorrido diario es necesario establecer los parámetros físicos del autobús, el perfil de altitud que se genera debido a su desplazamiento y los parámetros ambientales en los cuales el autobús trabajará. Para determinar la demanda de energía se describe a continuación.

### *1.1. Selección de la ruta urbana de autobús*

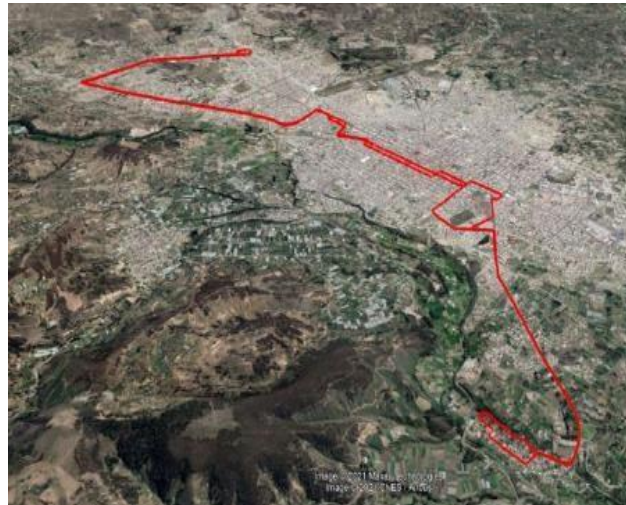
En la selección de la ruta se considerando criterios como tiempo del recorrido, distancia recorrida y que el trayecto abarque las zonas urbanas de mayor afluencia de personas y vehículos de la

ciudad. En la tabla 1, se muestra la descripción de las líneas de autobuses urbanos de la ciudad de Riobamba. Se seleccionó la línea de autobús 14, considerando que tiene el mayor tiempo y distancia de recorrido.

**Tabla I.** descripción de las líneas de autobuses urbanos de la ciudad de Riobamba

línea de bus o ruta	Descripción de la ruta	Tiempo de recorrido [min]	Distancia recorrida [km]
1	Santa Anita – Bellavista	87	22.5
2	24 de Mayo – Bellavista	77	17
3	El Carmen – Camal – Mayorista	93	24.8
4	Licán – Bellavista	85	25
5	Corona Real – Bellavista	110	31
6	Miraflores – Bellavista	87	26
7	Inmaculada – El Rosal	100	31
8	Yaruquies – Las Abras	89	18.5
9	Cactus – Licán	102	24
10	Pinos – San Antonio	101	28.4
11	Terminal Interparroquial – Mayorista	72	19
12	San Gerardo – El Batan	90	21.3
13	Sixto Duran – 24 de Mayo	94	23
14	Libertad – 24 de Mayo	119	25.6
15	Lican – ESPOCH – UNACH	85	19.6
16	Calpi – La Paz	90	22.8

En la figura 2, se muestra el recorrido que realizan a diario los autobuses de la línea 14.



**Figura 2.** Trayecto de los buses de la línea 14

### *1.2. Instrumentación del autobús*

Los datos necesarios para determinar el ciclo típico de conducción fueron obtenidos mediante el software Torque Pro, el cual proporciona datos con una frecuencia de un segundo. El software Torque Pro mostrado que permite registrar datos en tiempo real del funcionamiento del vehículo tales como, RPM reales del motor, velocidad, aceleración, potencia del motor, par motor instantáneo, lectura de las emisiones del vehículo, así como códigos de error del motor con información detallada.

Para la recolección de datos se utilizó el dispositivo JETHAX OBD II, el cual permitió recolectar datos necesarios, del recorrido que el bus realiza a diario como se muestra en la figura 3.



**Figura 3.** Recolección de Datos mediante JETHAX OBD II

### *1.3. Determinación de los parámetros del autobús urbano*

En el siguiente apartado se definen los parámetros propios del modelo de autobús analizado, considerando que en la actualidad existen 18 unidades que cubren diariamente el trayecto de la línea 14, el modelo de autobús analizado es el HINO AK8JRSA. Los parámetros del autobús necesarios para la determinación del consumo de energía demandada en rueda son los siguientes:

- Masa del autobús [ $M$ ]
- Radio dinámico [ $r_d$ ]
- Área frontal del autobús [ $A_f$ ]
- Coeficiente de arrastre [ $C_d$ ]
- Coeficiente de resistencia a la rodadura [ $f_r$ ]

### 1.3.1. Masa del autobús

(1)

De acuerdo con la ficha técnica del modelo de autobús HINO AK8JRSA, el peso bruto vehicular es 14200 kg, el peso bruto vehicular hace referencia al máximo peso que soporta el chasis del autobús, lo cual incluye la carrocería y el peso total de los pasajeros. De acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1668, establece que la masa promedio de un pasajero es 70 kg [5]. En el autobús considerado en el análisis se verifico que tiene capacidad para 40 pasajeros sentados y 30 de pie, por lo que el autobús podría transportar 70 pasajeros. A partir del peso bruto vehicular (PBV) se restó el peso de los 70 pasajeros, de donde se obtuvo que la masa del autobús urbano sin carga es 9300 kg.

### 1.3.2. Radio dinámico

(2)

El radio dinámico, es el radio del neumático que se encuentra deformado por el peso y el giro del mismo. De acuerdo con la ficha técnica del autobús HINO AK8JRSA las dimensiones del neumático son 295/80R/22.5, el radio dinámico se calcula con la ecuación (1):

$$r_d = An * Al + \emptyset \quad (1)$$

Donde;  $An$  es el ancho de la banda de rodadura del neumático en [ $mm$ ],  $Al$  es la altura de la cámara del neumático en [%] y  $\emptyset$  es el diámetro del aro del neumático en [ $in$ ].

Los valores de los parámetros del área frontal [ $m^2$ ], coeficiente de arrastre, coeficiente de resistencia a la rodadura y densidad del aire [ $kg/m^3$ ] en la ciudad de Riobamba, fueron tomados



de la literatura y se muestran en la tabla 1. La masa del autobús se muestra a plena carga, media carga y en vacío en la tabla 2.

**Tabla II.** Parámetros del autobús utilizado para determinar la demanda energética

Parámetros del autobús	Simbología	Valor	Referencia
Área frontal [ $m^2$ ]	$[A_f]$	7.73	[6]
Coefficiente de arrastre	$[C_d]$	0.8	[7]
Coefficiente de resistencia a la rodadura	$[f_r]$	0.009	[8]
Masa del autobús [kg]	$[M]$	14200, 11750, 9300	Ficha técnica (HINO, AK8JRSA)
Radio dinámico [m]	$[r_d]$	0.52	Ficha técnica (HINO, AK8JRSA)
Parámetros ambientales			
Densidad del aire [ $kg/m^3$ ]	$[\rho_a]$	0.843	[9]
Gravedad [ $m/s^2$ ]	$[g]$	9.81	[10]

#### 1.4. Determinación de las variables del recorrido del autobús

##### 1.4.1. Modelo de la dinámica longitudinal del autobús

En lo habitual un vehículo se desplaza a través de carretera llana, debe ascender y descender pendientes, así como tomar curvas. En este trabajo se realizará una modelización del movimiento del vehículo, se considerará un modelo que incluya la velocidad, la aceleración y la pendiente que debe ascender o descender el vehículo. La determinación de la demanda energética se fundamenta en la dinámica de vehículos, la cual a su vez parte de la segunda ley de Newton. En la figura 4, se muestra el diagrama de cuerpo libre en el cual se expresan las fuerzas resistivas que el vehículo debe ser capaz de vencer para poder moverse.

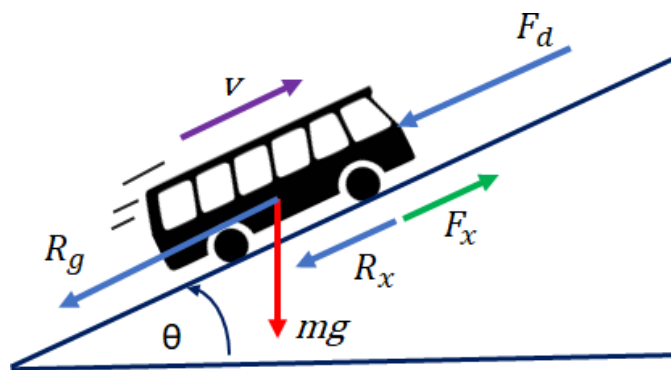


Figura 4. Diagrama de fuerzas que actúan sobre un autobús

A continuación, se describen las fuerzas que se oponen al movimiento del autobús. En la ecuación (2), se muestra la relación entre la aceleración del vehículo y las fuerzas que actúan sobre el mismo.

$$m * a = F_t - F_w - F_g - F_r \quad (2)$$

Donde  $m$  es la masa del vehículo [ $kg$ ],  $a$  es la aceleración del vehículo [ $m/s^2$ ],  $F_t$  es la fuerza de tracción [ $N$ ],  $F_w$  es la fuerza de resistencia aerodinámica [ $N$ ],  $F_g$  es la fuerza de resistencia a la pendiente [ $N$ ] y  $F_r$  es la fuerza de resistencia a la rodadura [ $N$ ], [11].

#### 1.4.1.1. Resistencia aerodinámica

Al desplazarse un vehículo el aire que fluye sobre su carrocería genera una presión normal y una tensión de cizallamiento en el cuerpo del vehículo. La resistencia aerodinámica está en función del coeficiente de resistencia aerodinámica el cual depende de la forma de la carrocería, también está en función del área frontal del vehículo, la ecuación (3), representa la resistencia aerodinámica [11].

$$F_w = \frac{1}{2} \rho * A * C_d * V^2 \quad (3)$$

Donde;  $\rho$  es la densidad del aire [ $kg/m^3$ ] y  $V$  es la velocidad del vehículo [ $m/s$ ].

#### 1.4.1.2. Resistencia a la pendiente

(3)

Al desplazarse un vehículo hacia arriba o hacia debajo de una pendiente, la acción de la gravedad genera una fuerza dirigida hacia abajo, como se indica en la figura 4, esta fuerza es contraria al movimiento del vehículo durante el ascenso de una pendiente y a favor del movimiento del

vehículo al descender una pendiente. En la ecuación (4), se muestra la resistencia a la pendiente [11].

$$F_g = m * g * \sin(\theta) \quad (4)$$

Donde;  $\theta$  es el ángulo de la pendiente [rad] de la carretera,  $m$  es la masa del vehículo [kg], y  $g$  es la aceleración de la gravedad [ $m/s^2$ ].

#### 1.4.1.3. Resistencia a la rodadura

(4)

Al desplazarse el vehículo se genera la resistencia a la rodadura, debido a la histéresis del neumático en la zona de contacto con la calzada. La resistencia a la rodadura contribuye a frenar o desacelerar al vehículo en su movimiento. La ecuación (5), representa la fuerza de resistencia a la rodadura.

Donde;  $F_z$  es la fuerza normal [N],  $f_r$  es el coeficiente de rodadura y  $\theta$  es el ángulo de la pendiente [rad] de la carretera.

$$F_r = F_z * f_r * \cos(\theta) \quad (5)$$

Las ecuaciones (2), (3), (4), (5) permiten determinar la dinámica longitudinal del vehículo y calcular variables tales como la fuerza [N], el torque [ $N \cdot m$ ], la potencia [kW] y energía en rueda [kW · h]. El torque en rueda ( $T_t$ ) se determinó con la ecuación (6), la potencia en rueda ( $P_t$ ) con la ecuación (7) y la energía en rueda ( $E_t$ ) con la ecuación (8).

$$T_t = F_t * r_d \quad (6)$$

$$P_t = F_t * v \quad (7)$$

$$E_t = P_t * \Delta_t \quad (8)$$

Donde; ( $r_d$ ) es el radio dinámico [m] de las ruedas, ( $v$ ) la velocidad del vehículo [ $m/s$ ] y ( $\Delta_t$ ) es la variación de tiempo [s].

Con los parámetros obtenidos se determina la Energía de resistencia aerodinámica ( $E_{ef}$ ), Energía de resistencia rodadura ( $E_g$ ), Energía de resistencia a la pendiente ( $E_i$ ) y la Energía Total  $E_T$ .

$$E_{ef} = F_w * v * \Delta_t \quad (9)$$

$$E_g = F_g * v * \Delta_t \quad (10)$$

$$E_i = m * a * v * \Delta_t \quad (11)$$

$$E_T = E_{ef} + E_t + E_g + E_i \quad (12)$$

## 2. Resultados y Discusión

En la tabla 3, se muestran los porcentajes de energías demandadas en cada viaje que se realizó en los autobuses de la línea 14, de acuerdo con el método estadístico de las mínimas diferencias ponderadas se determinó que el viaje número 12 representa la demanda de energía más adecuada del ciclo típico de conducción que se muestra en la tabla 4.

**Tabla III.** Energías demandadas en cada viaje

Número de viajes	$E_{ef}$ [%]	$E_t$ [%]	$E_g$ [%]	$E_i$ [%]	$E_T$ [%]	MPP
1	3.04	15.02	24.00	57.94	100.00	0.84
2	2.62	18.20	30.96	48.21	100.00	7.02
3	2.83	16.20	28.38	52.59	100.00	3.57
4	3.33	14.70	23.55	58.43	100.00	1.21
5	3.16	14.21	23.24	59.40	100.00	1.91
6	3.02	15.70	25.85	55.43	100.00	1.23
7	3.21	17.45	27.95	51.38	100.00	4.34
8	3.14	15.75	26.55	54.56	100.00	1.92
9	2.75	14.47	20.69	62.08	100.00	4.05
10	3.02	14.10	22.78	60.10	100.00	2.44

11	2.87	15.48	25.84	55.81	100.0 0	0.99
12	2.82	14.80	25.87	56.51	100.0 0	0.49
13	2.91	15.19	27.50	54.40	100.0 0	2.17
14	3.07	12.36	23.10	61.46	100.0 0	3.39
15	3.48	12.72	22.19	61.62	100.0 0	3.67
16	2.80	15.27	29.79	52.14	100.0 0	4.05
17	2.52	13.55	21.94	61.99	100.0 0	3.83
18	2.97	13.18	23.67	60.19	100.0 0	2.40
19	3.09	13.87	22.03	61.02	100.0 0	3.19
20	2.65	15.07	30.68	51.60	100.0 0	4.55
21	3.00	12.98	22.48	61.54	100.0 0	3.50

**Tabla IV.** Energía demandada adecuada en el viaje

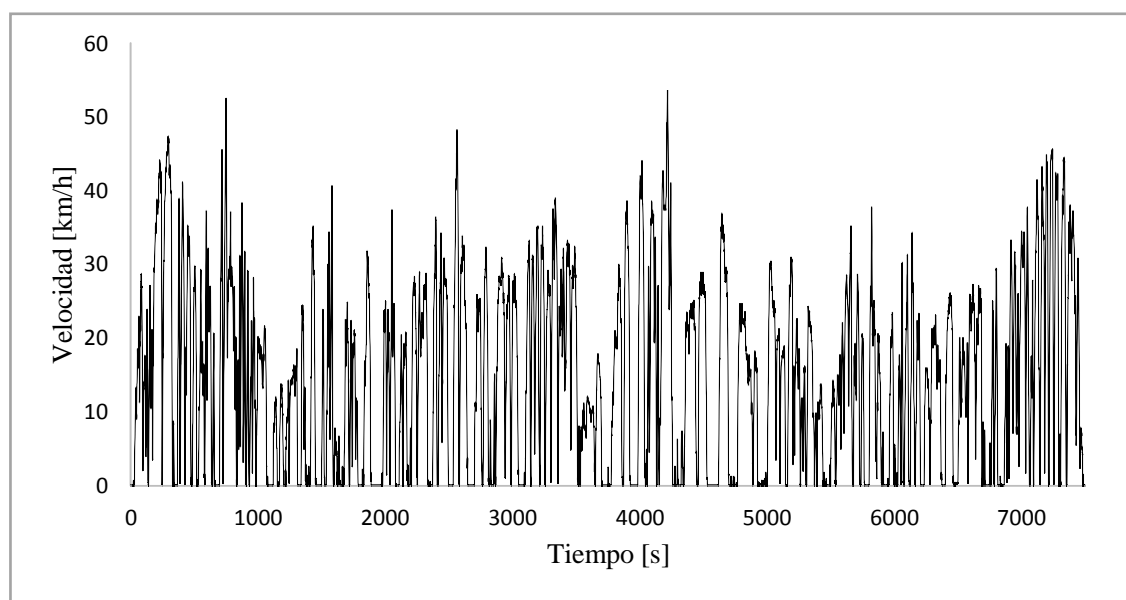
Número de viajes	$E_{ef}$ [%]	$E_t$ [%]	$E_g$ [%]	$E_i$ [%]	$E_T$ [%]	MPP

12	2.82	14.80	25.87	56.51	100.0 0	0.49
----	------	-------	-------	-------	------------	------

### 2.1. Obtención del ciclo real de conducción

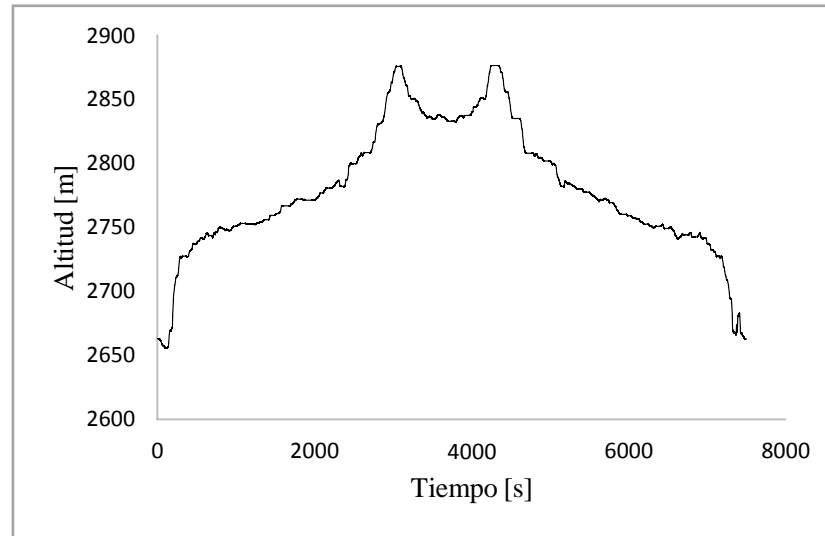
(5) El ciclo típico de conducción se determinó con 21 viajes completos, con una duración del recorrido de aproximadamente dos horas, distancia de 30.12 km, velocidad promedio de 14.44 km/h y la velocidad máxima de 53.42 km/h, cada autobús de la línea 14 realiza 5 viajes al día, es importante recalcar que durante el trayecto el autobús realiza de manera aleatoria las paradas porque recoge y deja pasajeros donde el usuario lo requiera.

En la figura 5, se muestra el perfil de velocidades que corresponden al ciclo típico de conducción de los autobuses de la línea 14.



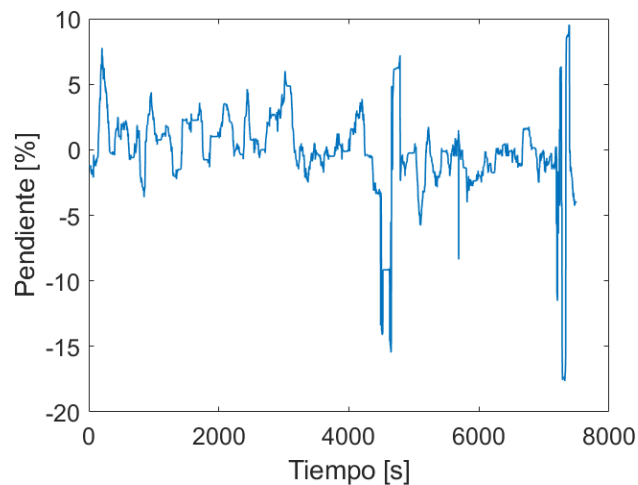
**Figura 5.** Ciclo típico de conducción de los buses urbanos de la línea 14, Riobamba

En la figura 6, se presenta el perfil de altitud de la mencionada ruta de los autobuses urbanos de la línea 14.



**Figura 3.** Perfil de altitud de la ruta de la línea 14 de autobuses

Para elaborar un perfil de pendientes son necesarios los datos de altitud que se generan durante el trayecto del autobús que son adquiridos mediante el software Torque Pro. Los valores de altitud originales tienen pendientes que superan el 20% que deriva en mayor demanda energética, resultando potencias en rueda que superan la potencia máxima del motor de combustión interna, por este motivo requieren ser suavizados mediante el reglamento de la Unión Europea (UE) 2016/646 que detalla el procedimiento para el suavizado de los datos de altitud y por consiguiente del perfil de pendiente. En la figura 9, se muestra el perfil de pendientes que se origina durante el recorrido de los autobuses de la línea 14. La pendiente máxima que se genera suavizados los datos es de 9.54%, es preciso recalcar que a mayor pendiente la demanda energética será mayor.



**Figura 4.** Perfil de pendientes suavizadas de la ruta de la línea 14 de autobuses

En la tabla 5, se muestran las características del ciclo típico de conducción de la ruta de la línea 14 de autobuses. Es importante señalar que la potencia máxima obtenida en rueda en el ciclo típico es de 179.41 kW que corresponde a 240.59 HP, en la tabla de las especificaciones técnicas se detalla que la potencia máxima del autobús HINO AK8JRSA es 247 HP a 2500 RPM.

**Tabla V.** Resultados del ciclo típico de conducción de la línea 14 de autobuses

Distancia total	30.12	[km]
Velocidad máxima	14.84	[m/s]
Velocidad promedio	4.01	[m/s]
Aceleración máxima	2.11	[m/s <sup>2</sup> ]
Aceleración mínima	-3.31	[m/s <sup>2</sup> ]
Tiempo total	7503.00	[s]
Aceleración (+) promedio	0.398	[m/s <sup>2</sup> ]
Aceleración (-) promedio	-0.43059	[m/s <sup>2</sup> ]
<i>Potencia máxima</i>	179.41	[kW]
Torque máximo ( $\tau_x$ máx.)	11617.92	[N.m]
Energía positiva total	24.05	[kWh]
Energía negativa total	13.18	[kWh]
% Regeneración	54.81	%
Rendimiento	1.25	[km/kWh]
% Bus detenido	23.00	[%]
% Bus a Velocidad constante	1.13	[%]
% Bus en aceleración	40.57	[%]
% Bus en desaceleración	35.30	[%]
TOTAL:	100.00	[%]

### 3. Conclusiones



- El autobús recorre uno de los trayectos urbanos de mayor duración en promedio 125.05 minutos de acuerdo con el ciclo típico de conducción, con una demanda de energía en rueda de 24.05 kWh para que el autobús realice un viaje completo, considerando que el autobús realiza a diario 5 viajes completos, la energía promedio requerida en rueda cada día es 125.25 kWh.
- Los porcentajes de consumo de energía generados por las fuerzas que se oponen al movimiento del autobús indican que el estilo de conducción de los choferes de las unidades de transporte es agresivo, debido a que la energía necesaria para superar la resistencia a la inercia es en promedio 56.51 kWh.

Los parámetros calculados a partir del ciclo típico de conducción de la línea 14 de autobuses que se muestran en la tabla 5, permiten estimar el rendimiento del sistema motriz del autobús HINO AK8JRSA y establecer los requerimientos necesarios para una selección técnica de unidades de transporte con sistemas alternativos de propulsión.

## Referencias

1. J. Urgil and S. I. Urgil, “Aplicación del método de diferencias mínimas ponderadas para la obtención de un ciclo de conducción en una ruta urbana de un autobús . Caso de estudio : Azogues , Ecuador,” vol. 1, no. 2, pp. 48–52, 2021.
2. F. T. F. Adrián Rodríguez Cubillo, “SIMULACIÓN MEDIANTE SIMULINK DE UN VEHÍCULO AUTOMÓVIL HÍBRIDO EN UN CICLO WLTC,” 2020.
3. D. Cordero-moreno, D. Davalos, and M. Coello, “PROPOSED CRITERIA TO DETERMINE TYPICAL VEHICULAR DRIVING CYCLES USING MINIMUM WEIGHTED DIFFERENCES,” no. March 2018, 2017, doi: 10.2495/UT170281.
4. R. Astudillo Bravo, “Obtención de ciclos de conducción para la flota de buses urbanos del cantón Cuenca,” p. 156, 2016.
5. NTE INEN 1668, “Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e intraprovinciales. Requisitos,” Annu. B. INEN, no. VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS INTRARREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIA. REQUISITOS, p. 34, 2015.

6. L. D. L. PAZMIÑO, “ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL CHASIS HINO AK8JRSA Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO GENERAL DEL BUS INTERPROVINCIAL EN LA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA (IMCE),” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2015.
7. D. J. L. Soto, “Diseño de un alerón posterior para los autobuses de transporte terrestre interprovinciales mediante el uso de Software de simulación CFD para mejorar el gasto de combustible Diesel,” UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, 2019.
8. R. A. Marchese and M. A. Golato, “El Consumo de Combustible y Energía en el Transporte,” no. January 2011, pp. 1–9, 2011.
9. Cazco and P. Javier, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE SECADO DE MADERA PARA LA EMPRESA PARQUET LOS PINOS,” ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, 2010.
10. M. A. B. Yunes A. Cengel, Termodinámica, Séptima ed. Mexico, 2005.
11. Emadi, Advanced Electric Drive Vehicles. Ontario, 2014.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).