

Memorias del Congreso **RELIEVE 2023**

Resúmenes

19 al 21 de julio del 2023

Lima



Memorias del Congreso

RELIEVE 2023

Memorias del Congreso Relieve 2023

© De la presente edición,

Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801, San Miguel, 15088 Lima, Perú

Red Latinoamericana de Investigación en Energía y Vehículos (RELIEVE)

Tecnológico de Monterrey

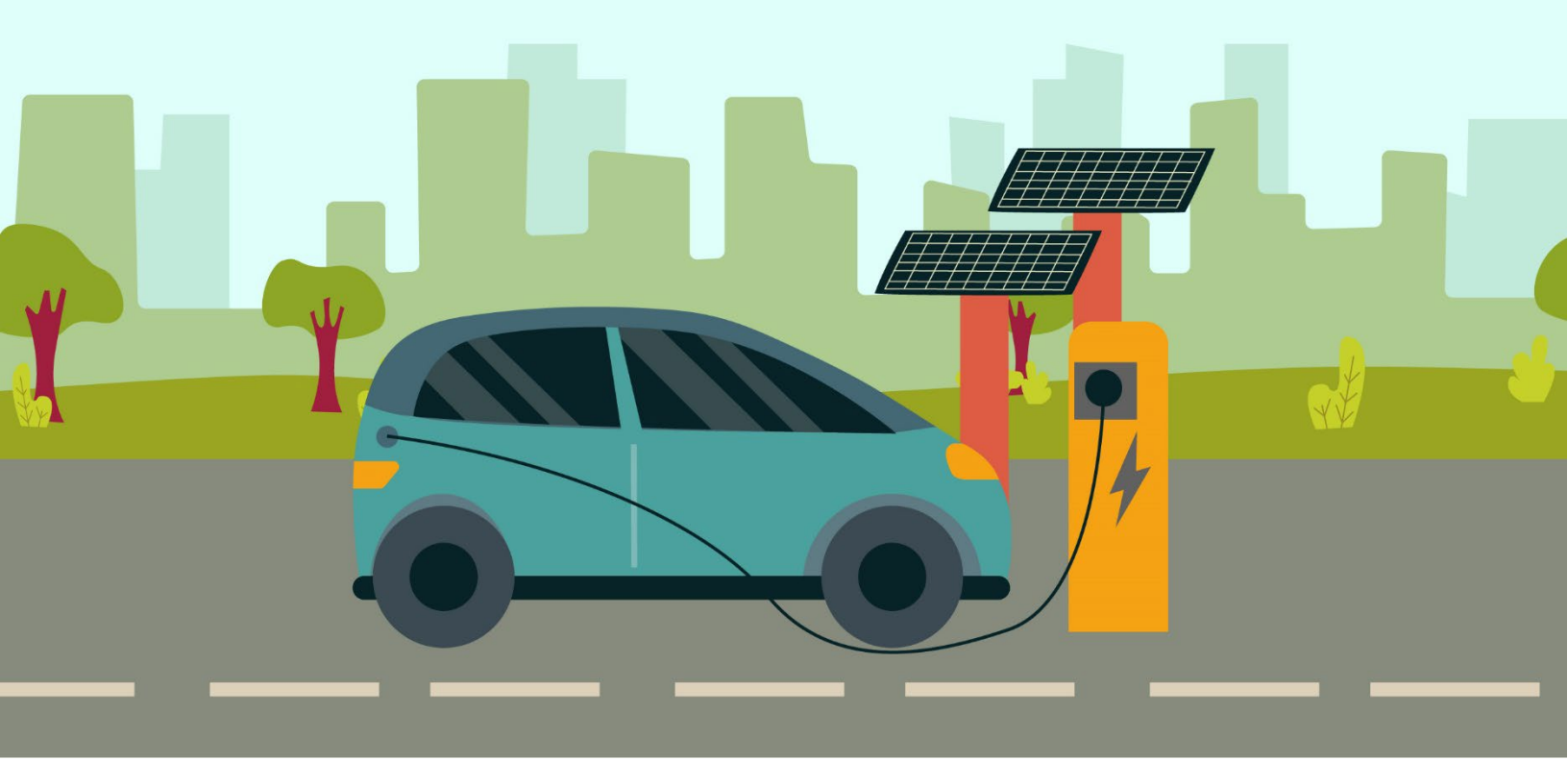
Libro electrónico disponible en <https://departamento-ingenieria.pucp.edu.pe/nosotros/recursos/>

Coordinación y edición: Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento Académico de Ingeniería

Primera edición digital, noviembre del 2023

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción de esta publicación por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores.

Hecho por el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-11664 ISBN: 978-612-48025-5-3 (en línea)



RELIEVE 2023

4° Congreso Internacional en Eficiencia Energética

19 al 21 de julio de 2023, Lima - Perú

Resúmenes

Prólogo

Este libro electrónico recoge los resúmenes de los trabajos presentados en el 4º Congreso Internacional en Eficiencia Energética realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) entre el 18 y 21 de julio de 2023, con el propósito de divulgar los adelantos técnico-científicos en las diversas áreas del conocimiento enfocadas a la eficiencia energética en procesos, vehículos, edificios, transporte y movilidad urbana sostenible. Esta edición incluye 24 resúmenes provenientes de 13 instituciones de 6 países latinoamericanos. Los resúmenes publicados reproducen fielmente los textos enviados por los autores.

Estas jornadas académicas fueron organizadas por el Departamento Académico de Ingeniería – Sección Ingeniería Mecánica de la PUCP, la Red Latinoamericana de Investigación en Energía y Vehículos (RELIEVE) y el Tecnológico de Monterrey. Agradecemos a las personas e instituciones que colaboraron en el evento. Primeramente, a CYTED, a Fabricum PUCP, Porsche Perú, Asociación Automotriz del Perú (AAP) y a la Municipalidad de San Miguel. Igualmente, agradecemos a los miembros del Comité Científico Evaluador y a los autores de los trabajos que se presentan en este libro.

Jenny Díaz Ramírez
José Ignacio Huertas
Oscar Serrano Guevara
Julio Cuisano Egúsquiza

RELIEVE

La Red Latinoamericana de Investigación en Energía y Vehículos (RELIEVE, <https://redrelieve.com/>) fue creada en 2015 por un equipo de profesores investigadores de distintas universidades y nacionalidades de América Latina con el propósito de fortalecer la colaboración entre sus miembros en temas de energía, vehículos y ambiente.

Actualmente, RELIEVE es una organización sin ánimo de lucro, que busca generar y fortalecer capacidades en LATAM que sirvan de soporte técnico y acompañamiento a gobierno y empresas en temas de energía, ambiente (aire), vehículos, transporte y movilidad inteligente.



Como estrategia para lograr dicho objetivo, busca:

- Gestionar y desarrollar proyectos de investigación, innovación y consultoría en forma conjunta.
- Promover la divulgación científica mediante la publicación de artículos científicos en forma conjunta y la realización de su congreso internacional anual en energía y vehículos.
- Fortalecer la formación de talento humano mediante capacitación especializada en temas de trabajo de la red e intercambio académico entre sus participantes.

Actualmente, más de 70 expertos de 19 universidades y 3 empresas provenientes de 7 países latinoamericanos participan activamente en RELIEVE. Sin embargo, es una organización de puertas abiertas a todos los interesados en lograr los objetivos de RELIEVE con un espíritu de colaboración, buena voluntad y honestidad.

Dr. José Ignacio Huertas
Líder de RELIEVE

Comité científico

Dr. John Ramiro Agudelo

Universidad de Antioquia, Colombia

Dr. Andrés Agudelo

Universidad de Antioquia, Colombia

Dra. Luisa Chaparro

Tecnológico de Monterrey, México

MSc. Mateo Coello

Universidad del Azuay, Ecuador

Dra. Jenny Díaz

Tecnológico de Monterrey, México

Dr. Efrén Fernández

Universidad del Azuay, Ecuador

Dr. Michael Giraldo

Universidad EAFIT, Colombia

Dr. Nicolas Giraldo

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

MSc. Fernando Gómez

Universidad Internacional del Ecuador

MSc. Darinel González

Tecnológico de Monterrey, México

Dr. José Ignacio Huertas

Tecnológico de Monterrey, México

Índice de resúmenes

RELIEVE 2023	4
4° Congreso Internacional en Eficiencia Energética 19 al 21 de julio de 2023, Lima - Perú	4
Prólogo	5
RELIEVE	6
Comité científico	7
Índice de resúmenes	8
Sección I	10
Eficiencia Energética: Prospectiva.....	10
Eficiencia energética en Costa Rica: presente, pasado y futuro	11
La viabilidad de los sistemas solares para agua caliente sanitaria a escala regional para una transición energética justa: Estudio del nexo energético con los de medio ambiente, economía y sociedad, en hogares urbanos, periurbanos y rurales.....	12
Sección II.....	14
Eficiencia Energética: Energía Solar.....	14
Mejora de la eficiencia energética en el proceso de curado del tabaco mediante la integración de la energía solar y la recuperación de calor en estufas bulk-curing.....	15
Rendimiento térmico en circuito abierto de un colector solar de aire de gran longitud para aplicaciones de secado industrial.....	18
Sección III.....	19
Eficiencia Energética en Edificios	19
Aplicación de Agentes Inteligentes para optimización energética de plantas de agua helada en sistemas HVAC de edificios	20
Sección IV.	21
Eficiencia Energética en Vehículos.....	21
Efectos de la sincronización de señales en la determinación del desempeño ambiental del vehículo mediante pruebas en carretera	22
Determinación de la eficiencia energética tanque-rueda de vehículos de transporte por carretera	23
Características de rendimiento y emisiones de mezclas diésel de biodiésel y etanol en un motor de encendido por compresión de servicio pesado en altitudes elevadas simuladas	25
Comparación de patrones de conducción de vehículos pesados en México, Colombia y Ecuador	28

Sección V.....	29
Eficiencia Energética en Vehículos Eléctricos	29
Desarrollo de un controlador BLDC para vehículos eléctricos alternativos	30
Evaluación del consumo de energía asociado a los sistemas HVAC en buses bajo condiciones reales de operación	32
Desarrollo de un modelo matemático basado en datos telemétricos del vehículo eléctrico SIIMA para establecer parámetros de rendimiento en función de la velocidad y la autonomía	34
Sección VI.	37
Emisiones Vehiculares y Combustibles.....	37
Desarrollo de un Sistema de Monitoreo de Emisiones a Bordo	38
Use of a low-cost sensor grid to evaluate the use of solid barriers for particulate matter dispersion at the sides of highly transited roads.....	39
Evaluación de la Calidad del Combustible en Motocicletas que circulan en Guayaquil según los Estándares de Homologación en Ecuador	41
Sección VII.	43
Movilidad Urbana	43
Matrices origen-destino de alta resolución geoespacial y temporal utilizando datos de localización de teléfonos móviles	44
Carpooling Como Alternativa de Movilidad Urbana para los Estudiantes de la Universidad del Azuay	46
Propuesta de lineamientos para la integración de la micro movilidad en Lima Metropolitana.....	47
Gemelo digital herramienta MaITEC Distrito Tec, Monterrey, México.....	48
Un enfoque basado en la densidad para identificar la ubicación del hogar de comunidades universitarias a partir de Big Data.....	50
Sección VIII.....	51
Vehículos para la Movilidad Personal	51
Rueda eléctrica para bicicleta	52
Análisis de percepción y parámetros de recorrido de bicicletas de transmisión mecánica y eléctricas en el contexto del sistema de bicicleta pública en la ciudad de Cuenca.....	54
Desarrollo de una bicicleta eléctrica como alternativa para la gestión de la demanda de transporte de los estudiantes del área metropolitana de Bucaramanga	55
Scooters eléctricos en Lima Metropolitana desde el enfoque del giro de la movilidad.....	57

Sección I

Eficiencia Energética: Prospectiva

Eficiencia energética en Costa Rica: presente, pasado y futuro

Energy efficiency in Costa Rica: present, past, and future

Leonora de Lemos-Medina^a, Morelia Soto Garro^b

^a. leonora.delemos@ucr.ac.cr, Costa Rica, Escuela de Ingeniería, Mecánica, Universidad de Costa Rica

^b. morelia.soto@ucr.ac.cr, Costa Rica, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

Resumen

En Costa Rica, desde el año 1994 se promulgó la Ley N° 7447 Uso racional de energía y posteriormente el respectivo reglamento. Esto representó una intención muy positiva e importante para posicionar este tema en el país. Sin embargo, casi 30 años después, se han podido ver algunos impactos positivos de la promulgación de dicha ley, pero también existen importantes deficiencias en la implementación de esta. El mayor énfasis y aportes se han producido en el sector energético industrial, pero el sector vehicular, aunque representa el mayor consumidor energético del país, no ha sido regulado satisfactoriamente. Recientemente se ha trabajado en una propuesta de mejora de dicha Ley, lo que permitirá incluir y operativizar algunas acciones tendientes a buscar la eficiencia energética vehicular. El etiquetado energético está consolidado en Costa Rica, para electrodomésticos, equipos de aire acondicionado, entre otros, pero nunca se ha implementado algo similar para el sector vehicular. Cabe aclarar que este país, importa la totalidad de su combustible, pero produce energía eléctrica mayoritariamente proveniente de fuentes renovables. De ahí que otras alternativas como la migración hacia la electromovilidad representa una oportunidad muy interesante, pues se estaría utilizando energía “verde” para el sector transporte. Con esta presentación, se pretende mostrar la realidad actual e histórica de Costa Rica, así como plantear algunas propuestas para el futuro.

Palabras Clave: Eficiencia energética, etiquetado energético vehicular, uso racional de energía

Abstract

In Costa Rica, since 1994, Law No. 7447 on Rational Use of Energy was enacted, followed by its corresponding regulations. This represented a very positive and important intention to address this issue in the country. However, nearly 30 years later, there have been some positive impacts observed from the enactment of this law, but there are also significant deficiencies in its implementation. The greatest emphasis and contributions have been made in the industrial energy sector, but the vehicular sector, despite being the largest energy consumer in the country, has not been regulated satisfactorily. Recently, efforts have been made to propose improvements to this Law, which will allow for the inclusion and operationalization of actions aimed at seeking vehicular energy efficiency.

Energy labeling is well-established in Costa Rica for appliances, air conditioning equipment, among others, but something similar has never been implemented for the vehicular sector. It's worth clarifying that this country imports all its fuel, but it predominantly generates electrical energy from renewable sources. Hence, other alternatives such as transitioning towards electromobility represent a very interesting opportunity, as "green" energy would be used for the transportation sector. With this presentation, the intention is to showcase the current and historical reality of Costa Rica, as well as to propose some ideas for the future.

Keywords: Energy efficiency, energy vehicle labeling, rational use of energy

La viabilidad de los sistemas solares para agua caliente sanitaria a escala regional para una transición energética justa: Estudio del nexo energético con los de medio ambiente, economía y sociedad, en hogares urbanos, periurbanos y rurales

The viability of solar systems for domestic hot water on a regional scale for a fair energy transition: Study of the energy nexus with those of the environment, economy, and society, in urban, peri-urban, and rural homes.

Ileana Cruz^a, Rodrigo Duran^b, Miguel Condori^{*c}

- a. icruz.unsa@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- b. duran.cayon@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO) Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- c. miguel.angel.condori@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.

Resumen

Este estudio se centra en la implementación de la energía solar térmica como solución estratégica para reducir la pobreza energética y abordar los conflictos de justicia energética. Se desarrolla una herramienta SIG que identifica las zonas prioritarias para los sistemas solares de calentamiento de agua, teniendo en cuenta la viabilidad técnica, económica, ambiental y social a escala de radios censales. El enfoque de priorización incorpora indicadores como el potencial de energía solar, la viabilidad económica y la vulnerabilidad social. La metodología se aplicó en Salta, en el norte de Argentina, y reveló que la energía solar tiene potencial para satisfacer hasta el 66% de la demanda energética anual de la región. El análisis del nexo energía-economía y energía-sociedad pone de manifiesto disparidades en el acceso a la energía, con poblaciones vulnerables que pagan precios más altos. Sin embargo, el estudio demuestra que la energía solar térmica ofrece una alternativa económicamente viable a los combustibles fósiles tradicionales. El enfoque de priorización propuesto subraya la importancia de considerar las interrelaciones entre los distintos aspectos de la planificación energética para garantizar transiciones energéticas sostenibles desde el punto de vista medioambiental, social y económico. La investigación sugiere que las políticas diferenciadas dirigidas a áreas prioritarias son necesarias para una transición energética justa, abordando la actual desigualdad en el acceso a la energía. En conclusión, este estudio ofrece un enfoque integral de priorización que tiene en cuenta aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales. El análisis demuestra el potencial de la energía solar térmica para abordar la pobreza energética y las externalidades de la justicia energética en el norte de Argentina, ofreciendo un camino hacia un futuro energético más sostenible y equitativo.

Palabras Clave: Calentamiento solar de agua sanitaria, transición energética justa, sistema de información geo referenciado, nexos de la energía.

Abstract

This study focuses on the implementation of solar thermal energy as a strategic solution to reduce energy poverty and address energy justice conflicts. A GIS tool is developed to identify priority areas for solar water heating

systems, considering technical, economic, environmental, and social feasibility at the census tract level. The prioritization approach incorporates indicators such as solar energy potential, economic viability, and social vulnerability. The methodology was applied in Salta, northern Argentina, and revealed that solar energy has the potential to meet up to 66% of the region's annual energy demand.

The analysis of the energy-economy and energy-society nexus highlights disparities in energy access, with vulnerable populations paying higher prices. However, the study demonstrates that solar thermal energy offers an economically viable alternative to traditional fossil fuels. The proposed prioritization approach underscores the importance of considering interrelationships among different aspects of energy planning to ensure sustainable energy transitions from environmental, social, and economic perspectives.

The research suggests that targeted policies for priority areas are necessary for a just energy transition, addressing current inequality in energy access. In conclusion, this study offers a comprehensive prioritization approach that considers technical, economic, environmental, and social aspects. The analysis showcases the potential of solar thermal energy to address energy poverty and energy justice externalities in northern Argentina, providing a path toward a more sustainable and equitable energy future.

Keywords: Solar warming of sanitary water, fair energetical transition, geo referenced information system, nexus of energy.

Sección II.

Eficiencia Energética: Energía Solar

Mejora de la eficiencia energética en el proceso de curado del tabaco mediante la integración de la energía solar y la recuperación de calor en estufas bulk-curing

Improving energy efficiency in the tobacco curing process through the integration of solar energy and heat recovery in bulk-curing stoves

Miguel Condori^a, Ileana Cruz^b, Fabiana Altobelli^c

- a. miguel.angel.condori@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO). Universidad Nacional de Salta (UNSa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- b. icruz.unsa@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- c. fabia.altobelli@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.

Resumen

El objetivo de este estudio fue potenciar el ahorro energético en el proceso de curado del tabaco Virginia mediante la incorporación de la energía solar y la mejora de la eficiencia energética de una estufa ya existente. Se desarrolló un prototipo que incluía un colector solar de aire, aislamiento térmico y un sistema de recuperación de calor. Las pruebas comparativas mostraron una reducción del 22.3% en el consumo de energía y una disminución del 16.7% en el tiempo de curado. El techo colector contribuyó en un 65.7% al ahorro total de energía, con un rendimiento de 0.77 MJ por dólar invertido. El análisis financiero indicó mejoras en el beneficio neto (33.37%), el valor actual neto (40.9%), la relación coste-beneficio (7.9%) y la tasa interna de rentabilidad (14.3%). El periodo de amortización se situó en la primera mitad del tercer año. Las comparaciones anuales con una estufa testigo mostraron un aumento de la producción del 20%, una reducción de las emisiones de GEI del 41.03%. Se calcula que la estufa mejorada ahorró 3×10^3 MJ de energía durante el proceso de curado, con un coste de conversión de 4,178 USD. Los desafíos por superar para su transferencia incluyen la difusión de la innovación, barreras culturales de los pequeños productores y un contexto de tarifas subsidiadas. Para superar las barreras culturales de los productores es necesario recopilar mayores datos a largo plazo. Este estudio demuestra el potencial de incorporar la energía solar y medidas de ahorro energético en el sector del tabaco, mejorando la eficiencia energética, la producción y la sostenibilidad medioambiental.

Palabras Clave: ahorro energético; eficiencia energética; energía solar; curado del tabaco; estufa de curado bulk-curing

Abstract

The objective of this study was to enhance energy savings in the Virginia tobacco curing process by incorporating solar energy and improving the energy efficiency of an existing curing barn. A prototype was developed that included a solar air collector, thermal insulation, and a heat recovery system. Comparative tests showed a 22.3% reduction in energy consumption and a 16.7% decrease in curing time. The collector roof contributed 65.7% to the total energy savings, with a performance of 0.77 MJ per invested dollar.

Financial analysis indicated improvements in net benefit (33.37%), net present value (40.9%), cost-benefit ratio (7.9%), and internal rate of return (14.3%). The payback period was situated in the first half of the third year. Annual comparisons with a control barn showed a 20% increase in production and a 41.03% reduction in greenhouse gas emissions. It's estimated that the improved barn saved 3×10^3 MJ of energy during the curing process, with a conversion cost of 4,178 USD.

Challenges to overcome for its implementation include diffusion of innovation, cultural barriers among small producers, and a context of subsidized rates. Overcoming cultural barriers requires gathering more long-term data. This study demonstrates the potential of incorporating solar energy and energy-saving measures in the tobacco sector, enhancing energy efficiency, production, and environmental sustainability.

Keywords: energy savings; energy efficiency; solar energy; tobacco curing; bulk-curing barn

Producción eficiente y continua de pimiento dulce deshidratado con un secador industrial híbrido solar-biomasa

Efficient and continuous production of dehydrated sweet pepper with a solar-biomass hybrid industrial dryer

Gonzalo Durán^a, Miguel Condori^b

- ^a. gonzalo.jose.duran@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- ^b. miguel.angel.condori@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO). Universidad Nacional de Salta (UNSa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.

Resumen

Este trabajo describe el diseño, la construcción y las pruebas de un secador industrial híbrido solar-biomasa para la producción de pimentón en San Carlos, Salta, Argentina. El sistema utiliza un quemador de leña mejorado con un intercambiador de calor de banco de tubos y un conjunto de calentadores solares de aire, y carga hasta 4,000 kg de producto fresco. Durante dos años de pruebas, se comprobó que los colectores solares proporcionaron en días claros temperaturas de flujo de aire superiores a 40°C con máximos de 80°C durante más del 65% del día solar. El tiempo necesario para el secado completo de los carros con producto fue de aproximadamente 3 días de sol cuando se utilizó la calefacción de biomasa únicamente como apoyo de dos horas antes de la salida del sol y dos horas después de su puesta. El secadero híbrido fue capaz de producir productos limpios y de alta calidad de acuerdo con las normas ASTAS. El estudio de viabilidad económica indica un plazo de amortización de cuatro años. Los resultados demuestran que el secado solar híbrido reduce significativamente el consumo de leña, la mano de obra y el tiempo de secado, disminuyendo el coste de producción por kilogramo de producto seco.

Palabras Clave: secador solar, colector solar de aire, eficiencia energética, sistema solar híbrido, quemador de leña, secado de pimientos dulce.

Abstract

This work describes the design, construction, and testing of a hybrid solar-biomass industrial dryer for paprika production in San Carlos, Salta, Argentina. The system utilizes an improved wood burner with a tube bank heat exchanger and a set of solar air heaters, capable of loading up to 4,000 kg of fresh produce. Over two years of testing, it was found that the solar collectors provided air flow temperatures exceeding 40°C on clear days, with peaks reaching 80°C for over 65% of the solar day. The time required for complete drying of the carts with produce was approximately 3 sunny days when biomass heating was used solely as a support for two hours before sunrise and two hours after sunset. The hybrid dryer could produce clean and high-quality products in accordance with ASTAS standards. The economic feasibility study indicates a payback period of four years. The results demonstrate that hybrid solar drying significantly reduces firewood consumption, labor, and drying time, thereby decreasing the production cost per kilogram of dried product.

Keywords: solar dryer, solar air collector, energy efficiency, hybrid solar system, wood burner, sweet pepper drying.

Rendimiento térmico en circuito abierto de un colector solar de aire de gran longitud para aplicaciones de secado industrial

Open-loop thermal performance of a long-length solar air collector for industrial drying applications

Miguel Condori^{*a}, Gonzalo Durán^b

- a. miguel.angel.condori@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO). Universidad Nacional de Salta (UNSa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.
- b. gonzalo.jose.duran@gmail.com, Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.

Resumen

Se presenta la eficiencia térmica de un colector solar de aire de 10 m de largo para distintos flujos de aire. Considerando valores para días claros, se encuentra que la eficiencia térmica en función del tiempo se corresponde con una curva de pendiente positiva. Se presentan los resultados de un modelo no estacionario donde se considera acumulación de calor en el absorbedor. De acuerdo con este modelo, la pendiente positiva se debe al efecto de la inercia térmica del absorbedor. Se obtiene la solución analítica del modelo y se comparan los resultados con datos experimentales de un colector de 9.76 m² de área. A diferencia del modelo convencional estacionario, se obtiene una ecuación para la eficiencia térmica en función de dos variables independientes que tienen en cuenta la diferencia entre las temperaturas de entrada del flujo de aire y la ambiente, y la temperatura inicial del absorbedor y la ambiente. Se presenta una metodología operativa para obtener de la eficiencia térmica en forma experimental que permite caracterizar el comportamiento del colector en condiciones reales de funcionamiento de ciclo abierto en días claros. Cada una de estas variables tiene asociado un coeficiente que, junto con la eficiencia óptica, caracterizan el comportamiento térmico del colector. Se comparan los resultados del método propuesto con los obtenidos por la forma convencional.

Palabras Clave: non-steady model, air solar collector, thermal efficiency, solar drying.

Abstract

The thermal efficiency of a 10-meter-long air solar collector is presented for various airflow rates. Using values from clear days, it was found that the thermal efficiency over time corresponds to a curve with a positive slope. Results of a non-steady-state model are presented, considering heat accumulation in the absorber. According to this model, the positive slope is due to the thermal inertia effect of the absorber. The analytical solution of the model is obtained, and the results are compared with experimental data from a collector with an area of 9.76 m².

In contrast to the conventional steady-state model, an equation for thermal efficiency is derived as a function of two independent variables that consider the difference between the inlet air temperature and ambient temperature, as well as the initial temperature of the absorber and ambient temperature. An operational methodology is presented to experimentally obtain thermal efficiency, allowing for the characterization of collector behavior under real open-cycle operating conditions on clear days. Each of these variables is associated with a coefficient that, along with the optical efficiency, characterizes the thermal performance of the collector. The results of the proposed method are compared with those obtained by the conventional approach.

Keywords: non-steady model, air solar collector, thermal efficiency, solar drying

Sección III.

Eficiencia Energética en Edificios

Aplicación de Agentes Inteligentes para optimización energética de plantas de agua helada en sistemas HVAC de edificios

Application of Intelligent Agents for energy optimization of chilled water plants in building HVAC systems

Nelson J. Correa-Ortiz^a, Nicolas Giraldo-Peralta^b

^a. njcorreao@unal.edu.co, Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

^b. ngiraldop@unal.edu.co, Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Resumen

El presente estudio implementó un sistema de control adaptativo por medio de un algoritmo de inteligencia artificial basado en redes neuronales artificiales con el fin de realizar un análisis de eficiencia energética entre la predicción del modelo y el rendimiento en tiempo real de una planta de enfriamiento condensada por agua. Para efectos del estudio fueron implementados algoritmos DQN y SAC de aprendizaje por refuerzo como sistema de control de la planta de agua helada, donde se definió como variable de control las temperaturas de suministro de agua helada, así como su interacción con los datos de solicitud de carga térmica y régimen climático de la zona. Mediante modelamiento de un gemelo digital de la planta se prueba el rendimiento de la planta con la implementación de dichos algoritmos. Como resultados del análisis se obtiene optimización de hasta 5% del chiller a cargas parciales con respecto al consumo de una planta de agua helada dotada con sistema de control con ajuste de carga en el chiller con VFD. Los resultados obtenidos ofrecen oportunidades de optimización en las estrategias de eficiencia energética y entrenamiento de agentes inteligentes para la optimización de la operación de sistemas HVAC en su espectro de aplicación.

Palabras Clave: Eficiencia Energética, HVAC, Edificios, Inteligencia Artificial, Control Adaptativo, DQN y SAC

Abstract

This study implemented an adaptive control system using an artificial intelligence algorithm based on artificial neural networks to conduct an energy efficiency analysis between model prediction and real-time performance of a water-cooled condensing plant. For the study, DQN and SAC reinforcement learning algorithms were implemented as control systems for the chilled water plant. The controlled variable was defined as the chilled water supply temperatures, interacting with thermal load demand data and the local climate conditions. By creating a digital twin model of the plant, the performance of the plant with the implementation of these algorithms was tested. The analysis results showed optimization of up to 5% for the chiller's performance at partial loads compared to a chilled water plant equipped with a control system that adjusts the chiller load using VFD. The obtained results offer opportunities for optimizing energy efficiency strategies and training intelligent agents for optimizing HVAC system operation across its application spectrum.

Keywords: Energy Efficiency, HVAC, Buildings, Artificial Intelligence, Adaptive Control, DQN and SAC

Sección IV.

Eficiencia Energética en Vehículos

Efectos de la sincronización de señales en la determinación del desempeño ambiental del vehículo mediante pruebas en carretera

Effects of signal synchronization on the determination of vehicle environmental performance by on-road tests

Juan Carlos Restrepo Mejía ^a, Michael Daniel Giraldo Galindo ^b, José Ignacio Huertas Cardozo ^c,

a. jurest83@eafit.edu.co, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

b. mqiral36@eafit.edu.co, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

c. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Uno de los métodos más utilizados para determinar el desempeño ambiental de los vehículos es la adquisición de datos en carretera. Se miden variables como las emisiones contaminantes (normalmente CO, CO₂, NO_x y PM), el rendimiento del motor (flujo de combustible, relación A/F, etc.) y variables de posición y velocidad en condiciones reales de funcionamiento. Para obtener las emisiones totales y los factores de emisión es necesario operar con los datos de estas variables obtenidos a través de diferentes dispositivos, lo que requiere asegurar una correcta y minuciosa sincronización entre las señales entregadas por cada dispositivo y/o sensor. Este estudio tiene como objetivo determinar los efectos de la aplicación de ciertos métodos de sincronización en la determinación del desempeño ambiental de vehículos pesados. Se recolectaron datos de aproximadamente 16 vehículos en Colombia y México utilizando dispositivos como Sistemas Portátiles de Medición de Emisiones (PEMS), Diagnóstico a Bordo (OBD II), Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y otros sensores. Esto resultó en un total de más de 210 viajes en los que se aplicaron tres métodos de sincronización (basado en velocidad, estático y dinámico). Estos métodos sirven principalmente para determinar factores de emisión (de CO, CO₂, NO_x y PM) y actualmente se están analizando las diferencias porcentuales entre los métodos para evaluar los efectos de su respectiva aplicación sobre el conjunto de datos medidos.

Palabras Clave: Emisiones vehiculares, Factores de emisión, PEMS, Sincronización de señales, Desempeño Ambiental.

Abstract

One of the most used methods to determine the environmental performance of vehicles is the acquisition of on-road data. Variables such as pollutant emissions (typically CO, CO₂, NO_x, and PM), engine performance (fuel flow, A/F ratio, etc.), and position and speed variables under real operating conditions are measured. In order to obtain total emissions and emission factors, operations must be performed on the data from these variables obtained through different devices, which necessitates ensuring correct and meticulous synchronization between the signals delivered by each device and/or sensor. This study aims to determine the effects of applying certain synchronization methods on the determination of the environmental performance of heavy-duty vehicles. Data from approximately 16 vehicles in Colombia and Mexico were collected using devices such as Portable Emissions Measurement Systems (PEMS), On Board Diagnostics (OBD II), Global Positioning System (GPS), and other sensors. This resulted in a total of over 210 trips in which three synchronization methods (Velocity-Based, Static, and Dynamic) were applied. These methods primarily serve to determine emission factors (for CO, CO₂, NO_x, and PM), and currently, the percentage differences between the methods are being analyzed to assess the effects of their respective application on the set of measured data.

Keywords: Vehicular emissions, Emission Factors, PEMS, Signal synchronization, Environmental performance

Determinación de la eficiencia energética tanque-rueda de vehículos de transporte por carretera

Determination of tank to wheel energy efficiency of road transport vehicles

Oscar S. Serrano Guevara^a, Jose Ignacio Huertas Cardozo^b

^a. oserrano@tec.mx, School of Engineering and Sciences, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

^b. jhuertas@tec.mx, School of Engineering and Sciences, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Los vehículos de carga pesada (HDV, por sus siglas en inglés) representan una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el sector del transporte, debido a su dependencia de los combustibles fósiles, como el diésel. Esto genera la emisión de niveles elevados de contaminantes criterio, así como de gases de efecto invernadero (GEI). Se han identificado varias estrategias para reducir estas emisiones y descarbonizar el sector; sin embargo, la financiación para su implementación representa un obstáculo para las empresas y los gestores de flotas de transporte.

Mejorar la eficiencia energética de estos vehículos implica una estrategia de descarbonización, ya que la energía entregada por el combustible representa el consumo energético y, en consecuencia, las emisiones de GEI que puedan generarse. Por esta razón, se establece una metodología que permite determinar la eficiencia energética global de un vehículo durante su operación a partir del modelo de dinámica longitudinal del vehículo, y cómo esto está directamente relacionado con el consumo específico de combustible.

Se probaron diversas tecnologías de vehículos en diferentes condiciones y ubicaciones (diferentes altitudes), y se obtuvieron valores de eficiencia energética total de tanque a rueda (TtW) de entre el 25% y el 30%. También se determinó el consumo específico de combustible para cada tecnología. Además, se incluyeron recomendaciones para mejorar estas tecnologías. Por último, se recomienda enfatizar estas acciones para lograr una descarbonización más rápida y efectiva del sector.

Palabras Clave: eficiencia energética, transporte por carretera, eficiencia energética del tanque a la rueda, consumo específico de combustible.

Abstract

Heavy-duty vehicles (HDVs) account for a quarter of carbon dioxide (CO₂) emissions in the transportation sector, due to their reliance on fossil fuels, such as diesel. This generates the emission of high levels of criteria pollutants as well as greenhouse gases (GHG). Several strategies have been identified to reduce these emissions and decarbonize the sector, however, the financing for their implementation represents an obstacle for companies and transport fleet managers.

Improving the energy efficiency of these vehicles implies a decarbonization strategy, since the energy delivered by the fuel represents the energy consumption, and in consequence the GHG emissions that may be generated. For this reason, a methodology that allows determining the global energy efficiency of a vehicle during its operation from the longitudinal vehicle dynamics model is established, and how this is directly related to the specific fuel consumption.

Various vehicle technologies were tested under different conditions, at different locations (different altitudes), and overall tank-to-wheel (TtW) energy efficiency values of 25-30% were obtained. The specific fuel consumption for each technology was also determined. Additionally, strategies proposed to improve them were included as

recommendations. Finally, the recommendation is to emphasize these actions to obtain a faster and more effective decarbonization of the sector.

Keywords: energy efficiency, road transport, tank to wheel energy efficiency, specific fuel consumption.

Características de rendimiento y emisiones de mezclas diésel de biodiésel y etanol en un motor de encendido por compresión de servicio pesado en altitudes elevadas simuladas

Performance and Emission Characteristics of Diesel Biodiesel-Ethanol Blends in a Heavy-Duty Compression Ignition Engine at Simulated High Altitudes

Solin E. Puma^a and Julio C. Cuisano Egusquiza^b

a. jcuisano@pucp.edu.pe, Mechanical Department of Engineering, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

b. spuma@pucp.edu.pe, Mechanical Department of Engineering, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

Resumen

Se investigaron experimentalmente los efectos del etanol anhidro (E) y el aceite de ricino (R) mezclados con combustible diésel (D), comercialmente conteniendo un 5% de biodiesel en volumen, para evaluar el proceso de combustión y el consumo específico de combustible en un motor de encendido por compresión, sobrealimentado, de seis cilindros. En total, se utilizaron tres mezclas, variando el contenido de diésel del 95% (D95) al 80% v/v (D85), obteniendo las siguientes composiciones: D95B0E0, D85B6E9 y D80B6.5E13.5. Las pruebas experimentales se realizaron en condiciones estacionarias (1000 y 1800 rpm), dos valores de par efectivo (80 y 160 N.m) y dos condiciones de presión de aire de admisión (100 y 80 kPa).

Los resultados obtenidos muestran que las mezclas que contienen etanol y biodiesel conducen a un inicio temprano de la combustión a 1000 rpm y un retraso en el inicio de la combustión a 1800 rpm. El aumento de etanol y biodiesel sobre el combustible comercial no tiene ninguna influencia en el consumo específico de combustible; sin embargo, el efecto de la altitud genera un aumento en el consumo específico de combustible de hasta un 11% y un 7% a 1000 rpm y 1800 rpm, respectivamente. Las emisiones específicas de NO_x, CO y CO₂ aumentan con un mayor consumo específico de combustible; además, el efecto de altitud simulada permitió verificar que a altitudes más altas hay un ligero aumento en el consumo específico de combustible y la eficiencia energética de CO y CO₂, junto con una reducción en la eficiencia energética de NO_x. A 2000 m de altitud simulada (APCI = 80 kPa), los aumentos máximos de consumo específico de combustible, CO y CO₂, con la mezcla D80B6.5E13.5, fueron del 5%, 122% y 18%, respectivamente. Y las reducciones máximas en la eficiencia energética de NO_x también se obtuvieron con la mezcla D80B6.5E13.5, alcanzando disminuciones de hasta un 6%.

Palabras Clave: Diésel, etanol, Combustión, Consumo específico de combustible, Emisión.

Abstract

The effects of anhydrous ethanol (E) and castor oil (R) mixed with diesel fuel (D), commercially containing 5% biodiesel by volume, were researched experimentally to evaluate the combustion process and specific fuel consumption in compression ignition engine, supercharged, six cylinders. In total, three mixtures were used, varying the diesel content from 95% (D95) to 80% v/v (D85), obtaining the following compositions: D95B0E0, D85B6E9 and D80B6.5E13.5. The experimental tests were performed in stationary conditions (1000 and 1800 rpm), two values of effective torque (80, and 160 N.m) and two conditions of intake air pressure (100 and 80 kPa).

The results obtained show that the mixtures containing ethanol and biodiesel lead to an early start of combustion at 1000 rpm and a delay at the start of combustion at 1800 rpm. The increase in ethanol and biodiesel over commercial fuel does not have any influence on specific fuel consumption; however, the altitude effect generates an increase in specific fuel consumption up to 11% and 7% at 1000 rpm and 1800 rpm respectively. The specific emissions of NO_x, CO and CO₂ are increased with higher specific fuel consumption; in addition, the effect of simulated altitude allowed to verify that at higher altitudes there is a slight increase in SFC and EE of CO and CO₂,

together with a reduction in EE NOX. At 2000m of simulated altitude (APCI = 80 kPa) the maximum increases of SFC, CO and CO₂, with the mixture D80B6.5E13.5, were 5%, 122% and 18%, respectively. And the maximum reductions in NOX EE were also obtained with the D80B6.5E13.5 mixture, reaching decreases of up to 6%.

Keywords: Diesel, ethanol, Combustion, Specific fuel consumption, Emission

Eficiencia energética de flotas de vehículos en Chile

Energy efficiency of vehicle fleets in Chile

Franco Quezada^a, Felipe Vásquez^b, Jose Ignacio Huertas Cardozo^c

- a. fnquezadab@gmail.com, Universidad de Concepción, Concepción, Chile
- b. fevasquez@udec.cl, Universidad de Concepción, Concepción, Chile
- c. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Estudios reportan diferencias en el rendimiento entre vehículos de tecnología similar, sugiriendo que existen variables que afectan el consumo, como las condiciones de operación. Este trabajo busca determinar el consumo energético de una flota compuesta por 16 autobuses diésel y 9 eléctricos, bajo condiciones reales de operación en Chile. El monitoreo de esta flota se realizó mediante un sistema de telemetría comercial durante más de tres meses. Con los datos obtenidos a una frecuencia > 0.2 Hz de ubicación, velocidad, RPM del motor y consumo de energía, se ajustó un modelo energético basado en la cinemática del vehículo para obtener la eficiencia energética global. Como resultados, se obtuvo un consumo promedio de 43.02 L/100km para los autobuses diésel y 123.99 kWh/100km (18.16 DEL/100km) para los autobuses eléctricos, con una eficiencia global del 31.37% y 76.46%, para diésel y eléctricos, respectivamente. En este caso, la eficiencia energética no se vio afectada por las condiciones de operación, pero el ralentí y las variaciones en altitud fueron las variables que más afectaron el consumo de energía.

Palabras Clave: Eficiencia energética, consumo de combustible, patrones de conducción, telemetría.

Abstract

Studies report differences in performance for vehicles of similar technology, suggesting that there are variables that affect consumption, such as the operating conditions. This work seeks to determine the energy consumption of a fleet composed of 16 diesel and 9 electric buses, under real operating conditions in Chile. The monitoring of this fleet was carried out using a commercial telemetry system for more than three months. With the data obtained at > 0.2 Hz of location, speed, engine RPM and energy consumption, an energy model based on vehicle kinematics was adjusted to obtain the global energy efficiency. As results, an average consumption of 43.02 L/100km was obtained for diesel buses and 123.99 kWh/100km (18.16 DEL/100km) for electric buses, with an overall efficiency of 31.37% and 76.46%, for diesel and electric, respectively. In this case, energy efficiency was not affected by the operating conditions but idling and variations in altitude were the variables that most affected energy consumption.

Keywords: Energy efficiency, fuel consumption, driving behavior, telemetry.

Comparación de patrones de conducción de vehículos pesados en México, Colombia y Ecuador

Comparison of driving patterns of heavy-duty vehicles in Mexico, Colombia, and Ecuador

Rogelio Escamilla Serrano^a, José Ignacio Huertas^b

a. A00838254@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

b. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

El sector del transporte es el cuarto mayor productor de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), alcanzando 8,222 Mt por año, lo que representa alrededor del ~24% de las emisiones globales de este gas. Los contaminantes criterio, producidos por fuentes de emisión como vehículos pesados, afectan directamente la salud de la población humana. Con la intención de describir patrones de conducción que permitan obtener inventarios de emisiones y ayuden a establecer políticas para mitigar las emisiones de estas fuentes, se selecciona una región de estudio, en este caso México, Colombia y Ecuador. La flota de vehículos disponible se identifica y clasifica por edad, tamaño, tecnologías de motor, etc. Luego, esta flota se monitorea mediante telemetría, específicamente con el OBD (Diagnóstico a Bordo), que es un dispositivo de diagnóstico portátil de bajo costo. La información de viaje origen-destino proporcionada por el OBD se descarga, extrae, adapta y concatena segundo a segundo mediante la aplicación de algoritmos informáticos. Se implementa un análisis de dinámica de vehículos para obtener Gráfico de Distribución de Probabilidad de Velocidad-Aceleración (SAPD), Gráfico de Distribución de Frecuencia de Potencia Específica de Vehículo (VSP) y Parámetros Característicos (CP), que describen patrones de conducción. Finalmente, se busca definir la metodología de comparación mediante análisis dimensional para identificar los principales componentes que generan altas emisiones. Se espera que los resultados obtenidos se utilicen para identificar las mejores prácticas de conducción que tienden a reducir el consumo de combustible, mejorar la eficiencia energética y ayudar a descarbonizar el sector del transporte.

Palabras Clave: Vehículos pesados, Patrones de conducción, Consumo de combustible, Eficiencia energética.

Abstract

The transport sector is the fourth main producer of carbon dioxide (CO₂) emissions, reaching 8,222 Mt per year, that represents around ~24% of global emissions of this gas. Criteria pollutants, produced by emission sources such as heavy vehicles, directly affect the health of the human population. With the intention of describing driving patterns that allow obtaining emission inventories, which help establish policies to mitigate emissions from these sources, a study region is selected, in this case Mexico, Colombia and Ecuador. The available fleet of vehicles is identified and classified by age, size, engine technologies, etc. This fleet is then monitored through telemetry, specifically with OBD (On Board Diagnostics) which is a low-cost portable diagnostic device. The origin-destination travel information provided by the OBD is downloaded, extracted, adapted, and concatenated second by second through the application of computer algorithms. Vehicle dynamics analysis is implemented to obtain Velocity-Acceleration Probability Distribution Plot (SAPD), Vehicle Specific Power Frequency Distribution Plot (VSP), and Characteristic Parameters (CP's), which describe driving patterns. Finally, it seeks to define the comparison methodology through dimensional analysis to identify main components that generate high emissions. The results obtained are expected to be used to identify the best driving practices that tend to reduce fuel consumption, improve energy efficiency, and help decarbonize the transport sector.

Keywords: Heavy-Duty vehicles, Driving patterns, Fuel Consumption, Energy efficiency.

Sección V.

Eficiencia Energética en Vehículos Eléctricos

Desarrollo de un controlador BLDC para vehículos eléctricos alternativos

Development of a BLDC controller for alternative electric vehicles

Hugo Andrés Molina Flórez^a, César Augusto Ardila Cadena^b, Diana Carolina Dulcey Díaz^c, Carlos Andrés Angulo Julio^d

- a. hamolina@uts.edu.co, 0009-0000-0844-6769, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia
- b. cesaraardila@correo.uts.edu.co, 0009-0003-1505-4204, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia
- c. ddulcey@correo.uts.edu.co, 0000-0003-3297-6051 Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia
- d. carlosaj@correo.uts.edu.co, 0000-0002-1159-2828, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia

Resumen

El grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), establece los principios para la valoración de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la combustión de fuentes de energía, con la estimación que realizan se dice que hasta un 20% del total de las emisiones está representada en el sector transporte. Los desarrollos a base de medios alternativos de movilidad ofrecen una respuesta de bajo consumo a la demanda cada vez más creciente de movilidad en el sector urbano.

Esta investigación plantea el desarrollo de un controlador que puede tener una aplicación amplia en el ámbito de los vehículos alternativos de uso urbano, permitiendo el control de motores BLDC de hasta 1 KW de potencia alimentado con un paquete de baterías de 48V a 60V. Para el desarrollo del controlador se realizó una comparación entre sistema IGBT y MOSFET. Se encontró basado en la literatura existente, que el desarrollo con elementos MOSFET ofrece un mejor desempeño por su baja impedancia en estado de conducción disipando menos energía en forma de calor, siendo más efectivo para la aplicación, asimismo permite un aislamiento entre control y alimentación haciéndolo más confiable.

El control ofrece una salida PWM (Modulación por ancho de pulso), que puede hacer variar desde 0 al 100% la entrega de voltaje disponible de la batería, incluyendo ciclos de descanso del 40%, adicionalmente el control regula la conmutación de las bobinas según la posición marcada por los sensores. El consumo de energía se reduce un 12,5% en comparación con el controlador comercial disponible para el motor, lo que aumenta la autonomía del vehículo. El punto de mejor eficiencia encontrado para la operación del sistema completo se encontró en un rango de corriente que va entre 8 y 12 Amperios, si bien el equipo soporta la corriente máxima de operación del motor de 20,7 amperios la eficiencia cae por debajo del 80% y se refleja en el aumento de la disipación de calor.

Palabras Clave: Brushless, Controlador. Desempeño, Modulación, Movilidad

Abstract

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) establishes principles for assessing greenhouse gas emissions associated with the combustion of energy sources. Their estimates indicate that up to 20% of total emissions are attributed to the transportation sector. Developments based on alternative mobility means offer a low-consumption response to the increasing demand for urban mobility. This research proposes the development of a controller with broad applications in the field of alternative urban vehicles, enabling the control of BLDC motors up to 1 kW powered by a 48V to 60V battery pack. A comparison between IGBT and MOSFET

systems was conducted during the controller development. Based on existing literature, it was found that using MOSFET elements offers better performance due to their low impedance in the conducting state, resulting in less energy dissipated as heat. This makes it more effective for the application and provides isolation between control and power, enhancing reliability. The control offers a PWM (Pulse Width Modulation) output that can vary the voltage delivery from the battery, ranging from 0% to 100%, including 40% duty cycles. Additionally, the control regulates the switching of coils according to the position indicated by sensors. Energy consumption is reduced by 12.5% compared to the commercially available motor controller, leading to increased vehicle autonomy. The optimal efficiency point for the complete system operation was found within a current range of 8 to 12 Amperes. While the system can handle the motor's maximum operating current of 20.7 amperes, efficiency drops below 80%, leading to increased heat dissipation.

Keywords: Brushless, Controller, Performance, Modulation, Mobility

Evaluación del consumo de energía asociado a los sistemas HVAC en buses bajo condiciones reales de operación

Evaluation of energy consumption associated with HVAC systems in buses under real operating conditions.

Anggie Zuleidy Rincon Ortega^a, Jose Ignacio Huertas Cardozo^b, Mauricio Carmona García^c

- a. anggier@uninorte.edu.co, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia
- b. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México
- c. mycarmona@uninorte.edu.co, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

Resumen

Además de la energía utilizada para la tracción, el uso de la ventilación, calefacción y refrigeración dentro de los vehículos para garantizar la comodidad de los pasajeros incrementa hasta un 20% el consumo de combustible. En estudios realizados previamente se ha estimado que el consumo de los sistemas HVAC móvil representa el 3.2% del consumo mundial de combustible en Europa, 5.5% en Estados Unidos y 3.4% en Japón. En base a esto, es necesario plantear estrategias de eficiencia energética para reducir el consumo de combustible asociado al uso de aire acondicionado.

La evaluación energética de espacios cerrados y fijos como edificaciones se lleva a cabo mediante el análisis de cargas térmicas, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, actividad y comportamiento de las envolventes, sin embargo, no existe una metodología para evaluar el consumo energético en espacios cerrados móviles como vehículos, teniendo en cuenta la variación de las condiciones asociadas a su operación.

En este trabajo se presenta una metodología para estimar el consumo de los sistemas HVAC en buses mediante enfoques de simulación dinámica, considerando las condiciones variables de operación como velocidad, ubicación y orientación reales del bus en movimiento. A través de dicha metodología, se pueden analizar diferentes estrategias innovadoras para la eficiencia energética, la reducción del impacto ambiental y la mejora del confort. Para demostrar las capacidades de la metodología planteada se presentan dos casos de estudio de buses en operación en Chile y México durante todo el año. Se utilizaron datos experimentales obtenidos mediante telemetría como variables de entrada a la simulación y la estimación del consumo de combustible real que se usó como parámetro para la validación de la metodología. Los resultados muestran que el consumo asociado al aire acondicionado tiene un comportamiento estacional y que la ubicación y orientación del vehículo tienen un efecto significativo en el consumo de combustible.

Palabras Clave: Sistema HVAC móvil, consumo de combustible, evaluación energética

Abstract

In addition to the energy used for propulsion, the use of ventilation, heating, and cooling systems within vehicles to ensure passenger comfort increases fuel consumption by up to 20%. Previous studies have estimated that the consumption of mobile HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) systems accounts for 3.2% of global fuel consumption in Europe, 5.5% in the United States, and 3.4% in Japan. Based on this, it is necessary to propose energy efficiency strategies to reduce fuel consumption associated with the use of air conditioning. The energy evaluation of closed and fixed spaces such as buildings is carried out by analyzing thermal loads considering the enclosures' climatic conditions, activity, and behavior. However, there is no methodology to evaluate the energy consumption in mobile closed spaces such as vehicles, considering the variation of the conditions associated with their operation.

This work presents a method to estimate the consumption of HVAC systems in buses through dynamic simulation approaches, considering the variable operating conditions such as speed, location, and actual orientation of the bus in motion. This methodology analyzes different innovative strategies for energy efficiency, environmental impact reduction, and comfort improvement. To demonstrate the capabilities of the proposed method, two case studies of buses in operation in Chile and Mexico throughout the year are presented. Experimental data obtained by telemetry were used as input variables to the simulation, and the estimation of the actual fuel consumption was used as a parameter to validate the methodology. The results show that the consumption associated with air conditioning has a seasonal behavior and that the location and orientation of the vehicle have a significant effect on fuel consumption.

Keywords: Mobile HVAC system, fuel consumption, energy evaluation

Desarrollo de un modelo matemático basado en datos telemétricos del vehículo eléctrico SIIMA para establecer parámetros de rendimiento en función de la velocidad y la autonomía

Development of a mathematical model based on telemetric data from the SIIMA electric vehicle to establish performance parameters as a function of speed and range.

J F Polo-Godoy^a, Diana C Dulcey-Díaz^b

- ^a. jfpolo@uts.edu.co, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia
- ^b. ddulcey@correo.uts.edu.co, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia

Resumen

El grupo de investigación SIIMA busca proponer ideas que permitan transformar la movilidad, una de ellas es la participación en competencias que fomentan la investigación y el desarrollo en la movilidad amigable con el medio ambiente. Entre sus proyectos más relevantes, ha construido un prototipo de un solo asiento alimentado por energía eléctrica con el objetivo de involucrarse en investigaciones de vanguardia hacia nuevos mercados y objetivos ambientales, como los propuestos por Colombia en la COP26 (Caicedo, 2021), con directrices para fomentar la movilidad eléctrica en el país indicadas en el plan nacional de desarrollo (Ministerio de Ambiente, 2021).

Es necesario determinar el consumo de energía y medir la velocidad, una variable que aún no se mide en el prototipo de un solo asiento, por lo que su velocidad máxima, estado de la batería o revoluciones del motor y otras variables que podrían afectar el rendimiento o la autonomía del vehículo son desconocidas, es decir, actualmente no se aprovecha el equipo del prototipo de un solo asiento. Por lo tanto, este proyecto busca responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo identificar las condiciones y ajustes eléctricos o mecánicos para un funcionamiento adecuado? Una medición precisa y registro de la velocidad del prototipo de un solo asiento, así como su consumo de energía, permitirían realizar ajustes al equipo del vehículo o a las condiciones cinemáticas que favorezcan un uso más eficiente de la energía, con el fin de extender su autonomía; por otro lado, si se busca una conducción enfocada en la velocidad, permitirá mejorar los tiempos en un circuito o dirigir conclusiones como sería modificar un componente.

Palabras Clave: Autonomía, Vehículo eléctrico, Consumo de energía, Modelo predictivo.

Abstract

The research group SIIMA seeks to propose ideas that allows transforming mobility, one of them being the participation in competitions that encourage research and development in environmentally friendly mobility, among its most relevant projects it has built a single-seater prototype powered by electric energy in order to get involved in cutting-edge research towards new markets and environmental goals as proposed by Colombia in the COP26 (Caicedo, 2021), with guidelines to encourage electric mobility in the country indicated in the national development plan (Ministerio de Ambiente, 2021).

It is necessary to determine the energy consumption and measure the speed, a variable that is not yet measured in the single-seater, so its maximum speed, battery status or engine revolutions and other variables that could affect the performance or autonomy of the vehicle are unknown, i.e., currently the equipment of the single seater is not taken advantage of. Therefore, this project seeks to answer the following research question: How to identify

the electrical or mechanical conditions and settings for proper operation? A precise measurement and recording of the single-seater's speed, as well as its energy consumption, would allow adjustments to the vehicle's equipment or kinematic conditions that favor a more efficient use of energy, in order to extend its autonomy; on the other hand, if a speed-focused driving is desired, it will allow improving times in a circuit or directing conclusions as it would be to modify a component.

Keywords: Driving range, Electric vehicle, Energy consumption, Predictive model

Desempeño de vehículos eléctricos en Santiago

Performance of electric vehicles in Santiago

Franco Quezada^a, Felipe Vásquez^b, Jose Ignacio Huertas Cardozo^c

- a. fnquezadab@gmail.com, Universidad de Concepción, Concepción, Chile
- b. fevasquez@udec.cl, Universidad de Concepción, Concepción, Chile
- c. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Los Vehículos Eléctricos están siendo introducidos en las flotas vehiculares a nivel mundial. Su desempeño es informado por cada fabricante para condiciones de referencia, sin embargo, se sabe que este cambia en condiciones reales de operación y pocos resultados se han reportado en la literatura. Consecuentemente, los administradores de flotas aun no conocen valores reales de desempeño para tomar decisiones. En este estudio reportamos el consumo y eficiencia energética de buses eléctricos (BE) en operación en Santiago de Chile. Para ello medimos el consumo y estimamos la eficiencia a partir de la dinámica longitudinal del vehículo usando datos de GPS, odómetro, velocidad y consumo energético en catorce buses en operación durante tres meses. Además, para comparar, analizamos de la misma manera nueve buses diésel (BD) operando en el mismo tiempo. Los resultados arrojan que el consumo energético promedio de los BE es de 130kWh/100km, equivalentes a 13L/100km tanque-a-tanque, mientras que el de los BD es de 46L/100km. Respecto a la eficiencia, medimos 78% en BE y 32% en BD. Estos valores pueden ayudar a los administradores de flotas a predecir el desempeño con mayor precisión y además respaldan resultados que indican que los vehículos eléctricos usan la energía significativamente mejor que su contraparte diésel.

Palabras Clave: Movilidad sustentable, dinámica de vehículos, eficiencia de transporte.

Abstract

Electric vehicles are recently being introduced into fleets worldwide. Performance of these vehicles is provided by each manufacturer in standardized conditions, nonetheless it is known that it changes in real operation conditions and few values have been reported in the literature. Consequently, fleet administrators still do not have realistic values of performance in which to base their decisions. In this study we report energy consumption and efficiency of electric buses (EB) in real operation in Santiago of Chile. To this end, we measured the consumption and estimated the efficiency based on the longitudinal dynamics of the vehicle using data from GPS, odometer, speed, and consumed energy, in fourteen buses in operation for three months. Additionally, for comparison, we analyzed in the same way nine diesel buses (DB) operating in the same place and time. Results show that the average energy consumption for EB is 130 kWh/100 km, equivalent to 13 L/100 km tank-to-tank, while for DB is 46L/100km. Regarding efficiency, we measured 78% for EB, and 32% for DB. These values can help fleet administrators to predict performance with higher accuracy and contribute to supporting results that show that electric vehicles use energy significantly better than diesel counterpart.

Keywords: sustainable mobility, vehicle dynamics, transportation efficiency

Sección VI.

Emisiones Vehiculares y Combustibles

Desarrollo de un Sistema de Monitoreo de Emisiones a Bordo

Developing of On-Board Emission Conformity Monitoring

Jordy Alexander Hernández Vivanco^a, José Ignacio Huertas Cardozo^b

a. a00838142@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

b. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Debido al crecimiento de la industria automotriz, se necesita un sistema de mini medición para monitorear en tiempo real las emisiones de gases contaminantes para analizar el comportamiento del tren motriz e implementar mejoras en el mantenimiento del motor y los sistemas de postratamiento de escape. El enfoque de la investigación está en el desarrollo de una metodología para el monitoreo casi continuo de las emisiones de vehículos y máquinas en estado operativo. Actualmente, el monitoreo de los límites de emisión de gases contaminantes se realiza mediante la implementación de un Sistema Portátil Medidor de Emisiones. Sin embargo, su uso es muy costoso, pesado y difícil de manejar, lo que lo hace inadecuado para su uso en flotas de vehículos. La propuesta para solventar este problema antes mencionado es diseñar, manufacturar y validar un sistema de monitoreo, más pequeño, económico y fácil de operar, que sea más apto para su implementación en flotas vehiculares, debido a que la normativa EURO 7 exige este el monitoreo constante de estos gases contaminantes durante los ciclos de conducción. Mediante el uso de modelos termodinámicos, que incorpora conceptos de cinética química, que permiten calcular con un alto grado de precisión, segundo a segundo, el flujo masico de las principales emisiones de gases contaminantes como el CO₂, NO_x, CO, CH₄ en base a las variables que pueden medirse por telemetría actual como la velocidad y el consumo de combustible, lambda. Además, se plantea realizar una sincronización dinámica de las variables que entregan los sensores que incorporaron el sistema de monitoreo para alcanzar un gran desempeño frente a los sistemas de telemetría estándar comercializados por años.

Palabras Clave: EURO 7, NO_x, telemetría, cinética química

Abstract

Due to the growth of the automotive industry, a mini measurement system is needed to monitor polluting gas emissions in real time to analyze the behavior of the powertrain and implement improvements in engine maintenance and exhaust aftertreatment systems. The focus of the research is on the development of a methodology for the almost continuous monitoring of emissions from vehicles and machines in operating condition. Currently, monitoring the emission limits of polluting gases is done through a Portable Emission Measurement System. However, it is very expensive, heavy, and unwieldy to use, making it unsuitable for use in vehicle fleets. The proposal to solve this problem is to design, manufacture and validate a monitoring system, smaller, cheaper, and easier to operate, which is more suitable for implementation in vehicle fleets, since the EURO 7 regulation requires this monitoring of these polluting gases. Using thermodynamic models, which incorporates concepts of chemical kinetics, which allow calculating with a high degree of precision, second by second, the mass flow of the main emissions of polluting gases such as CO₂, NO_x, CO, CH₄ based on variables that can be measured by current telemetry such as speed and fuel consumption, lambda. Additionally, it is proposed to perform a dynamic synchronization of the different variables delivered by the sensors that will incorporate the monitoring system to achieve great performance compared to standard telemetry systems that have already been commercialized for years.

Keywords: EURO 7, NO_x, telemetry, chemical kinetics

Use of a low-cost sensor grid to evaluate the use of solid barriers for particulate matter dispersion at the sides of highly transited roads

Uso de una red de sensores de bajo costo para evaluar el uso de barreras sólidas para la dispersión de partículas en los costados de carreteras altamente transitadas

Moisés Alejandro Leyva Sanjuan^a, Jose Ignacio Huertas Cardozo^b, Mariana Colchado Bermejo^c

a. a00820498@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

b. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

c. a00827256@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Los vehículos representan la principal fuente de contaminantes del aire en las áreas urbanas; por lo tanto, se vuelve de mayor importancia diseñar estrategias que disminuyan la exposición humana a la contaminación del aire. En este sentido, la implementación de barreras sólidas ha sido evaluada por varios autores como una herramienta pasiva para la dispersión de la contaminación en ciertas condiciones atmosféricas. Sin embargo, estos estudios se han realizado en condiciones semi-controladas o mediante análisis computacionales de fluidos (CFD), lo que dificulta la obtención de resultados prácticos.

El presente estudio implementa una red de 30 sensores de bajo costo (Purple Air), el Método Equivalente Federal (FEM) y sensores de alta tecnología para evaluar la reducción espacial-temporal de PM_{2.5} y PM₁₀ generados por la colocación de una barrera sólida en los costados de una autopista altamente transitada en Nuevo León, México. Las mediciones se realizan durante largos periodos y se relacionan con las condiciones atmosféricas y el flujo de tráfico utilizando equipos especializados.

Los resultados obtenidos durante la campaña se compararán con los resultados obtenidos de un modelo CFD generado por investigaciones previas, lo que permitirá determinar el diseño óptimo para una barrera de dispersión de contaminantes, en términos de altura de la barrera, geometría y distancia a la carretera. Este proyecto se desarrolla gracias al capital semilla proporcionado por la beca UC MEXUS-CONACYT y al apoyo intensivo de entidades gubernamentales y privadas de México y otros países.

Palabras Clave: Material Particulado, Barreras Sólidas, Sensores de Bajo Costo, Dispersión de Contaminantes Criterio

Abstract

Vehicles represent the main source of air pollutants in urban areas; therefore, it becomes of greater importance to design strategies that diminish human exposition to air pollution. For this matter, the implementation of solid barriers has been evaluated by various authors as a passive tool for pollution dispersion under certain atmospheric conditions. Nevertheless, these studies have been implemented under semi-controlled conditions or via computational fluid analysis (CFD), which makes difficult the obtention of practical results.

Present study implements a grid consisting of 30 low-cost sensors (Purple Air), Federal Equivalent Method (FEM) and high-tech air quality sensors to evaluate the spatial-temporal reduction in PM_{2.5} and PM₁₀ generated by the allocation of a solid barrier at the sides of a highly transited highway in Nuevo León, México. Measurements are sampled during large periods and are related to atmospheric conditions and traffic flow using specialized equipment.

Outcomes obtained during the campaign will be compared with results obtained from a CFD model generated by previous research, which enables to determine the optimal design for a pollutant-dispersion barrier, in terms

of barrier's height, geometry and distance to the road. This project is developed thanks to seed capital provided by the UC MEXUS-CONACYT grant and intensive support from governmental and private entities from México and abroad.

Keywords: Particulate Matter, Solid Barriers, Low-Cost Sensors, Criteria Pollutants Dispersion

Evaluación de la Calidad del Combustible en Motocicletas que circulan en Guayaquil según los Estándares de Homologación en Ecuador

Assessment of Fuel Quality in Motorcycles Circulating in Guayaquil according to Homologation Standards in Ecuador

Noroña Merchán Marco Vinicio^a, Loor Mero Melissa^b, Lincango Tite Diego Luis^c, Fabricio Olarte Chicala^d, Iván Heredia Espinoza^e

a. manoroname@uide.edu.ec, Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil – Ecuador

b. ciloorme@uide.edu.ec, Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil – Ecuador

c. lincango@epn.edu.ec, Escuela Politécnica Nacional, Guayaquil – Ecuador

d. faolartech@uide.edu.ec, Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil – Ecuador

e. ivherediaes@uide.edu.ec, Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil – Ecuador

Resumen

Este artículo tiene como objetivo examinar muestras de combustible super de gasolineras seleccionadas en la provincia de las Guayas. El propósito es obtener una caracterización de dicho combustible para determinar cuál es el mejor para motocicletas y tricimotos, buscando así mejorar su rendimiento.

La metodología que se usa es la cuantitativa que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para responder preguntas de investigación ya que se recolectaron tres muestras de las gasolineras seleccionadas: Gómez Rendon, Portete y vía Duran Tambo. Estas muestras fueron enviadas a laboratorios certificados para que realicen la evaluación de acuerdo con los parámetros del estudio. Los resultados obtenidos permitieron determinar que la gasolinera Portete provee la mejor calidad de combustible. Sin embargo, es necesario evaluar la posibilidad de que existan datos atípicos que puedan afectar la validez del estudio. Por lo tanto, se decide aplicar el teorema de Dixon para descartar cualquier dato atípico. Antes de eso, se realiza una verificación para determinar si el conjunto de datos sigue una distribución normal utilizando el programa Minitab. Esto es importante porque el teorema de Dixon requiere que se cumpla la condición de normalidad. Tras analizar los datos, se confirma que todos los valores cumplen con el criterio de normalidad. A continuación, se lleva a cabo el análisis de Dixon tanto para el valor sospechoso más alto como para el valor sospechoso más bajo en cada uno de los parámetros del combustible.

Los resultados del análisis concluyen que ninguno de los valores obtenidos puede ser considerado como dato atípico. En conclusión, este proyecto se enfoca en la evaluación de muestras de combustible Super de diferentes gasolineras para determinar cuál ofrece la mejor calidad. Los resultados respaldan la elección de una gasolinera como proveedora de combustible de alta calidad. Además, se realiza un análisis de datos atípicos, confirmando que todos los valores obtenidos son válidos y no presentan características atípicas. Este estudio proporciona información importante para mejorar el rendimiento de motocicletas y tricimotos al seleccionar el combustible adecuado.

Palabras Clave: Ensayo, Iluminación, Homologación, Motocicletas, Normas ISO.

Abstract

This article aims to examine samples of Super fuel from selected gas stations in the province of Guayas. The purpose is to characterize this fuel to determine which one is the best for motorcycles and tricycles, with the goal of improving their performance. The methodology used is quantitative, based on the collection and analysis of numerical data to answer research questions. Three samples were collected from the selected gas stations:

Gómez Rendon, Portete, and Duran Tambo. These samples were sent to certified laboratories for evaluation according to the study parameters. The results obtained allowed us to determine that the Portete gas station provides the best fuel quality. However, it is necessary to evaluate the possibility of outliers that could affect the validity of the study. Therefore, Dixon's theorem is applied to discard any outliers. Before that, a verification is carried out to determine if the dataset follows a normal distribution using the Minitab program. This is important because Dixon's theorem requires the condition of normality to be met. After analyzing the data, it is confirmed that all values meet the normality criterion. Next, Dixon's analysis is performed for both the highest and lowest suspected values for each fuel parameter. The analysis concludes that none of the obtained values can be considered as outliers. In conclusion, this project focuses on evaluating samples of Super fuel from different gas stations to determine which one offers the best quality. The results support the choice of a gas station as a provider of high-quality fuel. Additionally, an analysis of outliers is conducted, confirming that all obtained values are valid and do not exhibit outlier characteristics. This study provides important information to improve the performance of motorcycles and tricycles by selecting the appropriate fuel.

Keywords: Fuel, Motorcycles, Gas Stations, Outlier Analysis, Homologation.

Sección VII.

Movilidad Urbana

Matrices origen-destino de alta resolución geoespacial y temporal utilizando datos de localización de teléfonos móviles

Origin-destination matrices of high geospatial and temporal resolution using mobile phone location data

Luisa Fernanda Chaparro^a, José Ignacio Huertas^b, Duván Alvarado^c

a. lchaparr@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

b. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

c. duvan.alvarado29@gmail.com, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

Tradicionalmente, capturar los patrones de desplazamiento de la población se ha basado en encuestas de origen-destino realizadas en un subconjunto de la población. Este método resulta en altos costos, representatividad limitada de la población encuestada y baja resolución espacial y temporal de los resultados. Este estudio propone utilizar datos históricos de ubicación de dispositivos móviles para describir patrones de desplazamiento de población en centros urbanos con alta precisión espacial y temporal. Tomando como caso ilustrativo el área metropolitana de Monterrey, México, una megaciudad de América Latina, presentamos la metodología empleada para generar matrices origen-destino y discutimos las soluciones ideadas para abordar los desafíos que plantea este enfoque innovador.

Palabras Clave: Aplicaciones de ciencia de datos, matrices OD, patrones de viaje.

Abstract

Traditionally, capturing the patterns of population displacement has relied on origin-destination surveys conducted on a subset of the population. This method results in high costs, limited representativeness of the surveyed population, and low spatial and temporal resolution of the results. This study proposes utilizing historical mobile device location data to describe population displacement patterns in urban centers with high spatial and temporal precision. Taking the metropolitan area of Monterrey, Mexico, a megacity in Latin America, as an illustrative case, we present the methodology employed to generate origin-destination matrices and discuss the solutions devised to tackle the challenges posed by this innovative approach.

Keywords: Data science applications, OD matrices, travel patterns.

Manual de buenas prácticas de micro movilidad para la ciudad de Cuenca

Manual of good micro mobility practices for the city of Cuenca

Andrea Tacuri ^a, Karen Verdugo ^b

a. andreatareino52@gmail.com , Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

b. karenverdugoanahi@gmail.com , Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

Resumen

El desarrollo del manual de buenas prácticas para la micro movilidad se basó en planes piloto y regulaciones de países europeos y latinoamericanos. El manual abordó los desafíos y soluciones más destacados que pueden adaptarse a las necesidades y características de Cuenca.

La revisión bibliográfica se apoyó en documentación proporcionada por EMOV EP y el Municipio de Cuenca, además de encuestas y entrevistas realizadas a profesionales en el campo. Los resultados obtenidos fueron comparados. Se identificaron problemas de movilidad reconociendo que la falta de educación vial y la conectividad de los carriles para bicicletas son algunos de los desafíos principales que deben abordarse para lograr una movilidad eficiente y sostenible. El estudio enfatiza las aplicaciones más innovadoras y proporciona evidencia basada en recomendaciones prácticas para promover el uso responsable y seguro de los modos de micro movilidad en la ciudad.

Palabras Clave: Desafíos, infraestructura, micro movilidad, educación vial, movilidad sostenible

Abstract

The development of the good practice's handbook for micro mobility was based on pilot plans and regulations from European and Latin American countries. The handbook addressed the most prominent challenges and solutions that can be adapted to the needs and characteristics of Cuenca.

The bibliographic review was supported by documentation provided by EMOV EP and the Municipality of Cuenca, in addition to surveys and interviews, which were applied to professionals in the field. The obtained results were compared. Mobility issues were identified recognizing that lack of road safety education and connectivity of bike lanes are among the major challenges that need to be addressed to achieve efficient and sustainable mobility. The study emphasizes the most innovative applications and provides evidence based on practical recommendations to promote responsible and safe use of micro mobility modes of transportation in the city.

Keywords: Challenges, infrastructure, micro mobility, road safety education, sustainable mobility

Carpooling Como Alternativa de Movilidad Urbana para los Estudiantes de la Universidad del Azuay

Carpooling as an Urban Mobility Alternative for Students of the University of Azuay

Jennifer Cárdenas^a, Gabriela Mejía^b, Diego Correa^c

- a. payocc@hotmail.com, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- b. gabimejiavanegas@gmail.com, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- c. dcorreab@uazuay.edu.ec, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

Resumen

Este estudio investiga la viabilidad de implementar el sistema de vehículos compartidos (carpooling) como una alternativa de movilidad urbana entre los estudiantes de la Universidad de Azuay. Los datos recopilados a través de encuestas revelan una alta aceptación del carpooling entre los estudiantes, con disposición a compartir vehículos para su viaje diario desde casa hasta el campus, optimizando recursos y reduciendo significativamente el uso de vehículos privados. Identificamos y seleccionamos zonas con mayor demanda estudiantil, y determinamos puntos de encuentro estratégicos (centroides) como lugares de inicio para los viajes universitarios. Para establecer el orden de recogida de los estudiantes dentro de las zonas seleccionadas, formulamos el problema del camino más corto desde los centroides hasta los hogares utilizando la red vial existente. Este problema se resuelve utilizando los algoritmos de Bellman-Ford y Dijkstra para encontrar la ruta más eficiente en términos de distancia.

Palabras Clave: Bellman-Ford, Carpooling, Dijkstra, Camino más corto, Movilidad urbana

Abstract

This study investigates the feasibility of implementing carpooling as an urban mobility alternative among students at the University of Azuay. The collected survey data reveals a high acceptance of carpooling among students, with a willingness to share vehicles for their daily commute from home to campus, optimizing resources and significantly reducing private vehicle usage. We identify and select zones with the highest student demand and determine strategic meeting points (centroids) as starting locations for university trips. To establish the pickup order of students within the selected zones, we formulate the shortest path problem from centroids to homes using the existing road network. This problem is solved using the Bellman-Ford and Dijkstra algorithms to find the most efficient route in terms of distance.

Keywords: Bellman-Ford, Carpooling, Dijkstra, Shortest-path, Urban mobility

Propuesta de lineamientos para la integración de la micro movilidad en Lima Metropolitana

Micro mobility Integration guidelines proposal in Metropolitan Lima

Rodrigo Iturraran-Zapata^a, Cristina Ascencios-Bazán^b, Junior Raúl Soto-Huamán^c, José Carlos Matías-León^d

- a. riturraranz@uni.pe, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- b. cascenciosb@uni.pe, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- c. jsotoh@uni.edu.pe, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- d. jose.matias@uni.edu.pe, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Resumen

La micro movilidad, en Lima Metropolitana, presenta una falta de enfoque a nivel de definición, clasificación y competencias, produciendo un desfase normativo e institucional, que no permite una adecuada gestión a las distintas entidades públicas que lo gobiernan. En el presente artículo, como producto de la revisión de los distintos documentos vigentes conforme a manuales, decretos, ordenanzas, entre otras publicaciones correspondientes a los tres (03) niveles de gobierno, así como de entidades internacionales, se identifica, como parte del diagnóstico, cuatro (04) aspectos remarcados referidos a la clasificación y categorización modal, infraestructura, normativo e institucional, e integral. Ante ello, se proponen los Lineamientos para la integración de la micro movilidad en Lima Metropolitana, en el cual se estructuran sus etapas que son la Conceptualización y caracterización modal, la Catalogación de infraestructura, y la Implementación de una plataforma digital para la gestión de la demanda. De igual manera, se plantean indicadores de gestión y estrategias institucionales estableciendo las principales funciones de los actores de la micro movilidad, como parte de un enfoque integral.

Palabras Clave: Movilidad sostenible, micro movilidad, conceptualización y caracterización modal, transporte no motorizado, vehículos de movilidad personal.

Abstract

Micro mobility, in Metropolitan Lima, has a lack of focus at the level of definition, classification and competencies, producing a normative and institutional gap, which does not allow adequate management of the different public entities that govern it. In this article, because of the review of the different documents in force according to manuals, decrees, ordinances, among other publications corresponding to the three (03) levels of government, as well as international entities, four (04) aspects are identified as part of the diagnosis, referred to modal classification and categorization, infrastructure, regulation and institutional, and integrated. In view of this, the Integration of Micro mobility in Metropolitan Lima Guidelines are proposed, which is composed of the Conceptualization and modal characterization, the Cataloging of infrastructure, and the Implementation of a digital platform for demand management. Similarly, management indicators and institutional strategies are proposed, establishing the main functions of the micro mobility actors as part of a comprehensive approach.

Keywords: Sustainable mobility, micro mobility, modal conceptualization and characterization, non-motorized transportation, personal mobility vehicles.

Gemelo digital MaïTEC Distrito Tec, Monterrey, México

Digital twin tool MaïTEC Tec District, Monterrey, Mexico

Jose Ignacio Huertas Cardozo^a, Duvan Alfonso Alvarado Pachon^b

a. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

b. duvan.alvarado29@gmail.com, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

En entornos urbanos, los vehículos son la principal fuente de contaminación. Para abordar este problema, la movilidad inteligente se presenta como la opción más eficaz para reducir el consumo de combustible y, por ende, disminuir las emisiones contaminantes en el aire. Además, aborda los problemas de movilidad que involucran aspectos sociales, como la salud debido a las emisiones de los vehículos, así como la productividad económica. El proyecto de transformar ciudades en ciudades inteligentes, utilizando las comunidades universitarias como plataforma, tiene un gran potencial de impacto a nivel global. En la búsqueda de soluciones eficientes y sostenibles en el ámbito de la movilidad urbana, se han desarrollado diversas herramientas y estrategias que permiten evaluar y abordar los desafíos presentes en las ciudades. En este contexto, MaïTEC, una plataforma de evaluación de estrategias de movilidad sustentable ha surgido como una herramienta para el diseño y análisis de soluciones en este campo.

MaïTEC es una herramienta integral que evalúa enfoques de movilidad sostenible y multimodal, abarcando los aspectos económicos, sociales y ambientales. La plataforma integra diversas bases de datos sobre infraestructura de transporte, parque vehicular, combustibles, movilidad, tráfico y factores de emisión, tanto para el área metropolitana de Monterrey como para un distrito universitario específico, en este caso, el Distrito Tec.

Para llevar a cabo MaïTEC, se realiza una simulación exhaustiva del estado actual de la movilidad en el Distrito Tec, considerando a su vez las condiciones meteorológicas y utilizando modelos para simular la dispersión de contaminantes. A partir de estos datos y teniendo en cuenta las características de la población, se calculan los efectos de las emisiones vehiculares en la salud de los habitantes del Distrito Tec. Además, se presenta un sistema de movilidad inteligente aplicado a la ruta universitaria del Campus Monterrey, que sirve como ejemplo demostrativo y replicable en otros distritos universitarios. Este sistema se basa en cuatro estrategias principales: la optimización de rutas y horarios del transporte estudiantil, el diseño de un sistema de propulsión eléctrica para los autobuses con un estudio de viabilidad, la implementación de vías para bicicletas y el establecimiento de un sistema integrado de diferentes modos de transporte. A cada una de estas estrategias es posible evaluarle el impacto en la reducción de las emisiones generadas por el tráfico vehicular, mostrando así la efectividad y el potencial de este sistema de movilidad inteligente en la mejora de la calidad ambiental y la promoción de una movilidad sostenible. Finalmente, se destaca el potencial de transformar las ciudades en ciudades inteligentes, aprovechando las comunidades universitarias como plataforma para implementar soluciones innovadoras y replicables. Esto no solo contribuye a la reducción de la contaminación y mejora de la calidad del aire, sino que también tiene un impacto positivo en aspectos sociales y económicos relacionados con la movilidad.

Palabras Clave: Gemelo digital, movilidad inteligente, emisiones vehiculares.

Abstract

In urban environments, vehicles are the main source of pollution. To address this issue, smart mobility is presented as the most effective option to reduce fuel consumption and consequently decrease air pollutants' emissions. Moreover, it tackles mobility issues involving social aspects, such as health due to vehicle emissions, as well as economic productivity. The project of transforming cities into smart cities, utilizing university communities as a platform, holds significant potential for global impact. In the pursuit of efficient and sustainable solutions in the

field of urban mobility, various tools and strategies have been developed to assess and address challenges present in cities. In this context, MaïTEC, a platform for evaluating sustainable mobility strategies, has emerged as a tool for designing and analyzing solutions in this field.

MaïTEC is a comprehensive tool that evaluates sustainable and multimodal mobility approaches, encompassing economic, social, and environmental aspects. The platform integrates various databases on transport infrastructure, vehicle fleet, fuels, mobility, traffic, and emission factors, both for the metropolitan area of Monterrey and a specific university district, in this case, the Tec District.

To carry out MaïTEC, a comprehensive simulation of the current state of mobility in the Tec District is performed, considering meteorological conditions and using models to simulate pollutant dispersion. Based on this data and considering population characteristics, the effects of vehicle emissions on the health of Tec District residents are calculated. Additionally, a smart mobility system applied to the university route of the Monterrey Campus is presented, serving as a demonstrative and replicable example in other university districts. This system is based on four main strategies: optimizing student transport routes and schedules, designing an electric propulsion system for buses with a feasibility study, implementing bike lanes, and establishing an integrated system of different modes of transportation. The impact of each of these strategies on reducing traffic-generated emissions can be evaluated, thus showcasing the effectiveness and potential of this smart mobility system in improving environmental quality and promoting sustainable mobility. Lastly, the potential of transforming cities into smart cities is emphasized, leveraging university communities as a platform to implement innovative and replicable solutions. This not only contributes to pollution reduction and improved air quality but also has a positive impact on social and economic aspects related to mobility.

Keywords: Digital twin, smart mobility, vehicle emissions.

Un enfoque basado en la densidad para identificar la ubicación del hogar de comunidades universitarias a partir de Big Data

A Density-Based Approach to identify College Communities' home location from Big Data

Iván Mendoza-Vázquez^a, Andrés Baquero-Larriva^b, Gustavo Alvarez-Coello^c

a. imendoza@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

b. obaquero@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

c. galvarezc@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

Abstract

In the era of big data, the abundance of information presents unprecedented opportunities to gain valuable insights into human behavior and activities. This study focuses on harnessing the power of data collected from mobile applications used by students at a local college, with the aim of identifying the location of their homes. By filtering these locations, the study seeks to improve the understanding of mobility patterns and the most frequent points of interest among students, to obtain useful information for decision-making in mobility-related issues and transportation planning in the surrounding areas. In this paper, a density-based heuristic is proposed to detect home location from big data, which are collected in real-time by a mobile application. The results were satisfactory, and their precision seems to increase as more data is acquired, which allows providing insights into potential future applications.

Keywords: Big data, Mobile app data, Student homes, Mobility patterns, Points of interest

Resumen

En la era del big data, la abundancia de información ofrece oportunidades sin precedentes para obtener valiosas percepciones sobre el comportamiento y las actividades humanas. Este estudio se centra en aprovechar el poder de los datos recopilados de aplicaciones móviles utilizadas por estudiantes universitarios con el objetivo de identificar la ubicación de sus hogares. Al filtrar estas ubicaciones, el estudio busca mejorar la comprensión de los patrones de movilidad y los puntos de interés más frecuentes entre los estudiantes, para obtener información útil para la toma de decisiones en temas relacionados con la movilidad y la planificación del transporte en las áreas circundantes. En este artículo, se propone una heurística basada en densidad para detectar la ubicación del hogar a partir de big data, que se recopilan en tiempo real mediante una aplicación móvil. Los resultados fueron satisfactorios, y su precisión parece aumentar a medida que se adquiere más datos, lo que permite ofrecer percepciones sobre posibles aplicaciones futuras.

Palabras Clave: Big data, Datos de aplicaciones móviles, Hogares de estudiantes, Patrones de movilidad, Puntos de interés

Sección VIII.
Vehículos para la Movilidad Personal

Rueda eléctrica para bicicleta

Electric Bicycle Wheel

José Ignacio Huertas Cardozo^a, Edgar Omar Ramírez Duarte^b, Aurora de Fátima Sánchez Bautista^c,
Alberto Pedraza Esquivel^d, Oscar Sebastián Serrano-Guevara^e

- a. jhuertas@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México
- b. edgar.r@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México
- c. afatima.sanchez@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México
- d. beto93@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México
- e. oserrano@tec.mx, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México

Resumen

La alta demanda de los medios de transporte basados en motores de combustión interna ha llevado a un aumento significativo de los agentes contaminantes y a la afectación tanto de la salud de los habitantes como del ecosistema. Además, la creciente sobrepoblación vehicular ha generado deficiencias en los tiempos de traslado. Aunque existen opciones de transporte eléctrico, estas suelen ser costosas y poco accesibles, lo que limita su adopción masiva como una alternativa sostenible. Por lo tanto, es necesario desarrollar un medio de transporte sostenible que satisfaga las necesidades de los vehículos de última milla, ofreciendo seguridad, facilidad de uso y bajo costo.

Para abordar este desafío, se propone desarrollar una rueda eléctrica para bicicleta que permita convertir bicicletas convencionales en bicicletas eléctricas simplemente intercambiando la rueda delantera. Además, se busca implementar un sistema de rastreo GPS, un identificador de usuario y un candado electrónico, con el fin de monitorear, controlar y mejorar la seguridad de la bicicleta.

La solución propuesta se basa en empaquetar todos los componentes necesarios en una sola rueda, lo que facilitará su instalación en bicicletas existentes y minimizará los costos asociados con la adopción de un medio de transporte eléctrico. Al convertir bicicletas convencionales en bicicletas eléctricas de manera sencilla y asequible, se espera fomentar el uso de transporte sostenible y reducir la dependencia de los vehículos de combustión interna.

Palabras clave: bicicletas eléctricas, transporte sostenible, última milla, rueda eléctrica, monitoreo GPS

Abstract

The high demand for internal combustion engine vehicles has led to a significant increase in air pollutants, affecting both public health and the ecosystem. Moreover, the growing vehicle overpopulation has resulted in travel time inefficiencies. While electric transportation options exist, they tend to be costly and less accessible, limiting their widespread adoption as a sustainable alternative. Therefore, there is a need to develop a sustainable mode of transportation that addresses the challenges of last-mile mobility, offering safety, ease of use, and affordability.

To tackle this challenge, this study proposes the development of an electric bicycle wheel that can transform conventional bicycles into electric ones by simply replacing the front wheel. Additionally, the implementation of a GPS tracking system, user identifier, and electronic lock is aimed at monitoring, controlling, and enhancing bicycle security. The proposed solution involves packaging all necessary components into a single wheel, streamlining installation on existing bicycles and minimizing costs associated with adopting electric transportation. By enabling the conversion of conventional bicycles into electric ones in a simple and affordable

manner, the aim is to promote sustainable transportation usage and reduce reliance on internal combustion engine vehicles.

Keywords: Sustainable transportation, electric bicycle wheel, last-mile mobility, GPS tracking, environmental impact.

Análisis de percepción y parámetros de recorrido de bicicletas de transmisión mecánica y eléctricas en el contexto del sistema de bicicleta pública en la ciudad de Cuenca

Analysis of perception and route parameters of mechanical and electric transmission bicycles in the context of the public bicycle system in the city of Cuenca

Joel Romero, Carlos Palomeque^a, Mateo Coello^b, Ivan Mendoza^c, Boris Coello^d

- a. joe-aler@hotmail.com, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- b. palomequecarlos@es.uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- c. mfcoello@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- d. imendoza@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
- e. boriscoello@uazuay.edu.ec, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

Resumen

El avance en la congestión vehicular y el crecimiento constante del parque automotor, representan una problemática debido a las consecuencias asociadas a estos; resultando así, los sistemas de bicicletas compartidas como una solución a la mitigación al uso del vehículo privado y por ende a la reducción del tráfico vehicular; por tal motivo, resulta necesario el estudio de nuevas alternativas como la bicicleta eléctrica dentro de este ámbito. En consecuencia, en este estudio se planteó un análisis comparativo de percepción y parámetros de ruta entre la bicicleta mecánica y la eléctrica, dentro del contexto del sistema de bicicletas públicas compartidas de la ciudad de Cuenca, encontrando más perspectivas positivas hacia el uso de la bicicleta eléctrica, como a la conservación del disfrute de dicha modalidad después de su uso, además de ser el más recomendado dentro del sistema de bicicleta compartido, además de corroborar la diferencia entre sus respectivos parámetros.

Palabras Clave: congestión vehicular, bicicleta compartida, bicicleta mecánica, bicicleta eléctrica, percepción, parámetros

Abstract

The rising vehicular congestion and the continuous growth of the vehicle fleet pose a significant problem due to their associated consequences. In this context, bike-sharing systems emerge as a solution to mitigate private vehicle use and reduce street traffic. Therefore, exploring new alternatives such as electric bicycles within this domain is essential. This study conducted a comparative analysis of perception and route parameters between mechanical and electric bicycles within the framework of the bike-sharing system in the city of Cuenca. More positive perspectives towards electric bicycle use were discovered, along with a greater willingness to continue enjoying this mode of transportation after use. Additionally, electric bicycles were found to be the most recommended choice within the bike-sharing system, and the distinction between their respective parameters was confirmed.

Keywords: vehicular congestion, bike-sharing, mechanical bicycle, electric bicycle, perception, parameters.

Desarrollo de una bicicleta eléctrica como alternativa para la gestión de la demanda de transporte de los estudiantes del área metropolitana de Bucaramanga

Development of an electric bicycle as an alternative for managing the transportation demand of students in the metropolitan area of Bucaramanga

Diana C. Dulcey Díaz^a, L. Juliana Herrera Pérez^b

- a. ddulcey@correo.uts.edu.co, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga
- b. ljulianaherrera@uts.edu.co, Grupo de Investigación DIMAT, Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga

Resumen

La movilidad urbana actualmente es una de las mayores problemáticas a nivel nacional, ya que a medida que crece la población aumenta el sector automotor, causando problemas como la congestión vehicular, la invasión de espacios públicos y la afectación al medio ambiente. Según el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT, 2023), el parque automotor en Colombia culminó con 18.082.451 vehículos registrados, esto representa un 6% de incremento comparado con el año anterior.

En Colombia el 74% de estos vehículos registrados fueron motocicletas, y en Bucaramanga 665.384 vehículos registrados, predominando este tipo de vehículo para la movilización; según el RUNT el uso de motocicletas de combustión interna de cuatro tiempos con cilindraje mayor a 150 cc emiten 167 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido y pasajero transportado (g/km-pasajero), mientras que según estudios de (Lu et al., 2022) las bicicletas eléctricas generan 34.56kg CO₂/bike. En la zona estudiantil de Bucaramanga se presentan diversas problemáticas, como la limitación de zonas de estacionamiento y la congestión vehicular. Este desarrollo busca fomentar la implementación de bicicletas eléctricas plegables en las ciudades universitarias, brindando la información necesaria para su construcción y adaptándose a las condiciones particulares de cada usuario, ofreciendo una alternativa hacia una movilidad sostenible. Para ello, se realizó un análisis bibliométrico con ayuda de la base de datos Scopus y el software VOSviewer, identificando 695 artículos entre los años 2018 y 2023, teniendo en cuenta principalmente a los autores Nikitas A.; Basu r.; Ferreira J.; Canitez F. Por otra parte, la iniciativa de construir bicicletas eléctricas plegables con materiales sostenibles surge del concepto de economía circular, que busca reducir el desperdicio y mantener los materiales en circulación durante el mayor tiempo posible (Díaz et al., 2021). Adicionalmente, Las bicicletas plegables son ideales para el uso en entornos urbanos, donde el espacio de almacenamiento es limitado, ofrece ventajas en términos de portabilidad, flexibilidad de uso y almacenamiento.

La selección de la estructura de la bicicleta se realizó mediante la evaluación de los sketches. Se realizó el análisis estático utilizando el programa SolidWorks, inicialmente se determinaron las sujeciones fijas del marco, se especificaron los esfuerzos a los cuales está sometida la estructura y se distribuyó el peso de una persona de 110 kg de tal manera que en el tubo del asiento está el 70% de la fuerza, el 30% para el manubrio. Finalmente, con ayuda del software Matlab, se realizó un análisis cinemático de las principales fuerzas que actúan sobre la bicicleta, como la fuerza de fricción con el aire, resistencia a la rodadura y resistencia a la pendiente. Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de satisfacer una potencia máxima de 350 [W] establecida en la Resolución 160 de 2017 del Ministerio de transporte de Colombia y a su vez, determinar la fuerza y torque requerido para desarrollar una velocidad máxima de 25 [Km/h].

Palabras Clave: Bicicleta Eléctrica, CAD, CAE, Movilidad Sostenible.

Abstract

Urban mobility is currently one of the major issues at the national level, as the growth of the population leads to an increase in the automotive sector, causing problems such as vehicular congestion, encroachment on public spaces, and environmental impact. According to the National Traffic Registry (RUNT, 2023), the vehicle fleet in Colombia reached 18,082,451 registered vehicles, representing a 6% increase compared to the previous year. In Colombia, 74% of these registered vehicles were motorcycles, and in Bucaramanga, there were 665,384 registered vehicles, with motorcycles being the predominant mode of transportation. According to RUNT, internal combustion motorcycles with a displacement greater than 150 cc emit 167 grams of CO₂ per kilometer traveled and passenger transported (g/km-passenger), while electric bicycles generate 34.56 kg CO₂/bike according to studies by Lu et al. (2022). The student zone of Bucaramanga faces various issues, such as limited parking areas and vehicular congestion.

This study aims to promote the implementation of foldable electric bicycles in university cities by providing the necessary information for their construction and adapting them to each user's specific conditions, offering an alternative towards sustainable mobility. To achieve this, a bibliometric analysis was conducted using the Scopus database and the VOSviewer software, identifying 695 articles between 2018 and 2023, primarily from authors Nikitas A.; Basu r.; Ferreira J.; Canitez F. Additionally, the initiative to build foldable electric bicycles with sustainable materials stems from the concept of circular economy, aiming to reduce waste and keep materials in circulation for as long as possible (Diaz et al., 2021). Furthermore, foldable bicycles are ideal for urban environments where storage space is limited, providing advantages in terms of portability, flexible use, and storage.

The bicycle's structure was selected through sketch evaluation. Static analysis was conducted using SolidWorks software, initially determining fixed frame attachments, specifying the stresses to which the structure is subjected, and distributing the weight of a 110 kg person in such a way that 70% of the force is on the seat tube and 30% on the handlebars. Finally, with the assistance of Matlab software, a kinematic analysis was performed on the main forces acting on the bicycle, including air friction, rolling resistance, and gradient resistance. This study was conducted to satisfy a maximum power of 350 [W] established in Resolution 160 of 2017 by the Colombian Ministry of Transport, while determining the force and torque required to achieve a maximum speed of 25 [Km/h].

Keywords: Electric Bicycle, CAD, CAE, Sustainable Mobility.

Scooters eléctricos en Lima Metropolitana desde el enfoque del giro de la movilidad

Electric scooters in Metropolitan Lima from the perspective of mobility

Karen Eugenia Chalco Condorhuamán^a

^a. karen.chalco@yahoo.com, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Resumen

En Lima Metropolitana, la movilidad urbana sigue siendo objeto de preocupación e insatisfacción debido a la serie de desafíos que enfrenta, como el caos y congestionamiento vehicular, la falta de infraestructura adecuada, la poca eficiencia del transporte público, la informalidad de algunos modos de transporte, el incumplimiento de normativas, entre otros. De acuerdo con un reporte urbano de percepción ciudadana de la organización Lima Cómo Vamos (2022), para la mayoría de los habitantes de Lima y Callao, la calidad del transporte público representa el segundo problema más importante que afecta la calidad de vida en la ciudad. Si sumamos el contexto de la pandemia global de COVID-19, la movilidad urbana se vio afectada drásticamente, originando cambios significativos en los patrones de desplazamiento como el hecho de que el scooter eléctrico se convirtió en una opción atractiva para un determinado sector socioeconómico, pues permitía evitar el contacto cercano con otras personas y reducir el riesgo de contagio que implicaba usar el transporte público.

Por ello, el objetivo de este documento es detallar cómo es la dinámica actual de cinco usuarios de scooters eléctricos en Lima Metropolitana con la finalidad de analizar y examinar su forma de desplazamiento, incluyendo el contexto y efectos de pandemia, no solo asumiendo que su elección modal está relacionada a reducción de tiempos de viaje, sino también tomando en cuenta su desenvolvimiento, habilidades adquiridas, sentimientos y percepciones personales al realizar sus rutinas de desplazamiento, tal como propone el enfoque del giro de la movilidad, el cual considera a la movilidad como un flujo abstracto de personas, objetos y prácticas socio-espaciales por complejas redes de infraestructura que produce y reproduce vida social y formas culturales simbolizadas a través de representaciones (Urry 2000).

La importancia de estudiar a los usuarios de scooters eléctricos, específicamente en recorridos dentro del sector de Lima Centro es relevante para identificar posibles oportunidades de mejora de infraestructura y políticas de transporte, pues, aunque es una modalidad emergente y existen desafíos en su implementación en términos de infraestructura, seguridad vial y regulación pública, igual permite evidenciar el estado actual del sistema de transporte y aporta perspectivas relevantes para continuar con la planificación de movilidad en la ciudad desde una mirada más multidisciplinaria.

Palabras Clave: Micro movilidad, Scooters Eléctricos, Cambio modal

Abstract

In Metropolitan Lima, urban mobility continues to be a matter of concern and dissatisfaction due to the series of challenges it faces, such as chaos and traffic congestion, the lack of adequate infrastructure, the low efficiency of public transportation, the informality of some modes of transportation, non-compliance with regulations, among others. According to an urban report on citizen perception from the organization Lima Como Vamos (2022), for most of the inhabitants of Lima and Callao, the quality of public transportation represents the second most important problem that affects the quality of life in the city. If we add the context of the global COVID-19 pandemic, urban mobility was drastically affected, causing significant changes in travel patterns such as the fact that the electric scooters became an attractive option for a certain socioeconomic sector, since it allows to avoid close contact with other people and reduce the risk of contagion involved in using public transport.

Therefore, the objective of this document is to detail the current dynamics of five users of electric scooters in Metropolitan Lima in order to analyze and examine their way of traveling, including the context and effects of the pandemic, not only assuming that their choice modal is related to the reduction of travel times, but also taking into account their development, acquired skills, feelings and personal perceptions when carrying out their travel routines, as proposed by the mobility turn approach, which considers mobility as an abstract flow of people, objects and socio-spatial practices through complex networks of infrastructure that produces and reproduces social life and cultural forms symbolized through representations (Urry 2000).

The importance of studying electric scooter users, specifically on routes within the Lima Center sector, is relevant to identify possible opportunities to improve infrastructure and transportation policies, since, although it is an emerging modality and there are challenges in its implementation in terms of infrastructure, road safety and public regulation, it also allows us to demonstrate the current state of the transportation system and provides relevant perspectives to continue with mobility planning in the city from a more multidisciplinary perspective.

Keywords: Micro mobility, Electric Scooters, Modal Shift

Memorias del Congreso

RELIEVE 2023

ISBN: 978-612-48025-5-3

