

Analysis of Energy Efficiency in a Mazda CX-30 Micro Hybrid Vehicle

Análisis de la eficiencia energética en un vehículo micro híbrido Mazda CX-30

José Beltrán Ruiz¹

Eduardo Francisco Ávila²

¹Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: jbeltran@itsct.edu.ec

Orcid: 0000-0003-2394-0815

²Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: eavila@istct.edu.ec

Orcid: 0000-0001-8878-8354

RESUMEN

La investigación se centra en el impacto ambiental de los vehículos microhíbridos, específicamente el Mazda CX-30, equipado con tecnología Start-Stop, en la ciudad de Quito. Utilizando la normativa NTE INEN 2 203:2000 y un analizador de gases BRAIN BEE AGS-688, se realizaron pruebas de emisiones contaminantes, destacando la importancia de estos vehículos en la reducción de emisiones en entornos urbanos congestionados. La metodología incluyó un enfoque bibliográfico para comprender el funcionamiento del Mazda CX-30 y se contextualizó el estudio en relación con los desafíos ambientales de la movilidad vehicular en Quito. Se midieron varios gases contaminantes, y los resultados cumplen con las normativas locales. La discusión se centra en la efectividad del sistema Start-Stop, resaltando sus beneficios en términos de reducción de emisiones. Se enfatiza la importancia de considerar la durabilidad de componentes y la percepción del consumidor. A pesar de los beneficios, se sugiere investigar desafíos potenciales y optimizar los sistemas Start-Stop. En conclusión, los vehículos microhíbridos,

como el Mazda CX-30, muestran ser una opción efectiva para reducir la contaminación atmosférica y mejorar la eficiencia del combustible en entornos urbanos.

Palabras clave— Contaminación, Gasolina, Híbrido, Mild Hybrid, Start-Stop.

ABSTRACT

The research focuses on the environmental impact of micro hybrid vehicles, specifically the Mazda CX-30 equipped with Start-Stop technology, in the city of Quito. Using the NTE INEN 2 203:2000 standard and a BRAIN BEE AGS-688 gas analyzer, tests for pollutant emissions were conducted, highlighting the significance of these vehicles in reducing emissions in congested urban environments. The methodology involved a bibliographic approach to comprehend the functioning of the Mazda CX-30, contextualizing the study in relation to the environmental challenges of vehicular mobility in Quito. Various pollutant gases were measured, and the results complied with local regulations. The discussion centers

Recibido: 15-12-2023, Aprobado tras revisión: Espacio para la editorial de la Revista

Forma sugerida de citación: J. Beltrán, E. Ávila, "Análisis de la eficiencia energética en un vehículo micro híbrido Mazda CX-30", *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, vol. 5, no. 2, pp. 1-7, 2023.

on the effectiveness of the Start-Stop system, emphasizing its benefits in terms of emission reduction. The importance of considering component durability and consumer perception is emphasized. Despite the benefits, there is a suggestion to investigate potential challenges and optimize Start-Stop systems. In conclusion, microhybrid vehicles, such as the Mazda CX-30, prove to be an effective option for reducing atmospheric pollution and enhancing fuel efficiency in urban settings.

Index terms— Contamination, Gasoline, Hybrid, Mild Hybrid, Start-Stop.

1. INTRODUCCIÓN.

En el actual panorama de la movilidad vehicular, la creciente conciencia ambiental y la necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes han impulsado innovaciones significativas en la industria automotriz. Entre estas innovaciones, los vehículos microhíbridos, conocidos como MHEV (MILD HYBRID Electric Vehicle), han emergido como una alternativa prometedora. Este tipo de vehículos se distingue por su enfoque en la electrificación parcial, incorporando un sistema de asistencia eléctrica respaldado por un motor de arranque-alternador de 48 voltios.

De acuerdo con (Benajes et al., 2019), el componente clave de los microhíbridos es el motor eléctrico de 48 voltios, conectado al motor de combustión interna. Este sistema no solo reemplaza el motor de arranque convencional, sino que también contribuye en arranques y aceleraciones, optimizando la eficiencia del consumo de combustible. La teoría respalda la noción de que este enfoque puede conducir a una reducción sustancial del consumo de combustible, proporcionando una respuesta efectiva a la demanda energética variable durante el

desplazamiento del vehículo, desde el estado de reposo (Carlos Eduardo Hernández et al., 2023)

Una de las principales ventajas de los microhíbridos radica en su capacidad para abordar la problemática de las emisiones contaminantes. Según (Chele Sancan, 2017), la asistencia eléctrica en el arranque del vehículo y el cambio al motor de combustión interna durante la marcha resultan en una reducción estimada de 0.2 a 0.7 litros por cada 100 kilómetros, con consecuente disminución en las emisiones nocivas.

En un contexto donde la congestión del tráfico urbano es una realidad cotidiana, por ejemplo en Quito se estima que en un año se han perdido alrededor de 70 horas en tráfico, (Remache Coyago et al., 2017), razón por la cual las el estar detenido es muy frecuente, por lo que la tecnología Start-Stop se presenta como una solución estratégica. Este sistema, compuesto por sensores y monitoreo del vehículo, establece condiciones específicas para la activación, apagado y reinicio automático del motor, logrando ahorros significativos de combustible y emisiones cuando el vehículo está detenido. Además, se enfoca en la eficiencia energética al mantener operativos los sistemas eléctricos esenciales mediante una batería potente y sistemas avanzados de gestión de energía, es por este motivo que, en esta experimentación, se exploró en detalle la tecnología micro híbrida usada en el vehículo, sus beneficios ambientales y la implementación efectiva del sistema Start-Stop. A medida que la industria automotriz abraza estos avances sostenibles, es crucial comprender su impacto positivo en la reducción de la huella ambiental y su papel en el futuro de la movilidad vehicular.

En caso de necesitar una desactivación manual del sistema Start-Stop en algunos vehículos, el conductor tiene la opción realizar esta actividad desde un botón. Esto puede ser útil en situaciones específicas, como el tráfico pesado, donde el motor se apaga y enciende con frecuencia, precautelando así la vida de los componentes que se usan en el arranque del motor.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Al hablar de materiales en el desarrollo del presente trabajo se utilizó un analizador de gases BRAIN BEE AGS-688, debidamente calibrado, también las pruebas se realizaron un en vehículo microhíbrido MAZDA CX-30, cuya ficha técnica se muestra en la tabla 1, es importante determinar que en el análisis el vehículo tenía gasolina extra.

Tabla 1
Ficha técnica del vehículo.

Especificaciones del vehículo MAZDA CX-30	
Cilindraje (cm ³)	1998
Numero de cilindros	4
Relación de compresión	13:1
Potencia máxima (hp-rpm)	153 - 6000
Torque máximo (Nm-rpm)	200 - 4000
Tipo de combustible	Gasolina
Capacidad de tanque (Gal)	13.5

Fuente: Mazda 2020

2.1. Metodología:

La metodología empleada en esta investigación busca proporcionar un análisis exhaustivo de las emisiones de gases del vehículo micro híbrido MAZDA CX-30, centrándose en su sistema START-STOP y su impacto ambiental. Se llevó a cabo una estrategia que comprende el estudio de caso, la recopilación de información y la aplicación de un

método de muestreo apropiado para garantizar la precisión de los resultados obtenidos.

En la fase inicial, se utilizó un método bibliográfico para comprender en profundidad el funcionamiento del vehículo MAZDA CX-30. Este vehículo incorpora el sistema START-STOP, diseñado para reducir las emisiones de gases contaminantes durante períodos de inactividad. Se destacó el hecho de que la reactivación del motor de combustión, después de haber sido apagado por el sistema START-STOP, se realiza por medio del motor eléctrico de arranque integrado, el cual opera a una velocidad superior a la de los motores de arranque convencionales. Este componente contribuye al impulso del vehículo al emplear la energía almacenada en la batería. Cabe mencionar que esta tecnología incorpora una función de frenado regenerativo. Para su operación óptima, se valora la presencia de una batería de iones de litio de 24 voltios, en conjunto con un motor eléctrico ISG (Sistema Generador de Arranque Integrado), el cual puede proporcionar una potencia máxima de 6,84 caballos de fuerza y un torque máximo de 4,95 kilogramos metro (Mazda, 2020).

2.1.1. Contexto y Desafíos Ambientales:

Se contextualizó la investigación en el panorama global y regional de emisiones vehiculares. Se observó que el sector del transporte contribuye significativamente a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y que el Distrito Metropolitano de Quito enfrenta desafíos notables debido al crecimiento del parque automotor y la congestión del tráfico. Se evidenció la correlación entre el aumento del tiempo en el tráfico y las emisiones contaminantes, subrayando la necesidad de soluciones sostenibles (Caribe, 2013).

2.1.2. Factores Ambientales y Contaminantes del Aire:

Se profundizó en los contaminantes comunes del aire, destacando su origen en la combustión vehicular. El estudio reveló que el DMQ emite alrededor de 2,740 toneladas de contaminantes anualmente, con más de la mitad proveniente del parque automotor. Se resaltó la preocupación por las partículas finas (PM2.5), que superan los límites establecidos por la normativa ecuatoriana, y se mencionaron las medidas implementadas, como los centros de servicio e revisión vehicular, para abordar la contaminación (Díaz Suárez & Páez Pérez, 2006), asegurando el adecuado estado mecánico de los vehículos que circulan en la ciudad.

2.1.3. Tendencias Globales y Gubernamentales:

Se exploraron las tendencias globales en movilidad sostenible y las medidas gubernamentales adoptadas para fomentar vehículos eco-amigables. Se citaron ejemplos de Argentina, China y Colombia, donde se aplican políticas de reducción de aranceles, zonas de cero emisiones y descuentos en revisiones técnicas, respectivamente (Carlos Eduardo Hernández et al., 2023).

El crecimiento acelerado del parque automotor en Quito, Ecuador, durante el año 2023, se ha destacado por un aumento significativo en la presencia de vehículos híbridos y eléctricos. Año, según la información recopilada por la AEADE el Distrito Metropolitano de Quito ha experimentado un incremento anual de aproximadamente 30,000 vehículos, con un promedio anual del 6.5%. Este fenómeno refleja no solo la expansión del parque automotor en la ciudad, sino también un cambio notable hacia tecnologías más limpias y sostenibles en la industria del transporte (*Anuarios – AEADE,*

2023).

El método deductivo fue clave para inferir conclusiones a partir de datos recopilados y pruebas realizadas en el vehículo MAZDA CX-30. Se compararon y analizaron los resultados, especialmente en relación con las emisiones durante el arranque del motor, que lo realiza el sistema START-STOP.

La fase de prueba de campo se llevó a cabo en las instalaciones del área de mecánica automotriz, en el taller de autotrónica en el ISUCT. Se empleó un analizador de gases BRAIN BEE AGS-688, calibrado según la normativa NTE INEN 2 203:2000. Se describieron detalladamente los procedimientos para la medición, asegurando que el vehículo estuviera en condiciones óptimas para la prueba.

Con los valores obtenidos, para tener el resultado final se toman las lecturas más altas, a continuación, se compara con la tabla de rangos permitidos de emisiones para la RTV de la ciudad de Quito, como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2
Valores máximos permisibles en la RTV de Quito.

REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR						
VEHÍCULOS A GASOLINA						
AÑO	HC EN PPM	CO EN %	O ₂ EN %	TIPO DE FALLA	RESULTADO	AÑO
DEL 2000 EN ADELANTE	0 <= X < 160	0 <= X < 0.6	0 <= X < 3	0	APROBADO SIN FALLAS	0 <= X < 160
	160 <= X < 180	0.6 <= X < 0.8	3 <= X < 4	1	APROBADO CON FALTA	160 <= X < 180
	180 <= X < 200	0.8 <= X < 1	4 <= X < 5	2	APROBADO CON FALTA	180 <= X < 200

Fuente: RTV de la ciudad de Quito.

3. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron fueron procedentes de varias mediciones, de las cuales

se promedió el valor que se muestra en la tabla 3, para tener así valores reales de las mediciones realizadas, además según lo determina la norma se verificaron las dos salidas de escape, cabe resaltar que esos valores se los anotó luego de que el sistema de auto encendido accione al motor de combustión y esperando la estabilización de las mediciones en el analizador de gases (Barriuso Rodríguez et al., 2013).

Tabla 3.
Valores de gases contaminantes del vehículo MAZDA CX-30

Contaminante analizado	Medición al encender el motor el sistema Start-Stop
CO	0,03%
CO2	14,70%
HC	105 ppm
O2	0,42%
NOx	1,015 ppm

Fuente: Propia.

En el caso del funcionamiento del vehículo y posterior medición de los parámetros de gases contaminantes generados se puede apreciar que están por debajo de los valores máximos permitidos en la normativa que se aplica en Quito, considerándose que los valores que se observan son. Los promedios que se obtuvieron de las dos salidas de escape que el vehículo equipa.

En la tabla 4 se detallan los valores promedio de las dos salidas de escape que se obtuvieron al ser el motor encendido por el sistema Start-Stop, donde se aprecia un ligero incremento en las emisiones contaminantes, pese a que se espera en la medición el tiempo necesario para que los valores se estabilicen en el analizador de gases.

Tabla 4
Valores de gases contaminantes del vehículo MAZDA CX-30 al encender el motor el sistema Start-Stop

Contaminante analizado	Medición al encender
------------------------	----------------------

	el motor el sistema Start-Stop
CO	0,05%
CO2	14,60%
HC	45 ppm
O2	0,45%

Fuente: Propia.

Pese al ligero aumento que se evidencia en los valores de los gases contaminantes, en todos ellos se encuentra dentro del rango permisible en la normativa aplicada en el DMQ.

4. DISCUSIÓN.

La implementación del sistema Start-Stop en vehículos, como en el caso del MAZDA CX-30, ha emergido como una estrategia efectiva para mitigar la contaminación atmosférica derivada de la movilidad urbana. Este sistema, que interrumpe el funcionamiento del motor durante períodos de inactividad, demuestra ser especialmente eficaz en entornos urbanos y situaciones de tráfico congestionado. Investigaciones anteriores indican que la tecnología Start-Stop contribuye a una reducción sustancial en las emisiones de gases contaminantes, como el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y partículas finas (PM_{2.5}) (Chan, 2007).

La disminución del consumo de combustible y por ende, de las emisiones, resulta evidente durante los períodos de ralentí y detención del vehículo, gracias a la parada automática del motor. Esto se alinea con las metas globales de sostenibilidad y con los esfuerzos de gobiernos a nivel mundial para reducir la huella de carbono del transporte. La evidencia respalda la afirmación de que la tecnología Start-Stop tiene un impacto positivo tanto en la eficiencia del combustible como en la calidad del aire urbano

(Condor, 2019), considerándose que en aplicaciones de tráfico muy densas permite evitar las emisiones que son emitidas por el motor, aunque se ha demostrado también que este sistema contribuye a un desgaste prematuro de algunos componentes del motor.

Es esencial destacar que la efectividad del sistema Start-Stop se basa en un diseño integral que incluye un motor de arranque-alternador de mayor potencia y una batería avanzada, permitiendo arranques rápidos y suaves. La contribución del motor eléctrico en arranques y aceleraciones brinda una experiencia de conducción eficiente sin comprometer el rendimiento del vehículo. Sin embargo, es crucial considerar la variabilidad en los resultados, ya que el impacto real puede depender de factores como el diseño del sistema, las condiciones de tráfico y los hábitos de conducción (Leonidas Quiroz Erazo et al., 2028)

A pesar de los beneficios sustanciales, es necesario abordar posibles desafíos asociados con la durabilidad de componentes como la batería y el motor de arranque-alternador, así como con la percepción del consumidor sobre la tecnología. Además, investigaciones futuras podrían profundizar en la optimización de sistemas Start-Stop y explorar enfoques complementarios para lograr una reducción aún más significativa de las emisiones contaminantes en entornos urbanos, espacio que por ejemplo los vehículos híbridos enchufables han ganado.

5. CONCLUSIONES.

Las lecturas obtenidas del MAZDA CX-30, cumplen con la normativa de la RTV de la ciudad de Quito. Los datos obtenidos están por muy debajo de los datos de la RTV, por lo cual se concluye que un vehículo MICRO HIBRIDO contamina menos que un vehículo a combustión interna.

Debido a que las mediciones que se realizaron fueron mediante una prueba estática en el momento de volverse a encender el motor se aprecia un incremento de los contaminantes, por lo que sería adecuado el realizar una prueba dinámica para tener un resultado más adecuado.

El combustible que se usó en el momento de la prueba fue gasolina extra, tomando en cuenta el nivel de altitud de Quito, lugar donde se realizó la evaluación y por recomendación del fabricante sería adecuado el usar gasolina súper, por su número de octanos daría una mejor respuesta.

6. REFERENCIAS.

Anuarios – AEADE. (2023, diciembre 7). <https://www.aeade.net/anuario/>

Barriuso Rodríguez, J. M., Gómez Rubio, V., Haro Delicado, M. J., & Parreño Torres, F. (2013). *Introducción a la estadística con R. Suma.* <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/251763>

Caribe, C. E. para A. L. y el. (2013, diciembre 2). *Crece el consumo de energía en el sector transporte de la región* [Text]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/noticias/crece-consumo-energia-sector-transporte-la-region>

Carlos Eduardo Hernández, Andrés F. Rengifo Jaramillo, Juan Pablo Bocarejo, Gordon Wilmsmeier, Gustavo Andrés Martínez Tello, & Camila F. Cubillos Jaime. (2023). *INCENTIVOS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES ALREDEDOR DEL MUNDO [GIRO ZERO]*.

https://girozero.uniandes.edu.co/system/files/2023-03/docs/Incentive_Schemes.pdf

Chan, C. C. (2007). The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 704-718. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>

Condor, J. A. C. (2019). Sistema Start-Stop: Implementación como Mecanismo de Reducción de Combustible. *INSTA MAGAZINE*, 2(1), Article 1.

Díaz Suárez, V., & Páez Pérez, C. (2006). Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras. *Acta Nova*, 3(2), 308-322.

Leonidas Quiroz Erazo, Jhonatan Aguilar Santamaría, Cristhian Rumiguano Jiménez, & Germán Erazo Laverde. (2028). *Influencia del sistema start-stop en el vehículo respecto durabilidad de la batería de acumuladores*. 4.

Mazda. (2020, agosto 13). [Manuales]. <https://www.mazda.com/>. https://owners-manual.mazda.com/gen/es/mx-5/mx-5_8fm2sp16j/contents/05010600.html

Remache Coyago, A. P., Celi Ortega, S. F., & Peña Pinargote, A. J. (2017). Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito. *INNOVA Research Journal*, 2(6), 136-142.